



**НОВОСТИ**

**НАУКИ**

**КАЗАХСТАНА**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
СБОРНИК**



**3**

**3**

**2003**

**Казахский государственный научно-исследовательский  
институт научно-технической информации**

---

**НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА**

*НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК*

**Выпуск 3**

Алматы 2003

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**

**Н. С. Бектурганов**, д.т.н., чл.-кор. НАН РК (председатель);  
**Б. А. Кембаев**, к.б.н., (зам. председателя);  
**В. В. Могильный**, к.х.н., (зам. председателя);  
**А. К. Жармагамбетова**, д.х.н.; **Ю. Г. Кульевская**, к.х.н.;  
**Ж. А. Карабаев**, д.с.-х.н.; **З. А. Мансуров**, д.х.н.;  
**А. С. Сапаров**, д.с.-х.н.; **И. Э. Смирнова**, д.б.н.;  
**К. Б. Тыныштыкбаев**, д.т.н.;  
**А. Т. Шоинбаев**, д.т.н.; **Г. Г. Улезько** (ответственный секретарь).

### **ДЛЯ СПРАВОК**

Республика Казахстан, 480096, г. Алматы,  
ул. Богенбай батыра, 221

Тел.: **54-79-53, 54-78-10**

Факс: **54-70-59**

E-mail: **dir@inti.kz**

## СОДЕРЖАНИЕ

### Научные сообщения

<i>Юсупов Х. А.</i> Ресурсосберегающая технология очистной выемки тонких и весьма тонких крутопадающих залежей ..	9
<i>Жетесова Г. С.</i> Выбор посадок подвижных соединений гидростоек механизированных крепей .....	13
<i>Жалгасулы Н., Битимбаев М. Ж., Садуакасов Б. А., Молдагулова Б. А.</i> Экологические основы повышения эффективности разработки полезных ископаемых .....	18
<i>Жалгасулы Н., Ретаев С. С., Черний Г. М., Тумаков В. А., Молдагулова Б. А.</i> Снижение негативного воздействия горнообогатительных предприятий на воздушную среду .....	23
<i>Шакетов Р. С.</i> Технологии открытой и скважинной разработки битуминозных пород .....	29
<i>Нугманов Б. Т., Байгурин Ж. Д., Машанов А. А.</i> Компьютеризация маркшейдерских работ для обеспечения рационального недропользования .....	33
<i>Поветкин В. В.</i> Процессы и технология огнеструйной обработки блоков крепких горных пород .....	37
<i>Зиканова Т. А., Кузгибекова Х., Исабаев С. М.</i> Извлечение мышьяка из арсенопиритных концентратов в виде сульфидов, методы их обезвреживания и утилизации .....	41
<i>Бишимбаев В. К., Тлеуов А. С., Шевко В. М., Тлеуова А. Х.</i> Опытно-промышленные испытания замены кокса на нефтешлам при окусковании фосфоритной мелочи .....	44
<i>Бекибаев Н. С., Волненко А. А., Сейтханов Н. Т., Сыдыков Ж. Е.</i> Охлаждение воды в производстве серной кислоты контактным способом .....	49
<i>Бекибаев Н. С., Волненко А. А., Сейтханов Н. Т., Сыдыков Ж. Е.</i> Очистка и охлаждение газов производства хромового ангидрида .....	53
<i>Альмаханов Б. А., Молдабеков Ш. М., Анарбаев А. А., Кабылбекова Б. Н.</i> Технология получения каустической соды из природных натрийсодержащих солей .....	57
<i>Молдабеков Б. Ш., Анарбаев А. А., Молдабеков Ш. М., Алтеев Т. А.</i> Совершенствование технологии получения кальцинированной соды .....	60

<i>Омаркулов П. К.</i> Массообмен в аппаратах с организацией направленного взаимодействия капель с пленкой жидкости ...	63
<i>Цой Л. А., Цой А. Н., Шамро А. В.</i> Радиационно-волновой крекинг высоковязких и высокозастывающих нефтей .....	66
<i>Мустапаева Ж. Т., Джусипбеков У. Ж., Фишбейн О. Ю., Капралова В. И., Жакитова Г. У.</i> Технология обессоливания производственных вод нефтепромыслов Казахстана .....	70
<i>Тлеуова С. Т., Шевко В. М., Каратаева Г. Е., Тлеуов А. С.</i> Промышленная проверка автогенного получения керамзита с добавкой нефтешлама .....	75
<i>Балакирев Б. А., Гарифулин В. М.</i> Использование барханных песков и лёссовидных пород в производстве легкого заполнителя бетонов .....	79
<i>Алтаев М. А., Мейрбеков А. Т.</i> Очистка вредных воздушных выбросов в хлопкоочистительной промышленности .....	84
<i>Соколов С. Е.</i> Управляемые ферромагнитные устройства для регулирования реактивной мощности и напряжения в электрических сетях .....	87
<i>Айтчанов Б. Х.</i> Частотно-импульсное управление объектами с запаздыванием .....	94
<i>Пенкин М. Г., Пенкин С. М.</i> Резервы повышения устойчивости зерноуборочного процесса в Казахстане .....	100
<i>Пенкин М. Г., Пенкин С. М.</i> Условия предупреждения ухода урожая под снег .....	104
<i>Алшынбай С. М.</i> Об использовании технических средств на предпосевной обработке почвы орошаемых полей .....	110
<i>Жарков В. А.</i> Разработка технологии и технических средств орошения садов импульсным дождеванием в предгорной зоне юга Казахстана .....	114
<i>Чуканов Н. К., Касенова А. А.</i> Особенности хранения <i>Propionibacterium shermanii</i> при различных условиях .....	119
<i>Чуканов Н. К., Касенова А. А.</i> Влияние различных методов хранения на выживаемость и физиологическую активность <i>Streptococcus lactis diastaticus</i> .....	124
<b>Информация</b> .....	22, 28, 32, 52, 62, 78, 86, 93, 109

## МАЗМҰНЫ

### Ғылыми хабарлар

<i>Юсулов Х. А.</i> Тік құламалы жұқа және өте жұқа шоғырларды тазартып алудың ресурс үнемдеуші технологиясы .....	9
<i>Жетесова Г. С.</i> Механикаландырылған бекітпелердің гидротіректерінің қозғалмалы қосылыстарын отырғызуды таңдау .....	13
<i>Жалғасұлы Н., Бітімбаев М. Ж., Садуақасов Б. А., Молдағұлова Б. А.</i> Пайдалы қазба байлықтарды қазудың тиімділігін арттырудың экологиялық негізі .....	18
<i>Жалғасұлы Н., Ретаев С. С., Черний Г. М., Тумаков В. А., Молдағұлова Б. А.</i> Кен-байыту кәсіпорындарының әуе кеңістігіне тигізетін теріс әсерін төмендету .....	23
<i>Шакетов Р. С.</i> Битуминозды жыныстарды ашық және ұңғымамен қазу технологиясы .....	29
<i>Нұғыманов Б. Т., Байғұрин Ж. Д., Машанов А. А.</i> Жер қойнауын рационалды пайдалануды қамтамасыз етуге арналған маркшейдерлік жұмыстарды компьютерлендіру .....	33
<i>Поветкин В. В.</i> Қатты тау жыныстар блоктарын от жалынымен өңдеу процестері мен технологиясы .....	37
<i>Зиканова Т. А., Күзгібекова Х., Исабаев С. М.</i> Арсенопириттік концентраттардан мышьяқты сульфидтер түрінде алу, оларды залалсыздандыру әдістері және кәдеге жарату ...	41
<i>Бишимбаев В. К., Тілеуов А. С., Шевко В. М., Тілеуова А. Х.</i> Ұсақ фосфориттерді кесектендірудегі коксты мұнай шламына ауыстыруды тәжірибелік-өндірістік сынау .....	44
<i>Бекибаев Н. С., Волненко А. А., Сейтханов Н. Т., Сыдықов Ж. Е.</i> Күкірт қышқылын дәнекерлік тәсілмен өндіруде суды суыту .....	49
<i>Бекибаев Н. С., Волненко А. А., Сейтханов Н. Т., Сыдықов Ж. Е.</i> Хром ангидридін өндіруде газдарды тазарту және суыту ....	53
<i>Әлмаханов Б. А., Молдабеков Ш. М., Анарбаев А. А., Қабылбекова Б. Н.</i> Құрамында натриі бар табиғи тұздардан каустикалық сода алу технологиясы .....	57
<i>Молдабеков Б. Ш., Анарбаев А. А., Молдабеков Ш. М., Алтеев Т. А.</i> Кальциланған сода алу технологиясын жетілдіру .....	60

<i>Омарқұлов П. К.</i> Тамшылардың сұйықтың пленкасымен бағыттталып әсерлесуімен жасалған аппараттардағы масса-алмасуы .....	63
<i>Цой Л. А., Цой А. Н., Шамро А. В.</i> Жоғары тұтқыр және жоғары қатқыш мұнайлардың радиациялық-толқынды крекингі .....	66
<i>Мұстапаева Ж. Т., Жүсіпбекова У. Ж., Фишбейн О. Ю., Капралова В. И., Жақитова Г. У.</i> Қазақстанның мұнай өндіру орындарының өндірістік суларын тұзсыздандыру технологиясы ...	70
<i>Тілеуова С. Т., Шевко В. М., Қаратаева Г. Е., Тілеуов А. С.</i> Мұнай шламын қосу арқылы керамзитті автогендік алуды өндірістік тексеру .....	75
<i>Балакирев Б. А., Ғарифуллин В. М.</i> Барханды құмдар мен сары топырақты таужартастарын бетондардың жеңіл толтырғыштарын өндіруде қолдану .....	79
<i>Алтаев М. А., Мейрбеков А. Т.</i> Мақтатазалау өнеркәсібінің ауаға шығарылған зиянды тастандыларын тазарту .....	84
<i>Соколов С. Е.</i> Реактивті қуат пен электр желілеріндегі күштерді реттеуге арналған басқарылатын ферромагнитті құралдар .....	87
<i>Айтчанова Б. Х.</i> Кешігуші нысандарды жиіліктіимпульстік басқару .....	94
<i>Пенкин М. Г., Пенкин С. М.</i> Қазақстандағы астықжинау процесінің тұрақтылығын арттыру резервтері .....	100
<i>Пенкин М. Г., Пенкин С. М.</i> Астықтың қар астына кетуін ескерту шарттары .....	104
<i>Алшынбай С. М.</i> Суқарылатын егістіктерді егін егу алдында өңдеуде техникалық құралдарды қолдану туралы .....	110
<i>Жарков В. А.</i> Қазақстанның оңтүстік таубөктері аймақтарында бақтарды импульсты жаңбырлатып су қарудың технологиясы мен техникалық құралдарын жасау .....	114
<i>Шоқанов Н. К., Қасенова А. А.</i> Әр түрлі жағдайларда <i>Propionibacterium shermanii</i> сақтау ерекшеліктері .....	119
<i>Шоқанов Н. К., Қасенова А. А.</i> <i>Streptococcus lactis diastaticus</i> -тың өміршеңділігімен физиологиялық белсенділігіне сақтаудың әртүрлі әдістерінің әсері .....	124
<b>Өнертабыстар</b> .....	22, 28, 32, 52, 62, 78, 86, 93, 109

## CONTENT

### Scientific information

<i>Yusupov Kh. A.</i> Resource - saving technology of actual mining of thin and verythin steep-dipping deposits .....	9
<i>Jetesova G. S.</i> Selection of fits for movable joints of hydraulic props of powered supports .....	13
<i>Jalgasuly N., Bitimbayev M. J., Saduakasov B. A., Moldagulova B. A.</i> The ecological principles for enhancement of mining efficiency of useful minerals .....	18
<i>Jalgasuly N., Retayev S. S., Cherniy G. M., Tumakov V. A., Moldagulova B. A.</i> Decrease of detrimental effect of mining-and-processing enterprises on air medium .....	23
<i>Shaketov R. S.</i> Technology of open-pit and bore mining of bituminous rocks .....	29
<i>Nugmanov B. T., Baigurin J. D., Mashanov A. A.</i> Computerization of surveying for rational resource management .....	33
<i>Povetkin V. V.</i> The processes and technology of fire-jet treatment of hard rock blocks .....	37
<i>Zikanova T. A., Kuzgibekova Kh., Isabayev S. M.</i> Extraction of arsenic from arsenopyritic concentrates in the form of sulfides, methods for their detoxication and utilization .....	41
<i>Bishimbayev V. K., Tleuov A. S., Shevko V. M., Tleuova A. Kh.</i> Pilot-and - production tests of substitution of coke for oil sludge in pelletizing of phosphate rock fines .....	44
<i>Bekibayev N. S., Volnenko A. A., Seitkhanov N. T., Sydykov J. E.</i> Cooling of water in production of sulfuric acid by contact method .....	49
<i>Bekibayev N. S., Volnenko A. A., Seithanov N. T., Sydykov J. E.</i> Purification and cooling of gases of chromic anhydride production .....	53
<i>Almakhanov B. A., Moldabekov Sh. M., Anarbayev A. A., Kabylbekova B. N.</i> Development of technology for production of caustic soda from natural sodium - containing salts .....	57
<i>Moldabekov B. Sh., Anarbayev A. A., Moldabekov Sh. M., Alteyev T. A.</i> Improvement of soda ash production technology .....	60
<i>Omarkulov P. K.</i> Mass exchange in the apparatuses with organization of directed interaction of drops with a liquid film ...	63



<i>Tsoy L. A., Tsoy A. N., Shamro A. V.</i> Radiation-wave cracking of high-viscosity and high-paraffinicity oils .....	66
<i>Mustapayeva J. T., Dzhusi pbekov U. J., Fishbein O. Yu., Kapralova V. I., Jakitova G. U.</i> Desalting technology for waste water of oil-fields of Kazakhstan .....	70
<i>Tleuova S. T., Shevko V. M., Karatayeva G. E., Tleuov A. S.</i> Industrial testing of autogenous production of ceramzite with oil-sludge admixture .....	75
<i>Balakirev B. A., Garifulin V. M.</i> Use of barkhan sands and loessal rocks in production of lightweight aggregate for concrete .....	79
<i>Altayev M. A., Meyerbekov A. T.</i> Scrubbing of industrial emissions in cotton-cleaning industry .....	84
<i>Sokolov S. E.</i> The controlled ferromagnetic devices for control of reactive power and voltage in electrical networks .....	87
<i>Aitchanov B. Kh.</i> Frequency-pulse control of the objects with delay .....	94
<i>Penkin M. G., Penkin S. M.</i> Reserves for increasing of stability of grain harvesting process in Kazakhstan .....	100
<i>Penkin M. G., Penkin S. M.</i> The conditions of prevention of leaving of not-harvested crop yield under snow .....	104
<i>Alshynbai S. M.</i> On use of technical devices for pre-seeding treatment of irrigated field soils .....	110
<i>Zharkov V. A.</i> Development of technology and technical devices for irrigation of gardens by impulse sprinkling in piedmont zone of the south of Kazakhstan .....	114
<i>Chukanov N. K., Kasenova A. A.</i> The peculiarities of storage of <i>Propionibacterium shermanii</i> at various conditions .....	119
<i>Chukanov N. K., Kasenova A. A.</i> The influence of various storage methods on survival rate and physiological activity of <i>Streptococcus lactis diastaticus</i> .....	124
<b>Inventions</b> .....	22, 28, 32, 52, 62, 78, 86, 93, 109

## РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКИ ТОНКИХ И ВЕСЬМА ТОНКИХ КРУТОПАДАЮЩИХ ЗАЛЕЖЕЙ

*Х. А. Юсупов*, д.т.н.

Казахский национальный технический университет  
им. К. И. Сатпаева

---

На многих жильных месторождениях, отрабатывающих золото-содержащие рудные тела, вследствие интенсивной опережающей выемки участков с благоприятными горно-геологическими условиями неотработанными остаются участки с высоким содержанием полезных компонентов в руде, имеющие сложную морфологию, небольшую мощность.

Несмотря на многолетнюю практику и многочисленные научные исследования, технология выемки тонких и весьма тонких рудных залежей остается несовершенной. На большинстве месторождений применяемые системы разработки приводят к разубоживанию (80-100 %). Процессы доставки руды и поддержания выработанного пространства весьма трудоемки, что снижает эффективность разработки. Системы разработки с селективной выемкой и закладкой очистного пространства подрываемыми вмещающими породами не нашли широкого применения по многим причинам.

Так, использование зарядов малого диаметра и определение параметров отбойки осуществляются без учета влияния показателей отбойки на потери и разубоживание при доставке. Усовершенствование конструкций настилов из различных материалов снижает величину потерь и разубоживания, но вызывает дополнительные материальные и трудовые затраты. Уменьшение до возможных пределов ширины очистного пространства, а именно породного прихвата, снижает дозакладку выработанного пространства и соответственно требует излишней горной массы. При улучшении качества сухой породной закладки за счет подбора рационального гранулометрического состава не учитываются схемы расположения шпуров и порядок отбойки породного и рудного слоев.

В связи с этим для отработки тонких и весьма тонких крутопадающих рудных залежей нами предложены варианты усовершенствованной технологии селективной выемки. Технология на основе использования в качестве закладки подрываемых боковых вмещающих пород заключается в том, что маломощную рудную залежь, подготовленную этажным способом, разбивают на отдельные выемочные блоки. Запасы руды в них отработывают в восходящем порядке, а выработанное пространство заполняют подрываемыми вмещающими породами. При этом необходимо учитывать конструкции шпуровых зарядов и параметры отбойки породного и рудного слоев для того, чтобы отбивать на мелкодробленную породную закладку крупнокусковую руду.

Рассмотрены два варианта системы разработки в зависимости от мощности рудного тела: с предварительной отбойкой одностороннего породного прихвата и последующей – рудного поля; с первоначальной отбойкой рудного слоя и последующей – одностороннего породного прихвата.

Предложенная технология селективной выемки способствует снижению потерь высокоценной рудной мелочи и разубоживанию руды. В связи с тем, что отбиваемая порода имеет мелкозернистую структуру, при уплотнении взрывом она приобретает высокую плотность, исключаящую проникновение рудной мелочи в породную закладку. Кроме этого, получаемая в результате отбойки крупнокусковая руда содержит мелочи в небольшом количестве, что также уменьшает вероятность попадания ее в закладку.

Для апробирования технологии были проведены экспериментальные работы в производственных условиях Белоусовского месторождения и рудника Бестобе ГОК «Казахалтын». Отбойка велась как при горизонтальном, так и при восходящем расположении шпуров, сетку расположения изменяли от  $0,5 \times 0,5 \text{ м}^2$  до  $0,9 \times 1,0 \text{ м}^2$ , глубину шпуров от 1,2 до 2,0 м при крепости руды 10-18 по шкале М. М. Протодьяконова.

Для определения прихвата пород законтурного массива разработана методика, учитывающая вид выступа шероховатости. Получены формулы, позволяющие вычислить величину прихвата для любого вида шероховатости.

Установлено, что изменяя параметры шпуровой отбойки при сплошной конструкции зарядов, можно достичь увеличения выхода породной мелочи до 55 %, но при этом в 2,5 раза возрастает удельный расход взрывчатых веществ (ВВ) и соответственно прихват пород законтурного массива. Поэтому для обеспечения необходимого

качества отбойки породного и рудного слоев рекомендовано применять рассредоточенные заряды без прокладки по длине шнура детонирующего шнура.

Для условий Иртышского полиметаллического комбината при мощности рудного тела 0,3 м, крепости 11-14 по шкале и глубине шнура 3 м установлены следующие параметры: необходимая длина очистного пространства 1,0 м; ЛНС при отбойке породного слоя 0,5 м, при отбойке рудного 0,25; расстояние между шнурами при отбойке породного слоя 0,65 м, при отбойке рудного слоя 0,7 м; величина воздушного промежутка при отбойке рудного слоя рассредоточенными зарядами 0,9 м.

Выявлены закономерности усадки сухой породной закладки от схемы расположения шпуров, порядка выемки рудного и породного слоев, которые позволяют исключить дозакладку выработанного пространства или уборку излишней породы.

Разработана технология выемки тонких и весьма тонких крутопадающих рудных залежей, предусматривающая отбивку породного слоя с максимальным выходом мелочи, а рудного слоя – с минимальным. Технология дает возможность без использования настила снизить удельный расход ВВ, потери руды в 1,5-2 раза и разубоживание – на 20-25 %.

Вариант системы разработки с селективной выемкой с бетонным настилем и технология приготовления смеси отличаются универсальностью, позволяют исключить потери и разубоживание при доставке руды. Установлено, что при условном содержании полезного компонента до 12,5 % целесообразно применение варианта с сухой породной закладкой, свыше 12,5 % – с бетонным настилем. Для рассмотренного варианта получена зависимость прочности бетонной смеси от глубины проникновения цементно-песочного раствора в породную закладку и рекомендована необходимая прочность поверхности бетонного настила 0,2-0,3 мПа, позволяющая осуществлять по нему скреперование руды.

Предложенная нами методика выбора рационального варианта системы разработки с селективной выемкой с учетом изменений мощности рудного тела и содержания полезного компонента обеспечивает полноту выемки и качество добываемой руды.

Для условий Иртышского полиметаллического комбината рекомендовано применять вариант системы разработки с первоначальной выемкой породного прихвата и последующей выемкой рудного слоя при мощности рудного тела до 0,6 м; свыше 0,6 м – вариант с первоначальной отбойкой рудного слоя и последующей – породного прихвата.

