



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ

ISSN 1560-5655

НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК



3
2009

Национальный центр научно-технической информации

НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Выпуск 3 (102)

Алматы 2009

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. Кетегенов**, д.х.н.;
К. Д. Досумов, д.х.н.; **А. В. Витавская**, д.т.н.;
Г. Г. Узелько (ответственный секретарь)

ДЛЯ СПРАВОК

Республика Казахстан, 050026, г. Алматы,
ул. Богенбай батыра, 221
Тел.: 378-05-45, 378-05-22
Факс: 378-05-47
E-mail: nnk.@inti.kz
<http://www.nauka.kz>

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Шарафиев А. Ш.</i> Методология проектирования и расчета противоточных аппаратов с продольно-поперечным секционированием рабочей зоны	9
<i>Айбасов Е. Ж.</i> Очистка промышленных растворов от радионуклидов	14
<i>Мырзалиева С. К.</i> Оценка достижимых коэффициентов разделения изотопов в равновесных химобменных системах	18
<i>Свидерский А. К.</i> Изучение фазового состава продуктов горения системы $MgO-Al_2O_3-Cr_2O_3$	25
<i>Жусупова А. И., Рубин Б., Айташева З. Г.</i> Адаптивные свойства повилики полевой (<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker) на примере ацетолактатсинтазы и арабиногалактанового белка прикрепления	30

ГОРНОЕ ДЕЛО. МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Сариев О. Р., Толымбеков М. Ж., Акбердин А. А., Ким А. С., Жумагалиев Е. У.</i> Влияние оксида бора на вязкость и электропроводность шлаков системы $CaO-SiO_2-Al_2O_3-MgO-MnO$	36
<i>Долгоносков В. Н.</i> Аналитический способ расчета устойчивости откоса на слабом основании неограниченной мощности	44
<i>Билецкий М. Т., Касенов А. К., Сушко С. М., Бегун А. Д.</i> Использование компьютерной модели для предотвращения зашламования скважин при высокоскоростном бурении	53
<i>Букетова А. Е.</i> Полярографическое исследование катодных процессов при получении меди в присутствии флокулянта MF-351 ...	60

МАШИНОСТРОЕНИЕ

<i>Абсадыков Б. Н., Кузьминов И. И., Кузьминова Н. Ю.</i> Снижение отбраковки жести по дефектам «риска» и «царапина» при дрессировке	65
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ТРАНСПОРТ

<i>Нусупбекова Г. С., Касимов Б. Р.</i> Пути повышения надёжности рельсов	70
---------------------------------------------------------------------------------	----

СТРОИТЕЛЬСТВО

<i>Курмашева Б. К.</i> Определение оптимальных режимов работы установок для различных способов проходки скважин	75
<i>Мирюк О. А.</i> Седиментационная устойчивость цементных суспензий с добавками	81
<i>Айдарбеков Г. Ж., Киялбай С. Н.</i> Особенности увлажнения конструкции дорожной одежды в условиях засушливых районов Казахстана	86

АВТОМАТИКА. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

<i>Юничева Н. Р.</i> Математическая модель системы управления плазменной технологией стабилизации горения пылеугольного факела	94
<i>Калимолдаев М. Н., Омарова М. Н.</i> Численное моделирование экономики с учетом эколого-экономических взаимодействий	100
<i>Калиаскаров Н. А.</i> Системы управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости в классе четырехпараметрических структурно-устойчивых отображений с одним выходом	106

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Кожебаев Б. Ж.</i> Оценка мясной продуктивности и качества мяса бычков при скармливании природного цеолита	115
<i>Джакупов И. Т.</i> Влияние бронхопневмонии на воспроизводительную функцию коров-первотелок	119
<i>Жолболсынова А. С., Аккулова З. Г., Валитов Д. А., Пучкова С. Ю., Лаврентьев А. В., Алдошина Е. А.</i> Эффективность применения гумата натрия при возделывании гречихи сорта Сумчанка	122
<i>Жомартов А. М.</i> Спонтанная изменчивость хромосом в соматических клетках у разных половозрастных групп овец породы казахский архаромеринос	127
<i>Елеукенова К. А., Жиенбаева С. Т.</i> Новый компонент при производстве премиксов	132
Информация	137

МАЗМҰНЫ

ХИМИЯ. ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

<i>Шарафиев А. Ш.</i> Жұмыс аумағы кесе-көлденең бөлшектелген қарсы ағымдағы аппараттарды жобалау және есептеу әдіснамасы	9
<i>Айбасов Е. Ж.</i> Өнеркәсіптік ерітінділерді радионуклидтерден тазарту	14
<i>Мырзалиева С. К.</i> Тепе-теңдік химиялық алмасу жүйелеріндегі изотоптардың бөлінуінің жетерлік коэффициенттерін бағалау	18
<i>Свидерский А. К.</i> $MgO-Al_2O_3 - Cr_2O_3$ жүйесінің жану өнімдерінің фазалық құрамын зерттеу	25
<i>Жүсіпова А. И., Рубин Б., Айташева З. Г.</i> Ацетоллактатсинтаза мен арабиногалактанды қыстыру белоктарының мысалындағы дала повиликасының (<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker) адаптивтік қасиеттері ...	30

КЕН ІСІ. МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Сариев О.Р., Толымбеков М.Ж., Ақбердин А.А., Ким А.С., Жұмағалиев Е.У.</i> Бор тотығының $CaO-SiO_2-Al_2O_3-MgO-MnO$ жүйесі қождарының тұтқырлығы мен электрөткізгіштігіне әсері	36
<i>Долгоносков В. Н.</i> Шектеусіз қуатты әлсіз негіздегі құламаның орнықтылығын есептеудің аналитикалық тәсілі	44
<i>Билецкий М. Т., Қасенов А. К., Сушко С.М., Бегун А. Д.</i> Аса жоғары жылдамдықпен бұрғылау кезінде ұңғымалардың шламдануын болдырмау үшін компьютерлік моделді пайдалану	53
<i>Букетова А. Е.</i> MF 351 флокулянты қатысында мысты алудың катодтық үрдістерін полярографиялық зерттеу	60

МАШИНАЖАСАУ

<i>Абсадықов Б. Н., Кузьминов И. И., Кузьминова Н. Ю.</i> Түзету кезінде қаңылтырдың жарамсыздығын «сызықша» және «тырналу» дефектілері бойынша азайту	65
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

КӨЛІК

<i>Нүсіпбекова Г. С., Қасымов Б. Р.</i> Рельстің беріктігін арттырудың жолдары	70
--------------------------------------------------------------------------------------	----

ҚҰРЫЛЫС

<i>Құрмашева Б. К.</i> Ұңғымалардың әртүрлі өту тәсілдері үшін оңтайлы жұмыс режимдерін анықтау	75
<i>Мирюк О. А.</i> Қоспалары бар цементтік суспензияның седиментациялық тұрақтылығы	81
<i>Айдарбеков Г. Ж., Қиялбай С. Н.</i> Қазақстанның оңтүстігіндегі құрғақшылық аудандарындағы жол құрылымдарының ылғалдану ерекшеліктері	86

АВТОМАТИКА. ЕСЕПТЕУ ТЕХНИКАСЫ

<i>Юничева Н. Р.</i> Тозаң-көмір факелінің жануын тұрақтандырудың плазмалық технологиясын басқару жүйесінің математикалық моделі	94
<i>Қалимолдаев М. Н., Омарова М. Н.</i> Экологиялық және экономикалық қарым-қатынастарды ескере отырып экономиканы сандық моделдеу	100
<i>Қалиасқаров Н. А.</i> Шығуы біреу-ақ төртпараметрлік құрылымды-тұрақты шағылыстырулар класындағы робастылық тұрақтылық әлеуеті жоғары басқару жүйелер	106

АУЫЛШАРУАШЫЛЫҒЫ

<i>Кожебаев Б. Ж.</i> Табиғи цеолитпен қоректендіру кезіндегі өгізшелер етінің сапасын және ет өнімділігін бағалау	115
<i>Жақыпов И. Т.</i> Алғашқы төлденім сиырларының өсіп-өну функциясына бронхопневмонияның әсері	119
<i>Жолболсынова А. С., Аккулова З. Г., Валитов Д. А., Лучкова С. Ю., Лаврентьев А. В., Алдошина Е. А.</i> Қарақұмықтың Сумчанка сортын өсіру кезінде натри гуматын қолданудың тиімділігі	122
<i>Жомартов А. М.</i> Қазақтың архар меринос қойларының әртүрлі жыныстықжастық топтарының соматикалық жасушаларындағы хромосомаларының бейберекет өзгерушілігі	127
<i>Елеукенова К. А., Жиенбаева С. Т.</i> Премикс өндірудегі жаңа компонент	132
Ақпарат	137

CONTENT

CHEMISTRY. CHEMICAL TECHNOLOGIES

<i>Sharafiyev A. S.</i> Methodology for design and calculation counterflow devices with longitudinal and transverse sectioning of working area	9
<i>Aibasov E. Z.</i> , Cleaning of commercial solution from radioactive nuclides	14
<i>Myrzaliyeva S. K.</i> Assessment of achievable ratios of isotope separation in equilibrium chemical exchange systems	18
<i>Svidersky A. K.</i> Study of phase composition of combustion products of $MgO-Al_2O_3-Cr_2O_3$	25
<i>Zhusupova A. I.</i> , <i>Rubin B.</i> , <i>Aytasheva Z. G.</i> Adaptive properties of field dodder (<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker) by the example of acetolactate synthase and arabinogalactan protein attachment	30

MINING. METALLURGY

<i>Sariyev O. R.</i> , <i>Tolymbekov M. Z.</i> , <i>Akberdin A. A.</i> , <i>Kim A. S.</i> , <i>Zhumagaliyev E. U.</i> Effect of boron oxide on the viscosity and electrical conductivity of $CaO-SiO_2-Al_2O_3-MgO-MnO$ slag	36
<i>Dolgonosov V. N.</i> Analytical method of calculating the stability of slope in the weak basis of unlimited power	44
<i>Biletsky M. T.</i> , <i>Kasenov A. K.</i> , <i>Sushko S. M.</i> , <i>Begun A. D.</i> Using a computer models to prevent wells sludging during high drilling	53
<i>Buketova A. E.</i> Polarographic study of cathodic processes in obtaining of copper over flocculant MF 351	60

MACHINE-BUILDING

<i>Absadykov B. N.</i> , <i>Kuzminov I. I.</i> , <i>Kuzminova N. Y.</i> Reducing rejection of tin plate defects by «risk» and «scratch» during pinch-rolling	65
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

TRANSPORT

<i>Nusupbekova G. S.</i> , <i>Kasimov B. R.</i> Ways to improve the reliability of rails	70
------------------------------------------------------------------------------------------------	----

CONSTRUCTION

<i>Kurmasheva B. K.</i> Determination of optimum operation of installations for different methods of drilling wells	75
<i>Miryuk O. A.</i> Sedimentation stability of cement suspensions with additives	81
<i>Aidarbekov G. J., Kiyalbai S. N.</i> Features of pavement structures wetting in aridity regions of Kazakhstan	86

AUTOMATICS. COMPUTER ENGINEERING

<i>Yunicheva N. R.</i> A mathematical model of the plasma technology control for coal-dust flame combustion stabilization	94
<i>Kalimoldayev M. N., Omarova M. N.</i> Numerical modeling of the economy, taking into account the ecological and economic interactions	100
<i>Kaliaskarov N. A.</i> Management systems with high potential for robust stability of in the class tetra-parametric structurally stable representations with the single output	106

AGRICULTURE

<i>Kozhebayev B. Z.</i> Evaluation of meat production and meat quality of bull-calves in the feeding of natural zeolites	115
<i>Jakupov I. T.</i> Effect of bronchopneumonia on the reproductive function of first-calf cows	119
<i>Zholbolsynova A. S., Akkulova Z. G., Valitov D. A., Puchkova S. Y., Lavrentiev A. V., Aldoshina E. A.</i> Effectiveness of sodium humate to grow buckwheat of Sumchanka sort	122
<i>Zhomartov A. M.</i> Spontaneous variability of chromosomes in somatic cells of different age-sex groups of sheep of Kazakh arkhar merinos breeds	127
<i>Yeleukenova K. A., Zhiembayeva S. T.</i> A new component in the manufacture of premixes	132
Inventions	137

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ПРОТИВОТОЧНЫХ АППАРАТОВ С ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫМ СЕКЦИОНИРОВАНИЕМ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

А. Ш. Шарафиев, д.т.н.

Республиканский научно-исследовательский центр
по проблемам безопасности в химической, нефтехимической
и нефтегазоперерабатывающей промышленности

Жұмыс аумағы кесе-көлденең бөлшектелген қарсы ағымдағы аппараттардың гидродинамикалық және кинетикалық қасиеттерін есептеу әдістемесі берілген. Түйінді сөздер: қарсы ағымдағы аппараттар, гидродинамикалық қасиеттер, кинетикалық қасиеттер.

A method for calculating the hydrodynamic and kinetic properties of counterflow devices with longitudinal and cross-sectioning the working area.

Key words: counter flow devices, designing, hydrodynamic properties, kinetic properties.

Актуальность проблемы определяется потребностями быстрорастущей химической и нефтехимической промышленности Республики Казахстан в колонных аппаратах для проведения процессов абсорбции, ректификации и испарительного охлаждения воды, отличающихся большой производительностью по перерабатываемым средам при оптимальных энергетических затратах. Нами разработаны и внедрены в производство семейство противоточных аппаратов с продольно-поперечным секционированием рабочей зоны: аппараты с крупнодырчатыми провальными тарелками с перфорированными стабилизаторами газожидкостного слоя (КДПТ с ССПП), аппараты с регулярной подвижной пластинчатой насадкой (РППН) и аппараты с регулярной подвижной шаровой насадкой (РПШН) (имеется патентная защищенность). Предложенные конструкции отличаются простотой устройства и высокой эффективностью. Преимуще-

ственно они используются для очистки больших объемов газов в экологических и технологических целях. Более широкому внедрению разработанных конструкций аппаратов препятствует отсутствие сведений о методологии их проектирования и расчета. Настоящая работа восполняет этот пробел.

Приведенные ниже рекомендации по проектированию основаны на следующем:

- экспериментально-теоретические закономерности распределения фаз по сечению аппаратов в зависимости от режимных и конструктивных параметров и оценка их влияния на эффективность массо-, теплообмена и пылеулавливания;
- закономерности распыления жидкости при помощи низконапорных центробежных распылителей, а также методика инженерного расчета основных характеристик факела распыла жидкости;
- гидродинамические закономерности взаимодействия фаз в аппаратах с продольно-поперечным секционированием рабочей зоны и созданная на этой основе научно обоснованная методика расчета гидродинамических параметров предложенных конструкций аппаратов;
- закономерности тепло-, массообмена и пылеулавливания и созданные на их основе, методики расчета.
- результаты широкомасштабных производственных испытаний разработанных аппаратов различных размеров в широком диапазоне изменения скорости газа (2-5 м/с), плотности орошения (5-80 м³/м².ч);
- обобщенные результаты промышленных испытаний и внедрений (7 установок) разработанных аппаратов на предприятиях химического и нефтехимического профиля для реализации процессов абсорбции, десорбции, пылеулавливания и охлаждения газов с технико-экономическим анализом их работы;
- рекомендации к проектированию, сведенные к выбору режимных (скорости газа и плотности орошения) и конструктивных (свободное сечение контактного устройства) параметров аппаратов в зависимости от требований к осуществляемым процессам.

Скорость газа. В противоточных аппаратах газ является основным источником энергии, подводимой к газожидкостному слою. Чем выше скорость газа, тем больше задержка жидкости, степень ее турбулизации, а следовательно, выше интенсивность тепло- и массообмена. На практике рабочий диапазон скоростей газа начинается со скоростей, при которых в контактной зоне формируется динамически устойчивый газожидкостный слой, а сверху он ограничивается или захлебыванием аппарата, или недопустимым брызгоуносом. Анализ влияния скоростей газа на эффективность массо-, теплообмена и

пылеулавливания показывает, что эти процессы целесообразно вести при максимально допустимых скоростях. Диапазон рабочих скоростей газа составляет: для аппаратов с РПШН 3,0÷4,4 м/с; для аппаратов с РППН - 2,5÷4,5 м/с; для аппаратов с КДПТ со ССПП - 1,5÷ 4,75 м/с.

Плотность орошения. Плотность орошения или удельный расход жидкости при пылеулавливании определяют на основе материального баланса проводимого процесса с учетом растворимости компонентов в газе и жидкости и их начальной и конечной концентрации. Необходимо также учитывать, что при выбранной плотности орошения в рабочей зоне аппарата должен формироваться динамически устойчивый газожидкостный слой с развитой поверхностью контакта фаз. С учетом последнего условия рекомендуется плотность орошения L принимать в диапазоне:

а) для аппаратов с КДПТ со ССПП 5÷25 м³/м².ч;

б) для аппаратов с РПШН и РППН 25÷65 м³/м².ч.

Данные по влиянию плотности орошения на величину энергетического параметра показывают, что процессы массо- и теплообмена, а также пылеулавливания целесообразно проводить при минимальной плотности орошения, допускаемой вышеуказанными двумя условиями.

Распределение газа. Необходимость использования газораспределительной решетки подтвердилась в процессе лабораторных и промышленных испытаний. На основании теоретических и экспериментальных исследований нами разработана конструкция газораспределительной решетки. Методика расчета газораспределительной решетки следующая. Устанавливается оптимальное значение коэффициента сопротивления газораспределительных решеток при любых значениях коэффициента сопротивления ξ_{opt} по формуле:

$$\xi_{opt} \approx [N_n (S_n/S_a)^2 - 1] / k_1. \quad (1)$$

где N_n - коэффициент Кориолиса для подводящего газ патрубка;

S_a - площадь сечения аппарата, м²;

S_n - площадь сечения патрубка для подвода газа, м²;

K_1 - коэффициент.

Уравнение (1) пригодно при любых значениях соотношения S_a/S_n , а значения коэффициента k_1 рекомендуется принимать в диапазоне от 0,3 до 0,7. При больших значениях отношения $S_a/S_n > 6-8$ и в других случаях, когда необходимо добиться максимально равномерного распределения скоростей газа, используют прием, предусматривающий последовательную установку нескольких газораспределительных решеток с большим свободным сечением, а следо-

вательно, с небольшим гидравлическим сопротивлением. Такой подход позволяет избежать «перевертывания профиля скоростей» и, кроме того, дает возможность добиться равномерного распределения скоростей за последней решеткой. Для определения оптимального количества плоских решеток используется уравнение:

$$n_{opt} \approx 0,7 \sqrt{S_a/S_n} \cdot \sqrt{N_n} \quad (2)$$

Уравнение справедливо как для фронтального, так и для бокового подвода газа. Расчеты показывают, что при $S_a/S_n \leq 3$ и центральном подводе можно принять количество решеток $n_{opt} = 2 - 3$.

Распылитель жидкости. Для аппаратов интенсивного действия рекомендуется использовать низконапорные центробежные распылители жидкости.

Конструктивные параметры аппаратов. Определяемыми конструктивными параметрами в аппаратах с КДПТ со ССПП, аппаратах с РПШН и аппаратах с РППН являются: свободное сечение тарелок (порозность горизонтального насадочного слоя) и высота рабочей зоны. Свободное сечение контактных устройств рекомендуется выбирать в диапазоне 0,3-0,5 м²/м². Чем выше величина свободного сечения тарелок, тем меньше затрат энергии на работу аппарата, но одновременно меньше диапазон рабочих скоростей газа и эффективность процессов тепло-, массообмена и пылеулавливания. Поэтому окончательное решение принимается на основе технико-экономических расчетов.

Высота рабочей зоны аппаратов определяется необходимым (рассчитанным) числом ступеней контакта.

Каплеуловитель следует устанавливать при скоростях газа более 3,5-4,75 м/с. Рекомендуется для интенсифицированных противоточных аппаратов использовать каплеуловители центробежного типа.

Гидродинамический расчет выполняется в следующей последовательности:

- *Нижний предел работы.* Для противоточных аппаратов под нижним пределом работы принято считать скорости газа, при которых на тарелке формируется газожидкостный слой.
- *Критическая скорость газа.* Критическая скорость газа показывает скорость, при которой происходит переход от струйного режима к режиму свободной турбулентности. Критическая скорость газа зависит от плотности орошения, плотности газа и жидкости и свободного сечения контактного устройства.

- *Верхний предел работы.* Указанный параметр определяется исходя из условия, что верхнему пределу работы соответствует брызгоунос, равный 8 %. Верхний предел увеличивается с возрастанием свободного сечения тарелок и повышением плотности орошения.

- *Гидравлическое сопротивление сухого и орошаемого аппарата.* Гидравлическое сопротивление определяет затраты энергии на ведение процесса тепло- и массообмена.

- *Количество удерживаемой в аппарате жидкости.* Количество удерживаемой в аппарате жидкости косвенно характеризует величину межфазной поверхности, создаваемой в аппарате.

- *Газосодержание газожидкостного слоя.* Газосодержание слоя характеризует гидродинамические условия, в которых проходит процесс тепло- и массообмена.

- *Динамическая высота газожидкостного слоя.* Динамическая высота газожидкостного слоя определяет требуемый объем контактной зоны (высоту рабочей секции) аппарата.

- *Величина уноса жидкости в рабочих условиях.* Необходимость проведения данного расчета обусловлена влиянием уноса на движущую силу процесса тепло- и массообмена.

Кинетический расчет противоточного тепло- и массообменного аппарата выполняется в следующей последовательности:

- *Коэффициент массоотдачи в газовой фазе.* При выборе расчетного уравнения следует учесть тот факт, что газожидкостный слой в интенсивных аппаратах представляет собой диспергированные потоком газа капли жидкости различного размера и формы.

- *Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе.* Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе рассчитывается в тех случаях, когда сопротивление массопередачи сосредоточено в жидкой фазе.

- *Коэффициент массопередачи в рабочих условиях.* Коэффициент массопередачи рассчитывается исходя из определенных коэффициентов массоотдачи в газовой и жидкой фазах и с учетом правила аддитивности сопротивлений фаз.

- *Расчет эффективности пылеулавливания.* Эффективность пылеулавливания рассчитывается с учетом размера улавливаемых частиц.

- *Расчет,* позволяющий учесть влияние размеров аппарата на эффективность процессов тепло- и массообмена.

Таким образом, представлена методика расчета гидродинамических и кинетических свойств противоточных аппаратов с продольно-поперечным секционированием рабочей зоны.

ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ РАСТВОРОВ ОТ РАДИОНУКЛИДОВ

Е. Ж. Айбасов, к.х.н.

Специальный научно-исследовательский центр
пожарной безопасности и гражданской обороны

Уранның табиғи ыдырауының радионуклидтерін жұту үшін Чанқанай кенорнының табиғи цеолитін пайдалану мүмкіндігі көрсетілген.

Түйінді сөздер: радионуклидтер, уран, цеолит, радионуклидтерді жұту.

The possibility of using natural zeolite deposits Chankanai for radionuclides updating of natural uranium decay.

Key words: radionuclides, uranium, zeolite, radionuclides update.

Разработка эффективных сорбционных материалов для извлечения радионуклидов из водных растворов актуальна в связи с важностью радиоэкологических проблем, вызванных накоплением и распространением радиоактивных загрязнений в окружающей среде.

В последнее время для переработки жидких радиоактивных отходов и для очистки различных типов загрязненных вод все большее применение находят неорганические сорбенты, имеющие определенные преимущества перед синтетическими органическими ионообменниками. Неорганические сорбционные материалы обладают высокой химической и радиационной устойчивостью и проявляют селективность к некоторым радионуклидам при их сорбции из водной среды. Например, высокой селективностью по отношению к цезию обладают природные сорбционные материалы на основе природных цеолитов.

Нами ранее исследован природный клиноптилолит в качестве сорбента для удаления урана из водных растворов [1,2]. Как известно, уранил-ион и его растворимые комплексы очень высокоподвижны и поэтому являются потенциально опасными загрязнителями окружающей среды. Показано, что клиноптилолитом при оптимальных условиях сорбируется до 83-85 % урана.

Цель данной работы - исследование по поглощению радионуклидов естественного распада урана (Ra^{226} , Th^{232}) из растворов после

дезактивации радиационно-загрязненного оборудования Актауского химико-гидрометаллургического завода. В 1993 г. завод остановлен в связи с нерентабельностью разработки и извлечения урана из руд месторождения и прекращением деятельности химкомплекса Прикаспийского горно-металлургического комбината.

Радиоактивность оборудования и металлолома обусловлена отложением осадков (гарнисажа) радиоактивной пульпы, образованной в технологическом процессе разложения природной уран-фосфатной руды в результате осаждения урана, тория, радия с кальцием, полученных в технологическом процессе вскрытия урановой руды.

Радиоактивный металлолом и демонтированное оборудование находятся на специально выделенной площадке и представляют собой отдельные фрагменты оборудования, использованного в технологическом процессе получения урана, которое пришло в негодность и выведено (демонтировано) из производственного процесса.

ТОО «КазАзот» планирует провести дезактивацию всего радиоактивного оборудования и металлолома, находящегося на территории ХГМЗ, тем самым произвести частичную дезактивацию завода, что будет способствовать дальнейшему приведению данного завода к требованиям санитарных правил «Санитарные правила ликвидации, консервации и перепрофилирования предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд». (СП ЛКП-98 №5.01.12.1998).

Исследования по поглощению радионуклидов естественного распада урана (Ra^{226} , Th^{232}) из растворов после дезактивации радиационно загрязненного оборудования проводились с использованием природного цеолита – клиноптилолита Чанканайского месторождения, представленного ТОО «Таза Су».

Цеолит (насыпной средний вес $1,24 \text{ г/см}^2$) предварительно замачивали в дистиллированной воде в течение 24 ч в соотношении 1:5, а затем им заполняли колонки диаметром 20 мм (№ 1,2,3), 12 мм (№ 4), 18 мм (№ 5) до высоты 300 мм (таблица).

Растворы после дезактивации радиационного грязного металла пропускали через колонки с цеолитом со скоростью 100 мл/ч. Предварительно растворы нейтрализовались щелочью до $pH=9$. При этом из кислых растворов в осадок выпадали гидроокиси радиоактивных металлов. Исходные растворы и полученные после очистки, а также пробы цеолита из колонок после очистки анализировались в лаборатории ТОО «МАЭК-КазАтомпром» на определение удельной активности радионуклидов на гамма-бета-спектрометре «Прогресс БГ» и радиометре «УМФ-2000» с программным обеспечением «Spectrodec»

**Результаты очистки водного раствора от радионуклидов
природным цеолитом Чанканайского месторождения**

№	Исходный раствор		Содержание радионуклидов в цеолите, Бк/кг	Раствор после очистки цеолитом		
	радионуклиды, Бк/л (Бк/кг)	pH		радионуклиды, Бк/л	pH	K_d
1	Ra ²²⁶ –787,8 Th ²³² –64,14 K ⁴⁰ – 12,4	8,91	Ra ²²⁶ – 352,9 Th ²³² – 59,04 K ⁴⁰ – 73,3	Ra ²²⁶ – 2,26 Th ²³² – 0,68 K ⁴⁰ – 102,3	7,8	348,3 6,8 -
2	Ra ²²⁶ – 120,9 Th ²³² – 61,77 K ⁴⁰ – 82,5	9,01	Ra ²²⁶ – 92,9 Th ²³² – 48,99 K ⁴⁰ – 69,7	Ra ²²⁶ – 2,3 Th ²³² – 1,8 K ⁴⁰ – 87,8	7,03	-
3	Ra ²²⁶ – 240,5 Th ²³² – 70,99 K ⁴⁰ – 22,9	9,87	Ra ²²⁶ – 177,3 Th ²³² – 59,91 K ⁴⁰ – 56,6	Ra ²²⁶ – 1,67 Th ²³² – 1,9 K ⁴⁰ – 29,3	9,06	52,99 -
4	Ra ²²⁶ –283,3 Th ²³² – 61,6 K ⁴⁰ – 15,3	9,0	Ra ²²⁶ – 192,1 Th ²³² – 48,3 K ⁴⁰ – 55,1	Ra ²²⁶ – ≤ 0,05 Th ²³² – 1,9 K ⁴⁰ – 6,4	9,1	566,6 23,9 -
5	Ra ²²⁶ – 334,5 Th ²³² – 64,14 K ⁴⁰ – 12,4	9,0	Ra ²²⁶ – 144,3 Th ²³² – 57,74 K ⁴⁰ – 61,0	Ra ²²⁶ – 1,59 Th ²³² – 1,59 K ⁴⁰ – 46,01	9,13	288,6 3,05 6,5
6	Ra ²²⁶ –787,8 Th ²³² – 74,02 K ⁴⁰ – 29,8	5,0	Ra ²²⁶ – 452,9 Th ²³² – 44,4 K ⁴⁰ – 61,5	Ra ²²⁶ – 1,83 Th ²³² – 1,7 K ⁴⁰ – 112,5	5,0	44,1 - -
7	Ra ²²⁶ – 120,2 Th ²³² – 134,7 K ⁴⁰ – 82,5	5,1	Ra ²²⁶ – 98,61 Th ²³² – 118,6 K ⁴⁰ – 74,8	Ra ²²⁶ – 2,59 Th ²³² – 1,8 K ⁴⁰ – 36,3	5,1	25 - -

Расчет коэффициента распределения K_d (характеризующего способность материала поглощать тот или иной радиоактивный изотоп) можно производить как на основе прямых изменений сорбции по активности твердой фазы, так и по убыли активности исходного раствора. Коэффициент распределения в общем случае зависит от природы сорбента, размера зерен сорбента, состава раствора, состояния элемента и его концентрации, температуры и т.д.

Из приведенных в таблице данных следует, что при значениях pH 7-9 исходного раствора повышается степень очистки от Ra²²⁶ и Th²³², при pH < 5 - падает. Содержание радионуклидов в очищенной

воде не превышает ПДК для указанных элементов (ПДК Ra²²⁶ – 2,5 Бк/л; Th²³² – 1,9 Бк/л, K⁴⁰ – 100 Бк/л).

Необходимо отметить, что появление и увеличение в растворе концентрации радионуклида K⁴⁰ связано с применением контактных солей, содержащих K⁺, при дезактивации радиоактивного металла. Уменьшение значения γ -излучения раствора после обработки цеолитом можно объяснить протеканием следующей реакции:



По нашему мнению, ядра ионов калия K³⁹ поглощают γ -излучение с образованием слабо радиоактивного изотопа K⁴⁰ и электрона. Жидкие радиоактивные отходы с концентрацией, не превышающей 10 ПДК по НРБ-99, будут сбрасываться по имеющемуся пульпопроводу в хвостохранилище Кошкар-Ата.

Таким образом, клиноптилолит Чанканайского месторождения улавливает из радиоактивных растворов естественные радионуклиды до санитарных норм при pH = 7-9. Для полного улавливания радиоактивных естественных радионуклидов следует применять цеолитные фильтры (Ф) в последовательном режиме работы: Ф₁ – Ф₂ – (Ф₃ в резерве) – в емкость – анализ ЕРН.

Литература

1. Айбасов Е. Ж., Джексенов М. Новый способ очистки воды от радиоактивных изотопов (полигон Азгир) // Комплексное использование местных минерально-сырьевых и углеводородных ресурсов: Тез. докл. науч.-техн. конф. - Атырау, 1997. - С.90-91.

2. Айбасов Е. Ж., Буркитбаев М. М. Способ очистки сточных вод от ионов радиоактивных и тяжелых металлов: Патент РК № 9251 от 14.09.1999 // БИ. - 2000. - № 7.

**ОЦЕНКА ДОСТИЖИМЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ
РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ
В РАВНОВЕСНЫХ ХИМОБМЕННЫХ СИСТЕМАХ**

С. К. Мырзалиева, к.х.н.

Национальный центр по комплексной переработке
минерального сырья

Тепе-теңдік химиялық алмасу жүйелеріндегі изотоптардың бөлінуінің жетерлік коэффициенттерін бағалау.

Периодтық жүйенің екінші периодын қосу мысалында үлестірімдік функциясының мәндері қарастырылған және олардың химиялық алмасу жүйелерінің тиімділігін бағалау үшін қолданылу мүмкіндігі дәлелденген.

Түйінді сөздер: изотоптардың бөлінуі, химия алмасу жүйелері.

By the example of the second period of the periodic system compounds considered the value of the distribution function and a possibility of their use for evaluating the effectiveness of chemical exchange systems was proven.

Key words: isotope separation, chemical exchange systems.

Метод химического обмена занимает одно из ведущих мест в промышленном разделении изотопов. Изотопы некоторой части элементов с его помощью разделяются в полупромышленном масштабе. Определяющим преимуществом метода по сравнению с такими физическими способами, как диффузия через пористую перегородку и центрифугирование, является существование энергетических затрат только по току. В то время как для физических методов эти затраты пропорциональны производству потока на число разделяющихся элементов. Общеизвестным является мнение о том, что изотопные эффекты химических реакций с ростом массы разделяемого элемента уменьшаются быстро, поэтому метод применим только для разделения изотопов легких элементов. Однако в последнее время есть доказательства того, что он применим для полупромышленного разделения изотопов и множества элементов, не относящихся к легким.

Изучение химобменных систем может способствовать поиску эффективного инструмента для целенаправленного прогноза систем, пригодных с целью разделения изотопов.

В настоящей статье представлены данные об оценке достижимых коэффициентов разделения изотопов α в химобменных системах для различных элементов. Оценка достижимых значений α с помощью феноменологических зависимостей может быть лишь грубо приближенной, поскольку опирается на сравнительно скудный экспериментальный материал. Необходимо более детальное исследование, которое позволило бы учесть химическую специфику элемента. При этом наиболее рационально избрать в качестве объекта исследования не малодоступную величину коэффициента разделения α , а сравнительно легко поддающиеся расчету величины отношений сумм по состояниям изотопных форм молекул (β -факторы). Величина β характеризует термодинамическую неравноценность изотопов в молекуле только данного вещества.

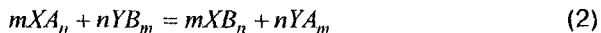
Решение вопросов термодинамики реакций изотопного обмена возможно путем изучения закономерностей, связывающих β -факторы с другими характеристиками химических соединений, а также с характеристиками составляющих эти соединения элементов. Материал для обнаружения закономерностей дает массовый расчет β -факторов двухатомных и многоатомных молекул различной геометрии. Тогда как β -фактор однозначно определяет степень термодинамической неравноценности 2-х изотопов в данной молекуле и определяется выражением:

$$\ln \beta = \frac{1}{n} \sum d_i \ln \left[\frac{\text{sh}(u_i/2)}{\text{sh}(u'_i/2)} \right] / \frac{u_i}{u'_i}, \quad (1)$$

где u_i - $hc\nu_i/kT$ - приведенная частота;

ν_i - колебательная частота молекулы.

Уравнение (1) является основным рабочим соотношением большинства работ, посвященных термодинамике изотопного обмена и кинетическим изотопным эффектам, хотя во многих исследованиях и не приводятся необходимые оговорки об условиях его применимости. Для реакции изотопного обмена



между веществами XA_n и YB_m (где А и В - разные изотопы одного и того же элемента) коэффициент α может быть рассчитан по формуле [1]:

$$\alpha_{A/B} = \beta_X / \beta_Y \quad (3)$$

С целью подбора системы для разделения изотопов из множества существующих в обычных условиях химических соединений каждого элемента необходимо образовать множество всех возможных химобменных систем и из последнего выделить подмножества систем, удовлетворяющих требованию термодинамической совместимости при 300 К и требованию удовлетворительной кинетики изотопного обмена между ними [2].

Экспериментальные значения максимально достигнутых величин α для кинетически удовлетворительных систем сведены в табл. 1, в которой представлен весь интервал изменения масс 12 элементов Периодической системы. Все величины коэффициентов разделения приведены к разнице масс изотопов, равной единице.

Таблица 1

Максимальные экспериментально достигнутые коэффициенты разделения изотопов различных элементов Периодической системы в кинетически эффективных реакциях

Наименование элемента	Химобменная система	t, °C	Коэффициент разделения
Водород	H ₂ – NH ₃	25	3,59
Литий	Li _{амальг} – Li _{ақ}	25	1,055
Бор	BF ₃ – BF ₃ фенелтон	комнатная	1,054
Углерод	CS ₂	25	1,041
Азот	NO – HNO ₃	25	1,075
Кислород	H ₂ O – CO ₂	25	1,023
Магний	Mg _{амальг} – Mg _{ақ} +C ₂ H ₅ OH	комнатная	1,011
Сера	SO ₂ – HSO ₃ ⁻	"-	1,0095
Хлор	HCl – HCl _{в изобутаноле}	"-	1,0075
Кальций	Ca _{амальг} – Ca _{ақ}	"-	1,003
Титан	TiOSO ₄ – Ti[C ₆ H ₅ (NO ₂) ₂] ₂	"-	1,003
Уран	UO ₂ ²⁺ – UO ₂ [C ₆ H ₅ (NO ₂) ₂] ₂	"-	1,0044

Для элементов второго периода не наблюдается, как уже отмечалось, монотонное уменьшение достигнутых значений α с ростом массы элементов.

Для азота значение α_{max} соответствует системе с литием. Это является свидетельством того, что существуют факторы, в определенных пределах способные противостоять негативному влиянию роста масс. Как выяснилось, можно выделить 3 основных фактора, которые определяют разделяющую способность соединения в отношении изотопов. Первоочередную роль играет возможность существования совместимых разновалентных форм элемента. Значительно влияние природы лигандов и вариации их числа. Менее существенно, но заметно воздействие заместителей у атомов-партнеров. Свидетельством тому является широкая изменчивость величин β при изменении валентности азота, вариации β -факторов для нормальных гидридов, значительные величины коэффициентов разделения изотопов бора. Несомненно то, что роль указанных факторов различна для разных элементов. Особое значение при этом имеет химическая природа элементов.

Анализ кинетических свойств исследованных систем показывает, что для изотопного обмена наиболее широко распространено применение реакций, протекающих по ассоциативно-диссоциативному механизму.

Простое протонирование позволяет сочетать удовлетворительную кинетику со значительными изотопными эффектами (BO_3^{3-} - HBO_3^{2-} , CN^- - HCN , OH^- - H_2O , SO_3^{2-} - HSO_3^-). То же относится к типичным для бора системам BF_3 - BF_3 комплекс, аналогичным системам с SO_2 и HCl и многим им подобным.

Для элементов, склонных к образованию ковалентных связей и обладающих формальной валентностью 3 или большей, кинетически удовлетворительными оказываются реакции, в которых относительно простая молекулярная форма присоединяет единственный дополнительный лиганд.

В случае элементов первой и второй групп, обладающих ионным характером связи, оказываются удовлетворительными реакции, происходящие с полной заменой всей координационной сферы (системы «аквакомплекс – амальгама», «аквакомплекс – хелат»). Для поливалентных металлов применяются реакции, протекающие с частичной заменой координационной сферы (системы «акватированный оксокаатион - хелат оксокаатион»).

Не ограничиваясь изучением только термодинамических вопросов, нами детально исследовано влияние таких факторов, как мас-

са разделяемого элемента, роль его валентности, природы координированных им лигандов и их числа, а также некоторых других. Изучение этих вопросов является необходимым этапом на пути к выявлению принципов направленного подбора химообменных систем для разделения изотопов, определению границ применимости метода химического обмена и конкретного выбора систем для разделения. Рассмотрение экспериментального материала и описываемых зависимостей β -факторов показывает, что названные характеристики, действительно являются определяющими в отношении величин α [3]. Очевидно, что влияние указанных факторов в наиболее ясной форме может быть прослежено путем сопоставления величин β для аналогичных соединений, различающихся только по одному из этих параметров.

Различие валентных состояний разделяемого элемента является одним из наиболее эффективных факторов для получения значительных коэффициентов разделения, хотя, к сожалению, экспериментальный и расчетный материал не позволяет делать детальные выводы и тем более количественные оценки влияния данного фактора. К примеру, в случае азота использование различных валентных состояний этого элемента оказалось чрезвычайно эффективным. В менее ясной форме положительное влияние изменения валентности проявляется в амальгамных системах. В этом случае изменение валентности приводит к существенному изменению прочности связи (переход от амальгамы к аквакомплексу) и, как следствие, к значительным по величине коэффициентам разделения. Однозначным подтверждением влияния валентности являются результаты расчета и экспериментального измерения α в системах октацианидов молибдена и гексацианидов железа. Далее изменение валентности центрального иона металла в аквакомплексах и аммиакатах также приводит к появлению значительных величин α (табл. 2).

Таблица 2

Величины коэффициентов разделения в системах с разновалентными аквакомплексами и аммиакатами

Система	α	Система	α
$\text{Sc}(\text{H}_2\text{O})_8^{+2} - \text{Sc}(\text{H}_2\text{O})_8^{+3}$	1,00148	$\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2} - \text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{+3}$	1,00157
$\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2} - \text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6^{+3}$	1,00153	$\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2} - \text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{+3}$	1,00158
$\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2} - \text{V}(\text{H}_2\text{O})_6^{+3}$	1,00155	$\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2} - \text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6^{+3}$	1,00158
$\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2} - \text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{+3}$	1,00156	$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{+2} - \text{Co}(\text{NH}_3)_6^{+3}$	1,00338
$\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2} - \text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6^{+3}$	1,00157		

Примечание: Все эффекты рассчитаны на единичную разность масс.

Изменение валентности является действенным, но ограниченным по своим возможностям средством получения значительных изотопных эффектов.

Таким образом, установлены правила, позволяющие на основе обычных химических представлений давать достаточно надежные заключения о разделяющей способности химобменных систем в отношении изотопов. При этом следует опираться на такие доступные экспериментальному и теоретическому определению показатели соединений, как валентность, тип и природа лиганда или атома-партнера. Рассмотрение экспериментального материала и описываемых зависимостей β -факторов показывает, что 3 названные характеристики действительно являются определяющими в отношении величин α . Очевидно, что влияние этих факторов в наиболее ясной форме может быть прослежено путем сопоставления изотопных эффектов для аналогичных соединений, различающихся только по одному из этих параметров.

Практика подбора химобменных систем для разделения изотопов свидетельствует, что чаще всего удается совместить положительное влияние не более чем 2-х факторов.

В целом принципы направленного подбора можно сформулировать следующим образом:

- в тех случаях, когда разделяемый элемент образует достаточно обширное множество соединений с ионной связью, рационально совмещение в химобменной системе соединений с максимально различающимися валентными состояниями и применение комплексов, образуемых незамещенными лигандами, принадлежащими второму периоду, с одной стороны, и лигандами, принадлежащими последующим периодам, или «замещенными» лигандами второго периода, с другой стороны;
- при разделении элементов, образующих большое множество соединений с ковалентными связями, по-видимому, целесообразна ориентация на совмещение соединений, в которых разделяемый элемент обладает валентностями, различающимися на единицу;
- в отношении природы применяемых лигандов и их чисел следует повторить приведенные рекомендации.

Полученные новые результаты по исследованию изотопных эффектов, установленные феноменологические закономерности их изменения и сделанные на их основе выводы, расширяют представление о процессах химического изотопного обмена. Кроме того, они могут быть использованы для различных исследовательских целей, в том числе для целей и потребностей геохимии.

Литература

1. Жаворонков Н. М., Князев Д. А., Ивлев А. А., Клинский Г. Д. Термодинамика реакций изотопного обмена // Успехи химии. - 1992. - Т. 49, вып. 3. - 384 с.

2. Сазонов А. Б., Бочкарев А. В., Магомедбеков Э. П., Озеров Р. П. Расчет методом моментов коэффициента разделения изотопов в системах, содержащих твердую фазу // Журнал физической химии. - 1996. - Т. 70, № 10. - 1903 с.

3. *Murzaliyeva S.K.* Principles of selection of chemical-interchangeable systems for isotopes separation», 11th Conference on Environment and Mineral Processing. Part II, 31.5-2.6.2007, 127-130 pp. VSB-TU Ostrava, Czech Republic.

**ИЗУЧЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА
ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ СИСТЕМЫ $MgO-Al_2O_3-Cr_2O_3$** **А. К. Свидерский**, к.б.н.

Павлодарский государственный педагогический институт

Алюминат және хромит магнийлерінің кристаллохимиялық, фазалық және құрылымдық қасиеттері зерттелген. СВС-технологиялар бойынша жаңа отқа төзімді материалдар жасау үшін зерттеліп отырған жүйенің термоөңдеудегі оңтайлы режимі табылған.

Түйінді сөздер: алюминаттар, магни хромиттері, термоөңдеу.

A study crystal-chemical, phase and structural properties of aluminate and magnesium chromites. The optimal regime of heat treatment of the system studied for the development of new refractory materials on the SHS technology.

Key words: aluminate, magnesium chromites, heat treatment.

Высокотемпературный синтез новых тугоплавких неорганических материалов (оксидов, карбидов, боридов, оксинитридов, силицидов и т.д., металлов и неметаллов) является одним из приоритетных направлений исследования в современной химии и материаловедении. В промышленности для получения тугоплавких неорганических материалов наиболее часто используют методы спекания и сплавления. Тугоплавкие многокомпонентные оксиды и оксинитриды, обладающие уникальной совокупностью химических и физических свойств, широко применяются в практике самовоспламеняющегося высокотемпературного синтеза (СВС) [1, 2]. Однако их получение в промышленности связано с большими энергозатратами, сложным электропечным оборудованием и длительностью процесса получения.

Перспективными материалами для изготовления высокостойких огнеупоров являются системы $MgO-Al_2O_3-Cr_2O_3$, которые обеспечивают высокую стабильность свойств изделий в процессе службы, отличаются высокой термостойкостью и термопрочностью [3, 4].

Для проведения исследований были использованы алюминат магния и хромит магния, полученные путем химического синтеза, которые имеют некоторые особенности, предопределяющие поиск путей их технологической обработки с целью получения новых высокостойких огнеупоров.

В процессе работы проведены исследования кристаллохимических, фазовых и структурных свойств синтезированных $MgAl_2O_4$ и $MgCr_2O_4$. С целью определения кристаллической структуры исходных порошков $MgAl_2O_4$ и $MgCr_2O_4$, позволяющей дать кристаллохимическую характеристику вещества, проведен рентгеноструктурный анализ.

Важнейшими рентгеновскими характеристиками для диагностики соединений служат параметры элементарной ячейки, главные межплоскостные расстояния d/n – их кристаллические индексы и относительные величины дифракционных максимумов I (таблица).

Межплоскостные расстояния кристаллической решетки d/n и интенсивность излучения I исходных порошков $MgAl_2O_4$ и $MgCr_2O_4$ и эталонов (по ASTM)

Эталон				Экспериментальное значение			
$MgAl_2O_4$		$MgCr_2O_4$		$MgAl_2O_4$		$MgCr_2O_4$	
d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I
4,660	35	4,813	65	3,807	10	3,622	30
2,858	40	2,945	25	3,174	15	2,940	25
2,437	100	2,512	100	2,811	15	2,548	30
2,020	65	2,406	25	2,210	30	2,505	60
1,650	45	2,083	55	1,708	10	2,097	20
1,555	55	1,603	40	1,525	15	2,041	25

Как показали проведенные исследования, интенсивность линий излучения, которая взаимосвязана со структурой порошков, а соответственно и значения d/n , были относительно низкими у $MgCr_2O_4$ и очень низкими у $MgAl_2O_4$. Полученные значения d/n $MgCr_2O_4$ представилось возможным идентифицировать с эталонными значениями в большинстве определенных данных. Значения межплоскостных расстояний элементарной ячейки $MgAl_2O_4$ расшифровать было сложно, так как идентифицировать удалось лишь одно значение, что, возможно, связано (особенно относительно $MgAl_2O_4$) с рентгеноаморфностью алюмината магния.

Рентгеноаморфность алюмината магния может иметь место в результате неполного прохождения процесса синтеза, недостаточной сформированности кристаллической структуры вещества, которое

может быть представлено такими соединениями, как гидрошпинель $MgAl_2O_4 \cdot nH_2O$, $Mg(OH)_2 \cdot Al_2O_3$, $Mg(OH)_2 \cdot Al(OH)_3$; а также $MgAl_2O_4 \cdot nH_2O$ +гидраргиллит $-Al(OH)_3$; $MgAl_2O_4 \cdot nH_2O$ +диаспор $AlO(OH)$; $MgAl_2O_4 \cdot nH_2O$ + бемит $Al_2O_3 \cdot nH_2O$. Для уточнения данного вопроса были проведены дальнейшие исследования, которые позволили определить фазовый состав исследуемых порошков: хромит магния - основная фаза состоит из $MgCr_2O_4$; проба $MgAl_2O_4$ содержит гидрошпинель $MgAl_2O_4 \cdot nH_2O$.

Исходные порошки были термообработаны при 1100 °С. После термообработки пробы представлены следующими основными фазами: $MgAl_2O_4$ (для алюмината магния) и $MgCr_2O_4$ (для хромита магния).

С целью изучения поведения исходных порошков при нагревании проведен комплексный высокотемпературный термический анализ. При этом для $MgCr_2O_4$ отмечены 2 эндотермических эффекта, первый из которых при температуре 110 °С связан с потерей адсорбционной воды в количестве 4 мас. % и второй - при температуре 420 °С - обусловлен разложением $Mg(OH)_2$ на MgO и H_2O .

Комплексный термический анализ показал, что проба хромита магния содержит кроме $MgCr_2O_4$ также $Mg(OH)_2$, алюминат магния, незначительное количество $Mg(OH)_2$ и гидрошпинель $MgAl_2O_4 \cdot nH_2O$ с величиной «n», равной 3. Наличие эндотермических эффектов, обусловленных дегидратацией, отсутствие экзотермических эффектов, связанных обычно с твердофазным синтезом соединений, свидетельствуют о том, что процесс синтеза практически закончен, но конечные продукты химического синтеза (особенно $MgAl_2O_4$) недостаточно прокалены.

В результате проведенных исследований выяснен фазовый состав исходных алюмината магния и хромита магния. Однако для подбора рациональных технологических приемов изготовления огнеупоров важно определить температуру прокаливанию, необходимую для приобретения материалом кристаллической структуры, и сохраняющего при этом определенную активность к спеканию как следствие синтеза химическими методами. С этой целью проведены рентгенофазовый анализ после комплексного термического анализа и высокотемпературный рентгенофазовый анализ с фиксированием фазового состава на каждые 50-100 °С.

Рентгенофазовый анализ $MgAl_2O_4$ и $MgCr_2O_4$ после высокотемпературного дериватографа показал наличие $MgAl_2O_4$ и MgO для пробы алюмината магния и наличие $MgCr_2O_4$ и MgO - для пробы хромита магния. Следовательно, после нагревания до 1500 °С процесс синтеза и кристаллизации завершается.

Для того чтобы точнее определить структурные особенности исследуемых порошков, а также температуру перехода части исследуемых порошков в кристаллическую структуру, проведен высокотемпературный рентгенофазовый анализ на дифрактометре УРС-50 ИМ. Применение приставки при проведении высокотемпературного рентгенофазового анализа дало возможность наблюдать за изменением фазового состава пробы, начиная от комнатной температуры до 1500 °С.

Скорость нагревания образца составила 5 °С/мин. За появлением и исчезновением фаз следили по изменению интенсивности, присущей данной фазе линий. При нагревании образца алюмината магния до 400 °С на рентгенограмме отсутствуют линии, характерные кристаллическим фазам. При нагревании пробы до 500-600 °С появляются размытые линии $MgAl_2O_4$ и MgO . В интервале температур 900-1200 °С вид рентгенограмм резко меняется. Линии становятся четкими, интенсивность их возрастает, и при температуре 1500 °С на рентгенограмме четко фиксируются 2 фазы $MgAl_2O_4$ и небольшое количество MgO . Проведенные исследования исходного порошка алюмината магния позволили определить температуру перехода рентгеноаморфного вещества в кристаллическую структуру при 900-1200 °С. Хромит магния не подвергали высокотемпературному рентгенофазовому анализу, поскольку температура аналогичного перехода в нем легко определяется по данным высокотемпературного комплексного термического анализа в интервале 500-600 °С.

С целью установления факта образования твердых растворов в системах $MgAl_2O_4 - MgO$ и $MgCr_2O_4 - MgO$ и температурного порога их возникновения проведены исследования в высокотемпературной области 20-2000 °С в среде аргона. При нагревании проб $MgAl_2O_4$ и $MgCr_2O_4$ резких тепловых эффектов не наблюдается, но плавная экзотермия фиксируется в интервале температур 970-1700 °С для $MgAl_2O_4$ и 1270-1735 °С для $MgCr_2O_4$ (порошки предварительно прокалены при 700 °С).

Таким образом, можно констатировать, что в процессе нагревания формируются твердые растворы между $MgAl_2O_4$ и MgO ; $MgCr_2O_4$ и MgO . Причем процесс их образования весьма замедленный. При охлаждении проб алюмината магния и хромита магния распад твердых растворов не происходит, так как, вероятно, эти растворы ненасыщенные.

Для выяснения фазового состава порошков после высокотемпературной (2000 °С) термографии проведен рентгенофазовый анализ. Рентгенограмма $MgAl_2O_4$ показывает наличие твердого раство-

ра $MgAl_2O_4 - MgO$ на базе решетки $MgAl_2O_4$, рентгенограмма $MgCr_2O_4$ - твердый раствор $MgCr_2O_4 - MgO$ на базе решетки $MgCr_2O_4$.

Таким образом, с использованием комплекса точных инструментальных методов исследованы синтезированные алюминат магния и хромит магния и установлено, что данные материалы представляют собой рентгеноаморфные порошки, кристаллохимические особенности которых рентгенофазовым и рентгеноструктурным методами установить невозможно.

Методами комплексной высокотемпературной термографии в исходных порошках выявлено наличие гидросоединений, представленных в хромите магния и алюминате магния в виде $Mg(OH)_2$ и гидрощпинелью $MgAl_2O_4 \cdot 3H_2O$. В интервале температур 20-2000 °С зафиксировано наличие фазовых преобразований в исходных материалах с образованием твердых растворов $MgAl_2O_4 - MgO$; $MgCr_2O_4 - MgO$, сопровождающихся начиная с 900-1000 °С для $MgAl_2O_4$, 500-600 °С - для $MgCr_2O_4$, дальнейшим структурообразованием кристаллических структур. Данные преобразования носят необратимый характер.

Следовательно, проведенные исследования позволяют установить оптимальный режим термообработки исходных порошков, при котором сохраняется определенная активность к спеканию для формирования кристаллической структуры.

Литература

1. *Рябов А. И., Примаченко В. В., Мартыненко В. В., Питак Н. В.* Состояние и основные задачи по созданию современных огнеупоров для металлургической промышленности // Металлургическая и горнорудная промышленность. - 1998. - № 2. - С. 69-71.
2. *Сучильников С. И., Павлов В. А., Шантарин В. Д.* Термодинамические и кинетические особенности алюмотермического процесса получения технического хрома // Металлотермические процессы в химии и металлургии. - М.: Наука, 1981. - С. 189-198.
3. *Мержанов А. Г.* Проблемы технологического горения // Процессы горения в химической технологии и металлургии. - Черноголовка, 1975. - С. 5-28.
4. *Мержанов А. Г., Каширянинов М. Б.* СВС. Состояние и перспективы. - М.: ВИТИ, 1987.

**АДАПТИВНЫЕ СВОЙСТВА ПОВИЛИКИ ПОЛЕВОЙ
(*CUSCUTA CAMPESTRIS* YUNCKER) НА ПРИМЕРЕ
АЦЕТОЛАКТАТСИНТАЗЫ И АРАБИНОГАЛАКТАНОВОГО
БЕЛКА ПРИКРЕПЛЕНИЯ**

А. И. Жусупова, Б. Рубин*, З. Г. Айташева

Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Институт растениеводства и сельскохозяйственной генетики,
Реховот, Израиль*

Ацетолактатсинтаздың (АЛС) ферментті белсенділігіне сульфонесепнәр класының гербицидтерінің әсерін анықтау, біратаулы геннің нуклеотидті бірізділігінің өзгеруі, сондай-ақ дала шырмауығының жоғарғы бейімділігін түсіндірудің барлық мүмкін жолдары ретінде өсімдік-иедегі арабиногалактанды ақуыз (АГА) синтезінің жылдамдығына қарай паразиттің жабысу күші бойынша мәліметтер берілген.
Түйінді сөздер: бейімділік қасиеттер, дала шырмауығы, ацетолактатсинтаз, арабиногалактанды ақуыз.

The data on the impact of herbicide class sulphonylurea on acetolactate synthase for enzymatic activity changes in the nucleotide sequence of the same gene, and the dependence of strength of attachment of the parasite to the speed of arabinogalactan protein synthesis in the plant host as possible mechanisms explaining the high adaptability of dodder field.

Key words: adaptive properties, field dodder, acetolactate synthase, arabinogalactan protein.

По данным департамента защиты и карантина растений Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, повилика (19 видов) занимает территорию около 168 тыс. га [1]. В южной зоне наиболее распространена и вредоносна повилика полевая (*Cuscuta campestris* Juncker), встречающаяся примерно на 200 видах растений, многие из которых являются культурными. Опасность повилики заключается в том, что она приводит к общему нарушению обмена веществ у растений-хозяев, высасывая из них своими присосками (гаусториями) органические и неорганические питательные вещества. В результате истощается, ослабляется и задерживается их рост и развитие, приводящие в конечном счете к потерям урожая от 30 до

50 % (в единичных случаях и более), а иногда - к массовой гибели культурных растений. Природа прикрепления и столь тесная взаимосвязь паразита с растением-хозяином предусматривают наличие высокоизбирательного гербицида для существенного подавления роста и развития повилки, не нанося при этом значительного ущерба растению-хозяину. Ацетолактатсинтаза (АЛС) - важный фермент на пути синтеза аминокислот с разветвленной цепью (изолейцина, лейцина и валина), является ключевой мишенью некоторых гербицидов (включая класс сульфонилмочевины), которые благодаря высокой эффективности и экономической целесообразности довольно часто используются повсеместно. К сожалению, в последние годы, вероятно, в связи с внедрением устойчивых к ним трансгенных растений-хозяев, большинство видов сорных растений приобрели устойчивость к ним больше, чем к какой-либо другой группе гербицидов. Изучение данного явления у повилки полевой представляет значительный научный и практический интерес. Помимо этого актуальным является изучение зависимости скорости синтеза специфического арабиногалактонового белка (АГБ) в растении-хозяине и силы прикрепления гаусторий повилки полевой, ранее установленное для другого вида повилки - *C. reflexa* [2].

Изменения в ферментативной активности АЛС в *C. campestris*, паразитирующей на SuR *Lycopersicon esculentum*, под влиянием 2-х гербицидов из класса сульфонилмочевины - сульфосульфурона и римсульфурона, которые измерялись по сравнению с таковыми для SuR *Amaranthus blitoides*, представлены на рис. 1.

Гербициды класса сульфонилмочевины практически не ингибировали ферментативную активность АЛС в повилке, паразитирующей на растении-хозяине, обладающем геном устойчивости к ним, и несмотря на то, что наблюдался незначительный спад в ее активности, АЛС, выделенная из *C. campestris*, паразитирующей на SuR *L. esculentum*, была более устойчивой, чем таковая, выделенная из SuR *Amaranthus blitoides* (рис. 1). Причина такой устойчивости может быть связана с точковой мутацией в нуклеотидной последовательности гена АЛС (рис. 2). Помимо этого она также может быть связана с высокой специфичностью действия фермента АЛС в повилке.

Изучено влияние гербицидов класса сульфонилмочевины на изменения в нуклеотидной последовательности гена АЛС. Полная аминокислотная последовательность фермента АЛС повилки полевой включает 651 аминокислотный остаток (рис. 2).

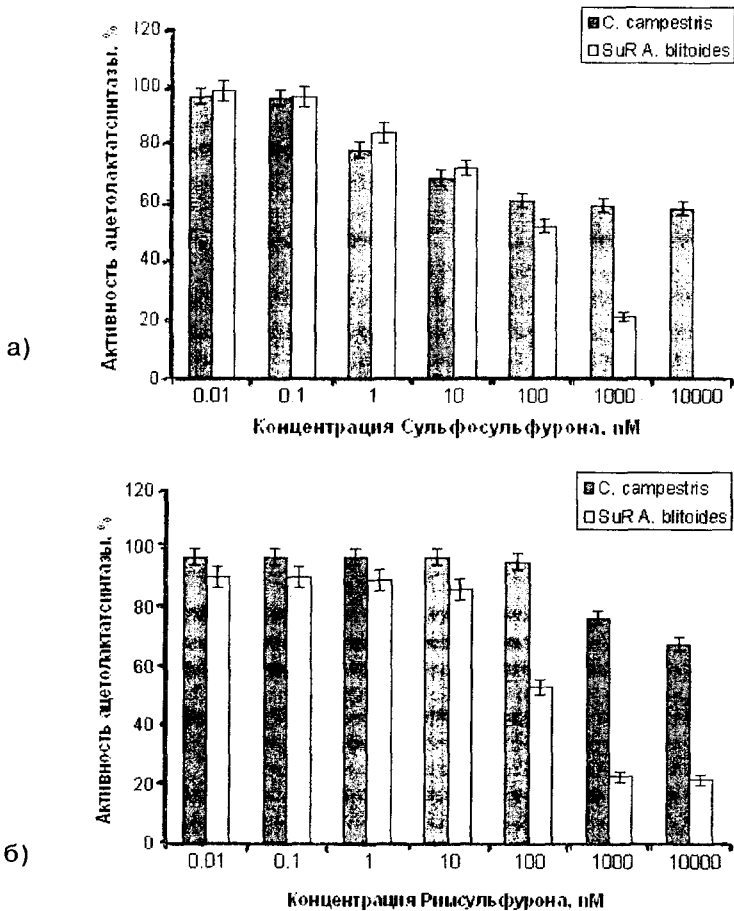


Рис. 1. Изменения в ферментативной активности АЛС под влиянием гербицидов класса сульфонилмочевины: а) сульфосульфурона, б) римсульфурона

Примечание. Цифры указывают на разновидность повилики полевой: из Казахстана (1), Израиля (2), США (3), где А - аминокислотная и нуклеотидная последовательности для повилики полевой, которая паразитировала на растениях томата сорта S 1411, чувствительных к действию гербицидов класса сульфонилмочевины; В - аминокислотные и нуклеотидные последовательности для повилики полевой, которая паразитировала на устойчивых к данным гербицидам растениях томата сорта SuR.



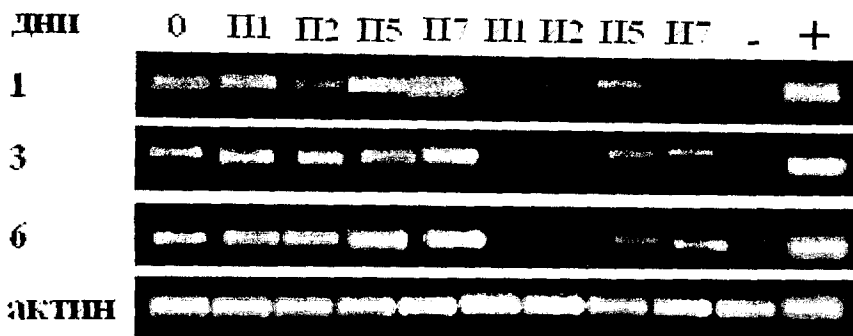
Рис. 2. Изменения, происходящие в нуклеотидной и аминокислотной последовательности фрагмента гена АЛС повилики полевой под действием гербицидов класса сульфонилмочевины

Рассмотрим влияние специфического белка АГБ на силу прикрепления *C. campestris* к растению-хозяину на примере *L. esculentum*. После трансформации с использованием вектора рFGC5941 на стадии семян было получено 7 независимых линий, 4 из которых проявили явный РНКи эффект, что было подтверждено нозерн-блотингом. F1 поколение от этих 4-х линий выращивали на половинной среде Мурасиге - Скуга, содержащей для позитивного отбора гербицид «Баста» (фосфинотрицин), и переносили в почву. Пятинедельные растения дикого типа и с РНКи гена АГБ заражались повиликой полевой. Сила прикрепления повилики измерялась на 6-й день. Среднее значение силы прикрепления повилики к контрольным растениям томата составляло $0,48 \pm 0,12$ н, тогда как для растений-хозяев это значение было значительно ниже ($0,22 \pm 0,07$ н).

Непосредственно после определения силы прикрепления ткань стебля растения томата в месте прикрепления первичной гаустории паразита была собрана отдельно для каждого растения с последующей характеристикой на молекулярном уровне экспрессии мРНК

белка АГБ в контрольных и РНКи растениях (рис. 3). В качестве эндогенного стандарта использовался фрагмент гена актина для того же растения томата.

В непораженном повиликой растении-хозяине уровень синтеза белка АГБ, стимулирующего, по-видимому, прикрепление повилики к



Примечание: Слева направо: 0 - растения томата без повилики; П1, П2, П5, П7 - растения томата в отсутствие РНКи гена attAGP и И1, И2, И5, И7 - растения томата с выраженным эффектом РНКи на 1-, 3- и 6-й день после прикрепления повилики; отрицательный и положительный контроль

Рис. 3. Гель-электрофореграмма продуктов, полученных в ходе реакции РОТ-ПЦР из растений томата в результате интерференции с помощью специфического фрагмента микро-РНК, использованных для определения силы прикрепления повилики полевой

растению-хозяину, был практически минимальным. Этот уровень воз-растал сразу после прикрепления, достигая своего максимума на 6-й день. В то же время в растениях с выраженным эффектом РНКи синтез белка АГБ существенно снижался. Результаты подтвердили существенную роль гена АГБ в процессе прикрепления повилики к растению-хозяину. Однако, по всей видимости, увеличение синтеза белка АГБ – это всего лишь один из факторов, влияющих на при-крепление повилики, потому что в растениях томата с РНКи гена АГБ с практически нулевой экспрессией гена АГБ, хоть и была низкой, но составляла тем не менее около 0.2 н.

Изменения в ферментативной активности ацетолактатсинтазы, ее нуклеотидной и аминокислотной последовательности в повилике полевой под влиянием гербицидов класса сульфонилмочевины, а также силы прикрепления повилики в зависимости от скорости син-

теза белка АГБ в растении-хозяине могут быть использованы как теоретическая и практическая основа регуляции роста и развития повилики полевой, а также в качестве объяснения ее высокой адаптивности.

Литература

1. Обзор распространения карантинных объектов. - Астана, 2002. - 33 с.
2. *Albert M., Belastegui-Macadam X., Kaldenhoff R.* An attack of the plant parasite *Cuscuta reflexa* induces the expression of attAGP, an attachment protein of the host tomato // *The Plant Journal*. - 2006. - Vol. 48. - P. 548-556.

ВЛИЯНИЕ ОКСИДА БОРА НА ВЯЗКОСТЬ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ШЛАКОВ СИСТЕМЫ $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-MnO}$

**О. Р. Сариев, М. Ж. Толымбеков, д.т.н., А. А. Акбердин., д.т.н.,
А. С. Ким, к.т.н., Е. У. Жумагалиев**

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева

Негізгі әртүрлі марганецтық қождарында бор оксидінің құрамын өзгерту олардың тұтқырлығы мен электрөткізгіштігін, оны берілген диапазонда ұстай отырып реттеуге мүмкіндік беретіндігі анықталған. Жоғары оттекті ферромарганецтің қождарында бор ангидридіннің болуы.

Түйінді сөздер: ұңғымалар, математикалық үлгілер, ұңғымаларды бұрғылау, ұңғымаларды өткізу.