Результаты проведенных исследований использованы при разработке локального проекта для отработки крутопадающих тонких и весьма тонких рудных тел блоков 4-1042, 4-1043, 4-1044, 4-1045 залежи № 4 Белоусовского месторождения с экономическим эффектом 354563 тенге на 9000 т руды, а также при разработке Инструктивного пособия по составлению паспортов буровзрывных работ.

Технология отбойки крутопадающих тонких жил защищена авторским свидетельством СССР и патентом РК.

---

Тік құламалы жұқа және аса жұқа шоғырларды алудың технологиясын жетілдіру ұсынылған. Толық алу және өндірілетін руда сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін руда денесі қуатының өзгеруі мен пайдалы компоненттер болуын ескере отырып талғап алынатын өндіру жүйесінің рационалды вариантын таңдаудың әдістемесі жасалған.

**Түйінді сөздер:** рудалық шоғырлар, талғап алу, жұқа шоғырлар, аса жұқа шоғырлар, тазартып алу, құрамында алтыны бар рудалар.

---

Improved technology for mining of thin and very thin steep-dipping ore deposits is suggested. A procedure for selection of rational version of the mining system with selective mining is developed with regard to changes in ore body thickness and useful component content, the system provides completeness of mining and quality of ore to be mined.

**Key words:** ore deposits, selective minings, thin deposits, very thin deposits, actual minings, gold-bearing ores.

**Адрес:** г. Алматы, ул. Сатпаева, 22  
КазНТУ им. К. И. Сатпаева  
**Тел.:** (3272) 92-64-37

## **ВЫБОР ПОСАДОК ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГИДРОСТОЕК МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ**

*Г. С. Жетесова, к.т.н.*

Карагандинский государственный технический университет

Характер проявления горного давления в очистных забоях со сложными горно-геологическими условиями специфичен: продолжительное умеренное нагружение крепи сменяется резким возрастанием нагрузки и деформацией кровли и крепи в течение нескольких циклов в периоды первых и последующих осадок кровли. Анализируя цикличность осадок основной кровли, шаги первичных и вторичных интенсивных и весьма интенсивных осадок кровли, мощность угольных пластов, амплитуду разлома и смещение кровли, можно прийти к выводу, что металлоконструкции секций механизированных крепей работают в условиях переменного, нестационарного характера нагружения, сопровождающегося ударами с большой скоростью нарастания.

По мере подвижения очистного забоя периоды интенсивных осадок кровли сопровождаются резким нагружением гидроопор крепи, возрастанием смещения кровли и неудовлетворительным ее состоянием. Эти явления приводят к посадке «нажестко» групп гидростоек крепи, обрушению пород кровли в призабойное пространство и деформациям элементов секций механизированных крепей (деформация стенок цилиндров, уплотнений и других элементов крепи, разрушения гидростоек и пр.) (рис. 1).

Как показывают исследования, при неустойчивых кровлях и значительных поперечных нагрузках, характерных для сложных горно-геологических условий, поршень в цилиндре часто перекашивается. И из-за наличия в гидросистемах твердых частиц размерами до 80 мкм фрикционные явления для элементов гидростоек усиливаются, особенно под воздействием агрессивной подземной среды и гидроударов. Экспериментально установлено весьма неравномерное изнашивание поршня и цилиндра по длине сопрягаемой поверхности, которая является длиной трения (рис. 2).



а



б

Рис. 1. Деформации элементов гидростойки крети 2ОКП70К:  
а) деформации стенок цилиндра гидростойки; б) деформации стенок поршня гидростойки

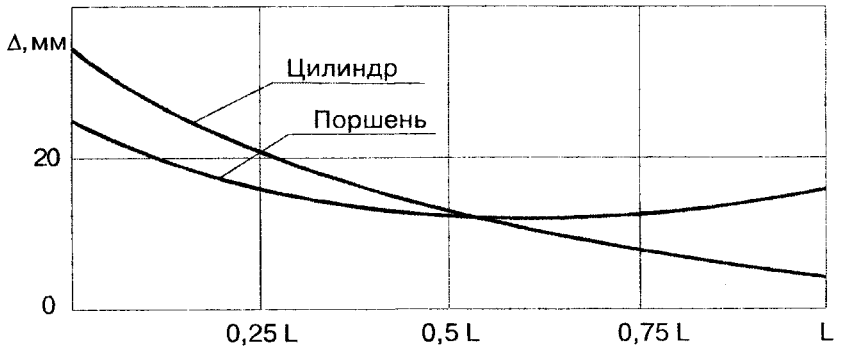


Рис. 2. Экспериментальная зависимость износа сопрягаемых поверхностей от длины износа

Для уменьшения отрицательных воздействий перекосов элементов гидростоек возможно конструктивное решение. Повышение работоспособности гидростоек механизированных крепей за счет изменения точностных требований в виде точностных характеристик и их элементов. Для эффективной работы гидростоек необходимо сужение допусков на изготовление подвижных элементов стоек. При вероятной возможности возникновения горных ударов расчет подвижных посадок в соединениях гидростоек должен выполняться с учетом динамики изменения зазоров и необходимости свободного перемещения деталей при больших радиальных деформациях.

Величина изменения зазора в соединении, нагруженном ударом, может быть определена по формуле:

$$\Delta S_{\text{дин}} = \mu \frac{d}{E} \sigma_{\text{имп}}(t) \left( 1 + Q_c \frac{F_k}{F_{\text{с.д.}}} \right), \quad (1)$$

где  $\mu$  - коэффициент Пуассона материала;

$\sigma_{\text{имп}}(t)$  - амплитуда напряжения ударного импульса;

$d$  - диаметр стержня;

$E$  - модуль упругости материалов;

$Q_c$  - коэффициент прохождения упругой волны;

$F_k$  - фактическая площадь контакта сопрягаемых шероховатых поверхностей;

$F_{\text{с.д.}}$  - площадь сечения детали, сопряженной с нагруженной ударом деталью.

Если начальный конструктивный зазор будет занижен, то вместо предусмотренного зазора в соединении образуется натяг, может появиться заклинивание деталей соединения. Во избежание таких явлений необходимо соблюдение условия:

$$S_{\text{мин}} = \Delta d + \Delta D + k_3 (RZ_d + RZ_D), \quad (2)$$

где  $\Delta d$  - суммарная величина диаметральных деформаций вала;

$\Delta D$  - суммарная величина диаметральных деформаций отверстия;

$RZ_d$  и  $RZ_D$  - высота микронеровностей поверхностей вала и отверстия;

$k_3$  - коэффициент запаса подвижности соединения.

По предварительному анализу коэффициент запаса, учитывающий отклонения нагрузки и скорости от расчетных величин и наличие механических включений в рабочей жидкости, может быть принят равным 2-2,5.



Предельно допустимые зазоры в соединениях гидростоек секций механизированных крепей в первом приближении можно определить из соотношения

$$S_{\text{доп}} = K_{\gamma}(11,63 + 2,2 S_{\text{мин}}), \quad (3)$$

где  $K_{\gamma}$  - коэффициент, учитывающий условия в зоне фрикционного контакта.

В связи с воздействием горных ударов на секции механизированных крепей в первую очередь представляет интерес влияние скорости перемещения подвижных элементов гидростоек на износ сопрягаемых поверхностей поршневых соединений. Тогда максимально допустимый зазор подвижных соединений гидростоек с учетом скорости изнашивания сопрягаемых поверхностей можно определить из выражения

$$S_{\text{max}} = S_{\text{доп}} - \rho \Sigma \gamma. \quad (4)$$

где  $\Sigma \gamma$  - суммарная скорость изнашивания материалов соединения;  $\rho$  - ресурс работы соединения.

Произведем оценку влияния максимального конструктивного зазора соединения при разных скоростях изнашивания ( $V$ ) на ресурс времени работы соединения (рис. 3). Соотношение скоростей изнашивания материалов поршня и цилиндра (коэффициент  $K_c$ ) примем равным 10.

Представленные зависимости показывают, что при нормальной эксплуатации механизированной крепи, без проявлений горного давления ресурс времени работы до первого капитального ремонта гидростойки секции механизированной крепи намного превышает ресурс, заданный ГОСТом. Увеличение зазора из-за изнашивания деталей соединений гидростойки получается в основном при маневрировании и перемещении механизированной крепи. При проявлении горного давления в зависимости от скорости смещения кровли ресурс времени работы механизированной крепи может быть не достигнут. В этих случаях целесообразно повышать ресурс времени работы за счет подбора материалов сопрягаемых деталей, т. е. регулированием коэффициента  $K_c$ . Для снижения технологического зазора, но не менее минимального конструктивного зазора, необходимо повышать качество изготовления секций механизированной крепи.

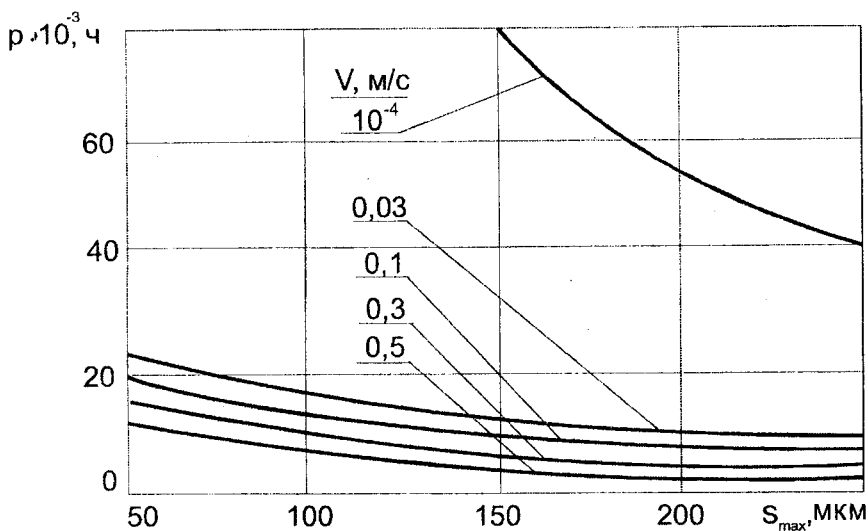


Рис. 3. Зависимость ресурса времени работы соединения «поршень - цилиндр» от максимального конструктивного зазора при различной скорости изнашивания материалов соединения

Результаты исследований апробированы на ЗАО «Каргормаш-ИТЕКС».

Механикаландырылған тіреуіш гидротіреулерінің қозғалмалы қосылыстарының ілеспелі бөлшек беттерінің тозуы тау соққысы көрініс бергенде күшейеді. Тіреуіш секцияларының жұмыс істеу уақыты ресурсын арттыру үшін гидротіреулердегі қозғалмалы қосылыстардың технологиялық саңылауларын конструктивтік саңылаудан кем болмайтындай етіп азайту ұсынылған.

**Түйінді сөздер:** гидротіреулер, механикаландырылған тіреуіштер, тау соққылары, технологиялық саңылаулар.

Wear of mating parts' surfaces of the movable joints of the powered support props is increased at manifestation of rock bump. To improve operating life of the support sections, a decrease of a technological clearance of movable joints of hydraulic props is recommended, but the minimal design clearance should not be exceeded.

**Key words:** hydraulic props, powered support, rock bumps, technological clearances.

**Адрес:** г. Караганда, Бульвар Мира, 56  
КарГТУ

**Тел.:** (3212) 56-75-97 (доб. 156)

---

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
РАЗРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Н. Жалгасулы**, д.т.н., **М. Ж. Битимбаев**, д.т.н.,  
**Б. А. Садуакасов**, **Б. А. Молдагулова**

Институт горного дела им. Д. А. Кунаева

---

В условиях усиливающегося антропогенного и техногенного воздействия на естественную среду обитания важнейшей проблемой являются рациональное использование минеральных ресурсов и охрана окружающей среды. Основные источники загрязнения - предприятия нефтегазовой отрасли, цветной и черной металлургии, горнодобывающего и теплоэнергетического комплексов.

В результате деятельности горно-обогатительных предприятий из недр выносятся на поверхность загрязняющие вещества, опасные для животного и растительного мира: минеральная и каменноугольная мелочь, соли, серная кислота, вредные и ядовитые металлы, другие минеральные и органические образования.

Кроме того, в процессе горных работ нарушаются земная поверхность и недра, гидрологический режим грунтовых вод, загрязняются почва, атмосфера, поверхностные и грунтовые воды.

Нами разработан и испытан в производственных условиях комплекс технологических решений, направленных на снижение вредного воздействия горнодобывающих и обогатительных предприятий на окружающую среду.

Учитывая опыт разработки Жезказганского месторождения при формировании целиков и кровли выработанного пространства, физико-механические свойства и напряженное состояние элементов систем разработки, авторы предложили способ охраны земной поверхности для месторождений, сложенных обширными пологозалегающими рудными телами (Жезказган, Миргалымсай, Шалкия). Способ заключается в упрочнении рудных опорных целиков, кровли очистных камер и массива вокруг горных выработок путем нагнетания в трещиноватый массив скрепляющей композиции на основе полимерной смолы (смолоинъекционное упрочнение пород). В результате опорные меж-

дукамерные целики и вывалообразования в кровле выработок из совокупности отдельностей, разделенных трещинами, превращаются в монолитный массив, возрастает их несущая способность. Кровля очистных и проходческих выработок сопротивляется деформациям как единая мощная плита. Повышение прочности элементов систем разработки в результате смолоинъекционного упрочнения снижает риск массового обрушения с выходом на поверхность, тем самым исключая нарушения земного покрова.

Для уменьшения площадей изъятия земель под отвалы некондиционных руд разработаны геотехнологические способы извлечения из них полезных компонентов, в частности кучное выщелачивание. Интенсивное кучное выщелачивание медных руд позволяет максимально снизить экологический риск с одновременным извлечением меди и сопутствующих полезных компонентов, например, серебра. Отходы выщелачивания можно использовать в качестве связующего компонента в закладочной смеси, обеспечивая прочность закладки 0,63-1,6 МПа. Эта технология позволяет снизить более чем в 2 раза сроки окупаемости капитальных вложений и во столько же раз увеличить объем годовой прибыли.

Способ подземного выщелачивания меди из руды предложен для флексурных участков месторождения, разбитых тектоническими нарушениями и представленными неустойчивыми рудами и вмещающими породами. Он предусматривает извлечение из руды только металла. Остальная часть руды остается на месте залегания и предохраняет земную поверхность от нарушений.

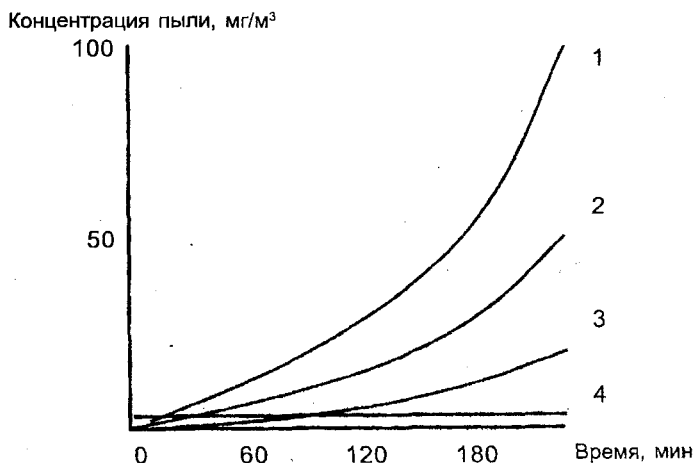
С целью повышения полноты использования недр разработано несколько способов выщелачивания меди из междукамерных опорных целиков. При этом для сохранения и повышения несущей способности опорных целиков предусматривается их упрочнение после выщелачивания путем нагнетания в тело целика укрепляющей полимерной композиции, разработанной авторами.

Широкое применение геотехнологических способов извлечения металла из руды позволяет сократить объем переработки руды на обогатительной фабрике. Это приводит к снижению вредных выбросов в атмосферу и гидросферу и сокращению площади земель, изымаемых для размещения отвалов и хвостохранилищ. В конечном счете все это способствует снижению экологического риска.

Разработанный нами способ обеспыливания, сокращающий выбросы пыли в атмосферу, предусматривает нанесение на карьерные дороги, рудные и породные навалы, отвалы пустых пород, сухие поверхности хвостохранилищ обогатительных фабрик специальных составов,

агрегирующих тонкодисперсные пылеватые частицы и удерживающих их в связанном состоянии в течение достаточно длительного времени. При пропитке поверхности щебеночных карьерных дорог связующими композициями - битумной эмульсией, получаемой из нефтебитуминозных пород месторождений Западного Казахстана, или лигносульфонатом - продуктом переработки древесины, интенсивность выделения пыли снижается на 80-89 %. Статистические данные по концентрации пыли на дорогах горно-обогатительных предприятий, обрабатываемых известными связующими и оптимальными составами, а также на асфальтобетонном покрытии представлены на рисунке.

Сведение к минимуму вредных последствий деятельности горнодобывающих предприятий обеспечивается рядом горнотехнических мероприятий и биологической рекультивацией нарушенных земель. Их практическая цель - сокращение сроков между началом отчуждения



Изменение запыленности атмосферы над карьерными дорогами во времени при обработке их поверхности различными связующими агентами: 1 - обработка водой; 2 - обработка препаратом кохерекс; 3 - обработка битумной эмульсией; 4 - асфальтобетонное покрытие из битумных пород

земель и последующим использованием в преобразованном виде. Продолжительность периода биологической рекультивации обычно составляет 15-30 лет. Однако этот срок можно значительно сократить, если на подготовленную горнотехническими способами поверхность нанести слой полезного ископаемого органического происхождения, в частности, биопрослой, добываемых попутно при разработке угольных месторождений открытым способом.

В Центрально-Казахстанском регионе имеется ряд месторождений бурого угля. Одно из них - месторождение Киякты. Уголь по теплотворной способности и зольности является низкокачественным топливом, но в то же время его специфический состав позволяет получать из него продукты, которые могут быть использованы для повышения плодородия земель и урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе и в районах деятельности горно-обогатительных производств. Наиболее простое и перспективное направление использования углей, содержащих гуминовые кислоты, - получение гуминовых препаратов.

Хвостохранилища являются одним из основных источников пылевыведения в районе горно-обогатительного комплекса, доля выбросов пыли составляет 21,45 %. Состав грунта хвостохранилищ ограничивает возможность произрастания на нем зеленых растений.

В последние 5-10 лет в ИГД им. Д. А. Кунаева совместно с ТОО НПФ «Урожай» проведены исследования по разработке способов активного воздействия на физиологические процессы, протекающие в растениях в экстремальных условиях среды. Установлено, что при предпосевной обработке семян физиологически активными препаратами повышается устойчивость растений к экстремальным условиям среды и почвы. Подготовленные таким образом семена переносят глубокое затопление, что очень важно при намыве нового слоя пульпы хвостов обогащения. Удовлетворительные показатели получены для полыни - растения, наиболее характерного для аридной зоны Казахстана. Значительный интерес представляют исследования по технологии высаживания по периметру хвостохранилищ кустарников (гребенщик, карабарак, боялыш, саксаул, чий) и полукустарников (полынь черная, кермек, изень, жантак, ковыль волосатый, сбелек, ежовник солончаковый, рогац песчаный). Разветвленность этих растений и их высота (1,3-1,5 м) способствуют достаточно эффективному задержанию пыли.

Высеянные травы и кустарники кроме того являются источником кислорода, дефицит которого наблюдается в аридной зоне республики.

Таким образом, рациональное развитие горнодобывающих комплексов Казахстана невозможно без учета экологических критериев работы промышленных предприятий. Только экологически чистые технологии позволяют более полно и комплексно использовать сырьевые ресурсы с максимальным снижением экологического риска.

Кен өндіру кәсіпорындары қызметінің қоршаған ортаға ең қауіпті аспектілері анықталған. экологиялық тәуекелділікті төмендетуге бағытталған, технологиялық шешімдер кешені жасалған.

**Түйінді сөздер:** кен өндіруші кәсіпорындар, пайдалы қазбалар, экологиялық тәуекелдік, қоршаған ортаны қорғау, экологиялық таза технологиялар.

The most dangerous aspects of influence of the mines activity upon the environment are determined. The set of technological solutions directed to decreasing of ecological risk is elaborated.

**Key words:** mines, useful minerals, ecological risk, environment protection, environmentally sound technologies.

**Адрес:** 480046, г. Алматы, пр-т Абая, 191

ИГД им. Д. А. Кунаева

**Тел.:** (3272) 46-97-21 (доб. 434)

## ИНФОРМАЦИЯ

HT2001K1194

### ЭНЕРГОАВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ МАЛОЙ ИРРИГАЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ В ПУСТЫННОЙ ЗОНЕ

Оросительный модуль трубчатого типа, функционирует в автономном режиме при скважинном водозаборе с использованием ветросиловых агрегатов. Площадь орошения 0,5 га, производительность 10 т сочных кормов и 2 т плодоовощей.

**Телефон для справок: 54-79-53**

---

**СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
НА ВОЗДУШНУЮ СРЕДУ**

***Н. Жалгасулы, д.т.н., С. С. Ретаев, Г. М. Черний, к.х.н.,  
В. А. Тумаков, к.т.н., Б. А. Молдагулова***

Институт горного дела им. Д. А. Кунаева

---

Катастрофическая запыленность воздуха в карьерах, опасность заболевания пневмокониозом, острыми респираторными заболеваниями требуют проведения неотложных мер, снижающих вредное воздействие всех технологических процессов. Пылеобразование в карьерах при бурении, экскавации, грохочении и дроблении уменьшается при использовании аспирации и пылеулавливания.

Пылеулавливающие системы имеют: аспирационные укрытия (зонты) очагов пылевыделения; пылеулавливающие аппараты (циклоны, фильтры, воздухопроводы и побудители тяги, например, вентиляторы).

Эффективным способом снижения запыленности в рабочих зонах карьеров служит гидрообеспыливание, которое используется практически при всех технологических операциях. Одной из проблем гидрообеспыливания является выбор оптимальных параметров интенсивного орошения площадей.

Ранее проведенные промышленные испытания процесса гидрообеспыливания на ряде горнодобывающих предприятий, в том числе на Соколовско-Сарбайском ГОКе, показали, что интенсивность орошения оптимальна при давлении насоса гидромонитора  $4-5 \cdot 10^5$  Па, диаметре насадки 35-40 мм, угле наклона  $15-30^\circ$  и частоте полива для условий карьеров: летом - 1 раз в сутки для железнодорожного транспорта и 1 раз в смену - для автодорог.

При увлажнении забоев со средним расходом воды до  $35-40$  л/м<sup>3</sup> удается добиться резкого снижения запыленности воздуха. При этом концентрация пыли ниже ПДК, но уже через 30 мин становится равной ПДК, а через 180 мин достигает первоначального уровня.



По данным ИГД НАН РК, новым эффективным средством гидрообеспыливания при экскавации забоев является увлажнение горной массы раствором, содержащим полиакриламид (ПАА). Максимальная эффективность сокращения пылевыведения достигается при использовании водного раствора, содержащего 0,05 % ПАА.

До настоящего времени не учитывалась доля пылевыноса с бортов карьера, особенно в ветреную погоду, которая, по нашим наблюдениям, достаточно велика. Борты карьеров, склонные к выветриванию и выщелачиванию, представляют собой не только экологически опасный источник пылеобразования. Развитие с течением времени под влиянием выветривания обрушений и осыпей приводит к несчастным случаям, повреждению оборудования, нарушению режима работы карьера и снижает в целом экономичность открытой разработки. Укрепление неустойчивых откосов бортов карьеров позволит решить ряд технологических вопросов, оздоровить экологическую обстановку в карьере и в регионе в целом, снизить запыленность.

Искусственное укрепление необходимо, когда отдельные участки бортов и уступов ослаблены зонами интенсивной трещиноватости, подсечены поверхностями ослабления, падающими в сторону выработанного пространства, или представлены породами, склонными к интенсивному выветриванию, что приводит к развитию осыпей. Техническая необходимость укрепления неустойчивых участков бортов определяется горнотехнологическими и эколого-экономическими факторами.

Все существующие способы укрепления откосов бортов карьера условно можно разделить на 3 основные группы: механическое удержание; упрочнение горных пород; изолирующее покрытие.

Несмотря на незначительное распространение, наиболее перспективно упрочнение бортов путем обработки полимерными композициями. Смолоинъекционное упрочнение - один из наиболее действенных и эффективных способов повышения устойчивости горных пород в карьерах и снижения пылевыноса.

Значительным источником загрязнения окружающей среды, особенно в районах с сухим и жарким климатом, является вынос в атмосферу мельчайших минеральных частиц пыли в свободном состоянии и в виде аэрозолей с грунтовых автодорог. При транспортировке руды 120-тонными самосвалами и другими большегрузными автомобилями образующаяся пыль в виде плотного пылевого облака, закрывая обзор, создает неблагоприятные условия для работы

водителей, снижает безопасность и производительность труда водителей.

В настоящее время на горнодобывающих предприятиях специально построенные дороги имеются только на горно-капитальных выработках. Откатка руды из забоев производится без устройства специальных дорог. Наличие неровностей и высокая абразивность пород приводят к быстрому износу шин самоходного оборудования.

Разработка мероприятий, снижающих пылеобразование на дорогах, ведется в двух направлениях: создание прочных, недорогих дорожных покрытий и связующих составов для орошения и пылеподавления на временных карьерных дорогах. За рубежом эту проблему давно решают нанесением на полотно дорог укрепляющего грунт вещества - кохерекса. Ежедневно им обрабатывают все дороги в радиусе 16 км от разреза с помощью автоцистерн. При обработке действующих дорог применяют 4 %-ную эмульсию, вновь построенных - 10 %-ную.

Известно применение битумной эмульсии и эмульсии на основе отходов целлюлозно-бумажной промышленности - лигносульфонатов, обладающих высокими вяжущими свойствами. При пропитке ими поверхности щебеночных дорог запыленность воздуха снижается до санитарных норм. Использование в условиях сухого и жаркого климата для борьбы с пылью на дорогах высоковязкой нефти или эмульсии мазута в воде показало, что при этом ускоряется износ шин автомобилей из-за разъедающего действия на резину мазута. Кроме того, использование мазута и других нефтепродуктов для пылеподавления экономически нецелесообразно.

Наш способ снижения пылевыноса на дорогах горнодобывающих предприятий заключается в разработке экологически эффективных композиций, оструктурирующих поверхностный слой полотна дороги, или дешевого твердого покрытия. Разработаны составы, позволяющие стабилизировать пылеобразование на карьерных дорогах месторождения Каратау.

Большая длина рудоносной зоны фосфоритного бассейна Каратау, наличие нескольких крупных карьеров, использующих автомобильный транспорт, требуют большого количества временных автомобильных карьерных дорог. Постоянные дороги в капитальных выездных траншеях выполнены из цементобетона, покрытого тонким слоем асфальтобетона.

Временные дороги на рабочих площадках уступов карьеров устраиваются путем планирования поверхности с подсыпкой породной или рудной мелочи. Для этого используются массивные мелко-

**Гранулометрический состав пород, используемый для покрытия временных карьерных дорог**

Фракция крупностью, мм	Содержание, %
-15 - +10	13,8
-10 - +5	12,2
- 5 - +3	21,0
- 3 - +2	18,0
- 2 - +1	12,2
- 1 - +0,5	12,6
-0,5 - 0	3,2
-0	7,1

зернистые доломиты, карбонатные и кремнисто-карбонатные породы, фосфатно-кремнистые сланцы и фосфатизированные кремни с гранулометрическим составом, представленным в таблице.

Как видно из таблицы, более 20 % породной массы, образующей покрытия дорог, состоит из фракций -1 - +0 мм, которые и участвуют в пылеобразовании.

Улучшить качество дорог и снизить пылеобразование можно с помощью полива дороги битумной эмульсией, получаемой при переработке битуминозных пород или твердого покрытия, например, асфальтобетонного, также с использованием битуминозных пород.

Анализ известных разработок показывает, что использование жидкого вяжущего состава для полива действующих

дорог при движении большегрузного автотранспорта ненадежно. Создаваемая при поливе корка толщиной 1,5-2,0 см легко разрушается под давлением 100-200-тонного самосвала. Более целесообразно использовать эту технологию для обработки откосов дорог, а полотно дороги следует укреплять асфальтобетонной смесью.

Битум битуминозных пород (БП) Западного Казахстана по своим физико-механическим и реологическим свойствам занимает промежуточное положение между вязкими и жидкими нефтяными битумами промышленного производства. БП обладают высокой адгезионной способностью - дают хорошее сцепление с мрамором, песком, известняками и удовлетворительное - с гранитом, что позволяет использовать их для строительства дорог в натуральном виде, в качестве заменителя нефтяного битума при приготовлении асфальтобетона.

Нами разработана технология получения асфальтобетонной смеси, обеспечивающая высокую адгезию битума к минеральным материалам, слагающим карьерные дороги месторождения Каратау. Технология заключается в обработке минерального материала лигносульфонатом (2,0-3,0 % веса), нагревании обработанного материала (150-160 °С), смешивании с БП (2:1). При обработке лигносульфонатом, обладающим высокими адсорбционными свойствами к минералам кварцевой группы, создается активный адсорбционный

слой из ориентированных молекул поверхностно-активного вещества, что при введении битуминозной породы в активизированную минеральную массу, нагретую до 150-160 °С, способствует размягчению и проникновению битума в трещины и поры и адгезии его на поверхности минерального материала. При этом битум склеивает тонкодисперсные частицы, агрегирует их, придает водоотталкивающие свойства и в результате увеличиваются прочность смеси, ее монолитность.

Испытания асфальтобетонной смеси показали, что ее прочность при варьировании параметров (изменение количества лигносульфоната, температуры, времени и скорости перемешивания) колеблется в пределах 37,5-42,5 кгс/см<sup>2</sup>, что в 2,3-2,8 раза превышает требования ГОСТа, а водонасыщенность соответствует допустимому пределу и даже несколько меньше - 2,5-3,0 %.

Таким образом, разработанная технология приготовления асфальтобетонной смеси позволяет получить высокопрочное и стойкое к водонасыщению покрытие с применением поверхностно-активных веществ (отходы производства) и дешевого природного сырья (нефтебитуминозные породы). Предложенный вариант более эффективен, чем использование жидких связующих композиций.

Разработаны рекомендации по применению битуминозных пород для карьерных дорог ПО «Каратау», проведены производственные испытания технологии, рассчитана эффективность их использования, заключающаяся в коренном улучшении технического состояния карьерных дорог; увеличении пробега автомобильных шин до 29-30 тыс. км; стабильном снижении запыленности воздуха до санитарной нормы, повышении безопасности движения.

Широкое внедрение на открытых горных работах Республики Казахстан комплекса мероприятий по строительству и эксплуатации усовершенствованных карьерных автодорог требует оснащения дорожной службы карьеров специальной техникой, щебнеукладчиками, катками, дробильно-сортировочными установками для приготовления щебня и другими вспомогательными технологическими узлами.

---

Кен өндіруші кәсіпорындардың карьерлері мен уақытша автомобиль жолдарында олардың борттарын мықтылау жолымен шаңгүзілуді азайту әдісі ұсынылған. Битуминозды жыныстар негізінде асфальтбетондық қоспа алу технологиясы жалған.

**Түйінді сөздер:** шаңгүзілуді азайту, карьерлер, уақытша карьерлік жолдар, битуминозды жыныстар, асфальтбетонды қоспалар.

---

The methods for dust formation reduction in open-pit mines by strengthening of their pit walls, temporary motor roads are suggested. The technology of preparation of asphalt concrete mixture on a base of bituminous rocks is developed.

**Key words:** dust formation reduction, open-pit mines, temporary pit roads, bituminous rocks, asphalt concrete mixtures.

**Адрес:** 480046, г. Алматы, пр-т Абая, 191  
ИГД им. Д. А. Кунаева

**Тел.:** (3272) 46-97-21 (доб. 434)

## **ИНФОРМАЦИЯ**

**НТ2003К1358**

### **ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ**

Гидродинамические теплогенераторы представляют собой устройства, в которых выработка тепловой энергии осуществляется за счет интеграции вихревого и электрогидравлического эффекта. Теплогенераторы работают в автоматическом режиме и на 30-50 % экономичнее традиционных электротэновых котлов. Кроме электропривода теплогенераторов разработаны конструкции, позволяющие использовать энергию горных потоков воды, ветра, колесных пар транспортных средств. Срок окупаемости - 3 года.

**Телефон для справок: 54-79-53**

## ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТОЙ И СКВАЖИННОЙ РАЗРАБОТКИ БИТУМИНОЗНЫХ ПОРОД

**Р. С. Шакетов**, к.т.н.

Институт горного дела им. Д. А. Кунаева

В западных областях Казахстана разведаны свыше 100 месторождений битуминозных пород, запасы которых расположены на глубине 120 м и составляют 15-20 млрд т.

Месторождения битуминозных пород по возможности их разработки разделяются на два типа: залегающие непосредственно на поверхности или на небольшой глубине (до 50 м), которые могут разрабатываться открытым способом; залегающие на сравнительно большой глубине (более 100 м). Месторождения второго типа разведаны менее детально, разработка их открытым способом экономически нецелесообразна из-за большого объема вскрышных работ. Невысокая ценность сырья делает разработку таких месторождений подземным способом экономически невыгодной.

Нами выполнены исследования под научным руководством академика НАН РК Ш. А. Алтаева по обоснованию рациональных параметров разработки битуминозных пород с различными условиями залегания и содержания битумов, включающих открытые горные работы и новые скважинные способы.

Технология разработки открытым способом рассмотрена для условий месторождения Мунайлы-Мола, где производится добыча битуминозных пород с содержанием битума не более 20 % с целью их использования для дорожного строительства. Производительность карьера - 100 тыс. т в год. Месторождение обрабатывается горизонтальными слоями, система разработки - поперечная однобортная, с погрузкой горной массы экскаватором в автосамосвалы, с внешним расположением отвалов вскрышных пород. Основное оборудование: экскаватор, автосамосвалы, бульдозер, рыхлитель. Скорость продвижения фронта работ по длине экскаваторного блока 250-45,5 м в год. Среднегодовое продвижение горных работ - 1,5 м. Вскрытие карьера - выездной траншеей, закладываемой в восточной части залежи. Рыхление поверх-

ностей твердой корки производится буровзрывными работами (мелкошпуровым методом) на глубину 0,8 м; битуминозных пород в летнее время - рыхлителем. В зимнее время рыхление и проходка разрезной траншеи - буровзрывным способом (скважинами диаметром 150 мм).

Параметры карьеров месторождения Мунайлы-Мола при разработке экскаваторами: угол откоса уступа  $45^\circ$ , высота уступа 4 м, длина карьера 600 м, ширина 200 м, глубина 24 м; промышленные запасы в контуре карьера 1671 тыс. т, объем промышленных битуминозных пород 230 тыс. м<sup>3</sup>, средний коэффициент вскрыши 0,14 м<sup>3</sup>/т.

Достоинствами данного варианта разработки является независимость от сетей электроснабжения, поскольку используется технологическое оборудование с двигателем внутреннего сгорания, а также достаточная гибкость технологии, позволяющая легко приспосабливаться к изменяющимся геологическим условиям. Существенный недостаток технологии открытой разработки с использованием экскаваторов - механических лопат и автотранспорта - практическая невозможность добычи пород с содержанием битума более 20 %. Такие породы имеют малую несущую способность, и передвижение по ним добычных и транспортных механизмов затруднено.

Учитывая, что вскрышные породы на таких месторождениях представлены рыхлыми осадочными отложениями и мощность их, особенно на небольших месторождениях, невелика (до 10 м), для их разработки могут быть использованы экскаваторы-драглайны, позволяющие разрабатывать залежь битуминозных пород на полную мощность, без разделения на уступы. При этом экскаватор и другие механизмы будут перемещаться по поверхности залежи, имеющей достаточно высокую несущую способность.

При применении драглайнов в добычу включаются все запасы битуминозных пород, в связи с чем на 20 % уменьшается коэффициент вскрыши и в 2 раза увеличивается годовая производительность карьера.

Разработку битуминозных пород с содержанием битума свыше 20 % рекомендуется производить добычными машинами циклично и непрерывного действия с ходовыми частями на базе пневмоопорных гусеничных машин с опорным механизмом в виде пневмобаллонов (пневмоопоры) с движением на ленточных гусеницах (типа транспортных лент). При этом благодаря большой опоре достигается малое давление добычной машины на грунт (до 0,2 кг/м<sup>2</sup>), что обеспечивает низкое сопротивление движению, снижение веса ходовой части машины на 15-20 % и стоимости добычной машины.

Нами определены основные технологические параметры скважинной гидродобычи битуминозных пород: температура рабочей жидкости от 50-60 до 90-95 °С; напор на насадке гидромонитора 10-15 МПа, при котором возрастает интенсивность размыва битуминозных пород и увеличивается их выход на единицу объема рабочей жидкости.

Разработан технологический регламент на строительство опытно-промышленной установки по производству битумной эмульсии из битуминозных пород Западного Казахстана производительностью 54-72 т эмульсии в год.

В Кызылординском институте инженеров с использованием разработанной технологии выработано 2 т битумной эмульсии, которая была использована для строительства карьерных дорог и закрепления пылящихся поверхностей на хвостохранилищах. На Сарыагашском керамзитовом заводе проведена промышленная проверка нового технологического производства керамзитового гравия с использованием битуминозных пород и битумной эмульсии вместо соляного масла. Разработана технология применения битумной эмульсии для предотвращения потерь угля при транспортировке в железнодорожных вагонах, в объеме до 2 %. Проведены опытно-промышленные испытания технологии пылеподавления с использованием битумной эмульсии на хвостохранилищах.

В рудоуправлении «Кок-Джон» ПО «Каратау» были использованы 282 т битуминозных пород для покрытия 400 м технологических дорог, ямочного ремонта 7 точек дорог. Общий пробег автосамосвалов грузоподъемностью 75-110 т составил около 7 тыс. км, потребное количество автошин уменьшилось на 153. Экономия составила 310,5 тыс. - дол. США. В г. Кызылорде внедрена технология дорожного покрытия из битуминозных пород. Дорога, покрытая асфальтом из битуминозных пород, наблюдалась в течение 1,5 лет специальной лабораторией, установившей ее высокое качество и значительную экономию средств.

---

Әр түрлі жағдайларда жататын және битумы бар, ашық тау жұмыстары мен жаңа ұңғыма төсілдерін қамтитын битуминозды жыныстарды алудың рационалды параметрлері негізделген. Қалдық қоймаларындағы шаңдатушы беттерді қатыруға арналған эмульсияны битуминозды жыныстардан өндіру технологиясы жасалып енгізілген.

**Түйінді сөздер:** битуминозды жыныстар, тау жұмыстары, битумды эмульсия, қалдық қоймалары, шаңшығаруды азайту.



The rational parameters of mining including open-pit mine works and new bore mining methods are substantiated for bituminous rocks with various conditions of bedding and bitumen content. The technologies are developed and introduced for production of emulsions from bituminous rocks for consolidation of dust-forming surfaces at tailing dumps.

**Key words:** bituminous rocks, mining works, bitumen emulsions, tailing dumps, dust formation reduction.

**Адрес:** 480046, г. Алматы, пр-т Абая, 191

ИГД им. Д. А. Кунаева

**Тел.:** (3272) 46-97-21 (доб. 434)

## ИНФОРМАЦИЯ

НТ2002К1332

### РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФАСАДНОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПЛИТКИ НА ОСНОВЕ УГЛЕОТХОДОВ

Разработаны составы керамических материалов на основе углеотходов (вскрышные аргиллито-алевролитовые породы) с добавкой отходов минераловатного производства. Получены фасадные керамические плитки с высокими пределом механической прочности при изгибе (36 Мпа), морозостойкостью (более 40 циклов), стойкие к воздействию кислот и щелочей (95,5 и 97,5 %).

**Телефон для справок: 54-79-53**

**КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ  
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО  
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Б. Т. Нугманов, Ж. Д. Байгурин, д.т.н., А. А. Машанов, к.т.н.**

Казахский национальный технический университет  
им. К. И. Сатпаева

---

---

Современный этап развития горной промышленности характеризуется вовлечением в разработку месторождений со сложными горно-геологическими условиями, изучение которых связано с применением дорогостоящих комплексных методов получения первичной геолого-маркшейдерской информации. На ее сбор и обработку требуются значительные материальные, трудовые и временные затраты. Важным аспектом геолого-маркшейдерской информации является ее долговременное и многоаспектное использование на всех этапах недропользования. Поэтому оперативность получения информации, полнота, достоверность и сохранность геолого-маркшейдерской базы данных с использованием компьютерной технологии на весь период отработки месторождения является задачей необходимой и актуальной.

Решение указанной проблемы, связанное с внедрением в практику современных автоматизированных систем обработки геолого-маркшейдерских данных и их графического моделирования на горнодобывающих предприятиях позволяет создавать алгоритмы для подсчета запасов и оценки рационального уровня полноты и качества извлечения руд при добыче.

В горной практике работа маркшейдерской службы состоит из двух видов: полевой и камеральной. К камеральным видам относится ряд маркшейдерских работ, основными из которых считаются подсчет запасов полезного ископаемого, потерь и разубоживания руды, учет движения запасов и установление нормативного уровня показателей извлечения руды при добыче. Для правильного учета движения запасов полезного ископаемого, количественных и качествен-

ных потерь руды маркшейдеру приходится производить съемку забоев, вскрышных и добычных отвалов, а затем определять их объемы. На камеральные работы уходит значительная часть времени, которая заключается в обработке полевых журналов, в исполнении графических материалов (планов и разрезов) и определении параметров подсчета запасов полезного ископаемого.

Существуют различные методики определения параметров залежи и построения горно-геометрической модели для описания горно-геологических объектов, которые являются исходными данными автоматизированной графики.

Определение параметров и основных характеристик залежей сложного строения - трудоемкий процесс, так как требуются не только оперативность получения необходимых результатов, но и точность подсчета запасов полезных ископаемых. Для этого готовится комплекс исходных геолого-маркшейдерских материалов для разработки алгоритмов с целью автоматизированного управления процессом подсчета запасов полезного ископаемого и показателей извлечения руд при планировании горных работ, которое позволяет:

- формировать геологические модели разрезов, планов;
- выделять количественные и качественные показатели рудных тел;
- осуществлять оконтуривание по заданным критериям отдельных элементов рудного пространства;
- производить операции по определению параметров для подсчета запасов и оценки их точности;
- устанавливать участки возможного образования потерь и разубоживания, классифицировать их по видам и источникам, определять их рациональный уровень при добыче;
- готовить исходные и расчетные данные для пополнения планов и разрезов.

Одним из перспективных направлений в решении вышеуказанной задачи является подсчет объемов горной массы на основе способа трехгранных призм с использованием полиномов 3-й степени двух типов, на базе которого разработана программа для ПЭВМ «Маркшейдер». Однако способ ориентирован только для условий разработки месторождений открытым способом.