It was found that the variation of boron content in manganese oxide slags of different basicity can adjust their viscosity and conductivity, keeping it in the given range. The presence of boron anhydride in ferromanganese high-carbon slags permit process with a high basicity, which will lead to improvement of technological process parameters, increasing the extraction of manganese and to reduce the concentration of silicon in the alloy.

Key words: boron oxide, manganese slag, slag viscosity, electrical conductivity of slags.

При электротермическом процессе значительное количество тепла, затрачиваемого на восстановление оксидов, выделяется за счет тока, проходящего через жидкую фазу, и зависит от ее электропроводности, которая оказывает большое влияние на электрический режим ведения плавки. В свою очередь, имеется зависимость электропроводности от вязкости шлаковой фазы, в которой определяющим является количество катионов как основных переносчиков электрического тока [1].

Существует значительное количество работ, посвященных изучению вязкости и электропроводности шлаков производства ферромарганца различных составов [2-4]. Однако в меньшей мере изучено влияние оксида бора на их физические свойства.

В данной работе приведены результаты исследования вязкости и электропроводности шлаков ферромарганцевого производства и влияния борного ангидрида на их физические свойства.

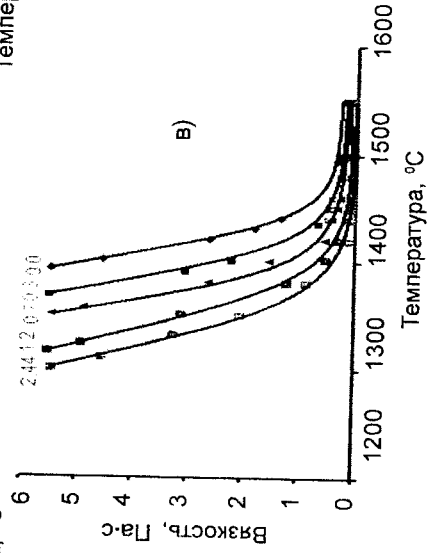
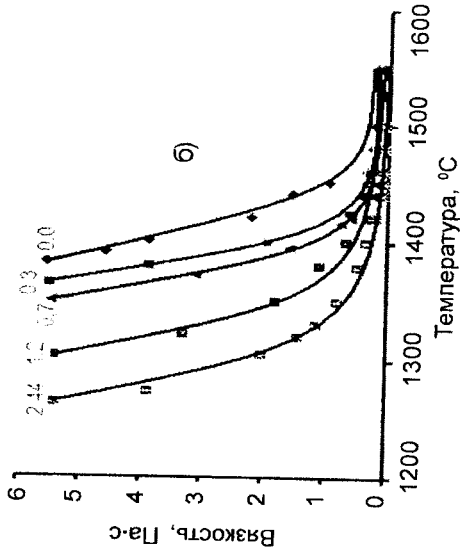
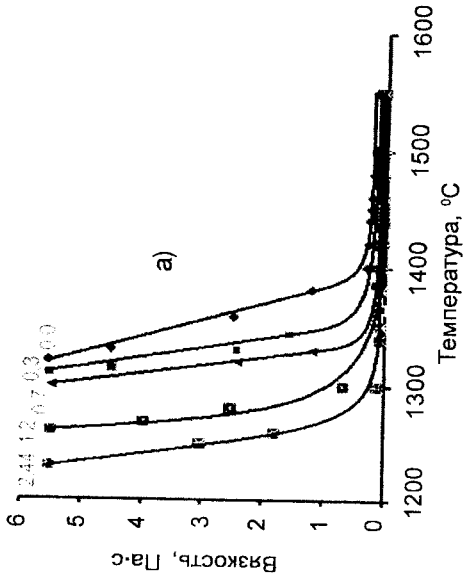
Расход борного ангидрида задавали в пределах 0-2,44 %. Опыты проводили в печи сопротивления Таммана с применением электровибрационного вискозиметра по методике [5], позволяющей одновременно определять вязкость и электропроводность шлаков в широком интервале температур. Для измерения вязкости вискозиметр предварительно градуировали по «тяжелой жидкости», специально приготовленной на основе раствора «Клери-чи», имеющей исходную плотность 4,2-4,5 г/см³. Для достижения плотности 2,7-2,8 г/см³ (близкой к плотности шлаков) в ней растворяли при температуре 80 °С глюкозу. Значение вязкости полученной жидкости при различных температурах колеблется от сотых долей до 10 Па·с и более. При снятии значений электропроводности одним из электродов служил щуп вискозиметра, глубина погружения которого в расплаве была постоянной величиной (10 мм), а вторым – молибденовый стакан, куда помещалась исследуемая проба шлака. Для снижения поляризации на границе «шлак - электрод» использовали ток повышенной частоты [6], который меняли в зависимости от температуры и состава шлака. В качестве источника тока высокой частоты служил звуковой генератор ГЗ-18.

Рассмотрим результаты опытов по определению вязкости и электропроводности в зависимости от температуры (рис. 1, 2) и химический состав исследованных шлаков (таблица).

Добавка борного ангидрида (рис. 1) снижает вязкость η марганцовистых шлаков, но характер влияния и абсолютные значения снижения этих величин в зависимости от основности различны, что обусловлено в первую очередь процессами фазообразования [7]. Влияние оксида бора на электропроводность α (рис. 2) оксидных

Химический состав шлаков

MnO	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	$\frac{CaO}{SiO_2}$
18,91	38,03	1,89	29,37	11,80	1,3
17,83	41,54	1,78	27,70	11,15	1,5
17,35	43,12	1,73	26,95	10,85	1,6
16,46	46,03	1,64	25,57	10,30	1,8
15,29	49,87	1,52	23,75	9,57	2,0



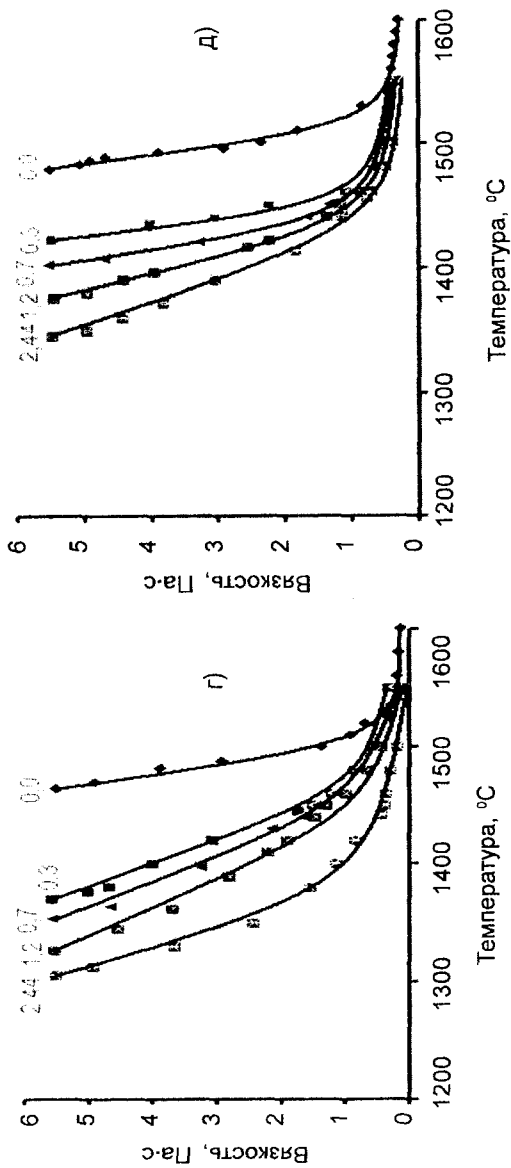
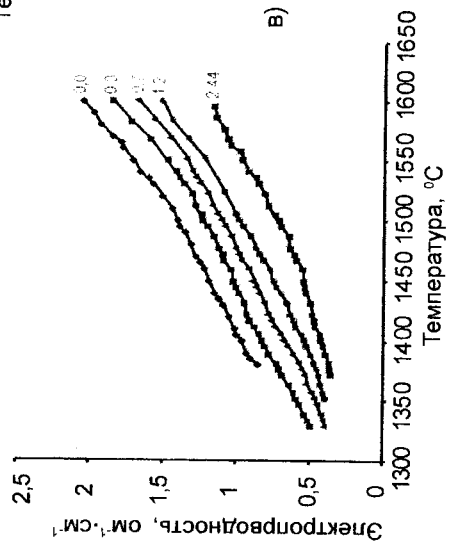
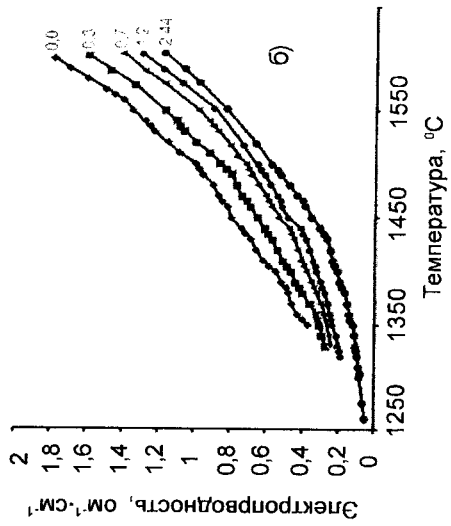
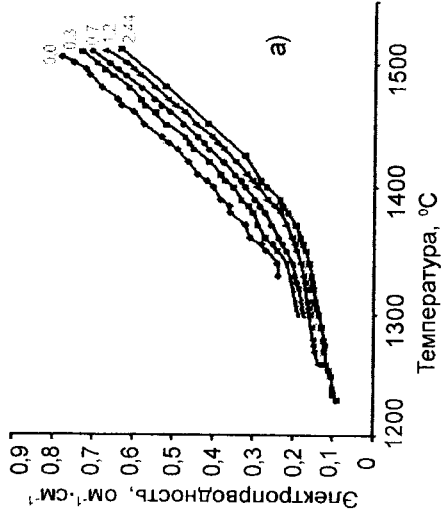


Рис. 1. Полимеры вязкости шлаков основностью: а) 1,3; б) 1,5; в) 1,6; г) 1,8; д) 2,0 при различном содержании V_2O_5 (цифры у кривых - содержание V_2O_5 в шлаке, %)



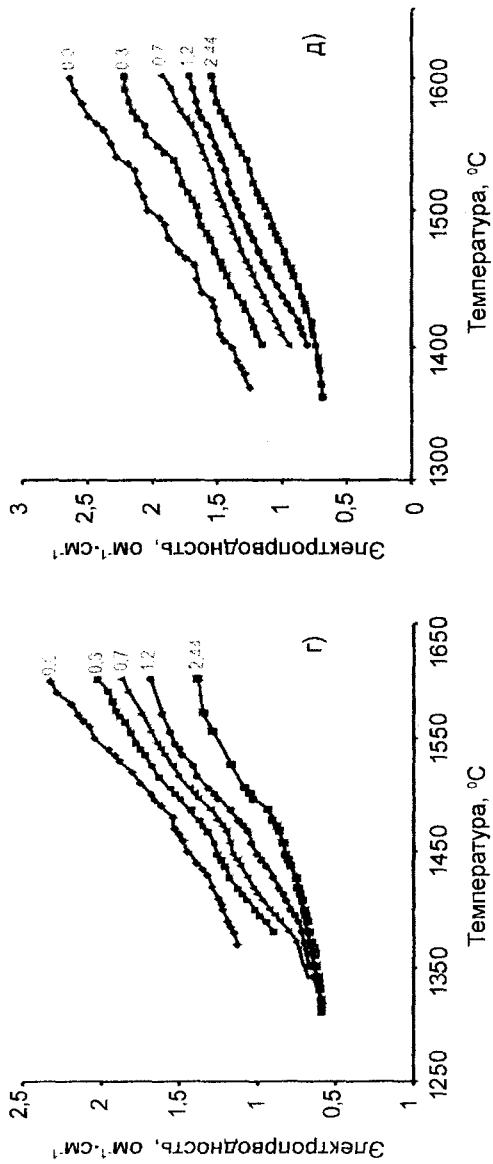


Рис. 2. Зависимость электропроводности шлаков от температуры с основностью: а) 1,3; б) 1,5; в) 1,6; г) 1,8; д) 2,0 при различных содержаниях V_2O_5 (цифры у кривых – содержание V_2O_5 в шлаке, %)

расплавов неоднозначно. Присадка B_2O_3 , с одной стороны, вызывает снижение вязкости и температуры кристаллизации [8], а с другой - расплав обогащается анионами BO_3^{3-} . В нашем случае превалирует второй фактор, что в конечном итоге приводит к снижению n исследуемых шлаков. Причем это в большей степени проявляется в области высоких температур, при которых эффект влияния борного ангидрида на вязкость и температуру кристаллизации падает.

Следует отметить, что среднее значение энергии активации вязкого течения (E_n) безборных шлаков системы $CaO-SiO_2-Al_2O_3-MgO-MnO$ составило 155 кДж/моль, а электропроводности E_{Σ} 114 кДж/моль. Отношение этих величин ($E_n : E_{\Sigma}$), определяющее показатель степени n при электропроводности известного выражения $\Sigma^n \cdot \eta = const$, составило 1,35. Для борсодержащих шлаков $E_n = 94$ кДж/моль, $E_{\Sigma} = 79$ кДж/моль, а $n = 1,19$, т. е. ввод в шлаки системы $CaO-SiO_2-Al_2O_3-MgO-MnO$ борного ангидрида больше (39 %) повлиял на энергетику вязкого течения, чем на электропроводность (30 %). С другой стороны, сравнение показателей степени n свидетельствует о том, что в безборной системе темп снижения вязкости с повышением температуры выше (шлаки "короче"), чем в борсодержащей (шлаки "длиннее") и для сохранения постоянным произведением $\Sigma^n \cdot \eta$ в первом случае электропроводность возводится в более высокую степень (1,35), чем во втором (1,19). Графически это хорошо видно из политерм вязкости.

Таким образом, анализ полученных результатов показывает, что наличие оксида бора в шлаках высокоуглеродистого ферромарганца делает его технологичным, удерживая вязкость и электропроводность в требуемом диапазоне. Этот факт позволяет расширить область шлаков по составу в оптимальных значениях, т.е. достигнуть более высокой основности, которая термодинамически целесообразна для повышения извлечения марганца в сплав и снижения его потерь с отвальным шлаком.

Литература

1. Акбердин А. А., Ким А. С., Ефимец А. М., Киреева Г. М. Электропроводность расплавов системы $CaO-SiO_2-Al_2O_3-B_2O_3$ // Изв. РАН. Металлы. - 1993. - № 5. - С. 62-66.
2. Ганцеровский О. Г., Хитрик С. И., Чепеленко Ю. В., Овчарук А. Н. Вязкость и электропроводность шлаков ферромарганца электротермического производства // Производство ферросплавов. - Кемерово, 1976. - Вып. 3. - С. 56-65.

3. *Гаврилов В. А., Гасик М. И.* Силикотермия марганца // Системные технологии. - Днепропетровск, 2001. - 511 с.
4. *Габдуллин Т. Г., Такенов Т. Д., Байсанов С. О., Букетов Е. А.* Физико-химические свойства марганцевых шлаков. - Алма-Ата: Наука, 1984. - 232 с.
5. *Конуров У. К., Саитов Р. И.* Физико-химические свойства системы $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-V}_2\text{O}_5$ // Научно-технический прогресс в металлургии: Сб. науч. тр. 3 Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию города Темиртау: - г. Темиртау, 29-30 сент. 2005. - С. 288-292.
6. *Линчевский Б. В.* Техника металлургического эксперимента. - М.: Металлургия, 1967. - 344 с.
7. *Сариев О. Р., Толымбеков М. Ж., Ким А. С., Нургали Н. З.* Влияние основности шлаков на процессы фазообразования при выплавке марганцевых сплавов // Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане. Научно-технический прогресс в металлургии: Сб. матер. II Междунар. науч. конф., посвящ. 60-летию города Темиртау. - Алматы, 2008. - С. 96-98.
8. *Сариев О. Р., Толымбеков М. Ж., Ким А. С.* и др. Влияние оксида бора на физические свойства шлаков выплавки марганцевых сплавов // Комплексная переработка минерального сырья: Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию ХМИ им. Ж. Абишева и 15-летию НЦКПМС РК. - Караганда, 2008. - С. 171-174.

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ РАСЧЕТА
УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСА
НА СЛАБОМ ОСНОВАНИИ НЕОГРАНИЧЕННОЙ МОЩНОСТИ**

В. Н. Долгоносов

Карагандинский государственный технический университет

Шектеусіз қуатты әлсіз негіздегі құламаның орнықтылығын есептеудің – аналитикалық және сандық-аналитикалық тәсілдері қарастырылған. Олардың жоғары жинақтылығы көрсетілген.

Түйінді сөздер: құламаның орнықтылығын есептеу, құламалардың параметрлері.

The article considers ways of calculating the stability of slope in the weak basis of unlimited power - the analytical and numerical-analytical calculations. Shown their high convergence.

Key words: calculation of the stability of slopes, slope parameters.

При разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом часто возникает необходимость определения параметров откосов, расположенных на слабом основании большой мощности. Так, например, при складировании вскрышных пород на территориях пересыхающих водоемов (отвалы Качарского карьера), либо при залегании в основании отвалов мощных линз слабых пластичных глин, а также в случаях, когда в нижней части стратиграфического разреза борта карьера присутствуют мощные горизонты слабых песчано-глинистых пород, которые отличаются более низкими прочностными характеристиками по сравнению с породами вышележащих горизонтов (Качарский и Тургайские карьеры).

Характерной особенностью механизма деформирования прибортового массива является наличие выпора – выдавливания пород слабого основания у подошвы откоса.

В случае залегания в основании откоса слабого слоя большой мощности поверхность скольжения представляет собой сложную линию переменной кривизны, состоящую из трех участков – дуг окружностей (рис. 1).

Рассмотрим общую схему построения поверхности скольжения:

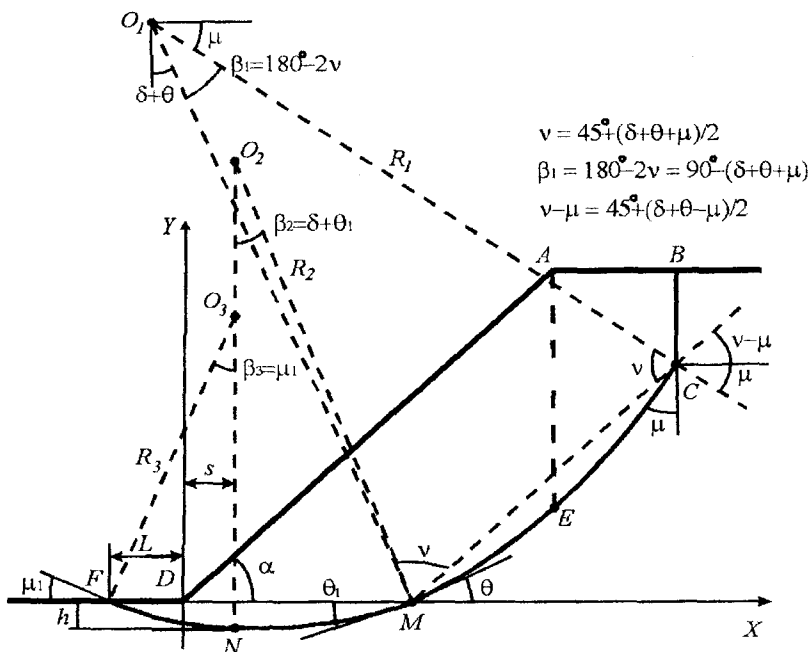


Рис. 1. Схема откоса на слабом основании большой мощности

1. Первая дуга (участок CM) начинается от точки C на глубине H_{90} от верхней площадки уступа под углом $\mu = (45^\circ - \rho/2)$ к вертикали или $\varepsilon = (45^\circ + \rho/2)$ к горизонтали. В точке M дуга пересекает верхнюю границу слабого слоя под углом входа θ . Формулы для вычисления параметров H_{90} и θ приведены в работе [1]. Координаты точки входа M определяем как результат пересечения прямых DM и MC :

$$x_M = \frac{y_C - x_C \cdot \text{tg}[45^\circ + (\delta + \theta - \mu)/2]}{\text{tg}\delta - \text{tg}[45^\circ + (\delta + \theta - \mu)/2]} \quad y_M = x_M \cdot \text{tg}\delta, \quad (1)$$

где δ - угол наклона слабого основания.

Определим координаты центра первой окружности - точки O_1 .
Уравнения радиусов в точках M и C

$$y = y_M - (x - x_M) \cdot \text{ctg}(\delta + \theta); \quad y = y_C - (x - x_C) \cdot \text{ctg}\varepsilon. \quad (2)$$

Координаты центра окружности O_1 определяем как результат пересечения данных радиусов (прямых CO_1 и MO_1)

$$x_{O_1} = \frac{y_M - y_C - x_C \operatorname{ctg} \varepsilon + x_M \operatorname{ctg}(\delta + \theta)}{\operatorname{ctg}(\delta + \theta) - \operatorname{ctg} \varepsilon}; \quad (3)$$

$$y_{O_1} = y_M - (x_{O_1} - x_M) \cdot \operatorname{ctg}(\delta + \theta) \text{ или } y_{O_1} = y_C - (x_{O_1} - x_C) \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon.$$

Центральный угол первой дуги: $\beta_1 = 90^\circ - (\delta + \theta + \mu)$.

2. На границе со слабым слоем происходит преломление поверхности скольжения под углом

$$\Delta \theta = (\rho - \rho') / 2. \quad (4)$$

В слабом слое на участках MN и ND может быть построено бесконечное множество поверхностей.

На втором участке MN поверхность скольжения аппроксимируется семейством дуг окружностей радиусами R_{2i} (от $R_{2\min}$ до $R_{2\max}$) с центрами в точках O_{2i} . В точке наибольшего заглужения поверхности скольжения N_i (в которой касательная направлена горизонтально, а нормаль – вертикально), вторая дуга переходит в третье семейство NA радиусами R_{3i} (от $R_{3\min}$ до $R_{3\max}$) и центрами в точках O_{3i} . Ввиду преломления поверхности скольжения в точке M угол между касательной к дуге MN в этой точке и контактом

$$\theta_1 = \theta - \Delta \theta. \quad (5)$$

Поверхность скольжения на третьем участке имеет обратный уклон и выходит в основание откоса под углом

$$\mu_1 = 45^\circ - \rho' / 2. \quad (6)$$

Минимальная граница семейства поверхностей в слабом слое соответствует выходу поверхности в основание откоса (с минимальным заглужением h_{\min}) и нулевой ширине выпора, а максимальная граница соответствует выходу поверхности в точке D_1 , максимальным ширине L_{\max} и глубине h_{\max} выпора, когда точка сопряжения второго и третьего участков поверхности скольжения находится под нижней бровкой откоса ($s = 0$).

3. Определим координаты центров второго семейства окружностей O_{2i} .

Уравнение радиуса второй окружности в точке M :

$$y = y_M - (x - x_M) \cdot \operatorname{ctg}(\delta + \theta_1) \quad (7)$$

Второй радиус представляет собой вертикаль

$$x = s = \operatorname{const}, x \in [0; a].$$

При $x=0$ поверхность скольжения выходит на расстоянии L_{\max} от основания откоса, а при $x=a$ - в основание откоса. На прямых, которые являются вторыми радиусами $O_{2i} N_i$, также будут находиться центры дуг окружностей третьего участка O_{3i} .

Построение начинаем с внешней поверхности, которая выходит на расстоянии L_{\max} от основания откоса. Подставив в уравнение (7) значение $x=0$, получим координаты точки

$$O_{2\max} [x=0; y=y_M + x_M \cdot \operatorname{ctg}(\delta + \theta_1)].$$

Определим максимальную глубину поверхности скольжения под основанием откоса

$$h_{\max} = R_{2\max} - y_{O_{2\max}} = R_{2\max} - [y_M + x_M \cdot \operatorname{ctg}(\delta + \theta_1)]. \quad (8)$$

Центральный угол дуг второго семейства: $\beta_2 = (\delta + \theta_1)$.

4. Вычисляем параметры третьего семейства дуг. Центр дуги максимального радиуса находится на прямой $O_{2\max} N$.

Центральный угол дуг третьего семейства: $\beta_3 = \mu_1$.

Ордината максимального радиуса третьего семейства

$$y_{O_{3\max}} = h_{\max} \frac{\cos \mu_1}{1 - \cos \mu_1}. \quad (9)$$

Максимальная ширина вывора у основания

$$L_{\max} = y_{O_{3\max}} \cdot \operatorname{tg} \mu_1 - s. \quad (10)$$

5. Определим общую методику построения промежуточных кривых скольжения на втором и третьем участках. Построения начинаем со второго участка. Зададимся величиной смещения вертикального радиуса в сторону откоса $x=a$ и подставим в уравнение (7). В результате получим промежуточные значения координат точек

$$O_{2i} [x_i = a; y_i = y_M - (a - x_M) \cdot \operatorname{ctg}(\delta + \theta_1)]. \quad (11)$$

Максимальное заглубление промежуточной поверхности скольжения

$$h_{\max i} = R_{2i} - y_{O_{2i}} = R_{2i} - [y_M - (a - x_M) \cdot ctg(\delta + \theta_1)] \quad (12)$$

Центры промежуточных дуг третьего семейства находятся на вертикальных прямых $O_{2i} N_i$. Ордината центра дуги окружности

$$y_{O_{2i}} = h_i \frac{\cos \mu_1}{1 - \cos \mu_1}. \quad (13)$$

Ширина выпора у основания

$$L_i = y_{O_{2i}} \cdot tg \mu_1. \quad (14)$$

6. Методика интегрирования сдвигающих, нормальных и удерживающих сил, действующих по линиям скольжения $AMND$, подробно описана в работе [2].

Определим высоту и вес элементарного столба пород, расположенного выше поверхности скольжения. Для этого призму разделим на 3 части, соответствующие 3-м дугам поверхности скольжения.

Первый участок, соответствующий дуге CM , делим на 2 участка относительно проекции верхней бровки откоса на поверхности скольжения (точка E).

Участок под откосом ME :

$$h(x) = x \cdot tg \alpha - y_O + \sqrt{R^2 - (x - x_O)^2} \quad (15)$$

Участок под горизонтальной площадкой EC :

$$h(x) = H - y_O + \sqrt{R^2 - (x - x_O)^2} \quad (16)$$

На участке объемный вес пород постоянный и может быть вынесен за пределы интеграла, поэтому возможно использовать полученные выше решения.

Определим сдвигающие силы, действующие на призму возможного обрушения на первом участке, путем интегрирования элементарных сдвигающих (касательных) сил по поверхности скольжения

$$T_{1cda} = \int_{MC} dT_{cda} = \int_{ME} dT_{cda} + \int_{EC} dT_{cda}. \quad (17)$$

Результат интегрирования аналогичен решениям, полученным в работе [2].

Определим суммарные нормальные силы, действующие по первому участку поверхности скольжения, путем интегрирования элементарных нормальных сил по дуге

$$N_1 = \int_{MC} dN = \int_{ME} dN + \int_{EC} dN \quad (18)$$

Результат интегрирования соответствует решениям [2].

Второй участок соответствует дуге MN . Общая высота породного столба на этом участке может быть определена по формуле:

$$h(x) = x \cdot \operatorname{tg} \alpha - y_0 + \sqrt{R^2 - (x - x_0)^2} \quad (19)$$

Так как откос и его основание сложены различными породами с разным объемным весом, то вес элементарного столба определится, как:

$$dP(x) = [\gamma \cdot x \cdot \operatorname{tg} \alpha + \gamma_1 (-y_0 + \sqrt{R^2 - (x - x_0)^2})] dx \quad (20)$$

где γ и γ_1 - объемный вес пород откоса и основания соответственно.

Сдвигающие силы, действующие на втором участке, составят:

$$T_{2\text{сдв}} = \int_{NM} dT_{\text{сдв}} \quad (21)$$

Интегрирование выполнено на основе решения [2], которое с учетом условия (20) примет вид:

$$\begin{aligned} \int_{NM} dT_{\text{сдв}} &= \frac{1}{R} \int_{ME} \left(\gamma \cdot x \cdot \operatorname{tg} \alpha + \gamma_1 (-y_0 + \sqrt{R^2 - (x - x_0)^2}) \right) (x - x_0) dx = \\ &= \frac{1}{R} \int_{x_N}^{x_M} \left[\gamma x^2 \operatorname{tg} \alpha - x (\gamma x_0 \operatorname{tg} \alpha + \gamma_1 y_0) + \gamma_1 x_0 y_0 \right] dx - \\ &\quad - \frac{\gamma_1}{2R} \int_{x_N}^{x_M} \sqrt{R^2 - (x - x_0)^2} d \left[R^2 - (x - x_0)^2 \right]. \end{aligned} \quad (22)$$

Вычислим 2 полученных интеграла

$$\begin{aligned}
 \text{а) } & -\frac{\gamma_1}{2R} \int_{x_N}^{x_M} \sqrt{R^2 - (x - x_o)^2} d[R^2 - (x - x_o)^2] = -\frac{\gamma_1}{3R} [R^2 - (x - x_o)^2]^{3/2} \Big|_{x_N}^{x_M} = \\
 & = \frac{\gamma_1}{3R} ([R^2 - (x_N - x_o)^2]^{3/2} - [R^2 - (x_M - x_o)^2]^{3/2}).
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{б) } & \frac{1}{R} \int_{x_N}^{x_M} [\gamma x^2 \operatorname{tg} \alpha - x(\gamma x_o \operatorname{tg} \alpha + \gamma_1 y_o) + \gamma_1 x_o y_o] dx = \\
 & = \frac{1}{R} \left[\gamma \cdot \operatorname{tg} \alpha \frac{x^3}{3} - \frac{x^2}{2} (\gamma \cdot x_o \operatorname{tg} \alpha + \gamma_1 y_o) + \gamma_1 x \cdot x_o y_o \right]_{x_N}^{x_M} = \\
 & = \frac{1}{R} [\gamma \cdot \operatorname{tg} \alpha \frac{x_M^3}{3} - \frac{x_M^2}{2} (\gamma \cdot x_o \operatorname{tg} \alpha + \gamma_1 y_o) + \gamma_1 x_M x_o y_o] - \\
 & - \frac{1}{R} [\gamma \cdot \operatorname{tg} \alpha \frac{x_N^3}{3} - \frac{x_N^2}{2} (\gamma \cdot x_o \operatorname{tg} \alpha + \gamma_1 y_o) + \gamma_1 x_N x_o y_o]
 \end{aligned}$$

Нормальные силы, силы, действующие на втором участке, равны

$$N_2 = \int_{NM} dN \quad (23)$$

Интегрирование выполнено на основе решения [2], которое с учетом условия (20) примет вид:

$$\begin{aligned}
 \int_{NM} dN & = \frac{1}{R} \int_{NM} \left(\gamma \cdot x \cdot \operatorname{tg} \alpha - \gamma_1 y_o + \gamma_1 \sqrt{R^2 - (x - x_o)^2} \right) \sqrt{R^2 - (x - x_o)^2} dx = \\
 & = \frac{\gamma \cdot \operatorname{tg} \alpha}{R} \int_{x_N}^{x_M} x \sqrt{R^2 - (x - x_o)^2} dx - \frac{\gamma_1 \cdot y_o}{R} \int_{x_N}^{x_M} \sqrt{R^2 - (x - x_o)^2} dx + \\
 & + \frac{\gamma_1}{R} \int_{x_N}^{x_M} (2x x_o - x^2 - x_o^2 + R^2) dx.
 \end{aligned} \quad (24)$$

Результат интегрирования соответствует решению [2] с учетом объемного веса пород основания γ_1 .

Третий участок (зона выпора основания) соответствует дуге D_iN_r . В общем случае третий участок необходимо разделить на 2 интервала точкой N , которая находится под нижней бровкой.

Тогда при $x > 0$ высота породного столба определяется по формуле (19), а интегрирование сдвигающих и нормальных сил осуществляется аналогично второму участку по формулам (22) и (24) от нижнего предела $x = 0$ до верхнего $x = a$. При $x < 0$ высота породного столба определяется выражением (16) при $H = 0$. Интегрирование сдвигающих и нормальных сил по дуге осуществляется по решениям [2] для пород основания с объемным весом γ_1 .

Разработаны алгоритм и программа для решения данной задачи.

Определим параметры предельного откоса на слабом основании большой мощности. Угол откоса $\alpha = 28^\circ$, прочностные характеристики пород массива $k = 10 \text{ тн/м}^2$, $\rho = 18^\circ$ и слабого слоя $k' = 3,5 \text{ тн/м}^2$, $\rho' = 12^\circ$. Объемный вес пород массива $\gamma = 2,0 \text{ тн/м}^3$ и основания $\gamma' = 1,8 \text{ тн/м}^3$.

Схема откоса с радиусами предполагаемой поверхности скольжения представлена на рис. 2.

Сравним результаты решения аналитическим и численно-аналитическим способами (таблица).