В меньшей степени освещены вопросы моделирования горно-технических объектов при подземной разработке. Среди имеющихся моделей можно выделить систему построения графических изображений подземных рудников на ЭВМ на основе хранящейся в памяти машинной информации о пространственном положении элемен-

тов горных выработок. Эта информация представляет собой совокупность стандартных блоков, каждый из которых состоит из пары точек (узлов), принадлежащих определенной выработке, и линий, связывающих эти точки между собой и с соседними парами.

Нами предложены методики определения площадей и объемов залежи сложного строения без применения известных традиционных способов, которые были использованы на месторождениях цветных металлов и нерудных материалов. Эффективность использования их при подсчете запасов полезного ископаемого заключается в том, что учитывается сложность геологического объекта и могут быть оперативно созданы специальная алгоритмическая структура и программа для сокращения времени на камеральную обработку исходной информации.

Подземная разработка жильных месторождений сопровождается еще высокими значениями количественных и качественных показателей руд из-за сложности залегания и строения рудных тел и выемкой руды из очистного пространства эксплуатационного блока. Учитывая различную геометрическую форму площади жилы в сечении забоя, была предложена формула расчета величины разубоживания при проходке горных выработок:

$$k = \frac{S_2 \cdot \rho - S_1 \cdot q}{S_2},$$

где  $S_2$  - площадь сечения горной выработки в плоскости забоя,  $m^2$ ;

$S_1$  - площадь сечения жилы в плоскости забоя,  $m^2$ ;

$\rho$  - вероятность содержания металла в разубоживающей горной массе;

$q = 1 - \rho$ .

В условиях разработки мраморных месторождений, учитывая специфику выемки мрамора, для оценки блочности была предложена методика подсчета объема структурной отдельности:

$$V = \frac{1}{6} W_2 \cdot W_3 \cdot \sin \rho \left( W_1 + W_2 \cos \frac{\rho}{2} \right),$$

где  $W_1, W_2, W_3$  - средние расстояния между трещинами трех систем;  
 $\rho$  - угол внутреннего трения горной породы.

Данные методики и рекомендации были апробированы и использованы при проектировании и годовом планировании горных работ на отдельных золоторудных и мраморных месторождениях Казахстана.

Таким образом, компьютеризация маркшейдерских работ, построение автоматизированной графики (моделей) залежей полезных ископаемых позволят решить ряд важных прикладных задач, таких, как подсчет запасов полезных ископаемых, потерь и разубоживания руды при подземной разработке; будет способствовать улучшению качества геолого-маркшейдерского обеспечения горных работ и повышению эффективности отработки месторождения.

---

Жедел ақпараттар алуға және кен орнын пайдаланудың барлық кезеңінде геологомаркшейдерлік мәліметтер базасын сақтауға мүмкіндік беретін, таугеологиялық жағдайлары күрделі кен орындарындағы маркшейдерлік жұмыстарды компьютерлендірудің актуальдылығы көрсетілген.

**Түйінді сөздер:** маркшейдерлік жұмыста, компьютерлендіру, кен орындары, мәліметтер базалары.

---

Actuality of computerization of surveying at the fields with complex mining - and - geological conditions is shown, it provides acquisition of operation information and storage of geologic-and-surveying data base for the whole period of deposit exploitation.

**Key words:** surveying, computerization, deposits, data bases.

**Адрес:** 480013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22  
КазНТУ им. К. И. Сатпаева

**Тел.:** (3272) 92-54-17

## **ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ОГНЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ БЛОКОВ КРЕПКИХ ГОРНЫХ ПОРОД**

**В. В. Поветкин, д.т.н.**

Казахский национальный технический университет  
им. К. И. Сатпаева

---

---

Увеличение добычи и обработки строительного камня из крепких горных пород может быть достигнуто при широком внедрении прогрессивного огнеструйного (термического) способа обработки, который позволяет поднять производительность труда рабочих в 2-2,5 раза и увеличить масштабы использования строительных изделий за счет организации их выпуска крупными партиями.

С помощью огнеструйных термоинструментов (терморезаков) изготавливаются разнообразные архитектурно-строительные, дорожные и облицовочные изделия: бордюрные камни, ступени, парапет, карнизы, фундаментальные блоки, облицовочные плиты, а также другие технические детали типа валов, жерновов, катков для химической, бумажной, фарфоро-фаянсовой и пищевой промышленности.

Однако применяемый в настоящее время огнеструйный способ с использованием ручных термоинструментов имеет ряд недостатков: загазованность рабочего места продуктами сгорания углеводородных горючих; большой аэродинамический шум истекающей из камеры сгорания газовой струи; разлет раскаленных частиц породы, образующихся в процессе разрушения; пожароопасность. В связи с этим нами исследованы процессы разрушения горных пород под воздействием огневых струй и разработана технология механизированной обработки блочного камня крепких горных пород.

Для определения основных параметров тепловых потоков при взаимодействии газовой струи с окружающей средой (атмосферой) и горной породой рассмотрена термодинамическая система - неизолированная, открытая трехкомпонентная, состоящая из окружающей воздушной среды, газовой струи пламени и обрабатываемых каменных изделий. Механизм разрушения поверхностной огнеструйной обработки терморезаками имеет некоторое отличие, чем при бурении и расширении

скважин с помощью термобуров. Особенно при обработке блоков многогорелочными устройствами, когда появляются новые эффекты от совмещения факелов.

Оценка напряженно-деформированного состояния процесса разрушения горной породы при взаимодействии различных схем ориентации факелов горелок многогорелочных систем позволила определить основные технологические параметры обработки: объемную скорость разрушения  $W_{\text{max, сум}}$ ; максимальный тепловой поток  $Q_{\text{max, сум}}$ ; суммарную мощность тепловых потоков, потребных для разрушения  $Q_{\text{max, сум}}$ ; коэффициент сосредоточенности теплового потока  $K$ ; продольную скорость перемещения обрабатываемого блока или горелки  $V_{\text{пр}}$ ; суммарную производительность по сбою породы  $W_{\text{сум}}$  и разработать комплексную методику их расчета.

Успешное решение технологических задач, связанных с обработкой камня на механизированных установках, зависит от правильного выбора схемы расположения группы одновременно работающих горелок. Для обработки гранитных изделий массового производства на основе шаговой регуляризации предложена технологическая схема ориентации группы горелок, позволяющая одновременно обрабатывать все поверхности изделия. В схеме удачно сочетаются широкий фронт обработки, высокая производительность, что создает благоприятные условия для совмещения вспомогательных операций (разметка, скалывание и др.), применяемых при ручных операциях. Чистота поверхности обработки соответствует требованиям к фактуре поверхности.

При поточной механизированной обработке изделий из камня многогорелочными системами важное место отводится управлению работой горелок и зажиганию топливных компонентов. В термоагрегатах, снабженных многогорелочными системами, необходимы непрерывный контроль за работой каждой горелки и выдача информации на пульт управления. В качестве контрольного регистрирующего параметра горелок рассмотрены: тепловая, лучистая и акустическая энергия факела; температура воды, охлаждающей камеру сгорания; реактивная тяга горелки; внутрикамерное давление; электрическое или факельное зажигание.

Предложенные оборудование и технология огнеструйной автоматизированной обработки камня являются результатом теоретических и экспериментальных исследований: предварительной ориентировки обрабатываемой заготовки; рационального способа обработки совмещенными факелами; ориентации горелок относительно поверхности обработки; рациональных скорости перемещения обрабатываемого блока и режимов работы горелок при грубой и чистовой обработке; дистанци-

онного управления рабочими органами и агрегатами поточной линии; совмещения технологических и транспортных операций изготовления изделий.

При разработке рабочих органов термоагрегатов, работающих на топливной смеси бензин (керосин) + воздух, одним из средств интенсификации горения свободных струй за пределами среза сопла горелки является детонационное горение продуктов неполного сгорания в обогащенной топливом струе в эжекционных интенсификаторах горения - насадках. Детонационный эффект достигается за счет возбуждения мощного стационарного скачка уплотнения (ударной волны) в сверхзвуковой, обогащенной горючим компонентом газовой струе горелки. На основе нового способа сгорания топливной смеси в ударных волнах - мощных скачках уплотнения разработана новая конструкция бензовоздушной (керосиново-воздушной) горелки, обеспечивающая ширину фронта обработки до 0,025 м по длине факела горелки. Технические решения защищены авторскими свидетельствами на изобретения.

Исследования технологических параметров механизированной огнеструйной обработки позволили разработать термоагрегаты для индивидуального и мелкосерийного производства блочного камня. Установка представляет собой манипулятор, заключенный в звукоизолированный бокс, с рабочим органом - термоинструментом, имеющим систему дистанционного управления.

Проведенные испытания показали, что термоинструмент обеспечивает качественную обработку поверхностей каменных изделий, обладает высокой универсальностью и надежностью в работе. Запуск, остановка и регулирование режима работы горелки в процессе обработки осуществляются дистанционно с пульта управления.

Способ управления процессом огнеструйной обработки защищен патентом РК № 9605231 и заключается в том, что полученную информацию, характеризующую поверхность, сравнивают с заданной. Обработанный разностный сигнал передают к регулятору, воздействующему на мощность рабочего органа. Движение рабочего органа осуществляют при помощи электромеханических приводов манипулятора, которыми управляют сигналы с программного блока. Преимуществом устройства является то, что оно одновременно выдает информацию по всей ширине поверхности обрабатываемого изделия и движением относительно контролируемой поверхности позволяет получить полную форму поверхности камня, что улучшает условия труда рабочих, повышает производительность их труда, снижает вредное воздействие на окружающую среду.



Результаты работы (конструкции рабочих органов, способ обработки и технология обработки, методика расчета технологических и конструктивных параметров робота-манипулятора и поточной линии) внедрены в проекты строительства цехов и термоагрегатов по обработке камня (гг. Санкт-Петербург, Барнаул, Уфа, Алматы, Балхаш и др.) с реальным экономическим эффектом более 1 млн тенге в год и могут быть рекомендованы для внедрения на камнеобрабатывающих и камнедобывающих предприятиях Казахстана.

---

Тастан мықтылығы жоғары заттарды жаппай шығаруды ұйымдастыруға мүмкіндік беретін мықты тау жыныстарынан алынған блоктық тастарды механизацияланған және автоматтандырылған қондырғыларда от ағынымен өңдеу жабдықтары мен технологиясы жасалған.

**Түйінді сөздер:** блокты тастар, от ағынымен өңдеу, тау жыныстары, автоматтандырылған қондырғылар.

---

The equipment and technology for fire-jet treatment of stone from hard rocks using powered and automated plants providing organization of quality production of high-strength articles from stone are developed.

**Key words:** stones, fire-jet treatment, automated plants, rocks.

**Адрес:** 480013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22  
КазНТУ им. К. И. Сатпаева

**Тел.:** (3272) 92-48-37

---

**ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЫШЬЯКА  
ИЗ АРСЕНОПИРИТНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ В ВИДЕ СУЛЬФИДОВ,  
МЕТОДЫ ИХ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ**

**Т. А. Зиканова**, к.т.н., **Х. Кузгибекова**, к.т.н., **С. М. Исабаев**, д.т.н.

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева

---

Одна из важнейших проблем золотодобывающей отрасли - переработка упорных золотосодержащих мышьяковых концентратов. Это связано с тем, что цианированием не удается извлечь золото вследствие тонкой ассоциации его с арсенопиритом и пиритом, а также изоморфного замещения им железа в структурной решетке FeAsS. Непосредственное использование материалов в качестве флюсов при производстве цветных металлов вносит в технологический процесс значительное количество вредной примеси, какой является мышьяк. Поэтому особо необходима предварительная переработка золото-мышьяковистого сырья с выводом мышьяка в форме наименее токсичных сульфидных соединений.

Известны природные соединения сульфидов мышьяка в виде аурипигмента, реалгара, не загрязняющих окружающую среду. Поэтому при переработке мышьяксодержащих сульфидных материалов целесообразно перевести мышьяк в легколетучие сульфиды в отличие от таковых для сульфидов цветных металлов и железа.

На основании выявленных закономерностей сульфидообразования в системе мышьяк - сера и поведения мышьяксодержащих минералов при повышенном серном потенциале разработан окислительно-сульфидизирующий обжиг золотосодержащих, медных и полиметаллических концентратов. Данная технология опробована на золотосодержащих бестюбинских, бақырчикских, акбайских, васильевских, полиметаллических саякских концентратах Казахстана. Выявлена эффективность ее использования на нежданинских, токурских золотосодержащих и медных концентратах Солнечного ГОКа РФ, а также золотосурьмяных, золотомедных и золотосодержащих материалах КНР со строительством на указанных объектах ОПУ.

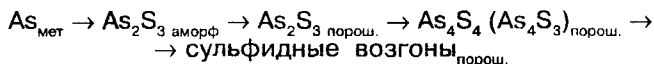
Обжиг характеризуется высокими показателями процесса для сырья с содержанием мышьяка 5-40 %, степень его удаления составила выше

97 % при практическом отсутствии пылевыноса (0,2 %), что особенно важно для переработки золотосодержащего концентрата.

Особое внимание в нашей работе уделено сульфидным возгонам мышьяка, их взаимовлиянию, зависящему от фазового соотношения различных сульфидов, методам перевода их в ценные продукты и разработке аналитических приемов их определения.

При изучении реакции взаимодействия трисульфида, тетрасульфида и тритетрасульфида мышьяка с мышьяком и серой с применением методов физико-химического анализа установлено, что по отношению к мышьяку его трисульфид является сульфидизатором. В зависимости от соотношения трисульфида и мышьяка можно получить тетрасульфид или тритетрасульфид. Температура взаимодействия одинакова как для  $As_2S_3$ , так и для  $As_4S_4$  и соответствует 275 °С. Синтез этих сульфидов с участием мышьяка и его трисульфида осуществляли безампульным методом. Реакция взаимодействия трисульфида мышьяка с серой протекает с выделением тепла при 175 °С и образованием в зависимости от расхода серы тетрасульфида или тритетрасульфида мышьяка. Для вышеописанных реакций общим является участие в одной из фаз сульфида мышьяка или серы в жидком состоянии.

Исследовано влияние гранулометрического состава (измельченности), продолжительности контакта с воздухом и метода синтеза сульфидов мышьяка на степень их окисления. Установлено, что окисление кристаллического мышьяка в течение до 90 сут. протекает с различной степенью в зависимости от размера частиц. Материал крупностью -0,08 мм содержит 16,5 % окислившегося мышьяка, тогда как при -0,5+0,1 мм в исходном веществе - только 2,5 %. Сульфиды мышьяка в порошкообразном состоянии по убыванию степени окисляемости располагаются в следующий ряд:



Из плавленных сульфидов мышьяка наименее подвержен окислению на воздухе тетрасульфид. Количество окисленного мышьяка в  $As_4S_4$  составляет 0,025-0,24 % в зависимости от размера частиц от -0,1+0,08 до -0,063 мм. Сульфидные возгоны плавленные в виде монолитных кусков размером 1-10 мм, не окисляются на воздухе.

Изучена растворимость сульфидных возгонов мышьяка, полученных в процессе деарсенации золотосодержащих мышьяковистых концентратов различных месторождений окислительно-сульфидизирующим обжигом и представляющих собой смесь  $As_2S_3$ ,  $As_4S_4$ ,  $As_4S_3$  в водной среде с различным рН.

Установлено, что при pH от 5,6 до 8,8 в течение 40-2700 сут. в раствор переходит 3,4-132 мг/л мышьяка при выдержке аморфных порошкообразных возгонов. Возгоны в виде монолитных кусков не растворяются при этих условиях даже в течение 2700 сут. На основании данных по окислению и растворимости сульфидных возгонов даны рекомендации по хранению их в расплавленном состоянии в виде монолитных кусков или брикетов.

Для определения количественного соотношения сульфидов мышьяка в реальных сульфидных возгонах разработан фазовый анализ, основанный на взаимодействии трисульфида мышьяка с сернистокислым натрием в водной среде. Данный метод позволяет определить в сульфидных возгонах мышьяка количество триоксида, три-, тетра- и тритетрасульфида мышьяка с точностью, допускаемой по стандартной методике.

На все сульфиды мышьяка получены токсикологические заключения Казахского и Уральского институтов профзаболеваний, характеризующие их как нетоксичные соединения.

Разработаны способы получения мышьяковой и мышьяковистой кислот марки «осч» из сульфидных отходов мышьяка. Ангидрид мышьяковистой кислоты соответствует ГОСТу для применения в фармацевтической отрасли. Мышьяковая кислота - основной компонент антисептических паст, используемых в больших количествах в деревообрабатывающей промышленности.

Таким образом, получение мышьяковой и мышьяковистой кислот, а также использование сульфидов мышьяка в качестве вулканизатора и наполнителя резины способствует решению проблем утилизации мышьякосодержащих отходов.

---

Қурамында алтыны бар мыс және полиметалды концентраттарды тотықты-сульфидтаушы кәйдіру технологиясы жасалған. Мышьяк және мышьяқты қышқылдарды мышьяқтың сульфидтік қалдықтарынан алу тәсілі ұсынылған.

**Түйінді сөздер:** мышьяк сульфидтары, концентраттарды кәйдіру, қалдықтар, мышьяк қышқылы, мышьяқталған қышқыл.

---

The technology for oxidation-sulfidizing roasting of gold-bearing, copper and complex concentrates is developed. The methods for production of arsenic and arsenous acids from sulfidic waste of arsenic are suggested.

**Key words:** arsenic sulfides, roasting of concentrates, waste, arsenous acid, arsenic acid.

**Адрес:** 470032, г. Караганда, ул. Ермакова, 63  
ХМИ им. Ж. Абишева

**Тел./факс:** (3212) 43-31-61

---

**ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЗАМЕНЫ КОКСА  
НА НЕФТЕШЛАМ ПРИ ОКУСКОВАНИИ  
ФОСФОРИТНОЙ МЕЛОЧИ**

**В. К. Бишимбаев**, д.т.н., **А. С. Тлеуов**, к.т.н.,  
**В. М. Шевко**, д.т.н., **А. Х. Тлеуова**

Южно-Казахстанский государственный университет  
им. М. О. Ауезова

---

Химические свойства фосфоритов, добываемых из рудников, не отвечают технологическим требованиям производства желтого фосфора, и поэтому не могут быть использованы в фосфорных печах. Отрицательно воздействуют на работу рудно-термических печей как крупные куски, так и мелкие фракции фосфоритов, а также наличие влаги и карбонатов в руде.

Мелочь при переработке кусковых фосфоритов на отечественных заводах предусмотрено утилизировать с получением и обжигом окатышей.

В настоящее время в связи с дефицитом топлива и неблагоприятной экологической обстановкой остро встала проблема утилизации углеродсодержащих отходов нефтеперерабатывающих заводов, поиск возможностей их использования в других отраслях промышленности. Нами в течение ряда лет проводятся исследования по применению нефтяных шламов в качестве топлива и связующей добавки при окусковании мелких фракций фосфатного сырья.

В настоящей работе приводятся результаты опытно-промышленных испытаний по получению опытных партий фосфоритных окатышей с использованием нефтешлама и их дальнейшей переработки в электропечах с целью получения фосфора.

На технологической линии с обжиговой машиной ОК-520ф ОАО «Сарытас» (г. Каратау) была наработана опытная партия фосфоритных окатышей, содержащих фосфоритную мелочь месторождения Жанатас, коксовую мелочь и нефтяной шлам. В качестве связующей добавки в процессе грануляции использовали нефтяной шлам - отход

АО «ХОП» (бывший ШНОС) в количестве 30 % массы кокса в фосфоритной муке. Основные компоненты нефтешламов: нефтепродукты, загрязненная химвеществами минерализованная вода и твердые взвешенные вещества различного происхождения (табл. 1).

Таблица 1

**Физико-химические свойства нефтешлама**

Показатель качества нефтешлама	Значение
Содержание, мас. %:	
Нефтепродукты	10-20
Вода	40-70
Мехпримеси	10-40
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1050-1250
Температура начала кипения, °С	80-100
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,40-0,48
Теплотворная способность, МДж/кг	3,90-7,50
Химический состав мехпримесей, выделенных из нефтешлама, % :	
SiO <sub>2</sub>	46,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,6
CaSO <sub>4</sub>	6,0
CaO	1,6
MgO	3,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,7
Потери при прокаливании (п.п.п.)	29,9
Общее содержание серы в нефтешламах, мас. %	0,3-1,5

Результаты химических анализов исходных материалов для получения углеродсодержащих фосфоритных окатышей представлены в табл. 2.

## Химический состав исходных материалов

Материал	Химический состав, %							
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	п.п.п.	Fe
Рядовые фосфориты месторождения Жанатас	22,80	17,92	38,40	1,80	1,68	2,40	10,60	1,8
Фосфоритная мелочь ОАО «Химпром»	20,58	22,0	32,74	2,72	1,97	2,83	13,04	1,71
Нефтяной шлам АО «ХОП»	–	37,3	2,8	3,0	5,2	6,9	35,7	–

В процессе опытно-промышленных испытаний поддерживались следующие основные технологические параметры:

Удельная поверхность, г/см <sup>2</sup>	>2500
Влажность сырых окатышей, %	10-12,5
Высота слоя «постели» из обожженных окатышей, мм	150-200
Высота слоя сырых окатышей, мм	200-250
Скорость движения тележек обжиговой машины, м/мин	1,1-1,4
Температура в зоне обжига над слоем окатышей, °С	1150-1170
Температура в вакуум-камерах зоны обжига, °С	450-600

Установлено, что при нагрузке 65–75 т/ч со скоростью вращения чаши 6,2–7,0 об/мин выход кондиционного продукта (фракция 10–20 мм) составляет более 87 %. С повышением влажности сырых окатышей их пластичность при сбрасывании увеличивается, так как при укладке на машину они значительно деформируются под действием веса слоя. При этом порозность и газопроницаемость слоя окатышей в процессе термообработки уменьшаются. При сбрасывании сырых окатышей влажностью более 12,5 % с высоты 200 мм их пластичность возрастает; указанная влажность является предельной.