Результаты расчета предельных параметров откоса

Метод расчета	Параметры предельных откосов, м						
	H_{np}	r	L	h	$R1$	$R2$	$R3$
Аналитический	53,5	17,6	10,1	12,4	147,5	106,2	55,8
Численно-аналитический	56,4	17,6	9,0	12,6	157,8	107,9	56,5

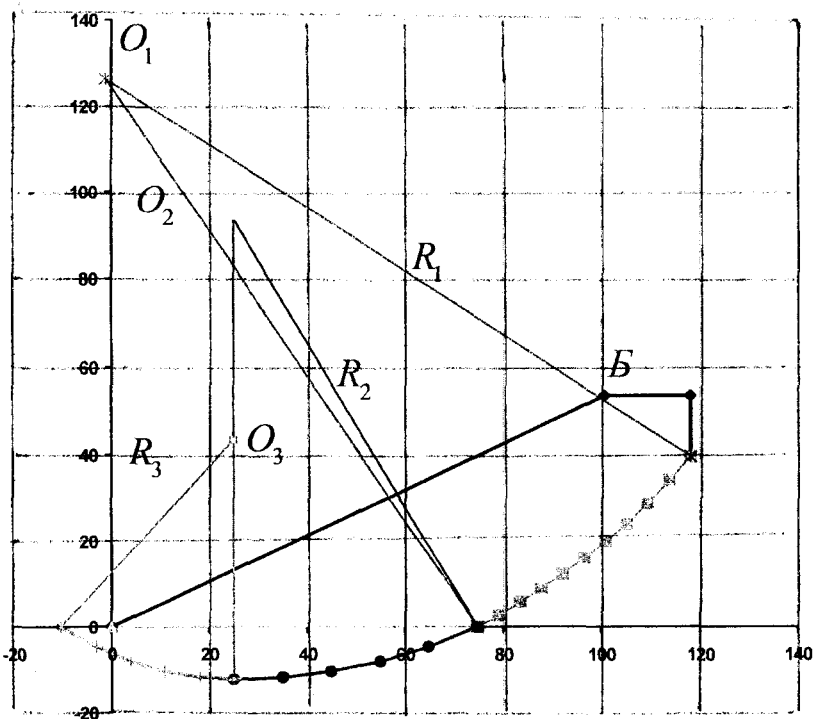


Рис. 2. Схема к аналитическому решению

Таким образом, отмечена достаточно высокая сходимость (в пределах 5 %) результатов расчета обоими способами.

Литература

1. Попов И. И., Шпаков П. С., Поклад Г. Г. Устойчивость породных отвалов. - Алма-Ата: Наука, 1987. - 224 с.
2. Долгоносов В. Н., Шпаков П. С., Низаметдинов Ф. К. и др. Аналитические способы расчета устойчивости карьерных откосов. - Караганда: ТОО «Санат-полиграфия», 2009. - 332 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАШЛАМОВАНИЯ СКВАЖИН ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ БУРЕНИИ

М. Т. Билецкий, к.т.н., **А. К. Касенов**, к.т.н.,
С. М. Сушко, **А. Д. Бегун**

Казахский национальный технический университет
им. К. И. Сатпаева

Ұсынылған компьютерлік модел ұңғыманы жууға қажетті сандық критерилерді орнатуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: компьютерлік моделдер, ұңғымалар, ұңғымалардың ластануы.

The proposed computer model allows to ascertain required numerical criteria for flushing boreholes, and to prevent accidents and related mudding.

Key words: computer models, wells, mudding of wells.

Выполняя государственное задание по резкому увеличению добычи уранового сырья, АО «Волковгеология» достигло такой производительности при бурении геотехнологических скважин, которая не уступает лучшим мировым показателям. Следствием высоких скоростей бурения является зашламование скважин и связанная с этим угроза аварий.

Очистка скважины от шлама осуществляется за счет скорости восходящего потока промывочной жидкости. Подача жидкости должна быть:

$$Q = \frac{\pi}{4} (D_{\max}^2 - d^2) V_{ж}, \quad (1)$$

где D_{\max} - наибольший диаметр ствола;

d - наружный диаметр бурильных труб;

$V_{ж}$ - требуемая скорость восходящего потока.

Известно [1], что

$$V_{ж} = U + C, \quad (2)$$

где U - скорость падения частицы в неподвижной жидкости (без наличия циркуляции);

C - необходимая скорость выноса частиц шлама.

Тогда

$$U = K_{фч} \sqrt{\delta \left(\frac{\rho_ч}{\rho_ж} - 1 \right)}, \quad (3)$$

где $\rho_ч, \rho_ж$ - плотность материала частицы и плотность промывочной жидкости;

$K_{фч}$ - коэффициент формы частицы (от 1,5 – пластинчатая форма – до 4,5 – изометрическая форма);

δ - максимальный размер частицы, который тем крупнее, чем мягче порода.

Второе слагаемое в формуле (2):

$$C = \frac{D_d^2 (\rho_ч - \rho_ж) V_B}{(D^2 - d^2) \Delta}, \quad (4)$$

где D_d, D - диаметр долота и диаметр скважины;

V_B - механическая скорость бурения;

Δ - увеличение плотности восходящего потока жидкости, вызванное его насыщением шламом. Для бурового раствора требуется $\Delta \leq 30 \text{ кг/м}^3$.

При движении жидкости по скважине возникают потери давления [2].

$$P = 1,05 (P_m + P_c + P_y + P_{cy} + P_{cm}), \quad (5)$$

где $P_\tau, P_c, P_y, P_{cy}, P_{cm}$ - потери соответственно в бурильных трубах, их соединениях, внутри УБТ, между скважиной и УБТ, между скважиной и бурильными трубами.

Коэффициент 1,05 учитывает различные дополнительные потери.

При движении жидкости потери давления внутри труб (т. е. P_m и P_y):

$$P_m = \lambda \rho_ж L \frac{V^2}{2d_k}, \quad (6)$$

где d_k - внутренний диаметр канала (трубы);

L - его длина;

$\rho_ж$ - плотность промывочной жидкости;

V - скорость жидкости в канале;

λ - коэффициент гидравлических сопротивлений (определяется по критерию Рейнольдса при известных истинной вязкости жид-

кости η и ее динамическом напряжении сдвига τ . Для потерь давления в кольцевом пространстве в формуле (6) $d_k = D_n - d_b$ (разность наружного и внутреннего диаметров кольца).

Потери давления внутри соединений бурильных труб

$$P_c = 2 \left[\left(\frac{d_m}{d_c} \right)^2 - 1 \right]^2 \frac{(V_c - V_m)^2}{2} \rho_{ж} \frac{L_m}{l_m}, \quad (7)$$

где d_m, d_c - внутренние диаметры труб и их соединений;

V_m, V_c - скорости жидкости в трубах;

L_m - суммарная длина труб;

l_m - длина одной трубы.

Расходуемая на прокачку жидкости гидравлическая мощность

$$N_z = PQ. \quad (8)$$

Нами построена компьютерная модель (кроме основополагающих формул (1)-(8), в которой учтен ряд дополнительных зависимостей. Она была использована для оценки параметров системы очистки скважин в Хорасанской партии АО "Волковгеология". Учитывались характерные местные условия: глубина скважины - 600 м, диаметр долота - 161 мм, диаметр скважины по всей ее длине - 175 мм (с учетом разработки), плотность частиц породы - 2800 кг/м³, механическая скорость бурения - 25 м/ч. Предварительная оценка (табл. 1) выполнена для применяемых в партии бурильных труб диаметром 50 мм.

Таблица 1

Необходимые для полной очистки скважины подачи жидкости и соответствующие потери давления (бурильные трубы 50 мм)

Параметры глинистого раствора	Скорость, м/с			Подача, л/ми	Потери давления, МПа			Мощность, кВт
	U*	C	V _ж		Q	P _m	P _c	
$\rho_{ж} = 1100$ кг/м $\tau = 5$ Па, $\eta = 0.003$ кг/м/с	0,214	0,290	0,504	669	15,67	9,58	25,81	287
$\rho_{ж} = 1350$ кг/м $\tau = 60$ Па, $\eta = 0.05$ кг/м/с	0,179	0,248	0,426	565	15,89	8,39	25,83	243

*Программой установлен расчетный диаметр частицы шлама $\delta = 4,8$ мм.

Для обеспечения подачи в 565 и 669 л/мин насос должен преодолевать весьма высокие потери давления и иметь мощность привода, которая многократно превышает имеющуюся. Поэтому была решена обратная задача: произведена оценка наибольшей подачи жидкости, которая возможна через бурильные трубы данного диаметра (50 мм) при использовании имеющихся насосов (табл. 2).

Таблица 2

Работа буровых насосов на предельной мощности

Параметры	Буровые насосы	
	НБ-32	НБ-50
Наибольшая мощность N_e , кВт	25.9	37.4
Наибольшая возможная * подача жидкости Q , л/мин	202/315**	260/357
Соответствующая скорость восходящего потока $V_{ж}$, м/с	0,144/0,224	0,185/0,254
Скорость падения частиц U (и их выноса C), м/с	0,072/0,112	0,092/0,127
Размер выносимых частиц δ , мм	0,77/1,38	1,27/1,78
Время подъема частиц T_n , ч	2,31/1,48	1,81/1,31
Критический размер частиц $\delta_{кр}$, мм	3,1/5,5	5,1/7,1
Рост плотности восходящего потока: на Δ , кг/м	129/97	101/85,7

* Для указанных выше условий Хорасанской партии.

** Первая цифра - для раствора с плотностью 1350, вторая - 1100 кг/м.

Подачи оказались примерно в 2 раза ниже требуемых.

Преобразовав формулу (3), можно по известной скорости U падения частиц шлама в неподвижной жидкости определить размер этих частиц δ

$$\delta = \frac{U^2}{K_{фч}^2 \left(\frac{\rho_{ч}}{\rho_{ж}} - 1 \right)} \quad (9)$$

По указанным в табл. 2 подачам были просчитаны скорости восходящего потока $V_{ж}$, и размер частиц δ , для которых условно

принято $U = C = 0,5 V_{ж}$. Он оказался в 2,5-6 раз меньше необходимого размера 4,8 мм.

При известной подаче насоса время подъема частиц до устья в часах:

$$T_n = \frac{1}{3600} \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\left(\frac{Q}{F_i} - U\right)}, \quad (10)$$

где i - номер участка скважины с площадью сечения кольцевого пространства F_i ;

n - число разных участков;

L_i - длина участка.

Уменьшаемое в скобках есть скорость восходящего потока V_i , знаменатель в целом - фактическая скорость выноса C_i .

В рассматриваемом случае (табл. 2) имеется лишь один участок ($n = 1$). Результаты расчета показывают, что при указанной максимально возможной подаче даже для относительно мелких частиц потребуется 1,5-2,5 ч, чтобы они появились на поверхности после их образования при бурении.

Буровой шлам состоит из частиц разного размера. Согласно формуле (2) при данной скорости восходящего потока скорость выноса C тем ниже, чем больше скорость падения U , т. е. чем крупнее частицы. Критический максимальный размер имеют частицы, для которых $U = V_{ж}$ (т. е. $C = 0$). Начиная с такого размера и выше, частицы перестают выноситься на поверхность. Они остаются на забое и там переизмельчаются. Некоторые из крупных частиц достигают верхнего торца УБТ (между УБТ и скважиной зазор меньше и скорости потока выше) и, потеряв скорость и прекратив подъем, скапливаются, образуя сальник. Другие сальники - из частиц меньшего размера - образуются на верхних торцах соединений. Сальники ухудшают условия проведения всех операций при строительстве скважин и часто становятся причиной прихватов.

Согласно (4) увеличение плотности жидкости в восходящем потоке:

$$\Delta = \frac{D_0^2 (\rho_ч - \rho_{ж}) V_B}{(D^2 - d^2) C}. \quad (11)$$

В рассматриваемых условиях это увеличение в 3-4 раза выше допустимого - 30 кг/м³ (табл. 2).

Использование компьютерной модели выявило необходимость увеличения диаметра бурильных труб с 50 до 89 мм (табл. 3). При такой замене и использовании растворов низкой и средней консистенции имеющиеся насосы обеспечивают качественную очистку скважин от шлама, предотвращают сальникообразование и сниженные расходы энергии.

Таблица 3

Необходимые подачи жидкости и соответствующие потери давления при использовании гладкопроходных бурильных труб 89 мм

Параметры глинистого раствора	Скорость, м/с			Подача, л/ми Q	Потери давления, МПа			Мощность, кВт N _с
	U*	C	V		P _{бт}	P _с	P	
$\rho_{ж} = 1100 \text{ кг/м}^3$ T=25с, $\tau = 5 \text{ Па}$ $\eta = 0.003 \text{ кг/м}^3\cdot\text{с}$	0,215	0,359	0,574	614	1,00	0,00	1,55	16
$\rho_{ж} = 1250 \text{ кг/м}^3$ T=40с, $\tau = 20 \text{ Па}$ $\eta = 0.01 \text{ кг/м}^3\cdot\text{с}$	0,192	0,328	0,520	556	1,25	0,00	2,18	20
$\rho_{ж} = 1350 \text{ кг/м}^3$ T=80 с, $\tau = 60 \text{ Па}$ $\eta = 0.05 \text{ кг/м}^3\cdot\text{с}$	0,179	0,307	0,486	519	3,96	0,00	5,87	50

*Как и для данных табл. 1, расчетный диаметр частицы шлама равен 4,8 мм.

Таким образом, предложенная компьютерная модель позволяет с учетом всех влияющих факторов устанавливать необходимые числовые критерии промывки скважины и предотвращать аварии, связанные с ее загрязнением.

Возможная подача бурового насоса ограничивается его мощностью, длиной и диаметром бурильной колонны, вязкостью и плотностью раствора. При бурении на высоких скоростях в условиях недостаточной промывки засорение скважины происходит как вследствие невыноса крупных частиц шлама, так и вследствие перена-

сыщения шламом восходящего потока жидкости. Необходимое время промывки перед подъемом бурильной колонны тем больше, чем больше глубина скважины и механическая скорость бурения

Литература

1. *Афанасьев И. Ф., Блинов Г. А. и др.* Справочник по бурению геологоразведочных скважин. - СПб.: ООО «Недра», 2000. - С. 656-661.
2. *Миттельман Б. И.* Справочник по гидравлическим расчетам в бурении. - М.: Гостоптехиздат, 1963. - С. 61-194.

**ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАТОДНЫХ
ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МЕДИ
В ПРИСУТСТВИИ ФЛОКУЛЯНТА MF-351**

А. Е. Букетова, К.Х.Н.

РГП «Национальный центр по комплексной
переработке минерального сырья Республики Казахстан»

MF 351 флокулянты қатысында электротазарту үрдісінде мыстың бөлінуі кезінде жүретін электродтық үрдістер полярографиялық әдісті қолданып зерттелді. Тұз қышқылды электролиттің концентрациясы 10 мг/дм³ болғанда MF 351 флокулянтының жартылай ыдырау периоды 4-6 сағат аралығында болатыны анықталды.
Түйінді сөздер: мыс, тұз қышқылы, ыдырау.

Using polarographic method electrode processes that take place in copper electrorefining process with using flocculating agent MF 351 are showed. It was defined that half-value period of agent MF 351 in sulfate electrolyte is about 4-6 hours at 10 mg/L of MF 351 concentration.

Key words: copper, sulphuric acid, half-disintegration.

В мировой практике производства катодной меди электрорафинирование интенсификации процесса осуществляется, как правило, за счет увеличения плотности катодного тока D_k [1]. В этом случае увеличивается удельный съём меди на ваннах, однако появляются некоторые негативные последствия. Так, например, происходит увеличение удельного расхода электроэнергии и ухудшение качества поверхности катодов, что, в свою очередь, требует увеличения расхода реагентов для выравнивания катодной поверхности. При использовании тиомочевины повышается содержание серы в катодной меди.

Несмотря на большое количество работ по подбору оптимального состава добавок в электролиты, позволяющих улучшить качество катодной меди при электролизе и электрорафинировании, данные вопросы требуют дальнейшего изучения [2-5].

Известно, что основные исследования проводятся с целью замены применявшихся ранее реагентов синтетическими полимерными материалами или их производными. В частности, на опытной ус-

тановке ПО «Балхашцветмет» в течение нескольких лет исследовали влияние на процесс электрорафинирования меди следующих добавок: «Алкмона ОС-2», различных модификаций поливиниловых спиртов, пасты МФТК, содержащей тио- и аминогруппы, смачивателя НБ, флокулянтов АК-618 и магнафлоков. В результате проведенных исследований было показано, что полная замена применяющихся на ПО «Балхашцветмет» тиомочевины и желатина каким-либо из перечисленных реагентов положительных результатов не даёт. Некоторое улучшение качества катодной меди наблюдается при добавлении небольших количеств флокулянтов к стандартному составу ПАВ в электролите [3].

Изучение научной и технической литературы свидетельствует о том, что до сих пор выбор применяемых ПАВ и их дозировка проводятся чисто эмпирическим путём.

В данной работе представлены результаты полярографического метода исследования электродных процессов, протекающих при выделении меди в присутствии флокулянта MF-351, который относится к последней модификации флокулянтов серии «Магнафлок», производимой фирмой «Ciba». Флокулянт представляет собой анионный синтетический высокомолекулярный порошкообразный водорастворимый полиэлектролит на основе сополимера акриламида и акрилата натрия. Он предназначен для повышения эффективности удаления тонкодисперсных (коллоидных) частиц из водной (сернокислой) суспензии. Эффект флокуляции достигается за счет адсорбции длинноцепочечной молекулы с молекулярной массой порядка 20 млн - частично на одной твердой частице, частично на другой - с образованием связующего их мостика.

При обработке суспензии реагентом MF-351 твердые тонкодисперсные частицы в процессе седиментации образуют укрупненные хлопья, которые быстро оседают, обеспечивая осветление электролита от анодного и даже от «плавучего» шлама с размерами частиц 2-7 мкм. Флокулянт MF-351 используется в малых количествах, 2-20 г/т меди, так как обладает высоким сродством к твердой фазе. Он полностью удаляется с флокулированной твердой фазой. При правильном использовании MF-351 не накапливается в производственном электролите и не вызывает нежелательных побочных эффектов.

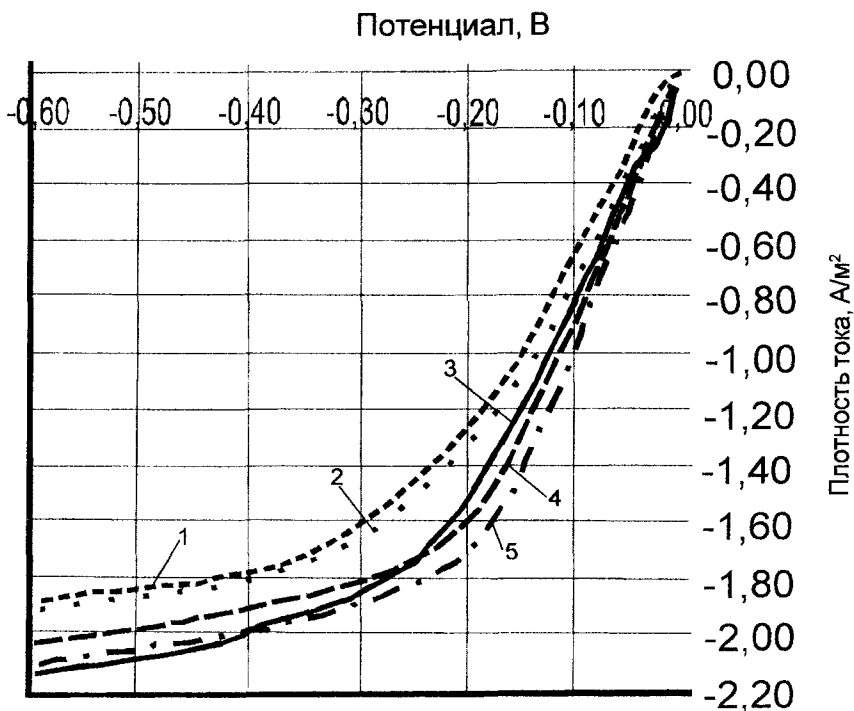
При выборе методов исследования поведения ПАВ следует сказать, что до сих пор их анализ в многокомпонентных растворах представляет значительные трудности. Полярографический метод определения влияния MF-351 на электродный процесс выделения меди уже применялся для проведения подобных исследований и показал достаточную чувствительность к наличию в растворах ПАВ [6].

Полярограммы снимали с использованием полярографа ПУ-1 и стандартной электрохимической ячейки. В качестве катода применялась медная проволока диаметром 1 мм, вставленная в пластиковую трубку и цилиндрический медный анод. После каждой съёмки брали свежий катод. Для повышения достоверности результатов снимали по 3 полярограммы для каждой концентрации MF-351. Растворы готовили с применением реагентов марки х.ч. и MF-351, предоставленных изготовителем.

Для определения влияния флокулянта MF-351 на электродный процесс выделения меди проведены съёмки полярограмм в медь-содержащих модельных электролитах с концентрацией меди 45 г/дм³, серной кислоты -110 г/дм³ и концентрацией MF-351 от 0-50 мг/дм³. Учитывая имеющиеся в литературе данные [2] о наличии длительного инкубационного периода у поверхностно-активных веществ в сернокислотных электролитах, флокулянт MF-351 вводили в виде 0,01 %-ного водного раствора и съёмки проводились через 1 ч после добавления MF 351. Полученные полярограммы приведены на рисунке.

При введении MF-351 в электролит в количестве до 10 мг/дм³ наблюдается сдвиг полярограммы на величину до 60 мВ при плотности тока 1 кА/м² в зависимости от концентрации реагента в растворе. Дальнейшее увеличение концентрации флокулянта MF-351 незначительно влияет на сдвиг полярограмм. С учетом того, что степень влияния MF-351 на процесс электролиза соответствует степени сдвига потенциала, были проведены также опыты по определению времени жизни флокулянта MF-351 в сернокислотном растворе. Для определения времени жизни флокулянта в каждом растворе проводилась съёмка полярограмм через 0,5, 1, 4, 8 и 16 ч. На полярограммах наблюдался сдвиг по потенциалу в зависимости от времени. Причём в начальный момент отмечался инкубационный период в проявлении влияния MF-351. При концентрации менее 5 мг/дм³ сдвиг был недостаточен для уверенного определения его величины. Считая, что сдвиг потенциала пропорционален содержанию MF-351 в растворе [2], определено, что период полураспада флокулянта в сернокислотном электролите при концентрации 10 мг/дм³ составляет 4-6 ч.

Таким образом, результаты использования полярографии к изучению поведения флокулянта MF-351 позволяют получить сведения о поведении его в электролите и о влиянии на электродный процесс. Следует отметить, что для подобных исследований оста-



Сдвиг потенциала полярограмм выделения меди в электролите с добавлением флокулянта MF 351 при концентрации в растворе: 1 - 1Cu1; 2 - 2Cu1; 3 - 3Cu1; 4 - 4Cu1; 5 - 5Cu1 - 10, 1, 0,5 0,1 и 0 мг/дм³ соответственно

ётся традиционная проблема влияния на точность измерений поверхности твёрдого электрода и сложность в расчёте влияния изменяющихся концентраций компонентов раствора в процессе электролиза.

Литература

1. *Медиханов Д. Г., Демеев Б. Б., Киричевская И. В.* Влияние поверхностно-активных веществ на качество катодной меди // Сб. науч. работ по проблемам БГМК посвящ. 10-летию независимости Республики Казахстан. – Балхаш: БГМК. - 225 с.
2. *Соловьев Е. М., Щаляпин А. Ю., Волков Л. В., Мальц И. Э.* Оптимизация коллоидного режима электрорафинирования меди // Цветные металлы. - 2004. - № 12. - С. 98-102.
3. *Медиханов Д. Г., Байгуатов Д. И., Жалелев Р. З., Оралов Т. А.* Совершенствование технологии переработки меди на БГМК. - Караганда: Комплекс, 2000. - 213 с.
4. *Демеев Б. Б., Наурызбаев М. К.* Комбинированные добавки для электролитического рафинирования меди // Новости науки Казахстана. - Алматы: КазгосИНТИ, 1997. - С. 69-71.
5. *Loshkaryov Yu. M., Vargalyuk V. F.* The Role of Surface Complexation Effects in Processes of Metal Electrodeposition // 6th int/ Frumkin symp. "Fundam. Aspects Electrochem." – М., 1995. – P. 214.
6. *Баймаков Ю. В., Журин А. И.* Электролиз в гидрометаллургии. - М.: Металлургиздат, 1963. - 210 с.

СНИЖЕНИЕ ОТБРАКОВКИ ЖЕСТИ ПО ДЕФЕКТАМ «РИСКА» И «ЦАРАПИНА» ПРИ ДРЕССИРОВКЕ

Б. Н. Абсадыков, К.Т.Н., И. И. Кузьминов, Н. Ю. Кузьминова

Казахстанско-Британский технический университет

Роликтердің жұмыс істеу ұзақтығын төрт есеге арттыруға мүмкіндік берген кертпесі бар түзету станының роликтерін дайындау технологиясы ұсынылған. Есептеу және шынайы көрсеткіштерінің айырмашылығы 5-7 пайыздан аспайды, бұл роликтердің жұмысын оларды өңдеудің тазалығына байланысты болжаудың нормограммасын құруға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: қаңылтырды брактау, түзету, қаңылтырдың ақаулары.

A technology for pinch-rolling ribbed rolls of pinch-rolling mill increasing the life of the rollers four times. The divergence of the estimated indexes with the actual ones does not exceed 5-7%, allowing to build alignment chart for the prediction of the rollers work in depending on the purity of their treatment.

Key words: rejection of tin plates, pinch-rolling, defects in tin plates.

Белая жельсть является конечным продуктом, производимым АО «АрселорМиттал Темиртау», и ее качество во многом определяется потребительскими характеристиками, наиболее важными из которых являются коррозионная стойкость и товарный вид. В процессе производства жести применяется электролитическое лужение. К качеству основы предъявляются высокие требования, одним из которых является отсутствие дефектов риска и царапин. Связано это с тем, что указанные дефекты могут инициировать порыв основы в процессе штамповки изделий, поскольку являются концентраторами напряжений, вызывающими неравномерность деформации, а также сильно ухудшают товарный вид продукции. Кроме того, в процессе лужения в очагах данных дефектов происходит неполное высаживание олова, и при транспортировке жести или хранении консервированных продуктов питания в жестяной таре они являются очагами коррозии.

Для выявления причин возникновения указанных дефектов был произведен анализ работы оборудования на всех переделах цеха.

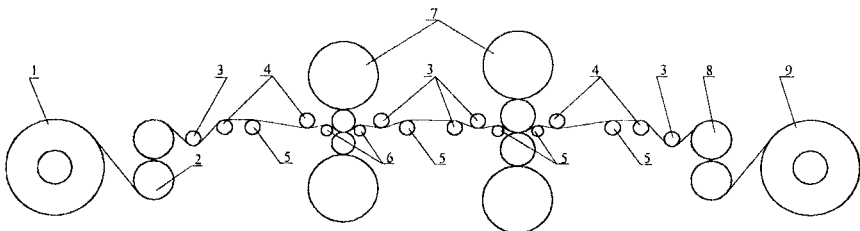


Рис. 1. Схема транспортирования полосы в дрессировочный стан и элементы оборудования, влияющие на качество дрессируемой полосы: 1 - разматыватель; 2 и 8 - переднее и заднее S-образные натяжные устройства; 3 - проводковые ролики с большим углом обхвата полосой; 4 - проводковые ролики с малым углом обхвата полосой; 5 - тензоролики; 6 - азглаживающие ролики; 7 - клетки; 9 - моталка

Выявлено, что источником травмирования поверхности полосы являлись тензоролики 5 и проводковые (неприводные) ролики 3 на выходе двухклетевых дрессировочных станков, имеющие малый угол охвата полосой (рис. 1). Происходило это в результате проскальзывания роликов относительно полосы в моменты разгона и торможения станков.

Основное средство борьбы с этими дефектами заключается в нанесении защитного покрытия и гуммировании образующей ролика, предохраняющие поверхность полосы от травмирования. Недостатком данных способов являются следующие факторы:

- высокая себестоимость применяемых материалов и технологий;
- малая толщина покрытий, не позволяющая повторно использовать проводковые ролики после ремонтных перешлифовок;
- контакт обработанных роликов с полосой (шероховатость $Ra \leq 0,63$ мкм) обуславливает низкий коэффициент трения, что неизбежно ведет к проскальзыванию в данной фрикционной паре;
- гуммирование резиной не дает желаемого эффекта ввиду низкого уровня стойкости к абразивному износу в результате проскальзывания, что приводит к нарушению станочной профилировки роликов и, как следствие, к нарушению равномерности распределения натяжений по ширине полосы и образованию на полосе таких дефектов формы, как волнистость кромок, местная волнистость, односторонняя вытяжка.

В соответствии с проектными данными ролик должен изготавливаться из стали 40X с твердостью бочки не менее HSh 62÷77 и шероховатостью поверхности 0,3-0,4 мкм. Согласно анализу шероховатость заваливаемых роликов соответствует проектным параметрам, однако фактическая твердость роликов составляла HSh 35-40. Химический анализ ролика показал, что он изготовлен из стали 20X.

Ролики из стали 40X после поставки были отполированы (шероховатость поверхности $\leq 0,1$ мкм) и покрыты слоем хрома. Однако дефекты риска и царапины появились сразу после завалки роликов в стан, и практически весь металл был отправлен на передрессировку, что вынудило вывалить ролики из стана. Характер появившихся царапин (более длинных и грубых) указывал на необходимость устранения проскальзывания за счет увеличения коэффициента трения между полосой и роликом.

Для получения возможно более полной информации о величине шероховатости и количестве пиков на 1 см^2 , которые эффективно способствовали бы устранению рассматриваемых дефектов на протяжении длительного времени, было решено воспользоваться факторным экспериментом 2^3 .

В качестве факторов варьирования приняты следующие параметры (исходя из наличия оборудования цеха):

x_1 - шероховатость бочки проводкового ролика, мкм;

x_2 - качественный фактор;

ролики из стали 40X (+) и 20X (-);

x_3 - плотность пиков на бочке ролика, шт./ см^2 .

В качестве функции отклика использовано количество металла (в тоннах), не подвергавшегося передрессировке по дефектам риска и царапинам. Естественно, чем больше данное значение, тем лучше, т. е. в данном случае $y \rightarrow \infty$. Опыты дублировались трижды.

Проверка однородности дисперсии при уровне значимости 0,05 показала, что полученные экспериментальные данные являются корректными и могут быть использованы для получения регрессионных уравнений. Уравнение в кодированных значениях после проверки значимости следующее:

$$y = 284,81 + 126,31x_1 + 73,563x_3 + 10,813x_2$$

Из него видно, что при увеличении шероховатости и плотности пиков функция отклика будет иметь максимальное значение и не зависит от материала ролика, поскольку данный коэффициент не входит в уравнение. Наибольшее влияние оказывает фактор уровня шероховатости бочки ролика x_1 .

При переходе от кодированных значений факторов к натуральным уравнение приняло вид:

$$y = -125,73 + 16,613x_1 + 2,921x_3 + 0,1081x_1x_3.$$

Следует отметить, что все соображения о направлении и силе влияния изученных факторов можно высказать только для выбранных интервалов изменения.

Для проверки аналитической зависимости были подготовлены ролики по специально разработанной технологии. Процесс насечки производился на дробеметной установке «Pang Born» (Германия) и предусматривал 2 этапа:

- формирование грубой текстуры поверхности насечкой поверхности роликов в 2 цикла дробью крупной фракции (1,6 мкм), при этом скорость вращения колеса турбины составляла 3000 мин⁻¹, а скорость перемещения тележки - 0,5 м/с;

- сглаживание пиков и повышение плотности за один цикл дробью средней фракции (0,3-0,8 мкм), при этом скорость вращения колеса турбины составляла 3000 мин⁻¹, а скорость перемещения тележки - 0,8 м/с.

Конечная шероховатость поверхности роликов после насечки составила Ra≈9,0-12,0 мкм, а плотность пиков - не менее 80-100 на 1 см². После такой насечки ролик имел бархатистую поверхность. Промышленная апробация проводковых роликов, подготовленных указанным способом в линии дрессировочных станков, показала следующее:

- период стойкости проводковых роликов доведен в среднем до 8 мес. по сравнению с обычной технологией подготовки (шлифование);

- количество прдрессированного проката повысилось в среднем в 4 раза (400-500 тыс. т против 100-120 тыс. т);

- поверхностные дефекты риска и царапины не проявлялись в течение указанного периода эксплуатации.

Перед началом эксплуатации роликов, подготовленных по предлагаемой технологии, производился замер средней по ролику шероховатости и количества пиков. Затем данные подставлялись в регрессионное уравнение с натуральными значениями факторов и сравнивались с фактическими результатами. Причем расхождение между расчетными и фактическими значениями не превышало 5-7 %.

Кроме того, эксплуатационная стойкость роликов, насеченных по предлагаемой технологии, практически мало зависит от материала: сталь 40X можно заменить более дешевой сталью 20X. В определенный момент, в пределах расчетного объема производства на данных

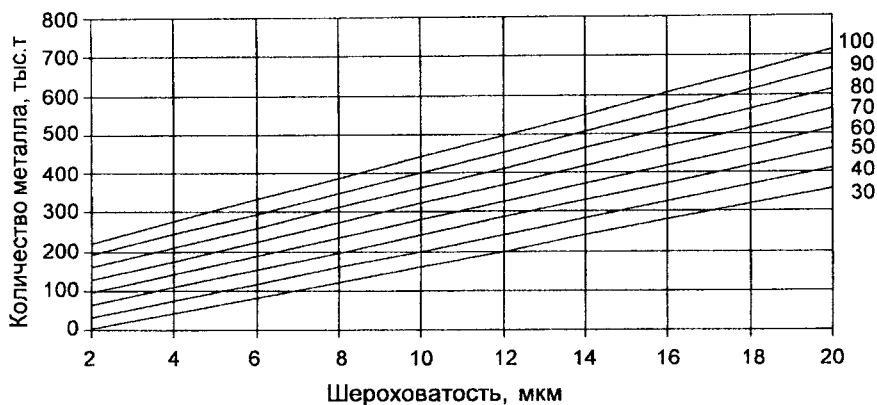


Рис. 2. Номограмма для определения количества жести, производимой без дефектов «риска» и «царапина», с учетом шероховатости бочек роликов и плотности пиков

роликах происходил износ насеченной поверхности, и дефекты риска и царапины появлялись на дрессированной полосе. При возникновении этих дефектов ролики переваливались на новые.

Таким образом, промышленная апробация грубо насеченных обводных роликов показала их высокую эффективность и хорошее совпадение с расчетными значениями, что позволило построить номограмму, посредством которой можно прогнозировать количество металла, произведенного на роликах с определенной проработкой рабочей поверхности бочки (рис. 2).