В процессе термообработки в окатышах происходит некоторое увеличение содержания  $P_2O_5$  (1,5-2 %) за счет декарбонизации фосфатного сырья на 96-98,5 % и удаления органических составляющих, серы и фтора.

В результате обжига получены окатыши со следующими характеристиками: содержание кондиционной фракции (10-20 мм) - 79-82 %; прочность на сжатие 170-205 кг/окатыш; по барабанной пробе выход фракции -0,5 мм не превышает 5,0 %. Химический состав, %:  $P_2O_5$  - 21,9-22,8;  $SiO_2$  - 27,5-29,3; CaO - 34,37-36,18; MgO - 2,0-2,83;  $CO_2$  - 0,35-0,41;  $C_{св}$  - 1,5-2,1. После составления шихты фосфоритные окатыши совместно с корректировочным коксом и кварцитом перерабатывались на электропечи РКЗ-48Ф ОАО «Химпром».

Средний химический состав кокса, поступающего на ОАО «Химпром», %: C - 85,5-87,1; зола - 11,7-12,6; летучие вещества - 0,65-1,19; влага - 0,29-0,41.

В процессе переработки окатышей проводилась отработка технологических параметров работы электропечей. Колебания содержания  $P_2O_5$  в окатышах незначительны и изменяются от 21,9 до 22,8 %. Сравнительные технологические показатели работы электропечи на окатышах и кусковом фосфорите представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Показатели параметров работы электропечи**

Период	Выпуск продукта, т			Удельный расход на 1 т фосфора					Состав шлака	
	$P_4$	кот-рельное молоко	$Fe_2P$	фосфорит или окатыш, т	кокс, т	кварцит, т	электроэнергия, МВт·ч	электрод, масса, т	$P_2O_5$ , %	МК
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

**Кусковой фосфорит**

14900 2900 1040,3 11,22 1,58 0,45 15688,2 0,076 1,22 0,87

**Углеродсодержащие окатыши**

1	79,7	170,8	9,2	11,6	1,46	1,80	14,73	0,051	1,07	0,85
2	60,5	129,8	6,5	8,4	1,47	1,65	14,46	0,06	1,52	0,89
3	67,2	140,5	7,6	10,0	1,43	1,69	17,82	0,1	1,44	0,89



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	70,6	149,3	7,8	10,4	1,45	1,74	15,16	0,08	1,03	0,86
5	82,2	18,00	10,1	11,8	1,47	1,83	15,70	0,07	0,97	0,91
6	70,1	145,3	7,9	10,3	1,46	1,74	16,36	0,067	0,98	0,88
7	62,3	130,6	6,3	9,7	1,42	1,72	14,75	0,074	1,32	0,87
8	68,9	155,7	6,1	10,2	1,44	1,70	16,57	0,092	1,01	0,9
9	57,5	110,5	6,9	7,3	1,42	1,64	15,23	0,045	0,95	0,92
10	69,0	130,8	7,6	10,1	1,47	1,74	14,64	0,069	0,99	0,93
11	76,2	158,4	7,1	11,7	1,45	1,77	14,96	0,071	1,05	0,9
12	72,4	149,3	7,0	10,4	1,44	1,76	15,91	0,075	0,97	0,92
	836,6	162,7	7,87	10,16	1,45	1,74	15,51	0,071	1,10	0,9

Переработка углеродсодержащих фосфоритных окатышей в присутствии нефтешлама в электропечах показала, что электротехнологические параметры электропечи соответствуют регламентному режиму, при этом получены следующие удельные расходные нормы сырья (т) и электроэнергии на 1 т фосфора: окатыши 10,16; кокс 1,45; кварцит 1,74; электродная масса 0,71; электроэнергия печная 0,71 МВт·ч.

Удельный расход фосфатного сырья при переработке углеродсодержащих окатышей в сравнении с кусковым фосфоритом снижается на 0,875-0,95 т на 1 т фосфора, а электроэнергии - на 0,3-0,4 МВт·ч.

Экономия кокса составляет около 0,13 т на 1 т фосфора.

Мұнайлы шлам қолдану арқылы фосфорит ұнтағынан алынған түйіршіктердің өндірістік-тәжірибелік сынау нәтижелері келтірілді. Мұнай өңдеу өндірістерінің қалдықтарын пайдалану электр қуаты мен шикізаттар шығын мөлшерін азайту мүмкіндігі көрсетіледі.

**Түйінді сөздер:** фосфорит түйіршіктері мұнайлы шлам, кокс ұнтағы, өндірістік-тәжірибелік сынау, түйіршіктеу.

The results of pilot-and-production tests for production of pilot batches of phosphorite pellets with the use of oil sludge are given. The subsequent processing of these pellets in electric furnaces for phosphor production is envisaged.

**Key words:** phosphorite fines, oil sludge, coke fines, pilot-and-production tests, phosphorite pellets.

**Адрес:** 486050, г. Шымкент, пр-т Тауке хана, 5  
ЮКГУ им. М. О. Ауезова

**Тел.:** (3252) 21-22-66

## **ОХЛАЖДЕНИЕ ВОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ КОНТАКТНЫМ СПОСОБОМ**

**Н. С. Бекибаев**, к.т.н., **А. А. Волненко**, д.т.н.,  
**Н. Т. Сейтханов**, **Ж. Е. Съдыков**

Южно-Казахстанский государственный университет  
им. М. О. Ауезова

На базе Актобинского химического завода (г. Алга) создано производство серной кислоты контактным способом, основными стадиями которого являются: сжигание серы с целью получения диоксида серы; фильтрование газового потока для очистки от пыли; перевод  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  с помощью катализатора; абсорбция  $\text{SO}_3$  в олеумном и моногидратном абсорберах. Сопутствующей стадией является охлаждение серной кислоты в погружных теплообменниках, так как на 1 т выработанной серной кислоты приходится 1 Гкал теплоты.

В некоторых производствах до сих пор используются громоздкие скрубберы и градирни с высокой материалоемкостью, занимающие большие производственные площади.

Нами проведено усовершенствование оборудования стадии охлаждения серной кислоты. До реконструкции основным аппаратом являлся скруббер с керамическими кольцами, имеющий диаметр 5,1 м, высоту 12 м, размер контактной зоны 1 м.

Используемые скрубберы с керамическими кольцами выпуска 60-70-х гг. имеют низкую интенсивность, высокое гидравлическое сопротивление, неравномерность распределения жидкости по сечению аппарата и, самое главное - они работают в узком диапазоне изменения нагрузок по газу (скорость газа в сечении - 1,4 м/с) и жидкости. Вследствие этого в зимнее время часть конструкции забивается ледяными наростами, а в летнее время происходит потеря воды из-за повышенного испарения (до 20 %). В условиях Казахстана эта проблема требует значительных расходов производства.

Возможность работы в широком диапазоне нагрузок по газу и жидкости очень важна для контактных теплообменников, так как в процессе передачи тепла происходит или испарение жидкости, или конденса-

ция паров, вследствие чего изменяются объемные расходы. Обеспечение плавного изменения температуры является важным фактором, поскольку от него зависит экономика абсорбента в скрубберах и воды в градирнях. При этом можно достигнуть снижения испарения и безвозмездной потери жидкости. Учитывая, что ни одна конструкция оросителя или форсунки не может обеспечить равномерность распределения жидкой фазы в объеме, необходимо стремиться к контактными устройствам, позволяющим перераспределять потоки газа и жидкости независимо от входного эффекта.

С целью устранения указанных недостатков предложено установить вместо скруббера с керамическими кольцами аппарат с регулярной пластинчатой насадкой. Аппараты данного типа хорошо зарекомендовали себя в производствах фосфора и фосфорных удобрений, хрома и его солей, подземной выплавки серы при проведении процессов тепломассообмена и пылеулавливания.

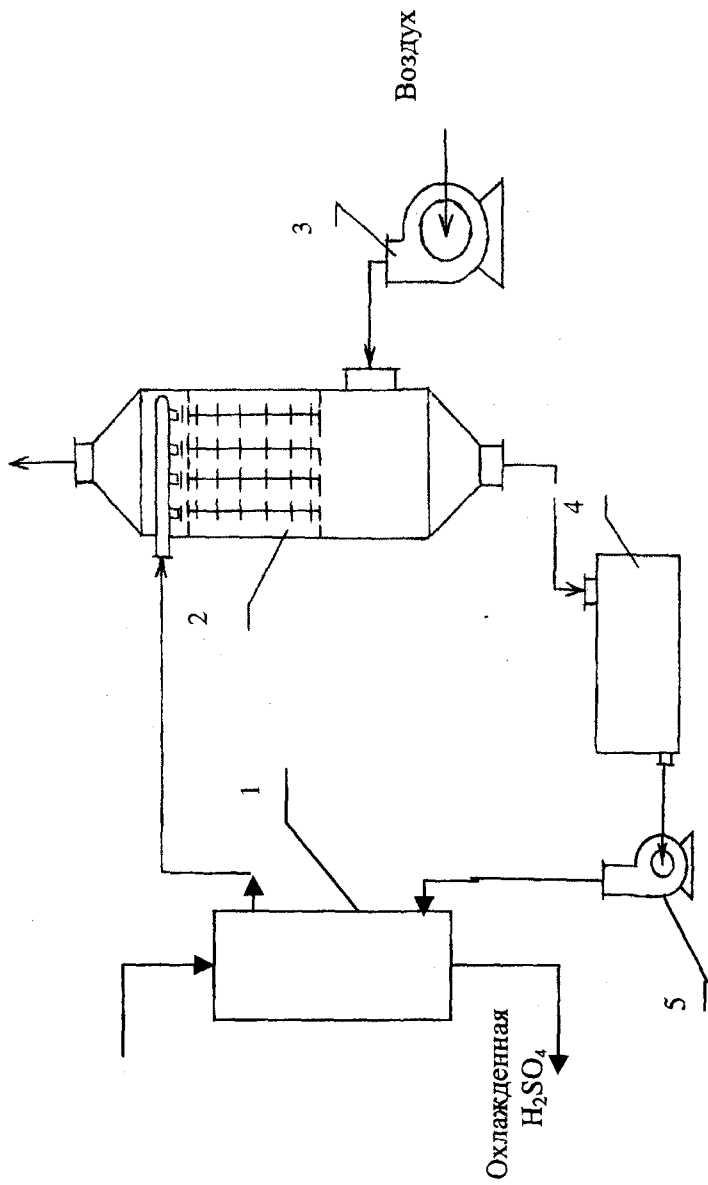
Разработанный аппарат имеет диаметр 3 м, общую высоту 4 м и высоту рабочей зоны 1 м. Насадка представляет собой гирлянды, состоящие из проволочных струн с закрепленными на них пластинами 100x100x1 мм.

Технологическая схема работает следующим образом (рисунок). Нагретая серная кислота со стадии абсорбции насосами подается в трубное пространство теплообменника 1.

В процессе теплопередачи серная кислота охлаждается, а вода нагревается. Охлажденная серная кислота отводится в сборник кислоты стадии абсорбции. Нагретая вода за счет подпора, создаваемого насосом 5, поступает на охлаждение в скруббер с регулярной пластинчатой насадкой 2. Охлаждение воды производится за счет взаимодействия с воздухом, нагнетаемым вентилятором 3. Воздух, содержащий водяные пары, выбрасывается в атмосферу, а охлажденная вода стекает в циркуляционную емкость 4, откуда насосом 5 подается в теплообменник 1. После этого цикл охлаждения кислоты и воды повторяется. В результате проведенных промышленных испытаний определены следующие параметры:

Расход воздуха на охлаждение воды	~ 100000 м <sup>3</sup> /ч;
Расход охлаждающей воды (плотность орошения)	~ 450 м <sup>3</sup> /ч
Гидравлическое сопротивление	~ 56 м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·ч;
Температура жидкости: на входе в аппарата	~ 500 Па;
На выходе	~ 40 °С;
	~ 18-20 °С.

Полученные данные свидетельствуют о возросшей степени охлаждения жидкости и низком гидравлическом сопротивлении. Кроме того, снижена материалоемкость используемого оборудования.



Технологическая схема стадии охлаждения серной кислоты и воды в производстве серной кислоты контактным способом: 1 - теплообменник; 2 - скруббер с регулирующей пластинчатой насадкой; 3 - вентилятор; 4 - циркуляционная емкость; 5 - насос

---

Күкірт қышқылы өндірісіндегі жүйелі пластиналы саптамалы скрубберді өнеркәсіптік сынау нәтижелері келтірілді, және де бұл гидравликалық кедергіні азайтуға, сұйықтың суытылу дәрежесін жоғарылатуға және пайдалану көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** скруббер, реактор, тамшыұстағыш, газ ағыны, тазартылған газ, тазалау дәрежесі, суыту дәрежесі, форсункалар, материалсыымдылық.

---

The results of production tests for use of a scrubber with stacked sheet packing at production of sulfuric acid by contact method are presented. Use of this type of a scrubber in water cooling provides increase of liquid cooling efficiency, low hydraulic resistance and decreased metal consumption of equipment.

**Key words:** scrubber, cooling efficiency, water cooling, sulfuric acid, metal consumption.

**Адрес:** 486050, г. Шымкент, пр-т Тауке хана, 5  
ЮКГУ им. М. О. Ауезова

**Тел.:** (3252) 21-19-79

## ИНФОРМАЦИЯ

---

HT2002K1305

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА

Очистка воздуха от пыли осуществляется за счет аэродинамической стабилизации в мультициклоне. Устройство включает: корпус из цилиндрической и усеченно-конической частей, тангенциальный входной штуцер для подачи второго потока, газоотводящий патрубок, цилиндрические насадки, диффузор. Технико-экономические показатели: разделительная способность - около 1 мкм; эффективность пылеулавливания - 99 %. Срок окупаемости - 1 год.

*Телефон для справок: 54-79-53*

## ОЧИСТКА И ОХЛАЖДЕНИЕ ГАЗОВ ПРОИЗВОДСТВА ХРОМОВОГО АНГИДРИДА

**Н. С. Бекибаев**, к.т.н., **А. А. Волненко**, д.т.н.,  
**Н. Т. Сейтханов**, **Ж. Е. Сыдыков**

Южно-Казахстанский государственный университет  
им. М. О. Ауезова

Производство хромового ангидрида основано на взаимодействии плава бихромата натрия с концентрированной серной кислотой при нагревании массы до  $200 \pm 10$  °С. Процесс образования хромового ангидрида протекает в реакторе непрерывного действия, представляющем собой барабан диаметром 1,6 м, длиной 16 м, с наклоном 1,7 % и вращающийся со скоростью 4 об/мин. Процесс сопровождается выделением газов, содержащих хлор, хлористый хромил, пыль окиси хрома и др.

Аппаратурно-технологическая схема очистки и охлаждения газов, отходящих от реактора хромового ангидрида, до реконструкции включала большой скруббер (диаметр 1,8 м, высота 8,5 м), два малых (диаметр 1,6 м, высота 7,0 м каждый), каплеуловитель, циркуляционный бак и дымосос. Скрубберы эксплуатировались полыми.

Поступающие из реактора в большой скруббер газы орошались монохроматными щелочами. Форсунки для распыления поглотителя располагались в два яруса в верхней части скруббера. Для увеличения эффективности очистки газа после первого скруббера, в выхлопном газовом потрубке и наклонном газоходе дополнительно устанавливались форсунки. Предварительно очищенный и охлажденный (в большом скруббере и орошаемом газоходе) газ последовательно проходил через два малых полых скруббера. Режим работы первого малого скруббера - нисходящий прямоток, второго - противоток. Орошение малых скрубберов осуществлялось также монохроматными щелочами через форсунки, установленные в два яруса в верхней части аппаратов. Слив отработанного раствора из большого скруббера производился в циркуляционную емкость, а из малых скрубберов - в автотравочник. Очищенный и охлажденный газ дымососом через каплеуловитель и санитарную трубу выбрасывался в атмосферу.

Во время обследований существующей схемы очистки предельные значения рабочих параметров составили: расход газа на входе в скруббер 9900-17500  $\text{м}^3/\text{ч}$ ; температура газа после большого скруббера 70-75 °С; после малых - 60-65 °С; концентрация улавливаемых компонентов (в пересчете на хром) - после большого скруббера 7,7-9,4  $\text{г}/\text{м}^3$ ; после малых 0,8-4,8  $\text{г}/\text{м}^3$ ; степень очистки 87-92 %. Для орошения использовался насос производительностью 60  $\text{м}^3/\text{ч}$ . Поглощающий раствор равномерно распределялся на все форсунки трех скрубберов и газоходов.

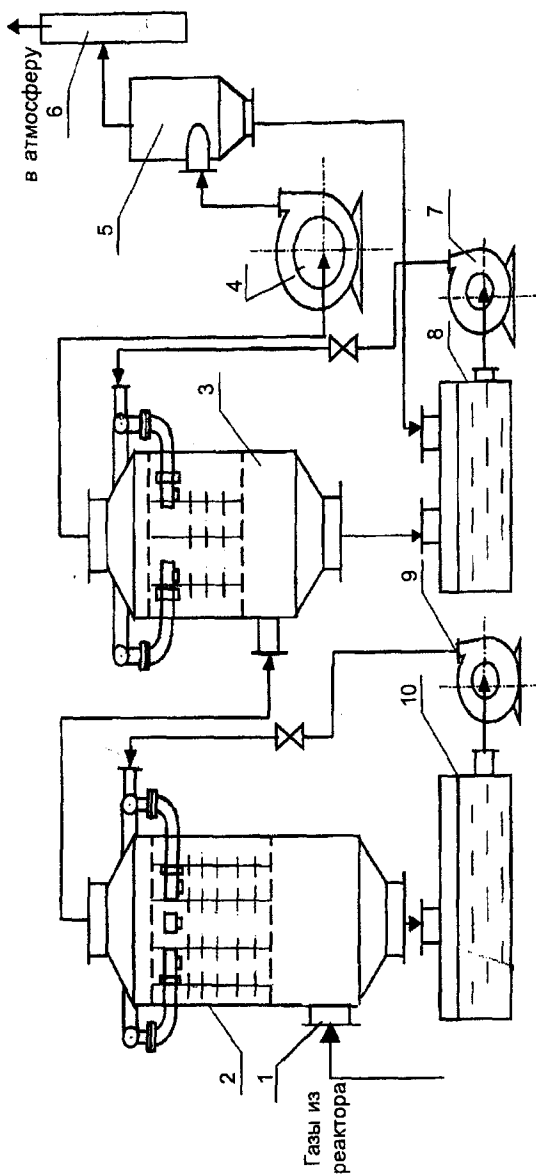
Результаты обследований показали низкую эффективность полых форсуночных скрубберов. Для увеличения степени очистки и охлаждения было рекомендовано реконструировать существующую схему очистки газов. В процессе реконструкции в рабочей зоне большого скруббера была установлена регулярная пластинчатая насадка (РПН) высотой 2,0 м, вместо двух малых скрубберов один скруббер с РПН диаметром 1,2 м, высотой насадочной зоны 2,0 м и общей высотой 4,0 м. Кроме этого, все форсунки в газоходах удалены. Реконструированная технологическая схема представлена на рисунке.

Газовый поток из реактора хромового ангидрида 1, отсасываемый хвостовым вентилятором 4, проходил через рабочую зону с РПН большого скруббера, где вредные компоненты улавливались монохроматными щелоками. Частично очищенный и охлажденный газовый поток поступал во второй скруббер 3 с РПН, а монохроматные щелоки - в циркуляционную емкость 10. Во втором скруббере в качестве поглотителя используется оборотная вода, подаваемая насосом 7 из емкости 8. Очищенный газ через каплеуловитель 5 и санитарную трубку 6 выбрасывается в атмосферу.

Результаты, полученные при испытании скрубберов РПН, следующие: расход газа 11500-16800  $\text{м}^3/\text{ч}$ ; температура газа после первого скруббера 70-75 °С; после второго - 50-55 °С; концентрация улавливаемых компонентов (в пересчете на хром) после первого скруббера 0,7-3,65  $\text{г}/\text{м}^3$ ; после второго - 0,0117-0,275  $\text{г}/\text{м}^3$ ; степень очистки до 99,9 %; степень охлаждения 72-80 %.

Полученные данные свидетельствуют о значительно возросшей эффективности очистки и степени охлаждения при малых затратах энергии газового потока. Кроме того, снижена материалоемкость технологической очистки и охлаждения газов за счет исключения одного аппарата, дополнительных форсунок и уменьшения длины газового тракта.

Аппараты внедрены с эколого-экономическим эффектом в 3,5 млн тенге в год.



Технологическая схема очистки и охлаждения газов, отходящих от реактора непрерывного действия в производстве хромового ангидрида: 1 - реактор непрерывного действия; 2 - аппарат с РПН; 3 - аппарат с РПН; 4 - вентилятор; 5 - каплеуловитель; 6 - санитарная труба; 7 - насос для подачи оборотной воды; 8 - емкость для воды; 9 - насос для подачи монохроматных щелоков; 10 - емкость



---

Хром ангидридi өндiрiсiндегi жүйелi жылжымалы пластиналы саптамалы аппараттың өнеркәсiптiк сынау нәтижелерi келтiрiлдi, және бұл нәтижелер тазалау тиiмдiлiгi мен суыту дәрежесiн газ ағынының аз энергия шығынында арттыруға мүмкiндiк бередi. Аппарат 3,5 млн теңге/жылына эколого-экономикалық өсерiмен енгiзiлдi.

**Түйiндi сөздер:** күкiрт қышқылы, скруббер, сұйықтың булануы, будың шықтануы, аппарат, суды суыту, гидравликалық кедергi, материалсыымдылық.

---

The results of production tests of the system for purification and cooling of gases in production of chromic anhydride production are given. The modernized purification system includes two scrubbers with stacked sheet packing providing increased efficiency purification and cooling, low energy consumption of gas flow and low metal consumption of the plant equipment.

**Key words:** chromic anhydride, gas purification, gas cooling, metal consumption.

**Адрес:** 486050, г. Шымкент, пр-т Тауке хана, 5  
ЮКГУ им. М. О. Ауезова

**Тел.:** (3252) 21-19-79

---

**ТЕХНОЛОГИЯ  
ПОЛУЧЕНИЯ КАУСТИЧЕСКОЙ СОДЫ  
ИЗ ПРИРОДНЫХ НАТРИЙСОДЕРЖАЩИХ СОЛЕЙ**

**Б. А. Альмаханов, Ш. М. Молдабеков, д.т.н.,  
А. А. Анарбаев, д.т.н., Б. Н. Кабылбекова, к.т.н.**

Южно-Казахстанский государственный университет  
им. М. О. Ауезова

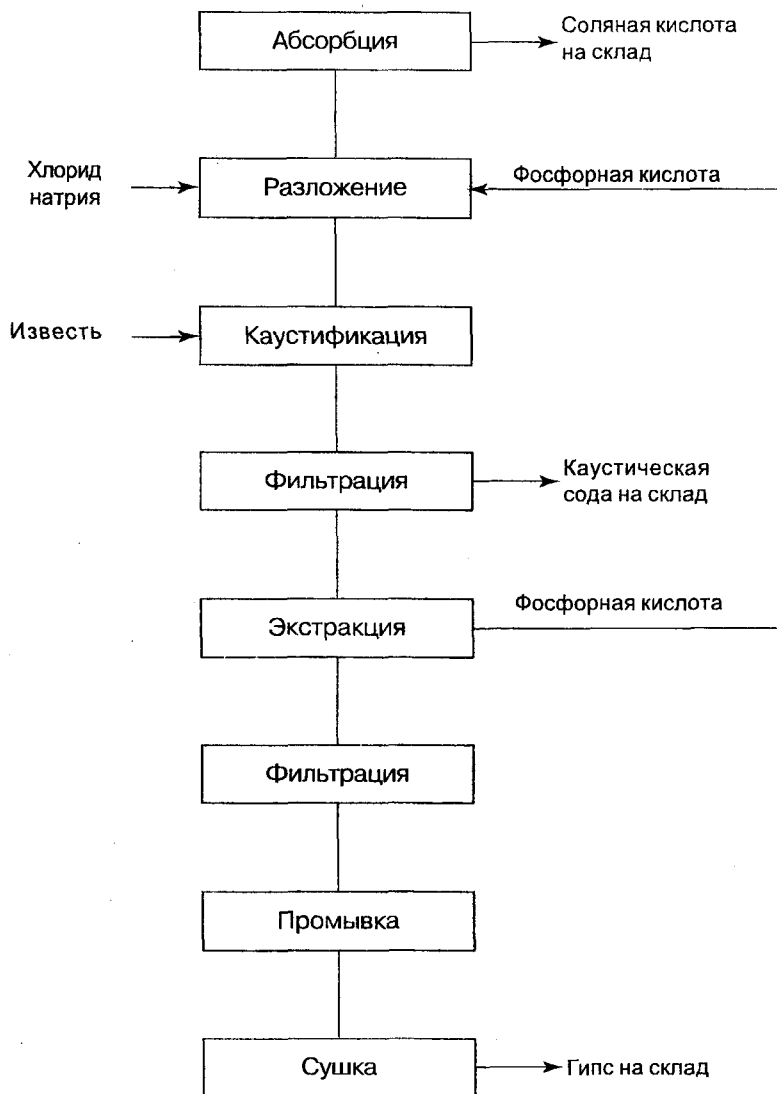
---

Комплексное использование сырья по мере истощения их запасов, обеспечение экологической безопасности применяющихся технологий становятся все более актуальными и своевременными. Поэтому в настоящее время большое внимание уделяется исследованиям, связанным с вовлечением в сферу производства местных сырьевых ресурсов и созданием технологий, ориентированных на получение не одного, а суммы конечных продуктов.

В этой связи перспективна разработанная нами безотходная и экологически безопасная технология получения каустической соды из природного хлорида натрия. В качестве промежуточного соединения используется фосфат натрия.

Технология позволяет дополнительно получать такие ценные продукты, как соляная кислота, строительный гипс, и устраняет возможность образования не утилизируемых отходов. Принципиальная схема производства каустической соды представлена на рисунке.

Сущность технологии заключается в кислотно-термическом разложении хлорида натрия фосфорной кислотой при соотношении  $\text{Na}_2\text{O} : \text{P}_2\text{O}_5$ , равном 0,9 : 1, с получением конденсированных фосфатов натрия; отгонке и абсорбции выделяющегося хлористого водорода с получением соляной кислоты; каустификации фосфата натрия; отделении образовавшегося гидроксилпатита путем фильтрации или центрифугирования; сернокислотной экстракции гидроксилпатита с получением фосфорной кислоты; отделении гипса путем фильтрации, его промывке и сушке; возвращении фосфорной кислоты на стадию разложения хлорида натрия.



Принципиальная схема производства каустической соды

На основе опытных данных разработана полупромышленная установка получения каустической соды, на которой отработаны основные технологические параметры производства и определены расходные коэффициенты сырья на 1 т каустической соды, т: хлорид натрия (97,7 % NaCl) - 1,52, серная кислота (92 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) - 4,66, известь (85 % CaO) - 3,01.

При этом дополнительно производится 6 т строительного гипса и 0,9 т (в пересчете на 100 % HCl) соляной кислоты.

Полученные продукты - каустическая сода, соляная кислота и строительный гипс - соответствуют требованиям ГОСТа. К преимуществам разработанной технологии относятся практически 100 %-ное использование сырья и отсутствие отходов производства.

Предварительные технико-экономические расчеты показывают рентабельность и целесообразность производства соды по предлагаемой технологии.

---

Натридің табиғи хлоридінен каустикалық сода алудың қалдықсыз және экологиялық қауіпсіз технологиясы жасалған. Қосымша өнім ретінде тұз қышқылы мен құрылыс гипсі алынады.

**Түйінді сөздер:** қалдықсыз технологиялар, натри хлориді, каустикалық сода, тұз қышқылы, құрылыс гипсі.

---

Wasteless and ecologically sound technology for production of caustic soda from natural sodium chloride is developed. Hydrochloric acid and conventional gypsum are by-products of this technology.

**Key words:** wasteless technologies, sodium chloride, caustic soda, hydrochloric acid, conventional gypsum.

**Адрес:** 486050, г. Шымкент, пр-т Тауке хана, 5  
ЮКГУ им. М. О. Ауезова

**Тел.:** (3252) 53-98-22

---

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ПОЛУЧЕНИЯ КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ**

**Б. Ш. Молдабеков, А. А. Анарбаев**, д.т.н.,  
**Ш. М. Молдабеков**, д.т.н., **Т. А. Алтеев**, к.т.н.

Южно-Казахстанский государственный университет  
им. М. О. Ауезова

---

В настоящее время в мире существует единственный аммиачный способ производства кальцинированной соды. Однако он имеет существенные недостатки: на 1 т соды в результате образуется до 10 т не утилизируемых хлоридных стоков; низкая степень использования натрия (65-75 %); практически не используются хлор и кальций; большие капитальные вложения.

Объем хлорсодержащего шлама содового производства составляет более 2800 млн т и ежегодно увеличивается на сотни миллионов тонн. Только на Стерлитамакском АО «Сода» ежегодно образуется 17 млн м<sup>3</sup> отходов. Шлам состоит из твердой и жидкой фазы и включает: CaCl<sub>2</sub>, NaCl, CaCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O.

Одним из путей создания экологически безопасного производства кальцинированной соды является получение отходов кальциевых солей не в виде растворов хлорида кальция, а в виде осадка - гипса, широко используемого в производстве строительных материалов.

Нами предложена усовершенствованная технология получения кальцинированной соды по безотходной технологии, заключающаяся в обработке хлорсодержащего шлама сульфатом натрия с получением хлорида натрия в растворе и гипса в осадке. Раствор, насыщенный NaCl, направляется для получения кальцинированной соды. На основании лабораторных данных проведены испытания с использованием шлама содового производства и природного сульфата натрия на действующей опытной установке ТОО «РФС».

Дистиллерный шлам из напорного бака самотеком поступает в реактор, сюда же с помощью дозатора подается сульфат натрия. В реакторе при температуре 85-95 °С протекает процесс разложения хло-

рида кальция в течение 40-60 мин с образованием сульфата кальция (гипса) и хлорида натрия. Концентрация хлорида составляет 310 г/дм<sup>3</sup>. Для осаждения гипса и микропримесей, поступающих с природным сульфатом натрия в раствор, в конце процесса из бункера-дозатора одновременно подаются хлорид магния и карбонат натрия. Для полного осаждения свинца, меди, мышьяка, кобальта поддерживается pH = 11-13 с помощью раствора аммиака. Хлорид магния и карбонат натрия добавляют в таком количестве, чтобы мольное соотношение  $Mg(OH)_2:CaCO_3:CaSO_4$  в смеси в осадке было равно 1:4:6. Осаждение производят при температуре 25-35 °С в течение 20 мин, после чего пульпа поступает на центрифугу, где отделяют гипс от раствора хлорида натрия. Гипс после промывки поступает в бункер, затем на сушку в барабанную сушилку. Высушенный при температуре 110-120 °С гипс ( $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ ) направляют на склад. Фильтрат хлорида натрия с концентрацией 310 г/дм<sup>3</sup> из сборника направляют на получение кальцинированной соды или пищевой соли. По данной схеме при переработке 500 кг дистиллерного шлама было получено 450 кг раствора хлорида натрия, 100 кг гипса. В качестве сырья использовали природный сульфат натрия месторождения Жаксы-Кылыш Аральского региона состава, мас. %:  $Na_2SO_4$  - 91,6;  $NaCl$  - 0,61;  $CaCO_3$  - 0,50;  $Ca(HCO_3)_2$  - 0,87;  $MgSO_4$  - 0,89;  $CaSO_4$  - 0,03; н.о. - 4,26;  $H_2O$  - 1,25 и дистиллерный шлам состава, мас. %:  $CaCl_2$  - 11,52;  $NaCl$  - 5,62;  $CaCO_3$  - 0,62;  $Ca(OH)_2$  - 0,4;  $CaSO_4$  - 0,19; н.о. - 0,04;  $H_2O$  - 81,60. В результате опытного испытания установлены следующие параметры:

Температура процесса, °С	85-95
Продолжительность процесса, мин	40-60
Концентрация раствора хлорида натрия, г/дм <sup>3</sup>	130
pH раствора	12-13
Соотношение в смеси $Mg(OH)_2:CaCO_3:CaSO_4$	1:4:6

Получен рассол хлорида натрия, содержащий, мас. %:  $NaCl$  - 19,73;  $MgSO_4$  - 0,001;  $CaSO_4$  - 0,002;  $H_2O$  - 80,27.

Таким образом, предложенная технология позволяет перерабатывать дистиллерный шлам содового производства с сульфатом натрия и одновременно очистить раствор хлорида натрия от микропримесей.

Технико-экономические расчеты показывают рентабельность и целесообразность производства соды данным способом.

---

Құрамында хлоры бар шламды натри сульфатымен өңдеу арқылы кальциленген сода алудың жетілдірілген қалдықсыз технологиясы ұсынылған. Қосымша өнім ретінде гипс алынады.

**Түйінді сөздер:** қалдықсыз технологиялар, кальциленген сода, құрамында хлоры бар шламдар, натри сульфаты, гипс.

---

The improved wasteless technology for soda ash production by means of treatment chlorine-containing slurry by sodium sulfate is suggested. Gypsum is a by-product of the process.

**Key words:** wasteless technologies, soda ash, chlorine-containing slurry, sodium sulfate, gypsum.

**Адрес:** 486050, г. Шымкент, пр-т Тауке хана, 5  
ЮКГУ им. М. О. Ауезова

**Тел.:** (3252) 53-98-22

## ИНФОРМАЦИЯ

**НТ2002К1251**

### **МОДУЛЬНОЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОРУДИЕ**

Орудие предназначено для разных видов обработки почвы. Состоит из рамы и набора различных видов рабочих органов, взаимозаменяемых на раме. Это позволяет использовать одно орудие вместо целого ряда почвообрабатывающих машин. Срок окупаемости - 1,5 года.

**Телефон для справок: 54-79-53**

---

---

**МАССООБМЕН В АППАРАТАХ  
С ОРГАНИЗАЦИЕЙ НАПРАВЛЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
КАПЕЛЬ С ПЛЕНКОЙ ЖИДКОСТИ**

**П. К. Омаркулов, к.т.н.**

Южно-Казахстанский государственный университет  
им. М. О. Ауезова

---

---

Одним из перспективных методов интенсификации теплообменных процессов в газожидкостных системах является метод соударения капель о пленку жидкости, на основе которого нами разрабатываются принципиально новые конструкции высокоэффективных аппаратов. Среди них аппараты с организацией направленного взаимодействия капель с пленкой жидкости. К этой группе относятся и полые колонны распылительного типа, в которых распыление жидкости осуществляется с помощью различного рода форсунок или оросителей. Их отличительной чертой являются простота конструкции, низкая стоимость изготовления и обслуживания, малое гидравлическое сопротивление, возможность применения аппарата при сильно загрязненной газовой среде. При использовании форсунок соответствующей конструкции полые аппараты могут работать и в случае загрязненных жидкостей, хотя это вызывает иногда определенные трудности. Однако, несмотря на высокую степень дисперсности жидкости, достигаемой в аппаратах такого типа, они обладают рядом существенных недостатков. Основной из них - невысокая эффективность, обусловленная недостаточным заполнением объема аппарата каплями, выпадением значительной их части на стенках аппарата и неэффективной организацией взаимодействия потоков капель со слоем жидкости.

Для устранения отмеченных недостатков предложено в полых распылительных колоннах на уровне поверхности жидкого слоя установить горизонтальные пластины, что позволяет:

- увеличить поверхность контакта фаз за счет увеличения площади поверхности, образуемой при соударении капель с тонким слоем жидкости на поверхности горизонтальной пластины;



- более интенсивно перемешивать слой жидкости, вызывая ее циркуляционное движение. В процессе массообмена участвуют не только верхние слои жидкости, как в обычных распылительных аппаратах, но и весь непрерывно обновляющийся слой жидкости.

Для изучения степени влияния эффекта соударения капель о слой жидкости на процесс массообмена в полых распылительных колоннах нами смонтирована специальная установка, которая позволяет устранить массообмен в момент образования, предварительно разбега и полета капель. Исследования проводили при десорбции  $\text{CO}_2$  из его водных растворов в воздух при комнатной температуре. В верхней части колонны, изготовленной из органического стекла диаметром 100 мм и высотой 2 м, установили генератор монодисперсных капель диаметром 90 мм, который передвигался по высоте колонны и с его помощью регулировалась скорость капель в момент их соударения с поверхностью жидкости.

Эксперименты проводили с изменениями параметров: скорость соударения капель о поверхность жидкости ( $U_k = 0,5-5,5$  м/с), расход водного раствора  $\text{CO}_2$  ( $L = 2-20$  кг/ч), скорость газа в колонне ( $U_g = 0,5-1,5$  м/с).

Полученные результаты показывают, что коэффициент массоотдачи для группы капель можно рассматривать как показатель для единичной капли, поскольку во время их образования и полета коалесценции между ними не происходит, независимо от скорости и направления движения газового потока.

Для оценки степени эффективности работы аппарата с направленным взаимодействием капель с пленкой жидкости проведены две серии опытов: первая - в полых распылительных аппаратах; вторая - в той же колонне с установкой на уровне поверхности жидкости горизонтальных пластин. Выявлено, что эффективность работы аппарата во втором случае выше на 25 %. Причем, чем выше скорость соударения капель и отношение между диаметром капли к толщине слоя (пленки), тем больше разница в эффективности работы между аппаратами. Это закономерно, так как эффективность массообмена во многом определяется степенью интенсивности атаки капель  $\gamma$ , которая имеет безразмерную величину и определяется по формуле:

$$\gamma = \pi R^2 T n,$$

где  $R$  - радиус зоны возмущения, м;

$T$  - время обновления межфазной поверхности, с;

$n$  - число капель, падающих на поверхность жидкости в единицу времени.

Как видно из этого уравнения,  $\gamma \sim R^2$ . Известно, что радиус зоны возмущения повышается пропорционально с увеличением скорости соударения и отношения размеров капли к толщине слоя или пленки жидкости. Это доказывает обоснованность установки горизонтальных пластин в колонных аппаратах, поскольку в данном случае энергия капли затрачивается в основном на создание новой межфазной поверхности и разрушение структуры зеркальной поверхности слоя (пленки), а не на преодоление сопротивления глубокого слоя внутри жидкости.

Технические решения, полученные в процессе исследований, защищены охранными документами РК.

---

Әдеттегі тозаңдатқыш колонкаларға қарағанда масса алмасу эффектінің 25 % ға арттыратын тозаңдатқыш аппараттың жаңа конструкциясын жасауды теориялық және экспериментальдық зерттеулер негізінде дәлелдеу.

**Түйінді сөздер:** масса алмасу, тозаңдатқыш аппараттар, тозаңдатқыш колонкалар.

---

Development of a new design of spray apparatus resulting in increase of mass exchange effect up to 25 % in comparison with the conventional spray columns is based on theoretical research and experimental investigations.

**Key words:** mass exchange, spray apparatus, spray columns.

**Адрес:** 486050, г. Шымкент, пр-т Тауке хана, 5  
ЮКГУ им. М. О. Ауезова

**Тел.:** (3252) 53-50-48

## **РАДИАЦИОННО-ВОЛНОВОЙ КРЕКИНГ ВЫСОКОВЯЗКИХ И ВЫСОКОЗАСТЫВАЮЩИХ НЕФТЕЙ**

**Л. А. Цой, А. Н. Цой, к.ф.-м.н., А. В. Шамро**

ТОО Инновационная компания «Достар LTD»

В нефтяной промышленности нарастают следующие проблемы: увеличение спроса на светлое моторное топливо и легкие нефтепродукты и его уменьшение на мазут; транспортировка и переработка высоковязких и высокозастывающих нефтей; ужесточение требований к качеству горючего, накоплению отходов, к безопасности производства.

Предлагаемый метод радиационно-волнового крекинга (РВК) обладает существенными экономическими и экологическими преимуществами: улучшение реологических параметров, изменение фракционного состава исходной нефти, отсутствие специальных депрессаторов и присадок, использование только электроэнергии.

Процесс РВК обеспечивает разрушение тяжелых молекул углеводородов с образованием светлых топливных фракций, в основном бензина и керосина. Для этого нефть без предварительного нагрева абсорбируют распылителями в газовую среду реактора. Полученную аэрозоль подвергают одновременному воздействию ионизирующего излучения и электромагнитного поля. Продукт удаляют из реактора газовым потоком, охлаждают и разделяют на фракции. Основными факторами, определяющими выход продукта, являются мощность и интегральные дозы облучения, параметры насыщенности газом. В качестве газообразной среды используют водород, попутный или природный газ или их смесь.

Технический комплекс для осуществления РВК состоит из реактора, систем подачи и циркуляции жидкой и газовой фаз, облучения и вывода готового продукта.

Реактор представляет вертикальную прямоугольную емкость размером 600x100x100 мм<sup>3</sup> из нержавеющей стали. Сверху находится окно 95x95 мм<sup>2</sup>, закрытое алюминиевой или титановой фольгой, через которое вводятся ускоренные электроны. Ниже располагается окно ввода электромагнитного поля. Система циркуляции жидкой

фазы включает контуры распыления и отбора продукта. Контур распыления выполнен в виде емкости объемом 0,5 л с устройством подогрева. Распыление нефти производят абсорбером газоструйного типа. Система циркуляции газа состоит из контуров распыления и выноса продукта с последующим возвратом не востребованного газа в зону облучения. Систему облучения образуют источники ионизирующего излучения (электронный ускоритель ЭЛВ-4) и электромагнитного поля (магнетрон LG 2M213).

Опытно-экспериментальная установка РВК, собранная на базе реактора производительностью 0,2 т/ч, потребляет 110 м<sup>3</sup>/ч природного газа. При размерах окна для ввода ускоренных электронов 0,1x0,012 м<sup>2</sup> общий габаритный размер реактора равен 1,0x1,0x0,8 м<sup>3</sup>, а вся установка, за исключением ускорителя электронов, размещается в обычной лабораторной комнате (рисунок).