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РЕЛЬСОВ

Г. С. Нусупбекова, к.т.н., **Б. Р. Касимов**, к.т.н.

Казахский университет путей сообщения

Эмпирикалық әдістері тәуелділіктері бойынша рельстердің істен шығуын есептеу көрсетілген. Жолдардың келтірілген қисықтық радиусының және орта біліктік күштердің рельстердің тозуына әсері көрсетілген. Рельстердің қызмет ету мерзімін арттыру шаралары ұсынылған.

Түйінді сөздер: рельстердің тозуы, темір жол рельстері, темір жолдар.

In the article are showing methods of calculating the failure rate of rails on empirical dependences; specified effect on the wear of rails given curvature radius of the road and the average axial loads; proposed measures to enhance the life of the rails.

Key words: rail wear, railroad rails, railroad track.

Основными показателями уровня безопасности, которыми сегодня характеризуется состояние хозяйств отрасли, являются случаи брака. В сопоставимых эксплуатационных условиях, но при разном климате удельные отказы рельсовых плетей (шт./млн т брутто) могут быть на 30-40 % выше при более длительном периоде действия существенно больших продольных растягивающих сил в рельсах. Протяженность бесстыкового пути увеличивается. Однако в рельсовых плетях действуют значительные продольные усилия, вызываемые изменением температуры. При ее повышении по сравнению с температурой закрепления возникают продольные силы сжатия, которые могут привести к выбросу пути, а при понижении температуры - растягивающие силы, способные вызвать излом рельсов. Ремонтные работы по изъятию из плетей участков с дефектом 21 более трудоемки.

Надежность рельсов можно характеризовать изменением выходного параметра – накоплением их отказов. В общем случае при изменении выходного параметра $\eta(t)$ во времени должно выполняться условие [1]:

$$\eta(t) \leq \eta \eta_{np} \quad (1)$$

где η_{np} - предельное значение параметра по критерию безопасности или эффективности функционирования системы.

Накопленный (суммарный) выход рельсов при наработке тоннажа T (млн т брутто) определяется зависимостью [2]:

$$\eta = K_p K_R \alpha T^\mu \quad (2)$$

Коэффициенты учета влияния осевых нагрузок и радиуса кривых на выход рельсов можно представить в виде:

$$K_p = \left(\frac{P_{oc}^{cp}}{P_{oc}^{ct}} \right)^\gamma; \quad K_R = \left(\frac{R_0^{ct}}{R_0} \right)^\delta, \quad (3)$$

где P_{oc}^{cp} - средняя осевая нагрузка подвижного состава на рассматриваемом участке;

P_{oc}^{ct} - стандартная нагрузка ($P_{oc}^{ct} = 160$ кН);

γ - эмпирический параметр;

R_0^{ct} - стандартный радиус, при котором определены параметры

функции (2), обычно принимают $R_0^{ct} = 1000$ м, так как в указанных кривых выход рельсов мало отличается от прямых;

R_{cp} - средневзвешенный радиус кривых на рассматриваемом участке;

δ - эмпирический показатель степени.

Основной задачей ведения рельсового хозяйства дороги является снижение количества отказов рельсов [3,4].

Для прогноза отказов рельсов по эмпирическим зависимостям используем степенную функцию (2). Влияние кривизны пути и осевых нагрузок на выход рельсов учитывается коэффициентами K_R и K_p :

$$K_R = \left(\frac{1000}{R_{cp}} \right)^\delta; \quad K_p = \left(\frac{R_{cp}}{160} \right)^\gamma; \quad R_{cp} = \frac{\sum R_i l_i}{\sum l_i}, \quad (4)$$

где R_i и l_i - соответственно радиус и длина кривой. На прямых участках условно принимается радиус $R = 1000$ м.

Выход рельсов на 1 км пути за год при грузонапряженности Γ составит:

$$\Delta\mu(\Gamma) = \alpha \left[(T + \Gamma)^\beta - T^\beta \right] K_R K_p. \quad (5)$$

После преобразований при $\beta = 1,5$ получим:

$$\Delta\eta(\Gamma) = 1,5\alpha T^{0,5} \Gamma \left(1 + 0,25 \frac{\Gamma}{T} \right) K_R K_P. \quad (6)$$

Суммарный выход рельсов за год на участке $L = E'$, при $a = 4'10''4$ (звеньевой путь) составит:

$$\sum \Delta\eta_i = 6 \cdot 10^{-4} T_{cp}^{0,5} \Gamma \left(1 + 0,25 \frac{\Gamma}{T_{cp}} \right) K_R K_P, \quad (7)$$

где $T_{cp} = \frac{T_i l_j K_{R_j}}{\sum l_j K_{R_j}}$ - средневзвешенный тоннаж на участке L , состоящем из локальных участков длиной l_j с наработанным тоннажем T_j и коэффициентом приведенной кривизны пути K_{R_j} .

Увеличение средневзвешенного возраста пути (наработанного тоннажа) приводит к значительному росту отказов рельсов, особенно при высокой грузонапряженности.

Существенное влияние на годовой выход рельсов оказывают приведенный радиус кривизны пути и средние осевые нагрузки подвижного состава. Особенно велико влияние этих факторов при приведенной кривизне пути менее 600 м.

Продлению срока службы рельсов способствует хорошее содержание пути. Опыт работы многих дистанций свидетельствует, что там, где обеспечивается хорошее и отличное содержание пути, однократное изъятие рельсов по всем видам дефектов значительно сокращается.

Развитие неровностей рельсов зависит не только от грузонапряженности и пропущенного тоннажа, но и от первоначальной их величины на новых рельсах. Подсчитано, что если бы высота неровностей на новых рельсах не превышала 0,3 мм, долговечность рельсов повысилась бы на 150-200 млн т пропущенного тоннажа, или на 20-25 %. Поэтому специалисты-железнодорожники считают приоритетным фактом улучшение параметров, связанных с геометрическими размерами рельсов [5].

Опыт работы наших предприятий по ГОСТ Р 51685 [6], появление в этот период стандарта канадских железных дорог (СН 12-16с) и нового европейского стандарта (EN 13674-1:2003), ужесточение требований отечественных и зарубежных потребителей к качеству рельсов при проведении тендеров на их поставку и предстоящее вступ-

ление Казахстана и России в ВТО обусловили необходимость разработки новой редакции ГОСТ Р 51685.

Сравнительный анализ технических требований CN12-16С (2001), AREMA-2003, UIC 860-V-86, EN 13674-1:2003 к рельсам показал, что самым современным нормативным документом, имеющим наиболее высокий научно-технический уровень, с которым и следует осуществлять гармонизацию отечественного стандарта, является евростандарт EN 13674-1:2003 "Железнодорожные пути - рельсы - рельсы железнодорожные Виньоля от 46 кг/м".

С целью дальнейшего снижения уровня отказов рельсов и повышения их надежности и срока службы в пути предлагается:

- разработать и внедрить на металлургических комбинатах меры, направленные на снижение отказов рельсов в пути по заводским дефектам, в первую очередь по дефекту 17. Необходимо принятие мер по улучшению работы стыков;

- в силу того, что уровень отказов рельсов по дефектам сварки остается высоким, продолжить улучшение технологии сварки рельсов с внедрением во всех рельсосварочных поездах нормализации сварных стыков для выравнивания твердости металла в зоне термического влияния стыков, правки стыков для обеспечения требуемой их прямолинейности и дополнительного шлифования головки рельсов;

- принять меры по резкому снижению числа стыков в бесстыковом пути за счет увеличения длины сварных плетей, своевременному устранению стыков при вырезке дефектных мест в плетях, расширению применения высокопрочных изолирующих стыков и взятию дефектных мест в плетях в накладки;

- поскольку рельсы НТМК имеют повышенную долю и удельный выход по трещинам в шейке, продолжить работы по внедрению технологии упрочнения болтовых отверстий. Решить проблему снижения повреждения рельсов колесами локомотивов при их буксовании.

Таким образом, разнообразие эксплуатационных условий на казахстанском железнодорожном транспорте обуславливает потребность железнодорожного транспорта в рельсах различных категорий. Так, при повышении скорости движения до 160 км/ч на отдельных направлениях необходимы рельсы для скоростного совмещенного движения. Они должны обладать как повышенной прямолинейностью, так и достаточно высокой контактно-усталостной прочностью и износостойкостью.

Литература

1. Порошин В. Л. Изменение свойств в процессе эксплуатации и ремонт железнодорожных рельсов: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. д-ра техн. наук. - М.: ВНИИЖТ, 1986.
2. Технические условия и работы по ремонту и планово-предупредительной выправке пути / ОАО "РЖД". - М.: Академкнига, 2004. - 182 с.
3. Карпущенко Н. И., Котова И. А. Об эффективности использования рельсов в рыночных условиях // Докл. Академии наук высшей школы России. - 2005. - № 1. - С. 69-74.
4. Нусупбеков С. И. Прогнозирование отказов рельсов по эмпирическим зависимостям // Вестник КазАТК. - 2003. - № 7. - С. 100-104.
5. Повышение качества и эксплуатационной стойкости рельсовой продукции (по материалам Рельсовой комиссии 2004 г.): Сб. докл. - М.: Интекст, 2005. - 186 с.
6. ГОСТ Р 51685-2000. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия. - М.: Госстандарт России, 2000. - 23 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УСТАНОВОК ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПРОХОДКИ СКВАЖИН

Б. К. Курмашева, к.т.н.

Карагандинский государственный технический университет

Ұңғыманың бұрғылау мен пробивка үшін машиналардың өтпе жылдамдығы мен қуаттарының оңтайлы қатынастары анықталып, математикалық үлгісі берілген.
Түйінді сөздер: ұңғымалар, математикалық үлгілер, ұңғымаларды бұрғылау, ұңғымаларды өткізу.

A mathematical model; determined the optimum ratio of speed and power of machines for punching and drilling wells.

Key words: borehole, the mathematical model, drilling, punching holes.

Исследование режимов работы машин и механизмов, участвующих в процессе устройства набивных свай, показывает, что формальная взаимосвязь между показателями мощности машины N и скоростью выполнения работы машиной V установлена для проходки скважин вращательным, ударно-вращательным бурением [1].

Исходя из уравнения связи для вращательного бурения шнековым и ковшовыми бурами, можно представить взаимосвязь скорости и мощности в общем виде:

$$N = uV^k, \quad (1)$$

где u - коэффициент, зависящий от физико-механических свойств грунта и геометрических параметров машин;

k - показатель степени, характеризующий количество переменных факторов, влияющих на скорость проходки траншей V и мощность машины N .

При исследовании целевой функции методом множителей Лагранжа уравнение (1) используется как ограничение [1].

Отрывка траншей с помощью бурения может проводиться не-

прерывно или циклами. Для непрерывного бурения уравнение Лагранжа будет иметь вид:

$$L(N, V, \lambda) = a + \frac{b}{V} + \frac{cN}{V} + \lambda(N - uV^k), \quad (2)$$

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

b - коэффициент, представляющий собой стоимостное выражение скорости производства работ в конкретных условиях строительства;

c - коэффициент, характеризующий удельную энергоемкость используемой машины;

λ - множитель Лагранжа.

Далее определяются частные производные по N , V , λ и приравниваются к нулю. Полученные уравнения записываем в виде системы:

$$\begin{cases} \frac{\partial L(N, V, \lambda)}{\partial N} = \frac{b+c}{V} - \lambda = 0 \\ \frac{\partial L(N, V, \lambda)}{\partial V} = -\frac{a}{V^2} - \frac{(b+c)N}{V^2} - k\lambda uV^{k-1} \\ \frac{\partial L(N, V, \lambda)}{\partial \lambda} = N - uV^k = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Преобразование системы позволило получить уравнение с одним неизвестным

$$-a - (b+c)uV^k + k(b+c)uV^k = 0. \quad (4)$$

Решением уравнения (4) устанавливаем значение скорости бурения, соответствующее экстремуму целевой функции:

$$V = \sqrt[k]{\frac{a}{(k-1)(b+c)u}}. \quad (5)$$

Значение мощности определяем из уравнения (1):

$$N = \frac{a}{(k-1)(b+c)}. \quad (6)$$

Проходка скважин глубиной $H \geq 15,0$ м и диаметром $D \geq 0,8$ м может осуществляться с помощью ковшовых буров. Уравнение связи в этом случае между параметрами N и V носит линейный характер, поскольку $k=1$:

$$N = uV, \quad (7)$$

$$u = 2\pi RB, \quad (8)$$

где R - радиус скважины, м;

B - удельная сила сопротивления вращению долота при разрушении забоя, зависящая от физико-механических свойств грунта, конструкции долота и определяющая величину момента, необходимого для разрушения слоя забоя толщиной h , Н/м.

Параметры бурения скважин ковшовым буром V , N можно найти по формулам (9), (10) при $k=1$ [1]:

$$V = \left[\frac{ak_u}{(b+c)[k+k_u(k-1)]\mu} \right]^{\frac{1}{k}}, \quad (9)$$

$$N = \frac{ak_u}{(b+c)[k+k_u(k-1)]}, \quad (10)$$

где k_u - коэффициент использования бурильной машины непосредственно на бурение скважины.

Следовательно, подставляя выражение (8) в (9) и (10), получим

$$V = \frac{ak_u}{2(b+c)\pi RB}, \quad (11)$$

$$N = \frac{ak_u}{b+c}. \quad (12)$$

В зависимости от длины шнекового рабочего органа скважина может проходиться за один или несколько циклов. При бурении скважины глубиной $H \leq 15,0$ м и диаметром $D=0,8$ м используется шнековый бур, размеры которого соответствуют параметрам скважины.

Установлено, что для проходки скважин шнековым буром $k=3$ [1], тогда уравнение связи будет иметь вид:

$$N = uV^3 \quad (13)$$

Из уравнения (13)

$$u = \frac{3600P^2 H}{g \left(PH - mg \ln \frac{mg + Px}{mg} \right)}, \quad (14)$$

где g - ускорение свободного падения, м/с²;

P - вес грунта, расположенного на единице длины винтового транспортера, Н/м;

H - глубина пробуренной скважины, м;

m - масса рабочего органа, кг.

Подставляя значения коэффициента u , а также показателя степени в формулы (5), определим скорость непрерывного бурения скважины шнековым рабочим органом и мощность, необходимую для выполнения этой операции:

$$V = \sqrt[3]{\frac{ag \left(PH - mg \ln \frac{mg + PH}{mg} \right)}{3600(b+c)P^2 H}}, \quad (15)$$

$$N = \frac{a}{2(b+c)}. \quad (16)$$

И в соответствии с формулой (16) мощность, требуемая для бурения скважины, определяется экономическими показателями операции по проходке скважин.

При проходке скважин циклами на бурильных установках для выполнения основной (разработка грунта) и вспомогательных операций (транспортирование грунта из скважины, разгрузка рабочего органа и подача его к забою) предусмотрены отдельные двигатели. Затраты мощности на вспомогательные операции определяются по техническим характеристикам машин, которые, как правило, известны и для конкретного типа машин постоянны.

Скважины в водонасыщенных грунтах бурятся под защитой глинистого раствора или обсадной трубы. Если стенки скважины крепятся обсадной трубой, то при выборе бурильной машины необходимо вводить дополнительное граничное условие, учитывающее скорость погружения V_{or} обсадной трубы и затраты мощности N_{om} . Зависимость между параметрами V_{om} и N_{om} имеет вид:

$$V_{om} = 2 \sqrt{\frac{mg + Q_0}{m} H + \frac{AN_{om}H}{mbR\omega}}, \quad (17)$$

где Q_0 - усилие подачи обсадной трубы, Н;

A - удельная сила сопротивления подаче долота, зависящая от физико-механических свойств грунтов и конструктивных параметров долота и определяющая величину усилия для подачи рабочего органа на единицу толщины срезаемой стружки грунта, Н/м;

ω - частота вращения обсадной трубы, с⁻¹.

При параллельном задавливании обсадной трубы в ходе бурения скважины необходимо, чтобы выполнялось условие равенства скоростей:

$$V_{om} = V \quad (18)$$

Равенство скоростей проходки скважины и погружения обсадной трубы обеспечивает оптимальный режим бурения. Кроме того, по значению скорости проходки скважин бурильным инструментом могут быть установлены конструктивные параметры обсадной трубы.

Набивные сваи глубиной $H \leq 15,0$ м и диаметром $D \leq 0,8$ м могут устраиваться в пробитых скважинах. Процесс пробивки скважин менее исследован, чем бурение. В связи с этим были проведены комплексные исследования по созданию оборудования для пробивки скважин на основании установленных оптимальных параметров мощности машины N и скорости пробивки V применительно к глинистым грунтам, по обработке технологии и внедрению ее в производство.

В качестве уравнения связи принята зависимость, установленная Ю. Е. Пономаренко [2]:

$$V = \frac{En}{\pi \sigma_{сж} \left[R^2 \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \beta} \right) + 2RH \operatorname{tg} \varphi \right]} \quad (19)$$

где E - энергия удара, Н/м;

n - частота ударов, с⁻¹;

$\sigma_{сж}$ - предел внутренней прочности грунта на сжатие;

φ - угол внутреннего трения грунта;

β - угол заострения основания рабочего органа.

Рабочий орган погружается в грунт несколькими ударами падающей массы. Следовательно, пробивка скважины осуществляется циклами. Оптимальные параметры установки определяются в этом случае по формуле:

$$V = \frac{ak_u}{b+c} \pi \sigma_{сж} \left[R^2 \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \beta} \right) + 2RH \operatorname{tg} \varphi \right] \quad (20)$$

$$N = \frac{ak_u}{b+c} \quad (21)$$

Зависимости (20) и (21) были использованы при расчете технико-экономических показателей технологического процесса устройства набивных свай, а также для определения параметров установки для пробивки скважин в процессе ее проектирования [3].

Таким образом, представлена математическая модель, определены оптимальные соотношения скорости проходки и мощности машин для пробивки и проходки скважин.

Литература

1. *Рогов Е. И., Кадыров А. С., Коркин А. А.* Оптимизация горно-строительных работ. - Алма-Ата: Наука, 1990. - 240 с.
2. *Пономаренко Ю. Е.* Установление основных параметров навесного оборудования для выштамповывания конических скважин. - М., 1983. - 36 с. Деп. в ВИНТИ 24.03.83, № 420.
3. *Кадыров А. С., Унайбаев Б. Ж., Курмашева Б. К.* Теория предпроектного проектирования. На примере землеройных машин. - Караганда: Санат, 2008. - 158 с.

СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ СУСПЕНЗИЙ С ДОБАВКАМИ

О. А. Мирюк, д.т.н.

Рудненский индустриальный институт

Цемент қамырының су ұстағыштық қабілетіне қоспалардың түрі мен құрамының әсер ету ерекшелігі анықталған.

Түйінді сөздер: цементтік суспензиялар, цементтің седиментациялық тұрақтылығы.

Peculiarities of the influence of the type and composition of additives on the ability of water-cement grout.

Key words: cement slurry, sedimentation stability of cement.

Развитие новых технологий производства строительных изделий обуславливает повышенные требования к строительно-техническим свойствам цементов. Важным технологическим показателем, определяющим механические и эксплуатационные характеристики бетона, является седиментационная устойчивость формовочных смесей. Вода, выступающая на поверхности уложенной бетонной смеси, способствует образованию сети сообщающихся капилляров, прослоек воды в структуре формовочной массы. Водоотделение сопровождается расслоением цементного теста вследствие осаждения твердых частиц вяжущего. Отделение воды наблюдают в период схватывания цементных масс в виде слоев воды различной толщины. При приготовлении бетонных смесей водоцементное отношение значительно выше, чем у цементного теста нормальной густоты, поэтому и водоотделение более выразительно. В результате в верхних слоях сформованных бетонных смесей повышается содержание воды, и при затвердевании верхний слой оказывается менее прочным. Повышенное водоотделение обуславливает увеличение проницаемости бетонов, ослабление сцепления с арматурой, снижение морозостойкости.

Анализ технической литературы свидетельствует о немногочисленности и противоречивости сведений о водоудерживающей способности цементных паст и механизме ее регулирования.

Цель работы - изучение влияния вещественного состава на седиментационную устойчивость цементно-водной суспензии.

Для исследования использовали портландцемент ПЦ400Д5; минеральные добавки - известняк и стеклобой, измельченные до тонкодисперсного состояния; химические добавки различного назначения – пластификаторы, ускорители твердения, комплексные добавки полифункционального действия (пластифицирующие и ускоряющие раннее твердение).

Содержание минеральных добавок составляло 20 % массы вяжущего, химические добавки, вводимые в воду затворения, - 0,7 % массы цемента.

Количество водоотделения определяли по методике малых объемов материалов. Соотношение масс цемента и воды принято равным 1. Изменение объема тщательно перемешанной цементной суспензии, помещенной в градуированный цилиндр, определяли в течение 60 мин. Коэффициент водоотделения (%) вычисляли, как соотношение объема отделившейся воды к первоначальному объему цементной суспензии. Полученные результаты, воспроизводимые измерениями по стандартной методике свидетельствуют, что изменение вещественного состава цементной суспензии существенно влияет на величину ее водоудерживающей способности. Процесс водоотделения характеризуется высокой скоростью в первые 15-20 мин после перемешивания массы. Седиментация цементно-водной смеси завершается за 45-55 мин независимо от величины водоотделения. Следовательно, процессы, происходящие на ранней стадии гидратации, предопределяют седиментационную устойчивость исследуемой суспензии.

Известно [1] влияние алюминатной фазы цементного клинкера $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ на водоудерживающую способность формовочной массы: увеличение степени гидратации фазы способствует повышению седиментационной устойчивости суспензии. Выявлена [2] зависимость водоудерживающей способности цементного теста от состава гипсового компонента, который определяет механизм формирования этtringита $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 32\text{H}_2\text{O}$ на основе алюмината кальция.

Добавление известняка в цемент сопровождается увеличением водоотделения суспензии в 1,45 раза. Влияние молотого стеклобоя менее выразительно и проявляется в снижении водоотделения массы на 18 % (рис. 1). Влияние состава минерального компонента определяется, по-видимому, изменением состояния реагирующих фаз.

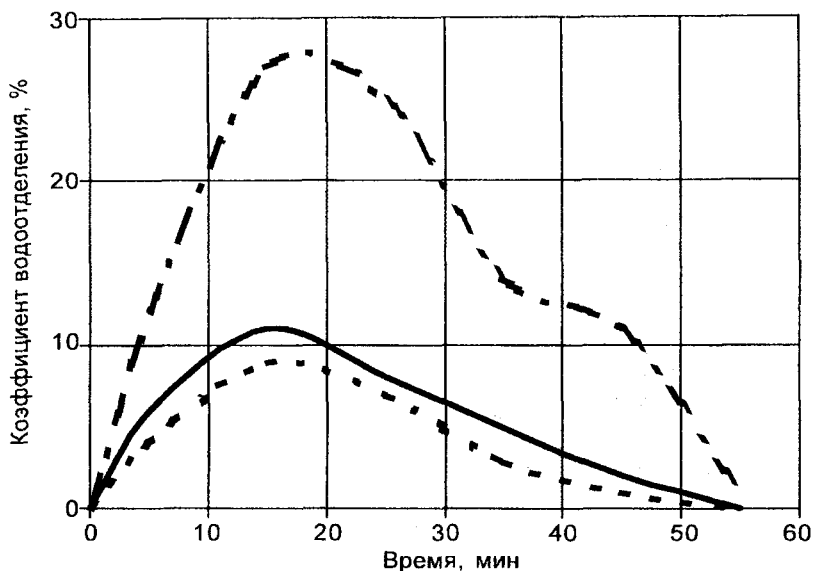


Рис. 1. Влияние минеральных добавок на водоотделение цементной суспензии: — ПЦ; — — — ПЦ+известняк; - - - ПЦ+стеклопорошок

Карбонатный наполнитель имеет невысокую адсорбционную способность по отношению к гидроксиду кальция, изменяет состав продуктов гидратации, обеспечивая появление $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCO}_3\cdot 11\text{H}_2\text{O}$. Активный кремнезем стеклопорошка взаимодействует с гидроксидом кальция с образованием гидросиликатов кальция, которые имеют на своей поверхности высокий отрицательный заряд. Это способствует повышению устойчивости цементных суспензий. Адсорбируя ионы кальция, кремнеземистая добавка повышает растворимость алюминатной фазы и обеспечивает образование этtringита в межзерновом пространстве. Как результат - повышение седиментационной устойчивости и снижение водоотделения цементной суспензии.

Сравнительный анализ показателей, полученных при использовании различных химических добавок, свидетельствует об определяющем влиянии их функциональных особенностей. Несмотря на различные составы, действие добавок одного назначения имеет схожий характер. На рис. 2 представлены усредненные показатели свойств суспензий с добавками одного класса. Влияние химических

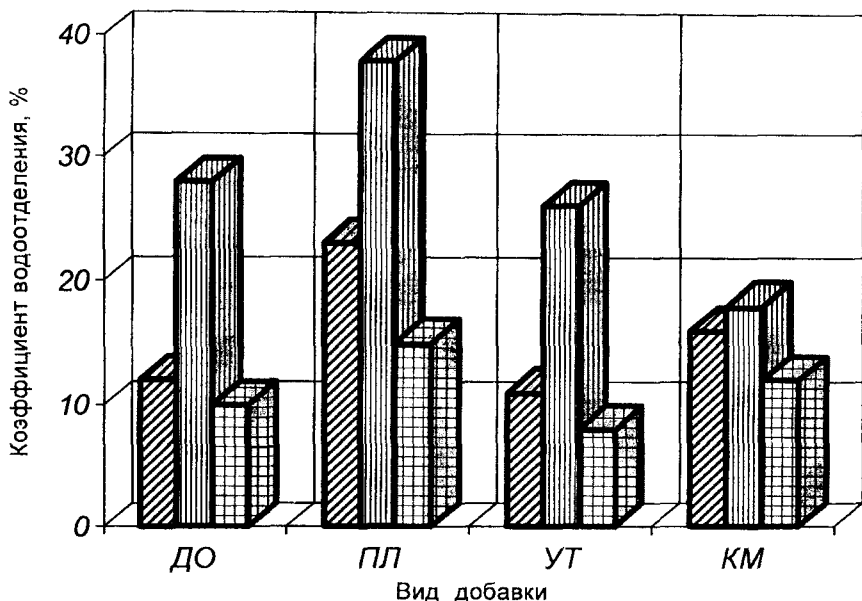


Рис. 2. Влияние вида химической добавки на водоотделение цементной суспензии: ▨ - ПЦ; ▩ - ПЦ+известняк; ▤ - ПЦ+стеклопорошок: ДО - без добавки; ПЛ - с пластификатором; УТ - с ускорителем твердения; КМ - с комплексной добавкой

добавок зависит от характера их воздействия на гидратационную активность клинкерных фаз. Введение добавок-пластификаторов, регулирующих реологические свойства цементного теста и тормозящих гидратацию вяжущего на ранних этапах, приводит к увеличению коэффициента водоотделения за счет снижения водоудерживающей способности цементных частиц.

Добавки, способствующие повышению гидратационной активности цемента и, как следствие, обеспечивающие рост ранней прочности цементного камня, позволяют снизить водоотделение цементных суспензий.

Следовательно, водоудерживающая способность цементных систем в значительной степени зависит от факторов, определяющих гидратационную активность клинкерных фаз. Целенаправленный выбор минеральных и химических добавок, воздействующих на струк-

турообразование цементного теста на ранних стадиях гидратации, позволит регулировать седиментационную устойчивость формовочных масс и повысить эксплуатационные характеристики бетонов.

Литература

1. *Волженский А. В.* Минеральные вяжущие вещества. - М.: Стройиздат, 1986. - 464 с.
2. *Харьков В. О., Нормантович А. С., Коновалов В. М.* Влияние фосфогипса на водоудерживающую способность цемента // Вестник БГТУ. - 2005. - № 10. - С. 309-314.

**ОСОБЕННОСТИ УВЛАЖНЕНИЯ
КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ
ЗАСУШЛИВЫХ РАЙОНОВ КАЗАХСТАНА****Г. Ж. Айдарбеков, С. Н. Киялбай***

КГУ им. Коркыт Ата

КазАТК им. М. Тынышпаева*

Мақалада құрғақшылық климатта ораналасқан аудандардағы жол құрылымдарының ылғал алу көздері қарастырылған. Бұл аудандардағы жер төсемдерінің негізгі ылғал алу көздері ауылшаруашылық дақылдары егілетін суармалы алқаптардан берілетін ылғал көздерімен сипатталған.

Түйінді сөздер: Автомобиль жолдары, су-жылу тәртібі, ылғал жинау, ылғал сымдылығы, оңтайлы ылғалдылық.

It was shown that the main sources of pavement structure wetting in aridity regions are irrigation waters entering the body of road bed from irrigated farmlands. Maximum length of slope flatterings depends on ground filtration coefficients and the optimum moisture content.

Key words: motor roads, water and heat treatment, moisture accumulation, moisture, optimal moisture content.

Дорожная конструкция как элемент окружающей среды находится под постоянным воздействием природно-климатических условий, формирующих ее водно-тепловой режим. Воздействие водно-теплого режима проявляется в попеременном увлажнении и просыхании грунтов земляного полотна в зависимости от их промерзания и оттаивания, которые влияют на снижение прочностных свойств дорожной конструкции. Это особенно опасно в пылевидных супесчаных и лессовых грунтах. Причем следует учитывать и климатические условия местности. В дорожно-климатических зонах характерны большие перепады суточной температуры воздуха (в пределах 25-35 °С), изменение водно-теплого режима существенно отличается от других зон (особенно I-III). Здесь показатель суточного перепада температуры воздуха играет главную роль и влияет на снижение прочностных свойств дорожной одежды и глубину проник-

новения влаги в ее слои и тело земляного полотна. В связи с этим Ю. Л. Мотылев [1] выделяет 2 основного типа грунтовых вод:

– тип 1 - с максимумом в зимне-весенний период, связанный с промывкой почвогрунтов, которая, как правило, производится в феврале - марте, характерен для территорий, где распространены засоленные грунты;

– тип 2 - с максимумом в жаркий период (июнь - август), обусловленный поливом сельскохозяйственных культур в период их вегетации или вторым (летним) паводком рек, приурочен к давно орошаемым территориям, где засоление незначительное и необходимость в промывке полей отсутствует.

Проведенные натурные наблюдения с целью определения причин увлажнения земляного полотна и конструктивных слоев дорожной одежды в местной сети Кызылординской обл., подтвердили выводы Ю. Л. Мотылева и предложенную им дифференциацию режима грунтовых вод. Почти вся дорога, исследуемая нами, относится к 1-му типу (тип 1а) по условиям увлажнения местности. Однако местами, где дороги проходят через орошаемую территорию сельскохозяйственных угодий, наблюдались участки с повышенной влажностью, характерные для 3-го типа местности, являющиеся причиной образования пучин. Здесь почвогрунты, как правило, представлены тяжелыми разновидностями, так как на этих местах обычно культивируется рис, в этом случае имеет место разновидность 3-го типа - *3а* (рис. 1).

По исследованию узбекского ученого А. Ж. Каюмова [2], все орошаемые территории Узбекистана, характерные и для территории Кызылординской обл., отнесены к постоянно увлажняемым местам. Таким образом, анализ выделенных типов режима грунтовых вод показывает, что только типы 1, 3 и их разновидности 1а, 3а могут быть отнесены к постоянно увлажняемым местам. Высокое стояние грунтовых вод охватывает и холодный, и теплый период. Причем в холодный период высокое стояние грунтовых вод совпадает с периодом интенсивных осадков, когда указанные территории на самом деле являются увлажненными лишь в дни полива, что длится 3-4 дня и повторяется через 10-15 дней.

Результаты анализа показывают, что атмосферные осадки чрезвычайно неравномерно распределяются в южном регионе Казахстана [3]. Например, среднегодовое количество осадков в Кызылординской обл. изменяется в пределах 104-141 мм, в Шымкенте и Таразе - до 320 мм, в предгорных районах Алматинской обл. - от 350 до 581 мм и выше. Показатели среднегодовой относительной влажности воз-

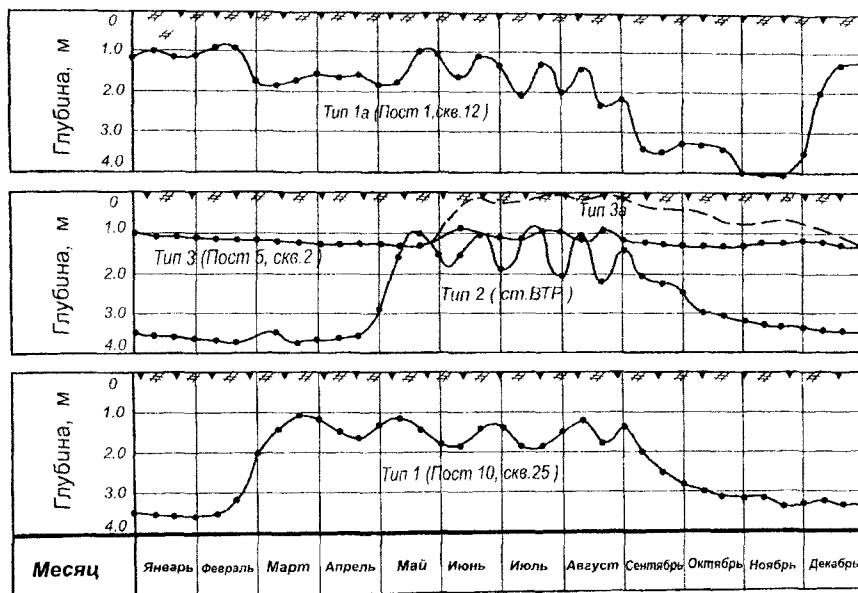


Рис. 1. Характерные типы режима грунтовых вод на орошаемых площадях Кызылординской обл.

духа в этих регионах также не высокие, т.е. их значения находятся в пределах от 47 до 59 % в равнинной местности, а в горах - до 65 %.