Экспериментально-промышленная установка с производительностью реактора 18 т/ч перерабатывает 22 м<sup>3</sup>/ч нефти и 12800 м<sup>3</sup>/ч газа. Габаритные размеры реактора остаются 0,1x1,0x1,5 м<sup>3</sup>, общие габаритные размеры комплекса 2,5x2,0x2,0 м<sup>3</sup>, т. е. увеличиваются всего в 2 раза.

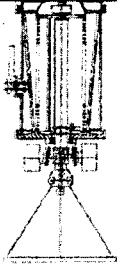
В ходе эксперимента высоковязкую акшабулакскую нефть абсорбировали в газе с образованием аэрозоля, который подвергали воздействию электромагнитного поля мощностью 0,6 кВт с частотой 2,4 ГГц и ионизирующего излучения мощностью дозы 2 кГр/с. В результате произошла деструкция молекул нефти и газа с образованием продуктов, содержащих светлые фракции с низкой молекулярной массой.

Полученную деструктурированную нефть ввели в транспортируемую нефть (20 % общего объема нефти). При этом вязкость транспортируемой нефти уменьшилась в 2 раза, температура потери текучести снизилась до 0 °С.

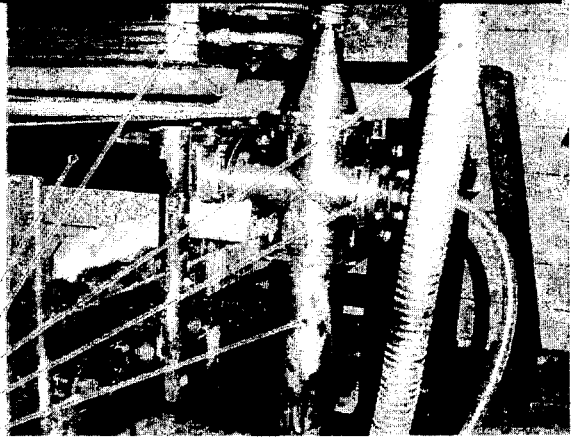
Особенностью процесса деструкции углеводородов под действием ионизирующего излучения и электромагнитного поля является необратимость. Разбавление деструктурированной нефтью транспортируемую нефть приводит к изменению ее фракционного состава, поэтому новое свойство нефти сохраняется длительное время. Даже при введении минимального количества деструктурированной нефти (20 %) вязкость транспортируемой нефти снижается в 2 раза и в течение месяца изменения не наблюдаются. Это позволяет транспортировать нефть на значительные расстояния без подогрева и дополнительной обработки в любых погодных условиях и при низкой температуре.

В зависимости от назначения процесса, состава реагентов и конкретных инженерных решений предложены три основные схемы электронно-волнового воздействия:

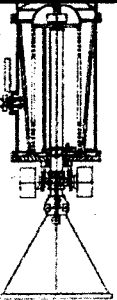
**ВАРИАНТ  
ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ  
УСТАНОВКИ**



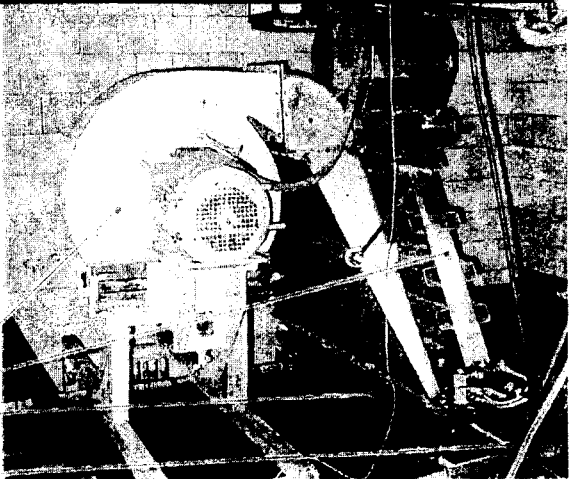
- Реактор
- Волновод ускорителя
- Подвод газа
- Нефтяная форсунка
- Дренажный картер



**ВАРИАНТ  
ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ  
УСТАНОВКИ**



- Воздушное охлаждение
- Волновод ускорителя
- Реактор
- Отвод готового продукта на сепаратор



- одностадийная одноступенчатая с неглубокой переработкой для изменения реологических характеристик нефти и очистки от солей, серы и механических примесей;

- одностадийная двухступенчатая с более глубокой переработкой для получения моторного топлива (бензин, керосин, лигроин);

- двухстадийная с глубокой переработкой нефти для получения низкомолекулярного бензина с высоким октановым числом.

Метод РВК может найти применение практически на всех этапах подготовки, транспортировки и переработки нефти, экономичен, экологичен, позволяет проводить процессы обессеривания и обессоливания сырой нефти, депарафинирования битумного экстракта.

Переработка 700 млн м<sup>3</sup> попутного газа, ежегодно сжигаемого в факелах, с сырой нефтью по методике РВК, позволит получить свыше 3 млн т в год низкомолекулярного моторного топлива с октановым числом более 90. Такой экологический эффект не может быть достигнут ни при одной из существующих технологий переработки нефти.

В заключение отметим, что технологию РВК отличают:

- высокие эффективность и производительность
- безотходность и экологическая безопасность
- малая энергометаллоемкость, компактность
- полная автоматизация, гибкость
- легкая интеграция в производство
- надежность, пожаро- и взрывобезопасность
- необходимость потребления только электрической энергии.

---

Газ ағынына адсорбсияланған мұнайға радиациялық сәулемен және электромагниттік өріспен өсер ету технологиясы ұсынылған. Мұнай көмірсутектері бүлінеді, алынған өнімде төменгімолекулярлы фракциялар болады, негізінен бензин. Әдістің үлкен экономикалық және экологиялық артықшылықтары бар.

**Түйінді сөздер:** радиациялық-толқынды крекинг, мұнай, радиациялық сәуле шығару, электромагниттік өрістер.

---

The technology is suggested for exposure of absorbed into gas flow oil to radiation and electromagnetic field. In the case heavy molecules of oil hydrocarbons are destroyed, the resulting product contains low-molecular fractions, mainly gasoline. The method shows great economic and ecological advantages.

**Key words:** radiation-and-wave cracking, oil, radioactive radiation, electromagnetic fields.

**Адрес:** 480096, г. Алматы, ул. Муканова, 180  
ТОО Инновационная компания «Достар LTD»

**Тел.:** (3272) 58-81-81, 68-76-29

**Факс:** (3272) 58-23-30

---

**ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕССОЛИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОД  
НЕФТЕПРОМЫСЛОВ КАЗАХСТАНА**

**Ж. Т. Мустапаева, У. Ж. Джусипбеков, д.т.н.,  
О. Ю. Фишбейн, к.х.н., В. И. Капралова, к.х.н.,  
Г. У. Жакитова, к.т.н.**

Институт химических наук им. А. Б. Бектурова

---

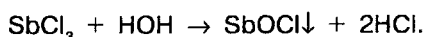
Качество и выход нефтепродуктов определяются в основном составом и свойствами нефти, а также содержащимися в ней примесями, которые способствуют коррозии оборудования, отравляют дорогостоящие катализаторы и отрицательно влияют на технологию переработки нефти в целом. Поэтому перед переработкой из нефти необходимо удалить такие загрязнения, как вода, механические примеси и соли. Особенно сильное коррозионное воздействие оказывают на нефтеперерабатывающее оборудование хлористые соединения, которые в основном содержатся в водной фазе водонефтяных эмульсий.

Применяющиеся на нефтепромыслах способы обезвоживания и обессоливания водонефтяных эмульсий основаны на их промывке пресной водой. Однако в регионах расположения нефтепромыслов Казахстана имеется острый дефицит пресной воды, расход которой очень велик в связи с необходимостью многократной промывки и большими объемами добычи нефти. При этом на всех месторождениях сосредоточены огромные запасы производственных сточных вод, образующихся при обезвоживании промысловой нефти (так называемые пластовые воды), использование которых для подготовки нефти к переработке ограничено высоким содержанием в них хлористых соединений. Поэтому чрезвычайно важны и актуальны для республики исследования, направленные на создание новых технологий, обеспечивающих эффективное обессоливание производственных сточных вод нефтепромыслов и дальнейшее использование их в процессах подготовки к переработке высокоминерализованных нефтей, в том числе и амбарных.

Промысловые воды, применяющиеся в технологических процессах обессоливания высокоминерализованных нефтей, должны содержать минимальное количество хлористых соединений, по крайней

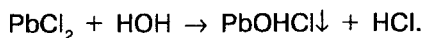
мере, содержание последних должно быть существенно ниже их концентрации в нефти. Исследование солевого состава пластовых вод нефтепромыслов Мангистауской области показало, что они содержат в основном хлориды натрия, кальция и магния, суммарная концентрация которых колеблется в широких пределах от 3000 до 28000 мг/л.

Известно, что плохо растворимые хлористые соединения образуются при взаимодействии хлорид-ионов с солями свинца или серебра. Учитывая экономическую целесообразность, все исследования проводили с использованием в качестве реагента - осадителя  $Pb(NO_3)_2$ , который является хорошо растворимой солью и может быть легко получен из отходов аккумуляторного производства путем растворения свинцовых пластин в азотной кислоте. Поскольку свинцовые пластины содержат до 10 % сурьмы, которая при взаимодействии с пластовой водой образует растворимые хлориды и может тем самым повлиять на процесс обессоливания, была исследована кинетика растворения хлоридов свинца и сурьмы в зависимости от температуры растворов. Как показали исследования, с увеличением времени процесса концентрация хлорид-ионов в растворах как хлорида свинца, так и хлорида сурьмы снижается. При этом характер зависимостей «содержание хлорид-ионов от времени растворения» для хлорида свинца имеет экстремальный характер, а для хлорида сурьмы - экспоненциальный. В последнем случае с ростом температуры содержание хлорид-ионов в растворе резко снижается, что связано с ускорением процесса гидролиза хлорида сурьмы и образованием плохо растворимого оксихлорида согласно реакции



Таким образом, присутствие сурьмы в свинцовых пластинах не мешает, а способствует осаждению хлорид-ионов.

Экстремальный характер зависимости изменения содержания хлорид-ионов в растворах хлорида свинца также связан с процессом его гидролиза и образованием плохо растворимого гидроксихлорида:



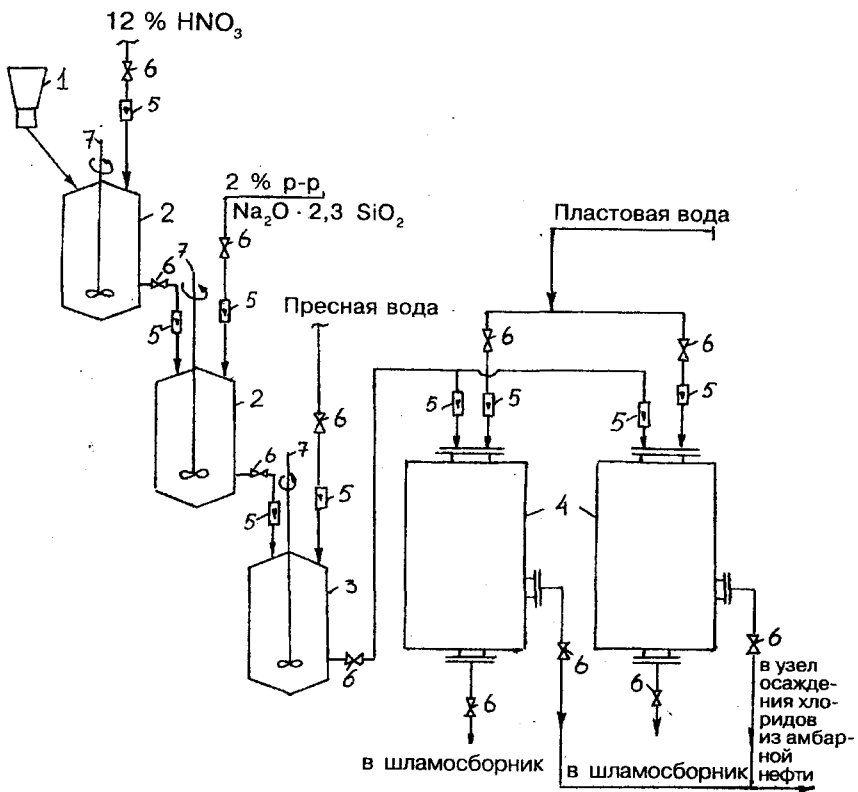
Однако проведение процесса осаждения при температурах 40-60 °С без регулирования pH растворов не дает возможности добиться достаточного для технологических целей остаточного содержания хлористых соединений (менее 100 мг/л). В связи с чем дальнейшие исследования были направлены на определение условий, обеспечивающих более полное осаждение хлорид-ионов.



Для исследования процесса обессоливания пластовых вод были приготовлены модельные растворы с содержанием хлорид-ионов 4500 и 13500 мг/л. Нитрат свинца добавляли из расчета на полное осаждение хлорид-ионов по стехиометрии с 5 %-ным избытком. Было установлено, что при комнатной температуре и  $\text{pH} < 6$  ( $\text{pH}$  исходного 3 %-ного раствора нитрата свинца равно 3,2) из раствора с содержанием хлорид-ионов 4500 мг/л осадок не образовывался. При добавлении раствора нитрата свинца к пластовой воде с содержанием хлоридов 13500 мг/л выпадал белый мелкодисперсный осадок хлорида свинца. Однако остаточное содержание хлоридов в растворе составляло при этом 9750 мг/л, что согласуется со справочными данными по растворимости хлорида свинца. Повышение  $\text{pH}$  приводит к более полному осаждению хлорид-ионов, в том числе и для модельного раствора с меньшим солесодержанием. Очевидно, что при этом образуется гидроксихлорид свинца, растворимость которого на несколько порядков ниже. Осадок, полученный при  $\text{pH} < 6$ , представлен в основном хлоридом свинца. В рентгенограмме осадка, полученного при больших значениях  $\text{pH}$ , помимо рефлексов, отвечающих межплоскостным расстояниям хлорида свинца, наблюдаются отчетливо выраженные рефлексы, характеристичные для гидроксихлорида, причем интенсивность последних растет с увеличением  $\text{pH}$  раствора.

Учитывая экономическую и технологическую целесообразность, в качестве щелочного реагента было предложено использовать трисиликат натрия, раствор которого имеет  $\text{pH} > 11$ . Результаты по осаждению хлорид-ионов нитратом свинца в присутствии жидкого стекла были аналогичны результатам, полученным при использовании в качестве щелочного реагента гидроксида натрия. Однако рентгенограмма осадка, образующегося в присутствии жидкого стекла, отличается от предыдущих наличием рентгеноаморфной фазы, которая скорее всего представлена полимеризованной формой кремнекислоты.

На основании проведенных исследований было установлено, что осуществление процесса осаждения хлористых соединений при температуре 20 °С,  $\text{pH} = 6,5-8,0$  и норме нитрата свинца 105 % от стехиометрии позволяет достичь остаточного содержания хлорид-ионов в растворе 20-70 мг/л. Разработана технологическая схема осаждения хлористых солей из пластовых вод нефтяных месторождений РК, основные узлы которой представлены на рисунке. Из бункера-дозатора 1 отходы аккумуляторного производства (свинцовые пластины, содержащие 10 % сурьмы) поступают в смеситель 2, куда одновременно подается 12 %-ная азотная кислота и готовится раствор реа-



Технологическая схема осаждения хлористых солей из пластовых вод:  
 1 - бункер-дозатор; 2 - смеситель; 3 - активатор; 4 - отстойник;  
 5 - дозаторы; 6 - запорная арматура; 7 - мешалка

гента-осадителя. Раствор реагента-осадителя смешивается в реакторе-смесителе 2 с 2 %-ным раствором жидкого стекла до  $\text{pH} = 6,8-7,8$  и направляется в бак-активатор 3, куда подается пресная вода для доведения вышеназванных растворов до рабочей концентрации. Рабочий раствор смеси реагента-осадителя и жидкого стекла через дозаторы 5 и запорную арматуру 6 подается в баки-отстойники 4, куда одновременно поступает пластовая вода на обессоливание. Осадок хлористых солей после отстаивания направляется в шламосборники, а обессоленная пластовая вода - в узел осаждения хлоридов от амбарной нефти.

Укрупненные стендовые лабораторные испытания показали, что по предлагаемой технологии удастся снизить исходную концентрацию хлористых соединений более чем на порядок.

---

Бастапқы хлор қосылыстарының концентрациясын реттеп астам төмендетуді қамтамасыз ететін мұнай кен орындарындағы қабаттық сулардан хлор тұздарын тұндырудың технологиялық схемасы жасалған.

**Түйінді сөздер:** мұнай өндіру орындары, қабаттық сулар, хлорлы тұздар, тұздарды тұндыру.

---

A technological scheme of precipitation of chloride salts from oil-formation waters of oil fields is developed; it provides decrease of initial concentration of chloride compounds by more than ten times.

**Key words:** oil fields, oil-formation waters, chloride salts, precipitation of salts.

**Адрес:** 480100, г. Алматы, ул. Ш. Уалиханова, 106  
ИХН им. А. Б. Бектурова

**Тел.:** (3272) 91-16-26

---

**ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРОВЕРКА  
АВТОГЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМЗИТА  
С ДОБАВКОЙ НЕФТЕШЛАМА**

**С. Т. Тлеуова**, к.т.н., **В. М. Шевко**, д.т.н.,  
**Г. Е. Каратаева**, к.т.н., **А. С. Тлеуов**, к.т.н.

Южно-Казахстанский государственный университет  
им. М. О. Ауезова

---

В производстве строительных материалов широко используются химические, металлургические и нефтехимические отходы.

Современная технология получения пористых материалов и изделий включает: вспенивание, выжигание органических примесей, выпаривание воды, воздействие на массу надлежащей вязкости газообразной фазой извне, спекание, вспучивание, размягчение масс.

В производстве керамзита определяющим фактором является равномерное распределение продуктов газовой выделения, способствующих оптимизации пиропластической массы и вязкости глинистых пород. Диссоциация составляющих глинистых пород (карбонатов кальция, магния, железа, сульфидов и сульфатов) с высвобождением газовой фазы  $\text{CO}_2$  и  $\text{SO}_2$  или  $\text{SO}_3$  начинается при 400-1000 °С. Свободная и физически связанная вода испаряется при 100-180 °С и непосредственно не влияет на вспучивание. Образовавшийся при диссоциации  $\text{CO}_2$  активизируется при превышении парциального давления газовой фазы над парциальным давлением углекислоты.

Условия газообразования и пути усовершенствования технологии с использованием углеродсодержащих и органо-минеральных добавок являются актуальной проблемой производства керамзита или пористых наполнителей.

В связи с этим нами исследована возможность использования нефтешлама как органо-минеральной добавки к сырьевой смеси для получения керамзита. В качестве глинистого материала для приготовления шихты использовали дарбазинскую глину (табл. 1).

Общий химический состав нефтешлама включает до 75 % нефтепродуктов, 20-25 % минеральной части, 12-20 % влаги и до 3 % серы. Минеральная часть состоит из кальцита, кварца, доломита, серпентана.

Таблица 1

## Исходный химический состав шихты, %

Сырье	SO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	п.п.п.
Глина									
дарбазинская	59	17,29	7,76	0,75	1,19	3,0	1,85	–	7,7
Нефтехлам	24,8	10,9	9,47	–	17,3	–	3	–	34,33

Предварительные лабораторные исследования позволили определить соотношения компонентов и выявить ряд условий протекания процесса. Полупромышленные испытания проведены на АО «Асбестцемент».

Нефтехлам после предварительной подсушки доставляли в керамзитовый цех и складировали на шихтовой площадке. При помощи бульдозера его сбрасывали в приемную воронку глинорыхлителя. Разрыхленная масса системой конвейеров транспортировалась в узел глиномешалки, куда вводили расчетное количество нефтехлама. Шихта влажностью 5-8 % подавалась в барабанные дырчатые вальцы, затем через загрузочный бункер - во вращающуюся печь диаметром 3,2х40 м, производительностью 15 м<sup>3</sup>/ч. Печь обогревали природным газом до температуры 1200 °С. Полученный после обжига огарок охлаждали и подавали в силоса. Парогазовая смесь по газоходу поступала в циклоны диаметром 1,4 м, длиной 6 м и кулер диаметром 1,8 м и высотой 5,4 м; пенный аппарат и через каплеуловитель выбрасывалась в атмосферу.

Испытывали шихту, включающую дарбазинскую глину и нефтехлам в соотношениях 0:1; 4:1; 2,3:1; 1,5:1; 1:1; 1:0. Время прохождения обжигаемого материала в печи около 60 мин. Топливо (природный газ) сжигалось с завихрением при коэффициенте избытка воздуха 1,4. Давление в циклоне составляло  $(0,43 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$  МПа, в пенном аппарате -  $(5,5 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$ . Технологические показатели испытаний приведены в табл. 2, 3.

Керамзит, полученный при добавке 20-50 % нефтехлама характеризуется насыпной плотностью 500 кг/см<sup>3</sup>, однако при выходе из печи гранулы оплавляются. Рентгенографические исследования полученных продуктов обжига при добавке 20-40 % нефтехлама свидетельствуют о наличии рефлексов, характерных для алюмосиликатов, ферритов и силикатов кальция.