Атмосферные осадки и их испарение служат элементами геокомплекса, сток и впитывание влаги – источниками увлажнения дорожной конструкции. В условиях сухого и жаркого климата испарение является одним из существенных элементов водного баланса. Такие явления, которые могут способствовать лучинообразованию конструкции дорожной одежды, часто наблюдаются на дорогах, проложенных через орошаемые территории.

В практике водобалансовых исследований для определения испарения пользуются различными методами, которые делятся на эмпирические, экспериментальные и балансовые. Все указанные методы непригодны для определения испарения с дорожной конструкции ввиду ее ограниченности в поперечном направлении и отсутствия данных измерений метеорологических показателей над дорогой. Нерационально также применение метода В. И. Рувинского [4],

поскольку в данном случае испарение необходимо для установления периода влагонакопления и принятия решения о целесообразности применения мер регулирования влажности земляного полотна, для чего требуется высокая точность.

Для исследуемого региона среднемесячные величины испарения определены согласно [3] за период 1995-2008 гг. На рис. 2 изображено графическое определение периода увлажнения участков дорог, проложенных через поливные территории, из которого видно, что на дорожную конструкцию влияет разность между осадками и испарением.

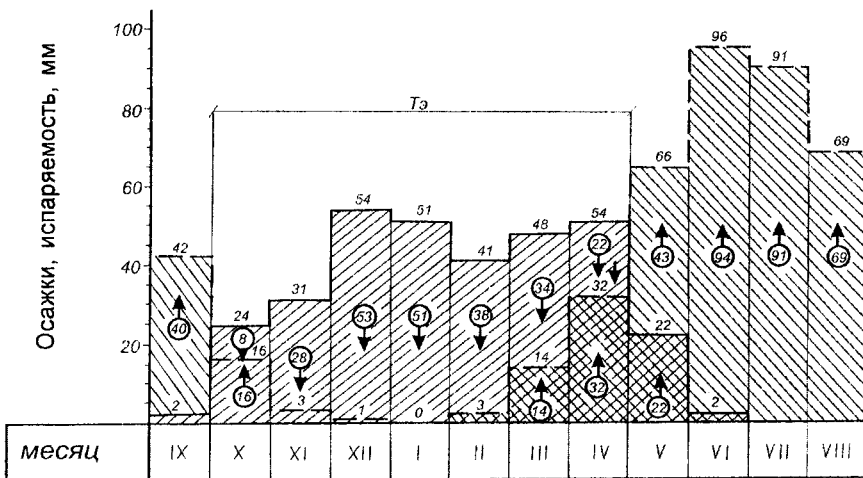


Рис. 2. Графическое определение эффективных осадков и периода их действия на дороге T_3 : \uparrow - испарение; \downarrow - дефицит влаги

Таким образом, при расчете водно-теплового режима дорожной конструкции на дорогах Южного Казахстана, где отмечается дефицит атмосферных осадков и поверхностных вод, источниками влагонакопления могут являться в основном постоянно орошаемые территории, на которых проложена автомобильная дорога. Для разработки новой модели возникает необходимость обоснования физической сущности влагонакопления с учетом указанных факторов.

Обычно влажность W земляного полотна находится в функциональной зависимости от суммарного воздействия климата, почвогрунтов, рельефа местности, грунтовых и поверхностных вод. В то же вре-

мя на её величину существенное влияние оказывают и конструктивные особенности дорожной одежды и земляного полотна, т. е. водопроницаемость покрытий, пористость нижних слоев дорожной одежды, коэффициент уплотнения земляного полотна, вид грунта и др. Исходя из этого соображения, W можно определить по формуле:

$$W = f\left(\sum \Gamma_i, \sum D_i\right), \quad (1)$$

где Γ_i - суммарное воздействие географического комплекса (климатические условия, рельеф местности, грунты и т. п.);

D_i - суммарный дорожный комплекс (геометрические параметры дороги, конструкция дорожной одежды, тип покрытия и т. п.).

Таким образом, исследование влагонакопления в грунтах земляного полотна должно основываться на совместном учёте геокомплекса и дорожного комплекса. При этом расчётная влажность W_p в теле земляного полотна всегда будет находиться в пределах

$$W_{MAX} \geq W_p \geq W_{ОПТ} \quad (2)$$

$$W_{MAX} = W_{П.В.} - V, \quad (3)$$

где $W_{ОПТ}$ - оптимальная влажность, %;

$W_{П.В.}$ - полная влагоемкость грунта, %;

V - объём заземленного воздуха, %.

Из условия (2) следует, что при отсутствии регулирования водного режима W_p равна максимально возможной влажности и, являясь аналогом плотности, может быть легко определена в процессе проектирования дороги, а при зарегулированном водном режиме $W_p = W_{ОПТ}$ и не требует специального определения. Простота определения величин W_{MAX} и $W_{ОПТ}$ позволяет проектировщику оценить экономическую эффективность от применения мер регулирования водного режима земляного полотна и принять оптимальное проектное решение с учётом конкретных природных условий и инженерно-технических решений.

Наиболее важной задачей для принятия оптимального проектного решения является определение прочностных и деформационных свойств местных грунтов в широком диапазоне плотности и влажности.

Третий тип увлажнения рабочего слоя земляного полотна, хотя не характерен для южных районов Казахстана, следует принимать для той местности, где дорога расположена вдоль орошаемой тер-

ритории сельскохозяйственных угодий. В этом случае подземные воды залегают на глубине более 3 м от низа дорожной одежды. Обычно подобные участки легко подвергаются пучению, так как этому способствует вид грунта (засоленные суглинистые или лессовые грунты) и условия увлажнения местности.

Основываясь на результатах проведенных исследований и с учетом классификации типов водно-теплового режима по В. М. Сиденко [5], для рассматриваемого региона могут быть установлены следующие типы водно-теплового режима земляного полотна:

1. Концентрационная диффузия и термодиффузия водяных паров, поступающих в земляное полотно снизу в холодный период, характерны для неорошаемых территорий при глубоком залегании грунтовых вод. Увлажнение грунтов в таких регионах происходит до величины максимальной гигроскопичности. В холодный период года на орошаемых территориях при втором типе местности по условию увлажнения грунт может достигать максимальной влагоемкости W_{MAX} .

2. Количество влаги, поступающей в земляное полотно в жидкой фазе, зависит от уровня грунтовых вод. Увлажнение грунта достигает величины полной влагоемкости $W_{п.в.}$, характерной для орошаемых территорий с 1 и 3 типом режима грунтовых вод, залегающих на глубине, меньшей величины капиллярного поднятия.

3. Вода поступает в земляное полотно через трещины и швы покрытий. Действует в холодный период, когда выпадает основное количество осадков, а раскрытие трещин и швов достигает максимальных размеров. Увлажнение грунта может достигать полной влагоемкости $W_{п.в.}$ в зависимости от количества осадков, типа покрытия, пористости основания и плотности земляного полотна.

В рассматриваемом регионе (Кызылординская обл.) отсутствуют необходимые предусловия для глубокого и длительного промерзания земляного полотна и связанного с ним разуплотнения грунтов. Здесь образование влагонакопления в теле земляного полотна связано с миграцией влаги, находящейся в притрассовой зоне. Для предотвращения таких видов влагонакопления в боковых резервах и в нижних слоях основания целесообразно предусматривать устройство бермы или уполаживание откосов (пример расчета приведен ниже).

Пример расчета. Определим допустимое расстояние $L_{дон}$ от бровки земляного полотна до уреза длительно стоящих поверхностных вод.

Значение $L_{дон}$ зависит от физико-механических свойств грунта (коэффициента фильтрации $K_{ф}$, оптимальной влажности $W_{опт}$ и др.) и продолжительности стояния воды в боковых резервах земляного

полотна t (сутки) в течение года и определяется по формуле (рис. 3):

$$L_{дон} = 1,15 \left[\frac{K_{\phi} \cdot P_{\phi}}{(W_{нс} - W_{отт}) \cdot P_{ск}} \right]^{3/8} \cdot t^{1/2}, \quad (4)$$

где P_{ϕ} - плотность воды, т/м³;
 $W_{нс}$ - полная влагоемкость грунта, дол. ед.:

$$W_{нс} = \frac{(P_{зр} - P_{ск}) \cdot P_{\phi}}{P_{зр} \cdot P_{ск}},$$

где $P_{зр}$ - истинная плотность грунта, т/м³;
 $P_{ск}$ - плотность скелета грунта, т/м³;
 1,15 - коэффициент, учитывающий принятую размерность.

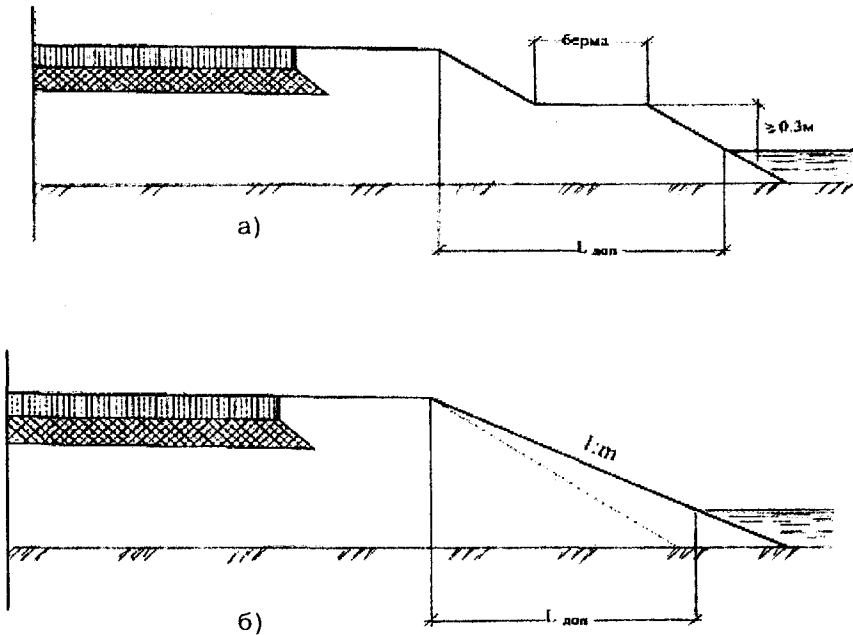


Рис. 3. Отвод поверхностных вод в боковых резервах:
 а - устройство бермы; б - улоаживание откосов

Исходные данные:

а) для супеси при $K_{\phi}=0,25$ м/сут, $\rho_{гр}=1,7$ т/м³, $\rho_{ск}=1,35$ т/м³ и $W_{опт}=9$ %. Таким образом, $L_{доп}=15,30$ м;

б) для суглинка при $K_{\phi}=0,05$ м/сут, $\rho_{гр}=1,9$ т/м³, $\rho_{ск}=1,40$ т/м³ и $W_{опт}=14$ %. Таким образом, $L_{доп}=9,18$ м.

Результаты расчетов показывают, что допустимая длина уполотворения откосов $L_{доп}$ находится в прямой зависимости от коэффициентов фильтрации K_{ϕ} грунтов и их оптимальной влажности $W_{опт}$, т. е. чем грунт менее водопроницаемый, тем ниже значения $L_{доп}$. Следовательно, чем выше значение $L_{доп}$, тем шире полосы отвода для земляного полотна на данном участке.

Литература

1. *Мотылев Ю. Л.* Устойчивость земляного полотна автомобильных дорог в засушливых и пустынных районах. - М.: Транспорт, 1969. - 230 с.

2. *Каюмов А. Ж.* О критической нагрузке при уплотнении грунтов катками// Проблемы механики. - 1996. - № 4. - С. 23-26.

3. СНиП РК 2.04.01-2001. Строительная климатология. - Астана: Мининдустрии РК, 2001. - 74 с.

4. *Рувинский В. И.* Оптимальные конструкции земляного полотна. - М.: Транспорт, 1982. - 160 с.

5. *Сиденко В. М.* Расчет и регулирование водно-теплового режима дорожных одежд и земляного полотна. - М.: Автотранссервис, 1962. - 116 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ГОРЕНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ФАКЕЛА

Н. Р. Юничева, к.т.н.

Институт проблем информатики и управления

Тозаң-көмір факелінің жануын тұрақтануының плазмалық технологиясын басқару жүйесінің математикалық моделін тұрғызудың процедурасы қарастырылған. Локализациялау әдісі негізінде және жалпы параметр әдісі негізіндегі параметрлік синтез есебін шешу алгоритмін зерттеу ұсынылған.

Түйінді сөздер: математикалық моделдер, плазмалық технологиялар, тозаң-көмірлі факел, процестерді басқару

The procedure of constructing a mathematical model of the plasma technology control of coal-dust flame combustion stabilization; proposed a study of dynamic properties on the basis of localization and an algorithm for solving the problem of parametric synthesis based on the common parameter method.

Key words: mathematical models, plasma technology, coal-dust flame, process management.

Плазменная технология безмазутного розжига низкосортных углей и процесса стабилизации горения пылеугольного факела позволяет при минимальном загрязнении окружающей среды решить актуальную проблему высокорентабельного использования низкосортных твердых топлив.

Плазмознергетическое оборудование для безмазутного розжига и стабилизации горения пылеугольного факела, включающее в себя плазмотрон постоянного тока линейно-коаксиальной схемы, тиристорный источник электропитания и камеру ЭТХПТ (электротермохимическая подготовка топлива к сжиганию), прошло успешные испытания в Институте нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН, в КазНИИЭ, на Гусиноозерской ГРЭС, Марковской ТЭС, Усть-Каменогорской ТЭС, Алматинской ГРЭС и подробно описано в [1].

Обеспечение всех достоинств указанного высокоэффективного метода возможно только при условии его полной автоматизации. К примеру, если температурный показатель процесса будет снижен, то это приведет к затуханию факела в топке. А повышение температуры ведет к увеличению энергозатрат и снижению эффективности процесса.

В процессе ЭТХПТ основным регулируемым показателем является температура топлива на выходе из камеры, основной управляющей переменной - расстояние между электродами. Сила тока и падение напряжения на дуге могут быть использованы как дополнительные управляющие переменные (рис. 1).

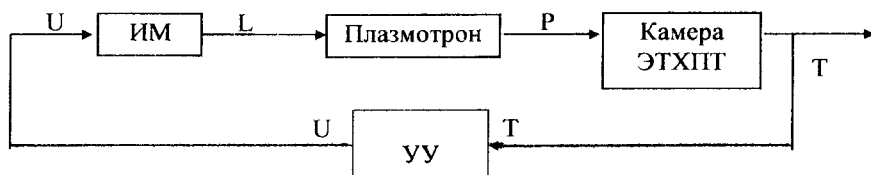


Рис. 1. Структурная схема системы управления плазменной технологией безмаслутного розжига низкосортных углей: U - сигнал на входе исполнительного механизма (ИМ); L - расстояние между электродами; P - выделяемая на дуге мощность; T - температура пылеугольной смеси на выходе камеры ЭТХПТ; УУ – устройство управления

Для математического описания процесса ЭТХПТ были сделаны следующие предположения: одномерность и стационарность процесса, безградиентный нагрев частиц, отсутствие взаимодействия частиц между собой, которые позволяют использовать при выборе математической модели обыкновенные дифференциальные уравнения.

В качестве механизма перемещения катода (ИМ) используется электродвигатель постоянного тока, имеющий следующие паспортные данные:

$$\begin{aligned} P_{ном} &= 100 \text{ Вт}; U_{ном} = 110 \text{ В}; I_{я} = 2,7 \text{ А}; \\ J_{дв} &= 6,9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad R_{я} = 0,48 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (1)$$

$$L_{я} = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}; n_{ном} = 2500 \text{ об / мин}; J_{н} = 0,067 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \quad (2)$$

Рассчитаем конструктивную, электромеханическую и электрическую постоянные времени:

$$C_e = \frac{U_{ном} - I_{я} R_{я}}{\left(2\pi/60\right)n_{ном}}; C_c = 0,4 \frac{B \cdot c}{rad}; T_m = \frac{(J_{об} + J_u) R_{я}}{(C_e)^2}; T_m = 0,2c;$$

$$T_s = \frac{L_{я}}{R_{я}}; T_s = 0,02c. \quad (3)$$

Так как $T_m \ll T_s$, то двигатель можно аппроксимировать аperiodическим звеном первого порядка с параметрами:

$$W_{об}(p) = \frac{k_0}{T_0 p + 1}, \quad (4)$$

где k_0 - коэффициент передачи двигателя;
 T_0 - электромеханическая постоянная времени.

На основании зависимости выделяемой на дуге мощности от расстояния между электродами, передаточную функцию плазмотрона можно представить в следующем виде:

$$W_{плазм}(p) = \frac{k_1}{T_1 p + 1}, \quad (5)$$

где k_1, T_1 - коэффициенты, зависящие от параметров плазмотрона.

Учитывая нагрев частиц при прохождении камеры ЭТХПТ при наличии тепловых потерь о стенку, передаточную функцию камеры ЭТХПТ получим в следующем виде:

$$W(p) = \frac{k_2}{T_2 p + 1}, \quad (6)$$

где k_2 - коэффициент, зависящий от концентрации угля и окислителя в пылеугольной смеси;

T_2 - коэффициент, характеризующий теплоемкость пылеугольной смеси, зависящей от качественных показателей углей.

Значения коэффициентов вышеприведенных передаточных функций для плазменной технологии выбраны следующим образом:

$$k_0 = 2,5; T_0 = 0,5; T_1 = 1,$$

а коэффициенты k_1, k_2, T_2 в связи с неоднородными физико-химическими свойствами, зависящими от состава углей, могут принимать значения из следующих интервалов:

$$[k_1] = [2;3]; [k_2] = [1,5;2]; [k_3] = [1,5;2,3].$$

Передаточная функция рассматриваемого процесса плазменной технологии представляется в следующем виде:

$$W_{ov}(P) = \frac{k}{p^3 + T_2' p^2 + T_1' p + T_0'}; \quad (7)$$

$$\text{где } k = k_0 k_1 k_2; T_2' = \frac{T_0 T_2 + T_1 T_2 + T_0 T_1}{T_0 T_1 T_2}; T_1' = \frac{T_0 + T_1 + T_2}{T_0 T_1 T_2};$$

$$T_0' = \frac{1}{T_0 T_1 T_2};$$

$$k = [7,5;15]; T_0' = [0,87;1,33]; T_1' = [2,61;5,05]; T_2' = [2,4;5,25].$$

Перейдем от математической модели в операторной форме к математической модели в пространстве состояний:

$$\dot{X}(t) = [A]X(t) + [B]U(t), \quad t \geq t_0, \quad (8)$$

где $X(t) \in R^3$ - вектор состояний системы;

$U(t) \in R^1$ - управляющее воздействие;

$[A]$ - интервально-заданная матрица объекта управления, представленная в нормальной форме (форма Фробениуса):

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -a_0 & -a_1 & -a_2 \end{bmatrix}, \quad a_0 = T_0', \quad a_1 = T_1', \quad a_2 = T_2'. \quad (9)$$

$[B]$ - интервально-заданный вектор объекта управления, представленный в следующем виде:

$$[B]^T = [b_1 \quad b_2 \quad b_3], \quad b_1 = 0; \quad b_2 = 0; \quad b_3 = k_0 k_1 k_2 = [7,5;15]. \quad (10)$$

С учетом полученных результатов исследования технологического процесса электротермохимической подготовки топлива в камере ЭТХПТ определены некоторые особенности рассматриваемого объекта управления:

– необходимость поддерживать температуру на выходе камеры 1200 ± 50 К;

– параметры топлива (содержание углерода, содержание и состав примесей, влажность) зависят не только от месторождения, но изменяются в пределах одного месторождения. Состав топлива плохо поддается точному численному выражению. Только опытным путем возможно определение границ изменения концентраций тех или иных компонентов топлива в пределах месторождения;

– плазмотроны рассчитываются главным образом полуэмпирическим методом, основанным на экспериментальном нахождении критериальных или квазикритериальных зависимостей.

Таким образом, можно заключить, что рассматриваемый процесс относится к классу интервально-заданных объектов управления.

Задачу управления процессом стабилизации горения пылеугольного факела сформулируем следующим образом: необходимо так управлять процессом, чтобы обеспечить стабилизацию температурного режима на выходе камеры ЭТХПТ с заданной точностью и создать в замкнутой системе управления монотонный переходный процесс.

Для решения поставленной задачи управления из эвристических соображений был выбран пропорциональный закон управления следующего вида:

$$U(t) = [K]X(t) = (K_0^T + \beta E_n)X(t), \quad (11)$$

где $\beta \in R^+$ - аддитивный общий настраиваемый параметр;

$K_0 \in R^n$ - точечный вектор настраиваемых параметров алгоритма управления;

$$E_n = \left([-1, 1], [-1, 1], \dots, [-1, 1]_n \right)^T.$$

Параметрический синтез осуществлялся с использованием идеи метода общего параметра [2]. Исследование свойства асимптотической устойчивости замкнутой системы управления проводилось по алгоритму, предложенному в [3].

Таким образом, представленные алгоритмы позволяют осуществить расчет динамики и решить задачу параметрического синтеза управления, обеспечивающие заданную точность температурного режима и монотонный переходный процесс в замкнутой системе. Это, в свою очередь, способствует снижению энергетических затрат и увеличению эффективности процесса.

Литература

1. Жуков М. Ф., Карпенко Е. И., Перегудов В. С. и др. Плазменная безмазутная растопка котлов и стабилизация горения пылеугольного факела - Новосибирск: Наука, 1999. – 304 с.
2. Юничева Н. Р. Метод общего параметра в задаче параметрического синтеза управления дискретными интервально-заданными объектами // Проблемы управления и информатики: Тр. 2-й Международ. конф., г. Бишкек, 19-21 июня 2007. - С. 137-142.
3. Юничева Н. Р. Анализ динамики интервальных замкнутых систем управления // Новости науки Казахстана. - 2008. - № 3. - С. 98-104.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИКИ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ**М. Н. Калимолдаев, д.ф.-м.н., М. Н. Омарова**

Институт проблем информатики и управления

Шектелген уақыт кесіндісінде берілген сызықтық жүйелерді басқару есебінің сандық есептеулері келтірілген. Оң жақ шеті бекітілгендегі есеп шешілген, экономикалық өсудің қарқынын беру негізінде капитал мен капиталдық құйылымдардың мәні есептелген.

Түйінді сөздер: моделдеу, сызықтық жүйелер, капитал құйылымдарын есептеу.

This article is considered numerical calculations of linear systems control problems on a finite interval of time. Solution of the problem with fixed right end, made the calculation of capital and capital expenditures on the basis of job growth.

Key words: modeling, linear systems, calculation of investments.

Приведены численные расчеты по управлению линейными системами на конечном отрезке времени. В качестве приложения рассмотрена модель экономики с учетом эколого-экономических взаимодействий, т. е. прежде всего находятся траектории для капитала и капитальных вложений. Рассматривается задача с закрепленным правым концом, и затем производится расчет величины капитала и капитальных вложений в конечный момент времени на основе задания темпа экономического роста.

Под темпом экономического роста понимают увеличение объема (в процентах) валового внутреннего продукта [1]. Модель экономического роста, или модель Солоу, показывает, как увеличение капитала за счет инвестиций и изменение численности работников влияют на рост объема производства во времени.

Решается следующая задача: определить темпы роста основных производственных факторов (труда и капитала), чтобы рост объема ВВП составлял $P_Y \cdot 100$ % в год. Связь между перечисленными показателями каждой отрасли выражается в виде производственной функции:

$$Y_i = F_i(K_i, L_i) = A_i K_i^{\alpha_i} L_i^{1-\alpha_i}, \quad i = \overline{1, n} \quad (1)$$

Из формулы (1) видно, что рост ВВП связан с двумя источниками - приростом капитала и приростом затрат труда. Сначала рассмотрим последствия изменения запаса капитала: из определения предельного продукта капитала имеем [2]:

$$MPK = \frac{\partial F}{\partial K} = \alpha AK^{\alpha-1} L^{1-\alpha} = \frac{\alpha Y}{K}, \quad (2)$$

т. е. предельный продукт капитала показывает, насколько увеличится производство, если капитал возрастет на 1 ед. (индекс i опущен). Аналогично для предельного продукта труда [2]:

$$MPL = \frac{\partial F}{\partial L} = (1-\alpha) AK^{\alpha} L^{-\alpha} = \frac{(1-\alpha)Y}{L}. \quad (3)$$

В действительности оба фактора производства меняются одновременно. Тогда увеличение объема ВВП ΔY будет определяться формулой:

$$\Delta Y = MPK \cdot \Delta K + MPL \cdot \Delta L.$$

Следовательно,

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \left(\frac{MPK \cdot K}{Y} \right) \cdot \frac{\Delta K}{K} + \left(\frac{MPL \cdot L}{Y} \right) \cdot \frac{\Delta L}{L}. \quad (4)$$

С учетом (3)-(4) имеем:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \alpha \cdot \frac{\Delta K}{K} + (1-\alpha) \cdot \frac{\Delta L}{L}. \quad (5)$$

Последнее равенство связывает темп прироста производства $\Delta Y/Y$ с темпом прироста капитала $\Delta K/K$ и затрат труда $\Delta L/L$. В поставленной задаче рост ВВП составляет P_Y , следовательно:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{(1+P_Y)Y - Y}{Y} = P_Y. \quad (6)$$

С учетом темпа роста рабочей силы n_1 , который определяется с помощью регрессионного анализа, имеем:

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{L_0 e^{n_1(t+\Delta t)} - L_0 e^{n_1 t}}{L_0 e^{n_1 t}} = e^{n_1 \Delta t} - 1 = e^{n_1} - 1 \quad (7)$$

при рассмотрении прироста за 1 год $\Delta t = 1$.

Тогда из формулы (5) с учетом (6)-(7) следует:

$$P_Y = \alpha \frac{\Delta K}{K} + (1-\alpha)(e^{n_1} - 1) \quad (8)$$

С учетом формул (6) и (8) величина роста капитала будет составлять $P_K \cdot 100$ % в год, где P_K определяется выражением:

$$P_K = \frac{P_Y - (1 - \alpha)(e^{\mu t} - 1)}{\alpha} . \quad (9)$$

Таким образом, полученная формула позволяет определить процент роста капитала, который соответствует темпу экономического роста $P_Y \cdot 100$ % в год с учетом рассчитанного темпа изменения трудовых ресурсов. По известным данным о начальном капитале для каждой отрасли K^i_0 с учетом процента роста может быть рассчитана конечная величина капитала.

Далее осуществляется приведение траекторий капитала для каждой отрасли из начального состояния K^i_0 , $i = \overline{1, n}$, рассчитанное согласно темпу экономического роста конечное значение K^i_T , $i = \overline{1, n}$ за конечный промежуток времени T .

Уравнение вида:

$$I(t) = \frac{2\mu e^{\mu t}}{e^{2\mu T} - 1} [K_0 - e^{\mu t} K_T] \quad (10)$$

осуществляет перевод траектории из K_0 в K_T за время T . При подстановке выражения (10) в систему дифференциальных уравнений для функций капитала имеем следующую систему дифференциальных уравнений с учетом эколого-экономических взаимодействий:

$$\begin{cases} \dot{K}(t) = \mu[K_T - K(t)] + \frac{2\mu e^{\mu t}}{e^{2\mu T} - 1} [K_T - K(t)], \\ K(T) = K_T, \quad K(0) = K_0. \end{cases} \quad (11)$$

Последняя система (11) решается численно, значения нормы амортизации μ^i , $i = \overline{1, n}$ из статистических данных Республики Казахстан. При этом могут быть получены динамические ряды для капитала каждой отрасли на заданный период. Затем при подстановке значений капитала по формуле (10) могут быть получены динамические ряды для капитальных вложений каждой отрасли.

После расчета траекторий для капитала и капитальных вложений найдем оптимальные траектории для Y, X, C . По рассчитанным в узлах значениям капитала и трудовых ресурсов можно определить

конечный продукт y по формуле производственной функции Кобба - Дугласа. Для оценки параметров производственной функции (ПФ) Кобба - Дугласа применим аппарат регрессионного анализа. В качестве инструмента для экстраполяционных расчетов в данной работе, т.е. для моделирования национального выпуска Республики Казахстан использовалась производственная функция типа Кобба - Дугласа:

$$Y = AK^\alpha L^\beta, \quad \alpha, \beta > 0, \quad \alpha + \beta = 1. \quad (12)$$

Такой выбор объясняется следующими причинами: во-первых, динамика конечного продукта базируется на 2-х основных факторах - затратах труда и затратах капитала. Во-вторых, прирост производства конечного продукта пропорционален суммарному приросту обоих факторов. Математически это положение выражается тем, что сумма показателей степени при K и L равна 1, т.е. $\alpha + \beta = 1$.

Естественно, что ПФ, используемая в целях прогнозирования, не может быть с удовлетворительной точностью специфицирована, если в нее не включен параметр времени. Таким образом, окончательный вид ПФ:

$$Y(t) = Y(K(t), L(t)) = AK^\alpha(t)L^{1-\alpha}(t), \quad 0 < \alpha < 1. \quad (13)$$

Методом наименьших квадратов (МНК) называют процедуру поиска таких значений параметров α, β , которые при подстановке p пар значений переменных в формулу (14) минимизируют сумму квадратов регрессионных остатков U_i :

$$S = \sum_{i=1}^p U_i^2 = \sum_{i=1}^p (Y_i - (\alpha + \beta X_i))^2 \quad (14)$$

Согласно МНК будем подбирать значения оценок α, β , так, чтобы их подстановка в уравнение (14) давала минимальное значение для S . С этой целью продифференцируем (14) соответственно по α и β и, приняв значения частных производных равными нулю, получим следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial \alpha} &= -2 \sum_{i=1}^p (Y_i - \alpha - \beta X_i) = 0, \\ \frac{\partial S}{\partial \beta} &= -2 \sum_{i=1}^p X_i (Y_i - \alpha - \beta X_i) = 0. \end{aligned} \quad (15)$$

Для оценки α и β имеем:

$$\alpha p + \beta \sum_{i=1}^p X_i = \sum_{i=1}^p Y_i, \quad (16)$$

$$\alpha \sum_{i=1}^p X_i + \beta \sum_{i=1}^p X_i^2 = \sum_{i=1}^p X_i Y_i.$$

Решение (16) относительно β дает:

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^p X_i Y_i - \left[\left(\sum_{i=1}^p X_i \right) \left(\sum_{i=1}^p Y_i \right) \right] / p}{\sum_{i=1}^p X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^p X_i \right)^2 / p} = \frac{\sum_{i=1}^p (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^p (X_i - \bar{X})^2}, \quad (17)$$

где $\bar{X} = \sum_{i=1}^p X_i / p$, $\bar{Y} = \sum_{i=1}^p Y_i / p$ - средние значения переменных.

Решение (16) относительно α дает:

$$\alpha = \bar{Y} - \beta \bar{X} \quad (18)$$

Точка на прямой регрессии, полученная по методу наименьших квадратов, соответствует фактическому значению объясняющей переменной X_i :

$$Y_i = \alpha + \beta X_i \quad (19)$$

которую называют расчетным значением Y_i , соответствующим X_i

Разность фактического и расчетного значения есть остаток:

$$U_i = Y_i - \hat{Y}_i = Y_i - (\alpha + \beta X_i) \quad (20)$$

В качестве меры адекватности регрессионных моделей чаще всего используют коэффициент детерминации [3]:

$$R^2 = \sum_{i=1}^p (Y_i - \bar{Y})^2 / \sum_{i=1}^p (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (21)$$

Чем ближе значение коэффициента к единице, тем точнее найдены неизвестные параметры. Перейдем к поиску оптимальных траекторий для Y, X, C :

$$Y_i = F_i(K_i, L_i) = A K_i^\alpha L_i^{1-\alpha}, \quad i = \bar{1}, n \quad (22)$$

Валовой продукт определяется при известном конечном Y по формуле:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 - A_{11} & -A_{12} \\ -A_{21} & 1 - A_{22} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix}, \quad (23)$$

где $\begin{pmatrix} 1 - A_{11} & -A_{12} \\ -A_{21} & 1 - A_{22} \end{pmatrix}^{-1}$ - матрица полных затрат или матрица Леонтьева.

Таким образом, получены динамические ряды для капитала, капитальных вложений, коэффициентов производственной функции и численности занятых и валового продукта на прогнозируемые последние годы.

Литература

1. *Дадаян В. С.* Вопросы количественного анализа в теории экономической динамики. - М.: Изд-во МГУ, 1968. - 32 с.
2. *Анчишкин А. И.* Прогнозирование роста социалистической экономики. - М.: Экономика, 1973. - 295 с.
3. *Винн Р., Холден К.* Введение в прикладной эконометрический анализ. - М.: Финансы и статистика, 1981. - 294 с.

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПОВЫШЕННЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ
РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
В КЛАССЕ ЧЕТЫРЕХПАРАМЕТРИЧЕСКИХ
СТРУКТУРНО-УСТОЙЧИВЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ
С ОДНИМ ВЫХОДОМ**

Н. А. Калиаскаров

Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева

Төртпараметрлік құрылымды-тұрақты шағылыстыруларды басқарушы функциялар ретінде пайдалану ұсынылған, ол осы жүйенің робастық орнықтылығының жоғары әлеуетін қамтамасыз етеді.

Түйінді сөздер: басқару жүйелері, робастық тұрақтылық, құрылымды-тұрақты шағылыстырулар.

Proposed use tetra-parametric structurally stable mappings as functions of managers, which provides information systems to enhance the capacity of robust stability.

Key words: control systems, robust stability, structurally stable representations.

При построении систем зачастую возникают трудности, вызванные параметрической неопределенностью объектов управления. Это может быть связано с неполной априорной информацией об объекте управления и системе в целом, с допущениями, принимаемыми при проектировании системы управления, с изменением свойств отдельных частей системы во времени и т.д. В таких случаях прибегают к использованию робастного управления [1] с целью обеспечения устойчивости исследуемой системы в широком диапазоне значений ее параметров. Синтез робастных систем управления чаще всего осуществляется на основе теории H_2 и H_∞ , μ -анализа, теории игр.

В статье предлагается подход к построению робастных систем на основе элементов теории катастроф [2, 3]. Основная идея подхода состоит в поиске управлений в классе структурно-устойчивых отображений теории катастроф [4].

Постановка и решение задачи в общем виде. Будем рассматривать систему автоматического управления, которая описываемая

системой дифференциальных уравнений, векторно-матричная форма которой имеет вид:

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu, \quad (1)$$

где $x = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n]^T$ - вектор состояния размерности n ;

A - матрица коэффициентов при компонентах вектора состояния размерности $n \times n$;

B - матрица коэффициентов при управлении размерности $n \times m$;

u - m -мерная нелинейная полиномиальная вектор-функция управления.

Зададимся следующей структурой матрицы A , соответствующей управляемой канонической форме:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -a_{1,n} & -a_{2,n} & -a_{3,n} & \dots & -a_{n,n} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Вектор-функция управления u размерности $m \times 1$ задается в форме четырехпараметрического структурно-устойчивого отображения (катастрофа типа параболическая омбилика) и может быть записана в виде:

$$u(x_i, k_{j,1}, k_{j,2}, k_{j,3}, k_{j,4}) = \begin{bmatrix} -x_1^2 x_2 - x_2^4 - k_{1,1} x_1^2 - k_{1,2} x_2^2 + k_{1,3} x_1 + k_{1,4} x_2 \\ -x_3^2 x_4 - x_4^4 - k_{2,1} x_3^2 - k_{2,2} x_4^2 + k_{2,3} x_3 + k_{2,4} x_4 \\ \dots \\ -x_{n-1}^2 x_n - x_n^4 - k_{m,1} x_{n-1}^2 - k_{m,2} x_n^2 + k_{m,3} x_{n-1} + k_{m,4} x_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

$i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$

Данный вид управления представляет собой управление с обратной связью, так как выражение (3) в правой части содержит компоненты вектора состояния x_i . Таким образом, при синтезе управляющего сигнала на каждом шаге учитывается текущее состояние системы, характеризуемое вектором x .

Относительно матрицы B коэффициентов при управлении u сделаем следующее замечание. Структура матрицы B различна и определяется четностью или нечетностью порядка системы n в соответствии с (4).

$$\begin{array}{c}
 n - \text{нечетное} \\
 B = \begin{bmatrix}
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\
 b_{n,1} & b_{n,2} & b_{n,3} & \dots & b_{n,m}
 \end{bmatrix} ; \\
 \end{array} \tag{4}$$

$$\begin{array}{c}
 n - \text{четное} \\
 B = \begin{bmatrix}
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 b_{n,1} & b_{n,2} & b_{n,3} & \dots & b_{n,m}
 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

Данная структура обеспечивает подачу управляющего воздействия в виде элементов вектора-функции u на компоненты вектора состояния, соответствующие четным производным вектора x . Такой подход основан на применяемом принципе к построению систем управления - управлении по ускорению [5]. Также отметим, что структура матрицы B обеспечивает подачу всех компонент вектор-функции u на старшую производную вектора x .

С учетом принятых обозначений для управляющих функций (3) система (1) для нечетного и четного значения порядка системы n примет вид:

n - нечетное

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} = x_3 - x_1^2 x_2 - x_2^4 - k_{1,1} x_1^2 - k_{1,2} x_2^2 + k_{1,3} x_1 + k_{1,4} x_2 \\ \frac{dx_3}{dt} = x_4 \\ \dots \\ \frac{dx_{n-1}}{dt} = x_n - x_{n-1}^2 x_n - x_n^4 - k_{1,1} x_{n-1}^2 - k_{1,2} x_n^2 + k_{1,3} x_{n-1} + k_{1,4} x_n \\ \frac{dx_n}{dt} = -a_{1,n} x_1 - a_{2,n} x_2 - \dots - a_{n,n} x_n + \dots \\ + b_{n,1} (-x_1^2 x_2 - x_2^4 - k_{1,1} x_1^2 - k_{1,2} x_2^2 + k_{1,3} x_1 + k_{1,4} x_2) + \\ + b_{n,2} (-x_3^2 x_4 - x_4^4 - k_{2,1} x_3^2 - k_{2,2} x_4^2 + k_{2,3} x_3 + k_{2,4} x_4) + \dots \\ + b_{n,m} (-x_{n-1}^2 x_n - x_n^4 - k_{m,1} x_{n-1}^2 - k_{m,2} x_n^2 + k_{m,3} x_{n-1} + k_{m,4} x_n) \end{array} \right.$$

n - четное

(5)

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} = x_3 - x_1^2 x_2 - x_2^4 - k_{1,1} x_1^2 - k_{1,2} x_2^2 + k_{1,3} x_1 + k_{1,4} x_2 \\ \frac{dx_3}{dt} = x_4 \\ \dots \\ \frac{dx_{n-1}}{dt} = x_n \\ \frac{dx_n}{dt} = -a_{1,n} x_1 - a_{2,n} x_2 - \dots - a_{n,n} x_n + \dots \\ + b_{n,1} (-x_1^2 x_2 - x_2^4 - k_{1,1} x_1^2 - k_{1,2} x_2^2 + k_{1,3} x_1 + k_{1,4} x_2) + \\ + b_{n,2} (-x_3^2 x_4 - x_4^4 - k_{2,1} x_3^2 - k_{2,2} x_4^2 + k_{2,3} x_3 + k_{2,4} x_4) + \dots \\ + b_{n,m} (-x_{n-1}^2 x_n - x_n^4 - k_{m,1} x_{n-1}^2 - k_{m,2} x_n^2 + k_{m,3} x_{n-1} + k_{m,4} x_n) \end{array} \right.$$

Анализ стационарного режима системы (5) показывает, что данная система имеет тривиальное решение:

$$x_{1s} = x_{2s} = x_{3s} = \dots = x_{ns} = 0 \quad (6)$$

и нетривиальное решение:

$$\begin{cases} x_{1s} = \frac{b_{n,1}k_{1,3} - a_{1,n}}{b_{n,1}k_{1,1}} \\ x_{2s} = x_{3s} = \dots = x_{ns} = 0^* \end{cases} \quad (7)$$

Очевидно, что нетривиальное решение системы (7) определяется значениями параметров $b_{n,1}$, $k_{1,3}$, $k_{1,1}$ и $a_{1,n}$. Исследование устойчивости решения в зависимости от указанных параметров сводится к анализу характеристических уравнений вида:

$$\lambda - b_{n,1}k_{1,3} + a_{1,n} = 0, \quad (8)$$

$$\lambda + 2b_{n,1}k_{1,1}x_{s_2} - b_{n,1}k_{1,3} + a_{1,n} = 0.$$

Условия устойчивости будут иметь вид:

$b_{n,1}k_{1,3} - a_{1,n} < 0$ - условие устойчивости для первого уравнения; (9)

$-b_{n,1}k_{1,3} + a_{1,n} < 0$ - условие устойчивости для второго уравнения.

Точка, в которой разность $b_{n,1}k_{1,3} - a_{1,n}$ обращается в ноль, представляет собой точку бифуркации для рассматриваемой системы, проходя через которую система переходит из одного устойчивого состояния в другое. Пространство управляющих параметров представлено на рис. 1.

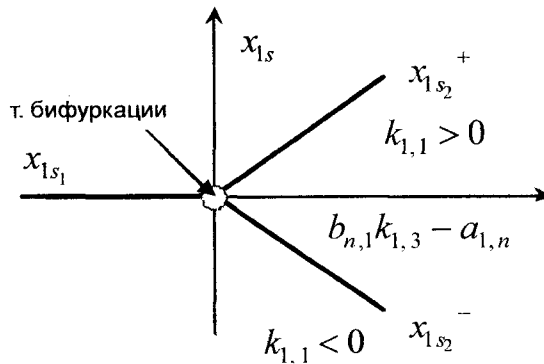


Рис. 1. График бифуркации

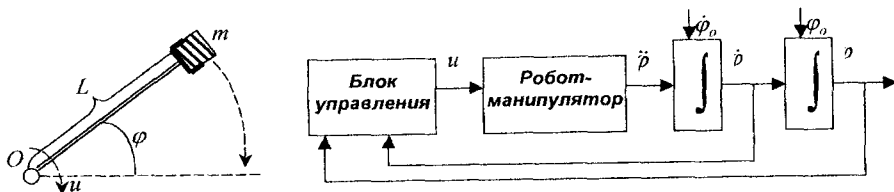


Рис. 2. Однозвенный робот-манипулятор и структурная схема системы управления

Система управления положением однозвенного робота-манипулятора. Проиллюстрируем рассмотренный подход на примере системы управления для однозвенного робота-манипулятора (рис. 2), состоящего из абсолютно твердого однородного прямолинейного стержня длиной $L = 0,5 [м]$ и массой $M = 2 [кг]$.

Система дифференциальных уравнений в управляемой канонической форме для исследуемого объекта имеет вид [6]:

$$\begin{cases} \dot{\varphi}_1 = \varphi_2 \\ \ddot{\varphi}_2 = -\frac{gL\left(m + \frac{M}{2}\right)}{L^2 m} \varphi_1 - \frac{\alpha}{L^2 m} \varphi_2 + \frac{1}{L^2 m} u \end{cases} \quad (10)$$

Здесь $\varphi = \varphi_1$ - угол между осью стержня и вертикальной прямой, проходящей через точку O . Через $g = 9.81 [м/с^2]$ обозначено ускорение свободного падения, а через $\alpha \geq \alpha_0 > 0$ - коэффициент вязкого трения, относительно которого предполагается, что его конкретное значение не известно, а известно лишь приближенное значение α_0 . Ставится задача поиска управления $u(t)$, при котором груз известной массы m перемещается из произвольного начального положения ($\varphi_0 = 0.1 [рад]$, $\dot{\varphi}_0 = 0.01 [рад/с]$) в положение равновесия ($\varphi_f = 0$, $\dot{\varphi}_f = 0$). Управление будем искать в виде (3), полагая $m = 0,5 [кг]$.

С целью моделирования системы был использован пакет для инженерных и научных вычислений Matlab v.7.4 (R2007a). В результате моделирования получены переходные процессы в системе при различных значениях ее параметров. На рис. 3 представлены графики изменения выходной координаты φ при различных значениях управляющих параметров k_i . При этом для всех возможных $i \in [1..4]$ берется одинаковый диапазон изменения параметра $k_i \in [0..80]$.

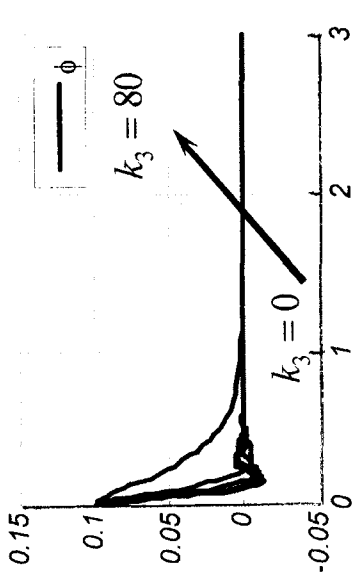
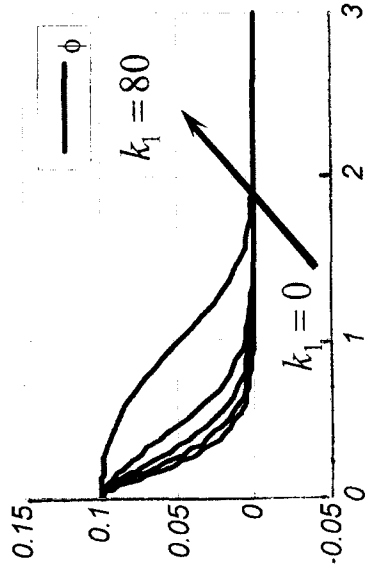
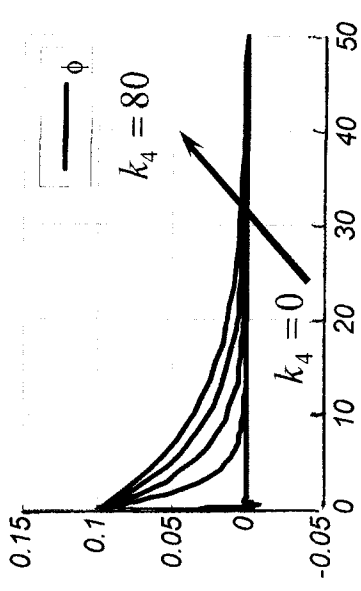
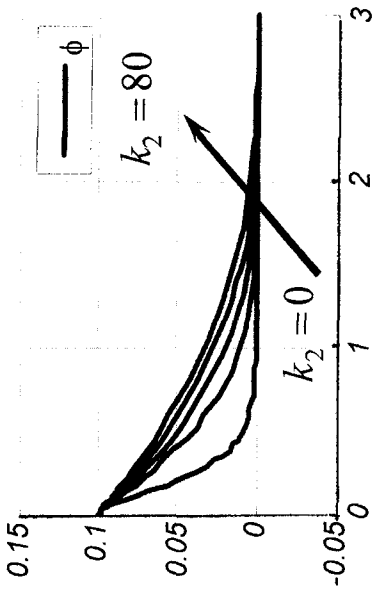


Рис. 3. Переходные процессы в системе при различных значениях коэффициентов управляющей функции

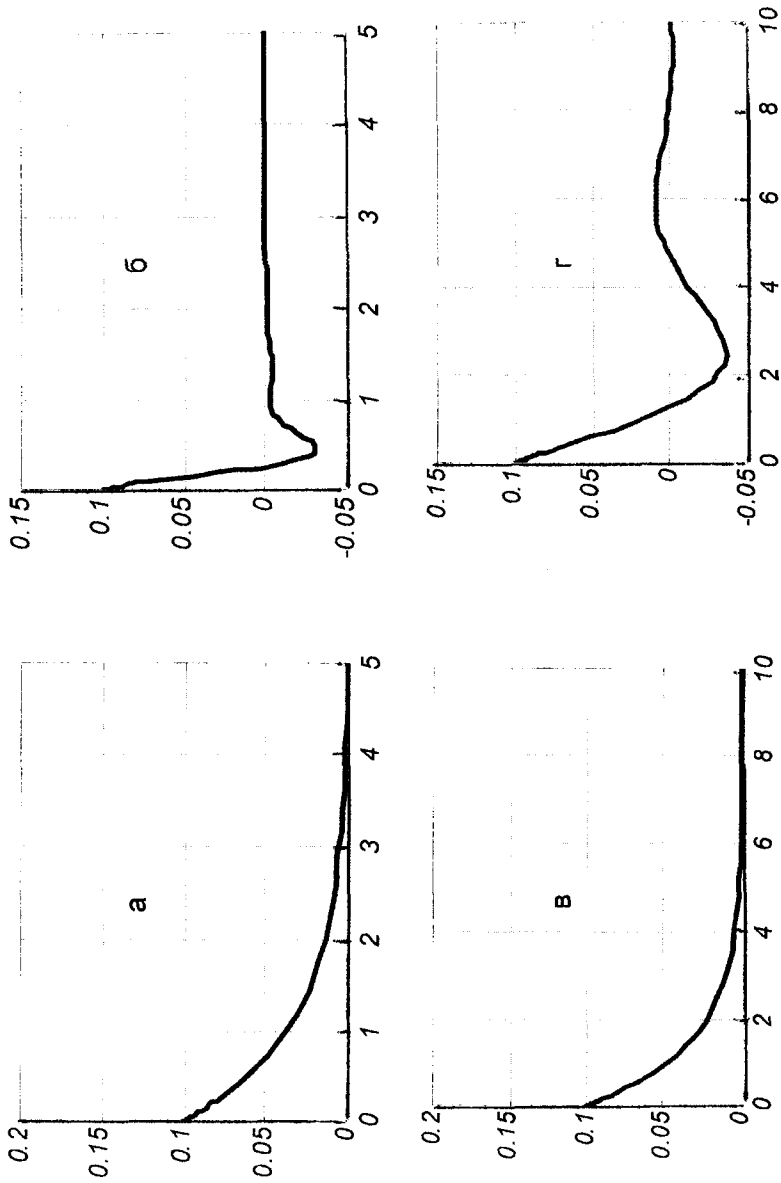


Рис. 4. Переходные процессы в системе с управляющим воздействием в виде параболической омбили-
ки (а, в) при $k_1 = 10$, $k_2 = 15$, $k_3 = 20$, $k_4 = 25$ и в системе с ПИД-регулятором (б, г) при $K_p = 1$,
 $K_i = 10$, $K_d = 0,1$

На рис. 4 представлен результат моделирования динамики системы при различных видах управления: в виде четырехпараметрического структурно-устойчивого отображения и классического ПИД-управления

Таким образом, анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

- изменение управляющих параметров k_i управляющей функции $u(t)$ в диапазоне $[0...80]$ не выводит систему из состояния устойчивости, поэтому система обладает робастными свойствами в широком диапазоне изменений параметров;

- изменение параметра системы α в диапазоне $[1...10]$, значение которого априори неизвестно, не выводит систему из состояния устойчивости, что также подтверждает робастные свойства системы;

- система с управляющей функцией в виде параболической омбилики позволяет получить качественный выигрыш по сравнению с применением других законов управления (например, ПИД-закон управления), в частности, применение управления в соответствии с изложенным подходом позволяет избавиться от колебательности системы.

Таким образом, показано, что использование четырехпараметрических структурно-устойчивых отображений в качестве управляющих функций обеспечивает построение систем управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости.

Литература

1. *Никифоров В. О.* Адаптивное и робастное управление с компенсацией возмущений. - СПб.: Наука, 2003. - 281 с.
2. *Бейсенби М. А., Тен В. В., Калиаскаров Н. А.* Моделирование робастноустойчивых систем управления и построение их в классе структурно-устойчивых отображений // Проблемы автоматизации и управления: Матер. Междунар. конф. - Бишкек, 2004. - С. 15-21.
3. *Калиаскаров Н.* SISO-системы автоматического управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости с законом управления в виде катастрофы параболической омбилики // Поиск. - 2006. - № 3. - С. 253-257.
4. *Гилмор Р.* Прикладная теория катастроф: В 2-х кн. - М.: Мир, 1984. - 350 с.
5. *Дорф Р.* Современные системы управления. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2004. - 830 с.
6. *Афанасьев В. Н.* Математическая теория конструирования систем управления. - М.: Высшая школа, 1998. - 574 с.

ОЦЕНКА МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА МЯСА БЫЧКОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ПРИРОДНОГО ЦЕОЛИТА

Б. Ж. Кожебаев, к.с.-х.н.

Семипалатинский государственный университет
им. Шакарима

Асыл тұқымды мал шаруашылықтарында өгізшелерді өсіруде Митрофанов кен орнының цеолитін пайдалану мүмкіндігі зерттелген. Бұзаулардың рационана минералдық үстеме жем ретінде табиғи цеолитті енгізу еттің сапасы мен өнімділігін қамтамасыз етеді.

Түйінді сөздер: ауыл шаруашылық жануарларын қоректендіру, цеолит, жемдік қоспалар.

The possibility of using zeolite of Mitrofanovskoye field in the growing of bull-calves for breeding farms. Introduction of natural zeolite as a mineral feeding in the diet of calves provides high meat productivity and quality of it.

Key words: feeding of farm animals, zeolite, feed additives.

Исследования проводились в крестьянском хозяйстве «Багратион-2» Уланского р-на Восточно-Казахстанской обл. Были подобраны 2 группы бычков по 10 гол. в каждой, не предназначенные для племенных целей, по принципу пар-аналогов. Кормление бычков проводили основным рационом. В состав комбикормов опытной группы дополнительно вводили природный цеолит в количестве 6 % сухого вещества рациона. Минеральные подкормки бычкам вводили в рацион с первых дней жизни, сначала добавляли в молоко, позже скармливали с концентратами. До 6-месячного возраста основу рационов составляли молочные корма и концентраты, поэтому уровень протеина, сахара и фосфора был в пределах существующих норм. С 7- до 12-месячного возраста у молодняка был концентратно-сенный тип кормления. Все рационы были сбалансированы по основным питательным веществам, кроме дефицитных меди и кобальта, недостаток которых в опытной группе восполнили цеолитом.

При одинаковой структуре рационов и идентичном кормлении

динамика развития животных имела свои особенности. Так, опытные животные уже в молочный период росли интенсивней, чем животные контрольной группы. За первые 10 дней разница в приросте составила 10,7 %. Такая закономерность в развитии сохранялась до 12-месячного возраста. В целом за период выращивания интенсивность роста у бычков опытной группы превышала этот показатель молодняка контрольной группы на 16,4 %, а по живой массе - на 34,7 кг.

Опытные животные были несколько крупнее по размерам туловища. В ширине маклоков отмечена тенденция в сторону увеличения, вследствие чего индексы растянутости, массивности, сбитости и костистости были характерными для животных крупного телосложения мясного типа, что согласуется с показателями живой массы подопытного молодняка. По окончании откорма в условиях убойного цеха КХ «Багратион-2» был произведен убой животных контрольной и опытной групп. Опытные животные в 12-месячном возрасте характеризовались высокими убойными качествами (табл. 1).

Таблица 1

Результаты контрольного убоя, кг

Показатель	Группа	
	I	II
<i>Живая масса:</i>		
при снятии с откорма	247,4±16,94	266,3±12,6
после голодной выдержки	239,7±33,24	254,0±9,50
Мясо парной туши	118,4±8,74	133,4±5,07
Жир-сырец	2,63±0,04	3,13±0,37
Убойный выход, %	50,7±3,74	52,4±1,92
<i>Масса:</i>		
крови	6,88±,41	7,12±0,53
легких	2,8±0,18	3,4±0,23
сердца	1,0±0,06	1,5±0,14
печени	3,8±0,18	4,3±0,26
почек	0,62±0,02	0,68±0,05
<i>Ноги:</i>		
задние	2,8±0,04	3,4±0,02
передние	2,9±0,29	3,3±0,04
Голова	11,8±1,21	13,5±0,72
Масса шкуры	16,6±1,58	20,2±0,98

Контрольный убой 12-месячных бычков показал, что разница в интенсивности развития со дня рождения оказала существенное влияние на формирование животных. Так, убойный выход у животных опытной II группы составил 52,4 %, тогда как в контрольной этот показатель был ниже. В итоге масса парной туши у животных опытной группы в среднем превысила на 15 кг показатель контрольной группы. Выход мяса на 1 кг костей был также на 19 % выше, чем у молодняка I группы.

Бычки, получавшие цеолит в период роста и развития, имели тяжеловесные шкуры, отличались более высокой массой конечностей и головы. Содержание жира в образцах фарша опытного молодняка было на 26,8 % выше, чем контрольных. Такая же закономерность установлена между группами по массе жира-сырца.

При рассмотрении весовых категорий внутренних органов следует отметить, что масса легких и сердца была выше в группе, где молодняк получал 6 % цеолита. Кроме того, эти животные характеризовались хорошо развитым желудочно-кишечным трактом. Так, в 6 мес. масса рубца и сетки была больше на 5,3-13,1 %, чем у сверстников, а в 12 мес. - на 10,2 %, что свидетельствует о значительном потреблении объемистых кормов и интенсивном уровне обменных процессов в организме бычков III группы. Такая же тенденция отмечена и по размерам кишечника у опытного молодняка как в 6-, так и в 12-месячном возрасте.

Таблица 2

Органолептическая оценка мяса и бульона, балл

Показатель	Группа	
	I	II
<i>Мясо</i>		
Внешний вид	7,0±0,08	8,2±0,07
Аромат	6,6±0,55	7,8±0,14
Вкус	6,8±0,67	7,8±0,18
Консистенция	5,0±0,88	6,6±0,34
Сочность	5,6±0,32	7,6±0,55
<i>Бульон</i>		
Внешний вид	7,4±0,08	7,2±0,36
Аромат	7,1±0,23	7,2±0,36
Вкус	7,6±0,31	7,5±0,43
Наваристость	8,3±0,15	7,5±0,34

Проведена дегустационная оценка мяса и бульона контрольной и опытной группы по 9-балльной системе. Дегустация мяса показала высокое качество говядины опытных животных, но бульон из мяса контрольного молодняка получил более высокую оценку. Средний балл мяса составил 6,2 и 7,6, бульона - 7,6 и 7,3 (табл. 2).

Все изучаемые тесты были характерными для высококачественного мяса. Общий балл оценки мяса был достоверно выше, чем у аналогов. Разница между группами составила 22,5 % .

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают возможность и целесообразность использования цеолита Митрофановского месторождения в качестве минеральной подкормки при выращивании быков в племенных хозяйствах.

ВЛИЯНИЕ БРОНХОПНЕВМОНИИ НА ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК

И. Т. Джакупов., К.С.-Х.Н.

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина

Бронхопневмонияның сиырлардың жыныс циклына, ұрықтану нәтижесіне, сервис-кезеңіне және бедеуліктің ұзақтығына теріс әсер тигізетіндігі анықталған.

Түйінді сөздер: жануарлардың бронхопневмониясы, сиырлардың өсіп-өну функциясы, сиырлардың ұрықтануы.

The negative impact of bronchopneumonia in the manifestation of sexual cyclic recurrence, fertilization, service period and duration of infertility first-calf cows.

Key words: bronchopneumonia of animal, reproductive function of cows, insemination of cows.

Бронхопневмония - заболевание полиэтиологическое и возникает в результате комбинированного воздействия на организм неблагоприятных факторов, ослабляющих резистентность. Она может принимать массовый характер, охватывая в отдельные периоды до 30-50 % поголовья. Поэтому изучение влияния бронхопневмонии на организм животного, его рост и развитие актуально.

Цель работы заключается в изучении влияния бронхопневмонии, возникшей у телок в возрасте 1,5-2 мес., на биохимические показатели крови, живую массу и воспроизводительную функцию. Для проведения исследований были сформированы 2 группы телят. Животные первой группы (n=17) служили контролем, второй (n=17) – больные бронхопневмонией. Диагностика бронхопневмонии осуществлялась клиническими и биохимическими методами.

По биохимическим и морфологическим показателям сыворотки крови у больных бронхопневмонией телят наблюдалось уменьшение общего белка на 4,9 г/л, гемоглобина - на 18,6 г/л, альбуминов - на 8,38 %, глобулинов α - на 2,73 %, γ - на 9,28 %, лейкоцитов - на 0,13 % и повышение β -глобулинов - на 9,2 %, эритроцитов - на $3,16 \times 10^{-12/l}$ по сравнению со здоровыми животными. Через 6 мес. повторное исследование животных первой и второй групп, для изучения влияния бронхопневмонии на динамику биохимических показателей сыво-

ротки крови. Установлено, что у телок второй группы наблюдается незначительное снижение общего белка на 1,1 г/л альбуминов - на 0,9 %, α -глобулинов - на 0,26 %. При повышении глобулинов β - на 0,05 %, γ - на 0,68 % изменение морфологических показателей происходит в сторону снижения эритроцитов - на $0,13 \times 10^{-12}/л$, лейкоцитов - на $0,19 \times 10^{-9}/л$ и увеличение гемоглобина - на 0,3 г/л.

Отмечено, что стадию возбуждения в период половой зрелости проявили 36,4 % телок опытной группы против 66,6 % первой группы. В опытной группе 6 телок, в контрольной 2 телки были выбракованы вследствие анафродизии (табл.1).

Таблица 1

Влияние бронхопневмонии на воспроизводительную функцию телок

Группа животных	Возраст перед осеменением, мес.	Оплодотворяемость, %			
		от первичного осеменения	от вторичного осеменения	в последующие циклы	количество дней бесплодия
1 группа n=15	20,9±0,14	66,7	33,3	-	86,2±7,5
2 группа n=11	21,9±0,41	50	37,5	12,5	116,2±18,6

Оплодотворяемость от первого осеменения в первой (контроль) группе телок составила 66,7 %, тогда как во второй (опыт) 50 %; от второго осеменения - 33,3 % в первой группе и 37,5 % - во второй; от последующего осеменения - 12,5 % во второй группе. Продолжительность бесплодия составила 86,2±7,5 дней у здоровых животных против 116,2±18,6 дней у животных, переболевших бронхопневмонией (табл. 2).

Установлено, что бронхопневмония приводит к повышению патологии родового, послеродового периодов на 5,4 %, понижению оплодотворяемости коров-первотелок на 43,5 %. В течение 3-х мес. после родов оплодотворилось 79,9 % здоровых коров-первотелок, в опытной группе - 36,4 %, среди переболевших 27,3 % остались бесплодными. Сервис-период у переболевших животных увеличился на 30 дней по сравнению со здоровыми, продолжительность бесплодия во второй группе составила 116,25±18,6 дней, в первой группе - 86,25±7,5 дней.

Таблица 2

Влияние бронхопневмонии на воспроизводительную функцию коров-первотелок

Показатель	Группа	
	первая	вторая
Число животных, гол.	15	11
Патологии родового и послеродового периодов, гол.	6	5
%	40	45,4
Оплодотворились от первого осеменения, гол.	2	2
%	13,3	18,2
от второго осеменения, гол.	3	-
%	20	-
от третьего осеменения, гол.	7	2
%	46,6	18,2
В последующие циклы, гол.	2	4
%	13,3	36,3
Не проявили половой цикличности, гол.	1	3
%	6,6	27,3
Период от отела до оплодотворения, дни	122,8±22,7*	176,8±19,6
Количество дней бесплодия	92,8 ±22,7**	146,8±19,6
Молочная продуктивность за 3 месяца лактации, кг	1343±130	1363 ±106,7

* $P < 0,05$ ** $-P < 0,05$.

Результаты исследований показали, что у больных бронхопневмонией животных наблюдается уменьшение общего белка, альбуминов, α - и γ -глобулинов, лейкоцитов, гемоглобина при повышении β -глобулинов, эритроцитов по сравнению со здоровыми. Через 6 мес. отмечено сохранение снижения количества общего белка, альбуминов, α -глобулинов, эритроцитов, лейкоцитов. Установлено отрицательное влияние бронхопневмонии на проявление половой цикличности, на результаты оплодотворения, сервис-период и продолжительность бесплодия коров-первотёлок.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМАТА НАТРИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГРЕЧИХИ СОРТА СУМЧАНКА

**А. С. Жолболсынова, д.х.н., З. Г. Аккулова, д.х.н., Д. А. Валитов,
С. Ю. Пучкова, А. В. Лаврентьев, Е. А. Алдошина**

Северо-Казахстанский государственный университет
им. М. Козыбаева

Натри гуматының дәнің өсуіне және қарақұмықтың Сумчанка сортының астық сапасына әсері зерттелген. Себу алдында дәнді сулау үшін натри гуматын пайдаланудың экономикалық жағынан дұрыстығы анықталған.

Түйінді сөздер: натри гуматы, қарақұмық, дән өнімділігі.

The effect of sodium humate on the germination of seeds, yield and quality of grain buckwheat of Sumchanka sort. An economic feasibility of the use of sodium humate for soaking seeds before sowing.

Key words: sodium humate, buckwheat, germination of seed.

В настоящее время пристальное внимание уделяется гуминовым веществам, составляющим специфическую группу высокомолекулярных соединений. Гуминовые кислоты - это природные органические соединения, образующиеся в результате гумификации продуктов животного, растительного и микробного происхождения. Такие соединения являются не только высокоэффективными стимуляторами роста растений, но и способствуют почвообразовательным процессам.

Наиболее широко известным препаратом является гумат натрия или гумат калия.

Цель исследований - изучение влияния гумата натрия на прорастание семян, урожай и качество зерна гречихи сорта сумчанка. Это среднеранний сорт, устойчивый к осыпанию и полеганию, обладающий высоким качеством зерна.

Был использован гумат натрия, полученный в ТОО «Институт органического синтеза и углехимии РК» извлечением из окисленного угля Шубаркольского месторождения. Он растворим в воде до 70 %, содержит кислотные группы до 5 мг-экв/л, имеет зольность 13-15 %.

Проведены полевые испытания по следующим вариантам: 1 - контроль; 2 - предпосевная обработка семян раствором гумата натрия; 3 - предпосевная обработка семян перед посевом + опрыскивание в фазу ветвления бутонизации.

Гуминовые препараты эффективны только в строго определенных концентрациях. Высокие дозы угнетают рост растений и могут привести к их гибели. Поэтому на основании предварительных опытов была установлена оптимальная концентрация водного раствора гумата натрия для гречихи сорта сумчанка. С учетом проведенных лабораторных анализов установлена оптимальная концентрация раствора гумата натрия - 500 мг на 1 л воды.

Данные фенологических наблюдений показывают, что гумат натрия положительно влияет на рост гречихи с первых этапов её развития. Установлено, что во 2, 3-м вариантах по сравнению с контролем растения гречихи формируют более мощную (на 8,4 %) корневую систему (табл. 1).

Таблица 1

Влияние гумата натрия на полевую всхожесть и выживаемость растений гречихи

Вариант опыта	Полевая всхожесть, %	Количество растений после полных всходов на 1 м ² , шт.	Количество растений, сохранившихся к уборке на 1 м ² шт.	Выживаемость растений, %
1	63,2	241	203	84,2
2	68,2	273	244	89,3
3	68,6	276	256	92,7

Полевая всхожесть в контрольном варианте составила 63,2 %, во 2 и 3-м вариантах этот показатель превысил контроль на 5 и 5,4 % соответственно (табл. 1). Таким образом, можно констатировать, что предпосевная обработка семян гречихи гуматом натрия положительно влияет на полевую всхожесть и повышает её в среднем на 5,2 %. В 3-м варианте (кроме предпосевной обработки семян гуматом натрия) проводили опрыскивание в фазу ветвления-бутонизации. Это способствовало увеличению количества сохранившихся растений гречихи к уборке до 256 шт. на 1 м², что превышает данный показатель контрольного и 2-го вариантов на 53 и 12 шт. соответственно.

Установлено, что предпосевная обработка семян гречихи гуматом натрия повышает выживаемость растений по сравнению с контролем на 5,1 %. При двукратной обработке в 3-м варианте показатель выживаемости растений составил 92,7 %, что превышает контрольный вариант на 8,5 %

Таблица 2

Влияние гумата натрия на биометрические показатели растений гречихи

Параметр	Фаза	Единица измерения	Вариант опыта		
			1	2	3
Высота растений	Ветвление	см	56	72	71
	Цветение	см	74	83	94
Площадь листьев	Ветвление	тыс. м ² /га	12,6	14,2	14,6
	Цветение	тыс. м ² /га	13,1	13,8	14,1
Сухая масса растений	Ветвление	т/га	3,18	3,46	3,92
	Цветение	т/га	7,12	9,08	9,72

Обработка семян гуматом натрия положительно повлияла на биометрические показатели растений гречихи (табл. 2). Во 2-м варианте высота растений в фазу цветения по сравнению с контролем увеличилась на 9 см, или на 15,2 %, а в 3-м варианте с дополнительной обработкой гуматом натрия в фазу ветвления на 20 см, или на 32,3 %. Кроме того, отмечено увеличение площади листьев во 2-м варианте в фазу цветения на 7,6 %, а в 3-м варианте в эту же фазу - на 33,6 %.

Гумат натрия положительно повлиял на показатели урожая зерна гречихи, которая по вариантам с использованием гумата натрия в среднем повысилась на 23 %, или на 2 ц/га (табл. 3).

Основные показатели структуры урожая (m_{1000} семян, % пленчатости, содержание ядра) находятся в пределах стандарта. Масса 1000 семян - основной показатель крупности и выполненности напрямую зависит от пленчатости зерна. В контрольном варианте масса 1000 семян была ниже, чем по стандартам, и составляла 27,4 г, при 22,31 % пленчатости. При обработке гуматом натрия наблюдалось увеличение M_{1000} семян во 2-м варианте до 28,16 г (что на 1,76 г больше, чем в контроле), а в 3-м варианте - 29,72 г (превышение составило 2,32 г). С увеличением массы 1000 семян при обработке

Таблица 3

Влияние гумата натрия на показатели урожая гречихи

Показатель	Вариант исследования			Показатель качества по стандарту
	1	2	3	
Масса 1000 семян, г	27,40	29,16	29,72	28-35
Пленчатость, %	22,31	20,62	20,12	19-22
Содержание ядра, %	72	74	74	74-78
Урожайность, ц/га	10,5	12,3	12,6	10-12

препаратом наблюдалось уменьшение пленчатости до 20,62 % (во 2-м варианте) и 20,12 (в 3-м варианте).

Таблица 4

Влияние гумата натрия на химический состав зерна гречихи, %

Состав	Вариант исследования			Показатель качества по стандарту
	1	2	3	
Вода	15,33	15,12	14,88	14,0
Белки	8,89	8,92	8,93	10,8
Жиры	1,61	1,63	1,64	3,2
Углеводы	71,0	71,1	71,3	54,4
Зола	1,70	1,73	1,75	2,0

Можно сделать вывод, что существенных различий в химическом составе зерна гречихи по вариантам исследований не наблюдается (табл. 4). Например, содержание белка в 1-м варианте составляло 8,89 %, во 2-м - увеличилось на 0,03 %, а в 3-м по сравнению с контролем - на 0,04 %. По другим показателям, характеризующим химический состав зерна гречихи, наблюдались такие же незначительные отклонения от контрольного варианта.

Максимальный уровень рентабельности получен в 3-м варианте и составил 29 %, а на 2-м варианте - 28 % (табл. 5).

Таким образом, гумат натрия положительно влияет на рост и развитие гречихи, на основные показатели её урожая. Действие гумата натрия усиливается с возрастанием числа обработок в фазах

Таблица 5

Показатели экономической эффективности применения гумата натрия при возделывании гречихи

Показатель	Вариант исследования		
	1	2	3
Урожайность, ц/га	10,5	12,3	12,6
Цена 1 ц продукции, тенге	2700	2700	2700
Стоимость валовой продукции, тенге	28350	33210	34020
Затраты, тенге	23285	25945	26372
Прибыль, тенге	5065	7265	7648
Рентабельность, %	21	28	29

вегетации. Аналогично изменяются и показатели экономической эффективности за исключением рентабельности, которая в 2-м и 3-м вариантах имеет практически одинаковое значение. Потому экономически целесообразен 2-й вариант, а именно использование гумата натрия для замачивания семян перед посевом.

Литература

1. Ягодин Б. А., Жуков Ю. П. и др. *Агрохимия*. - М.: Колос, 2002. - 584 с.
2. Баталкин Г. А. *О природе действующего начала физиологически активных гуминовых кислот*. - М.: Агрохимия, 2004. - 480 с.
3. Александров И. В. *Гуминовые вещества бурых углей как мелиоранты солончаковых почв*. - М.: Колос, 2002. - 305 с.

**СПОНТАННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХРОСОМ
В СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТКАХ У РАЗНЫХ ПОЛОВОЗРАСТНЫХ
ГРУПП ОВЕЦ ПОРОДЫ КАЗАХСКИЙ АРХАРМЕРИНОС**

А. М. Жомартов

КазНИИ животноводства и кормопроизводства

Алынған цитогенетикалық материалдар қазақтың архар меринос қойларының перифериялық қан лимфоциттерінің дақылында хромосомдарының сандық және сапалық бұзылулары бар жасушалар деңгейі жасына байланысты өзгертіндігін көрсетеді.

Түйінді сөздер: қойлар, қазақтың архармериностары, бейберекет өзгерушілік, хромосомалар.

These cytogenetic materials show that the Kazakh arkhar merinos breed has level of cells with quantitative and qualitative disorders of chromosomes in peripheral blood lymphocytes varies with age of animals.

Key words: sheep, Kazakh arkhar merinos, spontaneous variation, chromosome.

В условиях интенсивного ведения животноводства изучение степени изменчивости генетического аппарата сельскохозяйственных животных считается одной из актуальных проблем современной сельскохозяйственной биологии. Исследование индивидуальной цитогенетической характеристики ценных племенных и высокопродуктивных особей, а также установление среднепопуляционных частот цитогенетических нарушений в соматических клетках животных позволяют определить состояние их генетического аппарата на разных стадиях онтогенеза, проводить поиск хромосомных маркеров продуктивных и воспроизводительных качеств животных. По результатам цитогенетического тестирования животных удается своевременно выбраковывать производителей и племенной молодняк с хромосомными нарушениями [1].

Следовательно, изучение морфологической структуры хромосом в кариотипе, а также определение уровня спонтанных хромосомных и геномных нарушений у разных видов сельскохозяйственных животных, разводимых в различных природно-климатических условиях

Казахстана, является одним из основных этапов их комплексной генетической оценки.

В связи с этим цель нашей работы - изучение степени цитогенетических нарушений в соматических клетках у фенотипически здоровых овец породы казахский архаромеринос и установление частоты спонтанных хромосомных aberrаций у животных разных половозрастных групп.

Работа проводилась на чистопородных и помесных животных (с кровью австралийских мериносов) разного пола и возраста, находившиеся в племенном хозяйстве «Узунбулак» Райымбекского р-на Алматинской обл. Цитогенетически были исследованы 73 овцы разных половозрастных групп с различным уровнем продуктивности: бараны-производители 3-5-летнего возраста в количестве 9 гол., овцематки 5-6-летнего возраста - 23 гол.; полученные от этих же маток и баранов-производителей 2-мес. ягнят - 23 гол., а также годовалые баранчики - 9 гол. и ярки - 9 гол.. Препараты хромосом приготовлены из лимфоцитов периферической крови животных, взятые из яремной вены стерильно. Кровь животных была перевезена в лабораторию цитогенетики и феногенетики животных Института общей генетики и цитологии МОН РК, где клетки культивировались в специальном боксе по общепринятой методике [2] с некоторыми модификациями [3].

Лимфоциты крови культивировались с использованием среды 199, добавлением сыворотки КРС, фитогемагглютинаина, антибиотиков (стрептомицин и пенициллин). Для накопления К-митозов через 70 ч культивирования в культуру добавляли колхицин. Клетки культивировали в течение 72 ч. Затем клеточную суспензию центрифугировали (1000 об/мин, 10 мин) и обрабатывали гипотаническим раствором (0,56 % KCL) в течение 10-15 мин при 37 °С. Клетки фиксировали трехкратно смесью метилового спирта с уксусной кислотой (в соотношении 3:1). Суспензию клеток наносили на чистые охлажденные предметные стекла и высушивали над пламенем спиртовки. Препараты окрашивали 2 %-ным лактацеторсеином.

Цитогенетический анализ показал, что в соматических клетках овец идентифицированы числовые и структурные нарушения хромосом (таблица). Наиболее часто встречаются клетки с анеуплоидным набором хромосом, которые формируются за счет гипо- и гипердиплоидии.

Основную массу изученных анеуплоидов составляют гиподиплоиды. Гиподиплоидия формировалась за счет утери одной или нескольких акроцентрических хромосом, но среди изученных метафаз встречались клетки с отсутствующей одной метацентрической хромо-

Частота хромосомных нарушений в соматических клетках овец породы казахский архаромеринос

Половозрастная группа	Возраст	Кол-во животных, гол.	Изучено метафаз	В том числе, %			
				гиподиплоидия	гипердиплоидия	полиплоидия	абerrация хромосом
Бараны-производители	3-5 лет	9	1693	24,15±1,90	0,10±0,08	0,64±0,25	1,93±0,81
Овцематки	5-6 лет	23	2048	27,34±2,66	0,27±0,11	3,09±0,66	2,41±0,44
Ягнята	2 мес.	23	1931	28,57±2,97	0,30±0,10	1,19±0,41	5,04±1,11
Баранчики	1 год	9	684	15,93±1,28	1,29±0,49	0,92±0,34	2,14±1,07
Ярки	1 год	9	693	18,56±0,93	0,61±0,25	0,26±0,17	1,31±0,36

сомой. Частота встречаемости гиподиплоидных клеток в 5,3 раза превышает обнаруженные числа гипердиплоидных клеток.

При сравнении уровня гиподиплоидии по половозрастным группам животных установлено, что у ягнят 2-месячного возраста уровень гиподиплоидии превышает показатели остальных групп животных (в среднем 28,57±2,97%). У годовалых баранчиков и ярок уровень анеуплоидии по сравнению с ягнятами заметно снижается (соответственно 15,93±1,28% и 18,56±0,93%). Однако количество гиподиплоидных клеток у баранов-производителей и овцематок превышает данные овец в годовалом возрасте (соответственно 24,15±1,90% и 27,34±2,66%).

Установлено, что анеуплоидия соматических клеток обусловлена двумя основными факторами, а именно: нерасхождением хромосом (в результате нарушения митотического цикла, нарушением расхождения хромосом к полюсам и т.д.) и утерей хромосом в процессе митотического деления, выражающейся в том, что одна или несколько хромосом не попадают в ядро, а остаются после деления в цитоплазме и в дальнейшем элиминируются [4].

Частота встречаемости гипердиплоидных клеток у овец

невысокая ($0,10 \pm 0,08$ % - у баранов-производителей, до $1,29 \pm 0,49$ % - у годовалых баранчиков).

Известно, что спонтанная полиплоидия - кратное увеличение диплоидного числа хромосом в ядрах клеток - сказывается на повышении уровня эмбриональной смертности у животных. Среди растений полиплоидные формы широко распространены. Так, например, у пшеницы выведены формы с двукратным, четырехкратным и шестикратным набором хромосом в соматических клетках. Среди домашних животных полиплоидные формы неизвестны. Вместе с тем полиплоидные клетки у них являются нормальной составной частью различных соматических тканей. Количество полиплоидных клеток изменяется в зависимости от физиологического состояния животных и при различных патологических состояниях [5].

У обследованных овец зарегистрированы полиплоидные клетки, из них 93 % представлены 3n-триплоидными и 4n-тетраплоидными клетками. Высокий процент полиплоидных клеток обнаружен у овцематок 5-летнего возраста ($3,09 \pm 0,66$ %), тогда как у годовалых ярок этот цитогенетический показатель не превышает $0,26 \pm 0,17$ %.

На основании литературных данных известно, что у старых и выбракованных животных уровень полиплоидных клеток достоверно увеличивается [6]. Среди проанализированных метафазных пластинок были обнаружены клетки со структурными aberrациями хромосом. При этом идентифицированы aberrации хромосомного и хроматидного типа. Наибольший уровень aberrации хромосом был выявлен у ягнят 2-мес. возраста ($5,04 \pm 1,11$ %). У достигших половой зрелости животных уровень клеток с aberrациями хромосом снижается.

Проведенные цитогенетические исследования наглядно показывают целесообразность изучения цитогенетического статуса индивидуальных животных с целью оценки генетического потенциала определенной популяции овец. Научная новизна выполненной работы заключается в том, что впервые цитогенетическим методом обследованы овцы породы казахский архаромеринос разных половозрастных групп. Следует отметить, что ранее выполненные работы других авторов были посвящены в основном определению общего числа хромосом и изучению морфологии индивидуальных хромосом у овец данной породы, которые получены путем межвидовой гибридизации домашней овцы с архаром [7, 8].

Таким образом, цитогенетическим методом обследованы 73 овцы породы казахский архаромеринос разных половозрастных групп. Наибольший процент гиподиплоидных клеток идентифицирован

у 2-мес. ягнят ($28,57 \pm 2,97$ %). Частота встречаемости полиплоидных клеток у 5-6-летних овцематок возрастает до $3,09 \pm 0,66$ %. Высокий уровень клеток с хромосомными aberrациями ($5,04 \pm 1,11$ %) зарегистрирован у 2-мес. ягнят.

Литература

1. *Жалбасов Р.* Сравнительное цитогенетическое изучение различных пород и популяций овец Казахстана // Селекция, биотехнология, генетические ресурсы. Животноводство. Развитие ключевых направлений сельскохозяйственной науки в Казахстане: Матер. Междунар. конф. - Алматы, 2004. - С. 158-163.
2. *Moorhead P.S.* e.a. Chromosome preparations of leucocytes cultured from human peripheral blood // *Experimental Cell Research*. 1960. - Vol. 20. - № 3. - P. 613 - 616.
3. *Шарипов И. К., Нуркеева Н. К.* К методике культивирования лейкоцитов периферической крови овец // *Изв. АН КазССР. Сер. биол.* - 1973. - № 4. - С. 15-19.
4. *Кононенко В. А.* Связь хозяйственно-полезных признаков и генетически обусловленных белков с кариотипом свиней и некоторые методические особенности его изучения: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. - Алма-Ата, 1975. - 25 с.
5. *Бакай А. Б.* Кариотипическая изменчивость у крупного рогатого скота и ее использование в селекции: Автореф. дис. на соиск. уч. д-ра с.-х. наук. - М., 1995. - 33 с.
6. *Жалбасов Р.* Қойдың цитогенетикасы және тератологиясы. - Алматы, 2006. - б. 286.
7. *Мухамедгалиев Ф. М., Савицкий В. Ф.* Кариотип овец породы казахский архаромеринос // *Генетика*. - 1974. - Т. 10, № 4.
8. *Шарипов И. К.* Кариотип домашних и диких овец. - Алма-Ата, 1989.

ПРЕМИКС ӨНДІРІСІНДЕГІ ЖАҢА ҚҰРАУЫШ**К. А. Елеуқенова, С. Т. Жиенбаева, т.ғ.к.*****Ұлттық ғылыми-техникалық ақпарат орталығы
Алматы технологиялық университеті***

Изучены возможности использования шунгита как наполнителя-разбавителя при производстве премиксов. Определены физико-технологические свойства и гранулометрический состав премиксов на основе шунгитов.

Ключевые слова: премиксы, шунгит.

The possibility of using shungite as a filler-diluent in the manufacture of premixes; defined physical and technological properties and size distribution of premixes based on shungites.

Keywords: premixes, shungite.

Шунгиттер - көміртек сақтайтын минералды ерекше қазбалар, оның "шунгит" деп аталуы Карелияның Онежск өзенінің бойындағы "Шуньга" ауылынан ең алғаш табылуына байланысты. Оның құрамына кіретін шунгит көміртегі аморфты, графитизациялауға жатпайтын, метатұрақты глобулярлы құрылымды болып келеді [1].

Шунгит көміртегінің құрылымының негізгі элементі - глобула, ол өлшемі 10 нм болып келетін кеуектер орналасқан көпқабатты құрылым.

Шунгит қазбалары - құрамы, құрылымы және қасиеттері бойынша ерекше қазбалар. Олардың тығыздығы, беріктігі, химиялық тұрақтығы және электрөткізгішті, тотығу-тотықсыздану реакцияларындағы белсенділігі жоғары, кез-келген байланыстырғыш заттармен араласу қабілеті жоғары.

Шунгит қазбаларының сорбциялық, каталитикалық және бактерицидтік қасиеттері бар. Осыған байланысты ауыз су және жүзу бассейндеріндегі суға арналған фильтр жасауда шунгит кең қолданылуда. Мұнай өнімдерінен суды тазартуда шунгит қазбалары белсендірілген көмірден кем түспейді, бірақ оған қарағанда әжептәуір арзан.

Шунгит - өте сирек кездесетін көміртек сақтайтын материал, ол көптеген жылдар бойы Карелия пайдалы қазбасы және әлемдегі жалғыз кен орны болып саналып келді [2].

1970 жылдардың аяғында Шығыс Қазақстанда шунгит қазбалары табылғанымен, ол туралы жүйелі мәліметтер болмады.

Қазіргі кезде шунгит Краснодар аймағы, Қазақстанның кейбір жерлерінен табылды.

Қазақстанда шунгиттің мына кен орындары анықталды: Ақтөбе облысы Мұғаджар ауданында "Маяк" кен орнындағы шунгит шикізатының қоры - 19,7 млн.т (Батыс Қазақстан облысы), "Ақбалшық" кен орнында - 9 млн.т; "Бақыршық" кен орнында (Шығыс Қазақстан облысы, Аягөз ауданы) - 22 млн.т; Көксу кен орнында (Алматы облысы, Ескелді батыр ауданы) - 600 млн.т [3].

Қазіргі кезде Көксу кен орнында шунгит шикізатын өңдейтін зауыт жұмыс істеуде.

Шунгиттің химиялық құрамын анықтау үшін Көксу кен орнынан (Алматы облысы және "Бақыршық" кен орнынан (Шығыс-Қазақстан облысы) алынған шунгит сынамаларының салыстырмалы химиялық құрамдары анықталды (1-кесте).

Кесте 1

Әртүрлі кен орындарынан алынған шунгиттің химиялық құрамы

Химиялық элементтер, %	Шунгит	
	"Көксу" (Алматы облысы)	"Бақыршық" (Шығыс-Қазақстан облысы)
1	2	3
Sr	0,05	0,015
Co	0,002	0,0025
Zn	0,08	0,025
Y	0,004	0,002
Cu	0,015	0,030
Sn	0,0003	0,003
Mo	0,0030	0,0001
Ba	0,4	0,04
Ni	0,01	0,005
Mn	0,20	0,03
V	0,080	0,015
Ti	0,1	0,3
Pb	0,0021	0,004
Cr	0,005	0,006
Ag	0,00010	0,00003
Zr	0,02	0,015
Ni	0,002	0,002
As	0,0004	1,0

1	2	3
P	0,15	0,04
B	<0,01	0,08
Sb	-	0,005
Au	-	0,002
Tl	0,0002	-
Cd	0,0001	-
CaO	6,0	0,5
MgO	2,0	1,5
Fe ₂ O ₃ опт.	6,0	8,0
Al ₂ O ₃	10,0	>10,0
SiO ₂	>60,0	>60,0
Na ₂ O	0,3	0,4
K ₂ O	2,0	2,5
Сорг	10,0	15,0-20,0

1-кестеден байқағанымыз шунгит құрамында микроэлементтер: кальций, магний, натрий, калий тотықтары және микроэлементтер: темір, марганец, мыс, мырыш, кобальт сақталатындығы байқалды.

Екі жерден алынған шунгит партияларының химиялық құрамын анықтау нәтижелері Көксу шунгитінің құрамында кальций тотығының мөлшері Бақыршық кен орнына қарағанда әжептәуір көп екендігі, ал темір тотығы Бақыршық шунгитінде көптеу екендігі байқалды, яғни бұл әр кен орнынан алынған шунгиттің химиялық құрамының әртүрлі болатындығын көрсетті.

Шунгитті мал, құс азығында пайдаланудың улылығын анықтау үшін оның құрамындағы улылы элементтердің шектік қолдану концентрациясына сәйкестігін анықтадық (2-кесте).

Кесте 2

Шунгиттегі улылы элементтер мөлшері

Улылы элементтер	Шектік қолдану концентрациясы мг/кг	Шунгит, мг	
		Көксу	Бақыршық
Сынап, (Hg)	0,1	-	-
Кадмий (Cd)	0,4	0,001	-
Қорғасын (Pb)	30,0	0,8	0,04
Фтор (F)	2000,0	-	-
Күшала (As)	15,0	0,004	10
Хром (Cr)	3,0	0,05	0,06

2-кесте нәтижесі күшала мөлшері Бақыршық шунгитінде Көксу шунгитіне қарағанда әжептәуір көп екендігін көрсетеді, алайда екі жерден алынған шунгит сынамаларының құрамындағы улы элементтер мөлшері шектік қолдану концентрациясынан аспайды, ал ол екі жерден алынған шунгит партияларын премикс, құрама жем өндірісінде кең қолдануға болатындығын көрсетеді.

Премикс таратқышы ретінде қолданылып жүрген көптеген минералды шикізаттардың ішінде шунгитті қолданудың болашағы зор.

Шунгитті премикс таратқышы ретінде қолданудың тиімділігі премикс өндірісінде әлі зерттелген жоқ.

Премикс толтырғышы-таратқышының міндеті премикстің ылғалдылығын төмендету, қоспаның қабаттануын болдырмау және премикстің тығыздығын оңтайландыру. Толтырғыш-таратқыш ретінде ылғалдылығы 5% дейін, бөлшегінің өлшемі 0,6 мм дейін, көлемдік салмағы 1000-1700 кг/м³ және тығыздығы 2,5-3,2 г/см³ минералды шикізат қолданылады.

Премикс өндірісінде қолданылып жүрген минералды шикізаттар мен шунгиттің физика-технологиялық қасиеттері 3-кестеде берілген.

Кесте 3

Толтырғыштардың физика-технологиялық қасиеттері

Толтырғыштар	Физика-технологиялық қасиеттері					
	ылғалдылық, %	бөлшектің орташа өлшемдері	көлемдік салмағы, кг/м ³	сусымалдылығы, кг/см ² ·сек	табиғи құлама бұрышы, град.	тығыздығы, г/см ³
Бидай кебегі	10,1	1,09	359,0	0,024	46,0	1,31
Әктас ұны	7,2	0,55	1380,0	0,023	46,0	2,85
Цеолит (Шанқанай)	3,8	0-0,5	1482,0	0,071	41,0	2,34
Шунгит (Көксу)	0,5	0-0,5	1370,0	0,037	40,0	2,8

3-кесте нәтижелері шунгиттің физика-технологиялық қасиеттері премикс өндірісінде қолданылып жүрген толтырғыштардың қасиеттеріне ұқсас екендігін, ал табиғи құлама бұрышы басқа минералды құрауыштарға қарағанда жақсырақ екендігін көрсетті.

Шунгит жем қосымшасының түйірлік құрамын, қолданылып жүрген әктас ұнының түйірлік құрамымен салыстыру нәтижесі 4-кестеде берілген.

Минералды құрауыштардың түйірлік құрамы

Саңлауының диаметрі әртүрлі електердегі қалдық	Минералды құрауыштар	
	әктас ұны	шунгит
1,0	3,4	-
0,8	3,5	5,7
0,5	29,8	41,5
0,315	24,7	39,2
Түбі	38,6	13,6
Ірілік модулі	0,55	0,54

4-кесте нәтижелері әктас ұны мен шунгиттің ірілік модулі бірдей екендігін көрсетті, бірақ 0,3 мм-ден ұсақ бөлшектері әктас ұнында 38,6 %, ал шунгитте 13,6 % болатындығы анықталды, яғни бұл жағдай әктас ұны негізіндегі премикстің шаң бөлуінің жоғары болуын тудырып, құрама жем өндірісінде қолдануда биологиялық белсенді заттарының кейбір бөлігінің жоғалуына әкеп соғады.

Еліміздің территориясында орналасқан шунгит қазбаларының бол-жамдық қоры оларды көміртекті-минералды шикізат ретінде пайдаланудың болашағы зор екендігін көрсетеді, ал шунгиттің химиялық құрамы мен физика-технологиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері оны премикс өндірісінде толтырғыш-таратқыш, ал құрама жем өндірісінде құрауыш ретінде қолданудың тиімділігін көрсетеді.

Әдебиеттер

1. Шунгиты Карелии и пути их комплексного использования. -Петро-заводск, 1975. - С. 170-171.
2. Каримов И. А., Кибека А. И. Шунгит - "чудо камень". - Петрозаводск, 2005. - 23 с.
3. Месторождение горно-рудного сырья Казахстана: Справочник. - Алматы, 2000. - Т. 1. - 372 с.

Утвержден

приказом министра образования
и науки Республики Казахстан
от 2 марта 2009 г. № 89

**План международных и республиканских научных
и научно-технических мероприятий, проводимых
научными организациями и высшими учебными заведениями
Министерства образования и науки Республики Казахстан в 2009 г.**

Наименование мероприятия, темы	Организации, ответственные за проведение, е. mail, тел.	Место и время проведения	Число участников / в том числе зарубежных
1	2	3	4

Мероприятия, проводимые научными организациями

Международные мероприятия

<p>Международный «круглый стол» «Историко-культурные взаимосвязи Ирана и Дашт-и Кыпчака»</p>	<p>Институт востоковедения им. Р. Б. Сулей- менова Комитета науки МОН РК, Центр документации и истории дипломатии МИД Исламской Республики Иран. Тел. 8 (727) 261-46-00 shighistanu@mail.ru, oyuonfar@mail.ru</p>	<p>г. Алматы, сентябрь- октябрь</p>	<p>40/15</p>
<p>Международная конференция «Изучение, сохранение и использование териофауны Казахстана и сопредельных территорий»</p>	<p>Институт зоологии, ЦБИ Комитета науки МОН РК terio@nursat.kz, instzoo@nursat.kz Тел. 8(727) 269-48-53, 269-48-76</p>	<p>г. Алматы.. ИНСТИТУТ зоологии, ноябрь</p>	<p>50/15</p>

1	2	3	4
Конференция и выставки: «Итоги археологических исследований по государственной программе «Культурное наследие» за 5 лет»	Институт археологии Комитета науки МОН РК merkeevla@mail.ru m_zhanpa66@mail.ru Тел. 291-49-32; 291-86-63; 291-57-48	Совместно с Министерством культуры РК г. Алматы ноябрь	50/10
Международная научная конференция «Исследованиям Отрара и Отрарского оазиса - 40 лет»	Институт археологии Комитета науки МОН РК merkeevla@mail.ru m_zhanpa66@mail.ru Тел. 8(727) 291-49-32; 291-86-63; 291-57-48	г. Алматы декабрь	70/15
Международная научно-теоретическая конференция «Казахстан от прошлого к будущему: проблемы и уроки исторического развития»	Институт истории и этнологии Комитета науки МОН РК kazhistory@bk.ru Тел. 8(727) 261-67-19	г. Алматы декабрь	100/5
Международный форум «Профессиональное образование и бизнес-диалог партнеров»	Республиканский научно-методический центр развития ТипО и присвоения квалификации, ДТПО МОН РК	г. Астана, ноябрь	200
«Круглый стол» «История формирования этнополитической общности казахов XIV-XVII вв.»	<i>Республиканские мероприятия</i> Институт истории и этнологии Комитета науки МОН РК kazhistory@bk.ru Тел. 261-67-19	г. Алматы октябрь	50
Республиканская конференция «Устная история и «шежіре» как источник по истории государства и этносов»	Институт истории государства Комитета науки МОН РК, Тел. 8(717) 741030	г. Астана II полугодие	100

Продолжение			
1	2	3	4

Мероприятия, проводимые высшими учебными заведениями

Международные мероприятия

<p>Международная научная конференция, посвященная 75-летию университета «Инновационное развитие образования и науки: стратегия, реалии и перспективы»</p>	<p>Казахский национальный университет им. аль-Фараби</p>	<p>г. Алматы, октябрь</p>	<p>200/10</p>
<p>Международная научно-практическая конференция «Вузы культуры и искусства на пути к глобальному образовательному пространству»</p>	<p>Казахская национальная академия искусств им. Т.Жургенова</p>	<p>г. Алматы, октябрь</p>	<p>70/30</p>
<p>V Международная научно-практическая конференция «Проблемы поэтики и стиховедения»</p>	<p>Казахский национальный педагогический университет имени Абая</p>	<p>г. Алматы, октябрь</p>	<p>120/20</p>
<p>Международная научно-практическая Интернет-конференция «Методология, теория и практика естественно-математического образования»</p>	<p>Актобинский государственный педагогический институт</p>	<p>г. Актобе, октябрь</p>	<p>150/10</p>

1	2	3	4
Международная научно-практическая конференция «Педагогическое образование как интеллектуальный и инновационный ресурс Казахстана»	Семипалатинский государственный педагогический институт	г. Семей, октябрь	180/55
Международная научно-практическая конференция «Политические науки в XXI веке: проблемы и суждения»	Казахский национальный педагогический университет имени Абая	г. Алматы, ноябрь	120/10
Международная научно-практическая конференция «Социально-педагогические возможности современного образования»	Западно-Казахстанский государственный университет им. М. Утемисова	г. Уральск, декабрь	200/15
Международная научно-теоретическая конференция «Совершенствование конституционного, административного и административно-процессуального права в РК»	Казахский гуманитарно-юридический университет	г. Астана, декабрь	100
Международная научно-практическая конференция «Проблемы этнопедагогики и этнопсихологии»	Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова	г. Атырау, декабрь	150

1	2	3	Окончание
Международная научно-практическая конференция «Пути реализации приоритетных направлений воспитательной работы в высшей школе Казахстана»	Семипалатинский государственный педагогический институт	г. Семей, декабрь	180/55
Республиканские мероприятия			
Республиканская научно-практическая конференция «Казахстанский патриотизм: традиции, современность и роль в построении конкурентоспособного государства»	Карагандинский государственный технический университет	г. Караганда, сентябрь	300/10
Республиканская научно-практическая конференция «III Торайгыровские чтения»	Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова	г. Павлодар, октябрь	200
Республиканская научно-практическая конференция «Место этнокультурных ценностей в процессе образования и воспитания»	Актюбинский государственный педагогический институт	г. Актобе, ноябрь	150
Республиканская научно-практическая конференция «Правовая система Республики Казахстан: проблемы и перспективы»	Карагандинский государственный университет им. Е.А. Бухетова	г. Караганда, ноябрь	160

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

предлагает следующие услуги:

Справочно-информационные

- Патентный поиск
- Патентная подборка по тематике
- Тематическая подборка информации в БД НЦ НТИ, Springer, Elsevier, Scopus, Thompson Business Intelligence, STN International, Euromonitor International для коллективных и индивидуальных пользователей
- Предоставление реферативных журналов, сборников рефератов НИОКР, сборников депонированных работ на электронном или бумажном носителе
- Определение индекса цитируемости зарубежных публикаций казахстанских ученых
- Данные о компаниях и организациях, патентующих разработки
- Данных о наиболее важных и коммерчески ценных патентах
- Данные о ведущих казахстанских изобретателях
- Сведения о количественном и качественном составе научных кадров на основании базы данных «Научные кадры»
- Семинары по поиску научно-технической информации
- Подборка информации по вопросам управления научно-техническим, экономическим, отраслевым развитием из казахстанских и российских источников
- Услуги диссертационного, читального зала

Консультационные

- Оформление отчета о патентных исследованиях на любом этапе НИР согласно СТ РК ГОСТ Р 15.011-2005
- Оформление заявок на: изобретения, товарный знак, промышленный образец, полезную модель
- Консультации по оформлению заявок на охраняемые документы

Аналитические

- Аналитические обзоры по отраслям экономики
- Патентные исследования
- Патентно-информационный анализ конкурентной среды

Научно-техническая экспертиза программ, проектов

- Определение конкурентоспособности проекта, необходимости его финансирования
- Оценка актуальности, результативности, учет последствий и эффективности реализации проектов
- Предоставление заключения о ценности объекта экспертизы, выработка рекомендаций по его реализации

Продвижение результатов научных работ казахстанских ученых

- Коммерциализация разработок
- Содействие в трансфере технологии
- Продвижение научных разработок через Сеть продвижения инноваций в рамках участия в Международном центре научно-технической информации (МЦНТИ), через казахстанскую сеть трансфера технологий, Республиканский центр трансфера технологий Республики Беларусь
- Проведение тренингов, семинаров по продвижению инноваций, по вопросам интеллектуальной собственности
- Публикация научных статей в сборнике «Новости науки Казахстана»
- Публикация информации о научных разработках в журнале «Информация и инновации» (РФ)

Редакционно-издательские

- Редактирование справочной, нормативной, научно-технической литературы
- Верстка любой категории сложности

Регистрационное свидетельство № 7528-Ж
от 01.08.2006 г.
выдано Министерством культуры и информации
Республики Казахстан

Отв. редактор *Г. Е. Жумалиева* Редактор *А. А. Козлова*
Редактор текста на казахском языке *С. А. Оскенбай*
Редактор текста на английском языке *Е. Б. Бердыкулов*
Компьютерная верстка и дизайн *С. А. Дерксен*

Подписано в печать 11.09.2009.
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. п. л. 8,4. Тираж 194 экз. Заказ 143.

Редакционно-издательский отдел и типография НЦ НТИ.
050026, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221