Таблица 2

## Характеристика продуктов обжига

Глина, %	Нефтешлам, %	Насыпная плотность, кг/см <sup>3</sup>	Прочность, кг/см <sup>2</sup>
0	100	500	40
80	20	530	43
70	30	525	45
60	40	520	54
50	50	545	43
100	–	500-600	–

Таблица 3

Температурный режим промышленных испытаний  
использования нефтешлама при производстве керамзита, °С

Выход из печи	Парогазовая смесь				Растворы				
	циклон		пенный аппарат		абсорбент пенного аппарата		в нейтра- лизаторе	в отстой- нике	
	вход	выход	вход	выход	вход	выход	вход	выход	
800±50	750±20	680	600	65	30,5	42,5	45	30±5	

Результаты физико-механических испытаний керамзита, полученного на основе дарбазинской глины и нефтешлама показали его высокую прочность - 43-54 кг/см<sup>2</sup>, что соответствует марке керамзита «500».

Дарбаза топырағы мен мұнайлы шлам негізінде алынған керамзиттің өндірістік сынау нәтижелері келтірілді. Айналмалы пеште жүргізілген шихтаны күйдіру процесінің оптималды технологиялық параметрлері белгіленді.

**Түйінді сөздер:** керамзит, мұнайлы шлам, айналмалы пеш, алюмосиликат, феррит, кальций силикаты.

The results of semiindustrial tests of ceramzite production on a base of Darbazinakaya clay with oil sludge admixture conducted at the JSC 'Asbestotsement' are presented. The optimal composition of charge mixture for rotary kiln is determined.

**Key words:** ceramzite, oil sludge, rotary kiln, clay.

**Адрес:** 486050, г. Шымкент, пр-т Тауке хана, 5  
ЮКГУ им. М. О. Ауезова

**Тел.:** (3252) 21-22-66

## **ИНФОРМАЦИЯ**

**НТ2003К1360**

### **УНИФИЦИРОВАННАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ (МЦС)**

Разработаны макеты автоматизированного рабочего места дежурного по станции, компьютера централизации, блока управления стрелочным приводом, состоящего из дублированного контроллера управления стрелкой, дублированного коммутирующего модуля управления и контроля стрелки. Изготовлен действующий макет устройства контроля проследования замыкающего вагона. МЦС позволяет осуществлять электрическую централизацию более 60 станций РГП "Казахстан темир жолы" на 2150 стрелках, требующих незамедлительной реконструкции. Срок окупаемости - 1,5 года.

**Телефон для справок: 54-79-53**

---

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРХАННЫХ ПЕСКОВ  
И ЛЁССОВИДНЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ  
ЛЕГКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ БЕТОНОВ****Б. А. Балакирев, к.т.н., В. М. Гарифулин, д.т.н.**Южно-Казахстанский государственный университет  
им. М. О. Ауезова

---

В Казахстане и прилегающих регионах одним из наиболее широко распространенных некондиционных сырьевых материалов является полиминеральный (барханный) песок. Его массивы занимают площадь около 1 млн км<sup>2</sup>. Эти мелкодисперсные пески в количестве сотен тысяч тонн ежегодно переносятся ветром на огромные расстояния, что наносит значительный ущерб окружающей среде. Другим, широко распространенным в этих регионах материалом, является лёссовое сырье.

Вышеизложенное предопределило интерес к широкому использованию имеющейся минеральной сырьевой базы - барханных песков и лёссовидных пород для производства теплоизоляционных материалов.

Эффективны в этом отношении керамические теплоизоляционные материалы, однако их производство в Казахстане недостаточно и базируется в основном на традиционном привозном сырье. Доставляют его в республику железнодорожным транспортом, что приводит к значительному удорожанию продукции.

При выборе технологии производства исходили из того, что к настоящему времени пористый заполнитель для бетонов изготавливают по двум основным схемам - керамзитовой и аглопоритовой. Керамзитовая схема производства более сложна в технологическом исполнении и требует для производства пластичного, хорошо вспучивающегося сырья. В отличие от нее аглопоритовая схема характеризуется повышенными теплотехническими и технико-экономическими показателями и обеспечивает высокую производительность, простоту эксплуатации, поточность, возможность автоматизации и предполагает для производства менее качественное сырье. Если для производства керамзита необходимо высококачественное топливо



(природный газ, мазут), то для производства аглопорита его требуется только 10 % на зажигание шихты, а остальное - низкосортные угли или топливосодержащие отходы промышленности. В связи с этим при разработке экономичной технологии теплоизоляционного материала предпочтение было отдано агломерационной схеме производства.

Предлагаемый процесс заключается в спекании шихты, включающей лёссово-песчаную смесь и топливо, на агломерационной решетке в условиях высоких температур в течение короткого времени. Скоростная термическая обработка сырья приводит к смещению ряда процессов (удаление адсорбционной воды, диссоциация карбонатных включений, аморфизация глинистого вещества) в области более высоких температур – на 50-225 °С. Большое количество мелких гранул в шихте, их пористость и указанные выше процессы в сырье приводят к образованию новых пор, увеличивая поверхность соприкосновения горячих газов со спекаемым материалом, что обуславливает весьма высокую скорость физико-химических процессов в шихте в период ее спекания. При этом существенно интенсифицируются процессы поризации отдельных гранул. Поризация гранул повышается также вследствие того, что в спекаемом слое имеются зоны с резко выраженной восстановительной газовой средой. В непосредственной близости от частиц сгорающего топлива развивается температура до 1600 °С, тогда как на некотором удалении от них она не превышает 1200-1300 °С. Появляющийся расплав спекает отдельные гранулы в пористый конгломерат, обеспечивая получение легкого материала даже из относительно тугоплавкого и невспучивающегося силикатного сырья.

Результаты исследований ряда авторов, а также данные практики показывают, что при получении аглопорита переход части сырья в расплав должен происходить, по возможности, при более низкой температуре. Свойства расплава (вязкость, поверхностное натяжение, способность его к кристаллизации при охлаждении) связаны главным образом с минералогическим составом и дисперсностью спекаемого сырья, а также характером газовой среды. От количества, состава и свойств расплава во многом зависит пористая структура аглопорита.

При проведении исследований использовали лёссовидную породу Шымкентского месторождения и барханные пески. В лёссовидной породе содержится 13,2 % оксида кальция, что свидетельствует о присутствии большого количества карбонатов кальция (табл. 1).

## Химический состав используемого сырья

Сырье	Массовая концентрация оксидов, %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	п.п.п.
Лёссовидная порода	50,8	10,8	3,9	13,2	2,2	2,1	17
Барханный песок	68,9	12,0	2,2	5,1	1,0	5,1	5,0

Известно, что при производстве аглопорита предельная крупность глинистого сырья не должна превышать 5 мм, а введенного в шихту технологического топлива - 3 мм. Это связано с тем, что при спекании шихты с меньшей крупностью зерен снижается общая газопроницаемость смеси. При увеличении предельной крупности топлива существенно растягивается зона горения, в результате нарушается нормальное течение процесса спекания и в материале возникают значительные внутренние напряжения, приводящие к снижению прочности готового продукта. Кроме того, укрупненные частицы топлива способствуют образованию отдельных изолированных центров горения, в толще шихты создается множество участков, где температура спекания значительно повышается, материал приобретает крупнопористую структуру с большим количеством каверн и стекловидной фазы.

С учетом вышеизложенного предельная крупность исходных компонентов шихты при проведении экспериментов выбиралась для топлива не выше 3 мм, для лёссово-песчаного сырья - 5 мм. В качестве топлива использовался уголь Карагандинского бассейна со следующими характеристиками: теплотворная способность (рабочая низшая) - 22,620 МДж/кг; зольность рабочая - 24,2 %; выход летучих веществ - 5,2 %.

Уголь в состав лёссово-песчаных шихт вводили в количестве 10 % от массы смеси. Шихту спекали на агломерационной установке. Зажигание верхнего слоя шихты осуществляли при разрежении в вакуум-камере 1000-1200 Па. В период спекания разрежение увеличивали до 2500-3000 Па.

Полученный в результате агломерации лёссово-песчаных шихт аглопорит характеризуется следующими физико-механическими характеристиками: насыпная плотность 500-700 кг/м<sup>3</sup>; прочность при сдавливании в цилиндре 0,9-2,5 МПа; стойкость против железистого и силикатного распада 1,5 и 1,8 % соответственно.

Для организации процесса производства необходимо установление аналитической зависимости между свойствами получаемого продукта и технологическими параметрами производственного процесса. Нами установлена зависимость между температурой зажигания шихты и выходом аглопорита с использованием метода, основанного на применении неевклидовой, а именно проективной метрики для интерполяции опытных результатов по отдельным узловым точкам:

$$B_a = 56,6 + 29,7 \operatorname{th} (0,0088 t - 7,196),$$

где  $B_a$  - выход аглопорита, %;  
 $\operatorname{th}$  - гиперболический тангенс (аргумент в дуговых единицах);  
 $t$  - температура зажигания шихты (интервал 800-1300 °С).

Таблица 2

**Расчетные и экспериментальные показатели**

Выход аглопорита, %	Температура зажигания шихты, °С					
	800	900	1000	1100	1200	1300
Экспериментальные данные	52	75	84	87	86,7	86
Расчетные данные	52	75	84	86	86,2	86

Полученные на основе формулы данные приведены в табл. 2, в которой отмечается практически полное совпадение экспериментальных и расчетных показателей. Производственные испытания подтвердили результаты экспериментальных исследований. Таким образом, установлена возможность получения на основе лёссово-песчаных шихт качественного теплоизоляционного материала - аглопорита, который может быть использован как для теплоизоляционных засыпок, так и для приготовления легких бетонов, а предложенная формула позволяет прогнозировать процесс агломерации.

---

Жұмыста барханды құмдарды құрылыс материалдар өндірісінде, кешенді қолданудың бағыты анықталған. Жұмыста Қазақстан мен Орта Азияда көп тараған, қазіргі бар құжаттардың талап-тілектерін қанағаттандырмайтын барханды құмдар мен сары топырақты таужартастарының құрылыс материалдарды өндіруге жарамдығы анықталған.

**Түйінді сөздер:** барханды құмдар, құрылыс материалдары, сары топырақты таужартастары.

---

The problem of complex utilization of domestic raw materials (barkhan sands and loessal rocks) of Kazakhstan is investigated. The process for high-temperature sintering of loess - sand charge mixture is suggested. As a result, quality heat - resistant construction material agloporite is produced.

**Key words:** barkhan sands, loessal rocks, high-temperature sintering, construction materials.

**Адрес:** 486050, г. Шымкент, пр-т Тауке хана, 5  
ЮКГУ им. М. О. Ауезова

**Тел.:** (3252) 53-50-48

**Факс:** (3252) 21-01-41

## **ОЧИСТКА ВРЕДНЫХ ВОЗДУШНЫХ ВЫБРОСОВ В ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**М. А. Алтаев**, к.т.н., **А. Т. Мейрбеков**

Международный казахско-турецкий университет  
им. Х. А. Ясави

Применяемые способы пылеулавливания в хлопкоочистительной промышленности основаны на гравитационном осаждении в поле инерционных (в частности, центробежных) сил, на ударном действии, фильтровании, мокрой очистке, электрическом и термическом осаждении и др. Часто эти методы комбинируются. Выбор способа и аппарата для улавливания пыли зависит от ее свойств, размера частиц, концентрации аэрозоля, температуры и влажности среды.

В хлопкоочистительной промышленности необходимо эффективное обеспыливание воздуха, соответствующее санитарным и экологическим требованиям, что может быть достигнуто двухступенчатой очисткой:

- извлечение наиболее крупных частиц (пух, волокно и др.);
- тонкая очистка от мелких фракций пыли.

Между тем на практике преобладает способ очистки воздуха от хлопковой пыли в циклонах.

Однако частицы размером меньше 5 мкм плохо улавливаются даже на высокоэффективных циклонах. Расчеты показывают, что минимальный диаметр частиц, полностью улавливаемых в циклонах ЦН-3, составляет 25,7 мкм. Это означает, что почти 35 % полидисперсной хлопковой пыли, содержащейся в воздухе пневмотранспорта хлопка-сырца, не может быть задержано циклоном. Таким образом, эффективность циклонов в условиях запыленного воздуха хлопкозаводов составляет 65-70 %.

При больших расходах очищаемых газов в ряде случаев применяют групповую компоновку аппаратов, что позволяет увеличить диаметр циклона и сохранить его эффективность. В хлопкоочистительной промышленности за редким исключением располагаются несколько циклонов в батарейном исполнении, при больших начальных концентрациях пыли иногда устанавливают до четырех циклонов последо-

тельно. При этом эффективность второго по ходу газов циклона ниже, чем первого, так как в него поступает более мелкая пыль. Последовательное соединение целесообразно только тогда, когда оно обеспечивает значительный эффект, иначе это приведет к удорожанию процесса обеспыливания вследствие увеличения гидравлического сопротивления. Попытки повысить степень очистки газов путем вторичного циклонирования воздуха пневмотранспортных систем хлопкоочистительных заводов не дали желаемого эффекта и не нашли широкого применения. Таким образом, применение циклонов для предварительной очистки воздуха пневмотранспортных и аспирационных систем хлопкозаводов рационально для улавливания наиболее крупных частиц (волокно, пух, линт и др.) пыли в сухом виде.

Для окончательной очистки воздуха от высокодисперсной фракции пыли необходимо использовать другие способы, в частности, «мокрый» способ пылеочистки. Нами изучены различные конструкции аппаратов для тонкой очистки на хлопкоочистительных заводах и с учетом специфических свойств хлопковой пыли разработаны «мокрые» пылеуловители. Проведены их полупромышленные испытания в условиях Жетысайского и Майлыкентского хлопкоочистительных заводов. Режимные параметры в условиях нисходящего прямотока варьировались в следующих диапазонах:

$W_k$  - скорость газа в колонне 10-18 м<sup>3</sup>/с;

$L_{уд}$  - удельная плотность орошения 18-22 м/ч;

$A_n$  и  $A_k$  - концентрация пыли 302-18 мг/м<sup>3</sup>;

$\Delta P_{пол}$  - полное гидравлическое сопротивление 1000-1400 Па;

$\eta$  - эффективность пылеулавливания 92-96 %

Следует отметить, что пылеуловитель был установлен после циклона ЦН-3 без дополнительного оборудования, так как напор запыленного воздуха после циклона был достаточным для нормальной работы «мокрого» пылеуловителя.

Полученные технические решения защищены охраняемыми документами Республики Казахстан.

---

Мақта тазарту заводтарында ауадағы тастандыларды тазалау үшін қолданылатын циклондар ЦН-3 мүмкіндіктері талданған. Тиімдірек аппараттар - сулы шаңұстағыштар ұсынылған.

**Түйінді сөздер:** мақта тазарту заводтары, шаңұстағыштар, ауаны тазарту, циклондар.

The possibilities of ЦН-3 cyclones used for scrubbing emissions of cotton cleaning plants are analysed. The more affective apparatuses - wet gas scrubbers are suggested.  
Key words: cotton cleaning plants, dust scrubbers, air scrubbing, cyclones.

**Адрес:** 487010, г. Туркестан  
МКТУ им. Х. А. Ясави

**Тел.:** (32533) 4-30-41

## ИНФОРМАЦИЯ

HT2001K1206

### ТЕХНОЛОГИЯ МЕМБРАННОГО ОПРЕСНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД

Электродиализные установки и аппараты для опреснения минерализованных вод в одной схеме с аппаратами-концентраторами для утилизации рассола. Производительность - 50-400 м<sup>3</sup>/сут. Затраты энергии - 1,5-3 кВт·ч/м<sup>3</sup>. Возможно формирование станций опреснения на базе электродиализаторов З-400-01 производительностью 1000 м<sup>3</sup>/сут. и более. Срок окупаемости - 5 лет.

**Телефон для справок: 54-79-53**

---

**УПРАВЛЯЕМЫЕ ФЕРРОМАГНИТНЫЕ УСТРОЙСТВА  
ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ  
И НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ****С. Е. Соколов, д.т.н.**Казахская академия транспорта и коммуникаций  
им. М. Тынышпаева

---

Кардинальное решение проблемы регулирования реактивной мощности и напряжения в электрических сетях и системах электропитания всех классов напряжения возможно с применением управляемых статических компенсирующих устройств, которые могут работать как самостоятельно в режиме потребления реактивной мощности, так и осуществлять косвенное регулирование мощности конденсаторных батарей при параллельном включении.

К таким устройствам относятся и управляемые ферромагнитные устройства с подмагничиванием постоянным током, основной сложностью в создании которых является обеспечение синусоидальности потребляемого тока.

Применение традиционных способов компенсации высших гармоник потребляемого тока, обуславливающих существенное усложнение конструкции, с одной стороны, сдерживает интерес к управляемым реакторам с подмагничиванием постоянным током и снижает их конкурентоспособность, а с другой - определяет актуальность поиска путей упрощения схемно-конструктивных решений.

Принцип двойного симметричного намагничивания по четным гармоникам, обеспечивающий замыкание четных гармоник тока в контуре параллельных ветвей обмотки переменного тока и требующий удвоения магнитной системы для всех устройств с подмагничиванием постоянным током, является обязательным. При этом переменная э.д.с. на выводах обмотки управления будет равна нулю, а суммарная напряженность поля двух таких магнитопроводов раскладывается в ряд только нечетных гармоник, и в потребляемом токе четные гармоники будут отсутствовать.



Компенсация нечетных гармоник имеет свои особенности для однофазных и трехфазных устройств. Для однофазных конструкций с подмагничиванием постоянным током эта задача может быть решена только линеаризацией зависимости намагничивающего тока от магнитного потока любым способом.

В трехфазных устройствах способы компенсации нечетных гармоник потребляемого тока более разнообразны. Это обусловлено возможностью обеспечить временные сдвиги магнитных потоков в различных магнитопроводах или на различных участках одного магнитопровода и особенностями режима намагничивания по гармоникам нулевой последовательности (кратным трем), которые могут отфильтровываться в контур обмотки, соединенной в треугольник, или существовать в магнитном потоке. Тогда при разделении рабочей обмотки на параллельные ветви и соединении одной - в звезду, другой - в треугольник можно обеспечить протекание токов нечетных гармоник в контуре, образованном этими ветвями.

Другими словами, соединение обмотки в звезду или треугольник обеспечивает изменение знака и величины нечетных гармоник, и тогда можно говорить о существовании режима промежуточного намагничивания по гармоникам нулевой последовательности, при котором величина той или иной гармоники равна нулю. Режим промежуточного намагничивания по гармоникам нулевой последовательности может быть реализован включением в цепь их замыкания индуктивно-емкостных фильтров, что обеспечивает индивидуальное регулирование каждой их составляющих потока нулевой последовательности и максимальное подавление нечетных гармоник напряженности поля. При общем законе регулирования используется один дроссель. В мощных конструкциях поток нулевой последовательности изменяется за счет рассеяния и установка дросселя может не понадобиться.

Решение уравнения для напряженности поля на основе аппарата функций Бесселя при общепринятых допущениях с учетом третьей и девятой гармоник индукции показывает, что коэффициент гармоник имеет явно выраженный минимум в зависимости от величины третьей гармоники индукции, а режим промежуточного намагничивания по гармоникам нулевой последовательности является эффективным средством улучшения формы кривой потребляемого тока управляемых ферромагнитных устройств (рис. 1а).

Применение трехстержневых магнитопроводов дает предельно простое схемно-конструктивное решение для управляемого реакто-

ра в режиме промежуточного намагничивания (рис. 16). Рабочая обмотка каждой фазы выполнена из двух секций, соединенных параллельно встречно и расположенных на крайних стержнях. На этих же стержнях находятся секции обмотки подмагничивания, соединенные согласно последовательно, и секции компенсационной обмотки, соединенные встречно последовательно. Возможны схемы с совмещением обмоток и на одном шестистержневом магнитопроводе. Многие из них защищены авторскими свидетельствами и патентами.

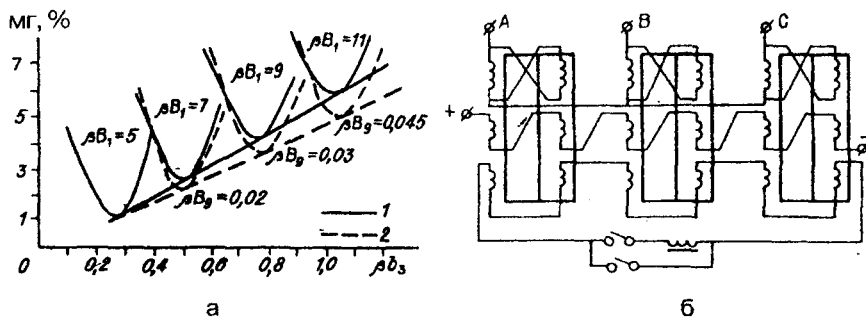


Рис. 1. Коэффициент гармоник и схема управляемого реактора в режиме промежуточного намагничивания

Пространственные магнитные системы дают новые возможности для реализации режима промежуточного намагничивания.

Поскольку эти конструкции имеют пространственный трехстержневой магнитопровод, аналогичный типовым серийным трансформаторам первого и второго габаритов, то становится очевидной возможность объединения функции трансформатора и реактора в одном аппарате путем размещения на стержнях первичной и вторичной обмоток, как это и имеет место в серийных трансформаторах, а на ярмах - компенсационной и управляющей обмоток. Ряд таких конструкций, отличающихся расположением обмоток и их схем, защищен авторскими свидетельствами.

При размещении на ярмах только компенсационной обмотки обеспечивается синусоидальность тока холостого хода типовых трансформаторов. А при подмагничивании ярм, трансформатор может работать и в режиме управляемого реактора (рис. 2).

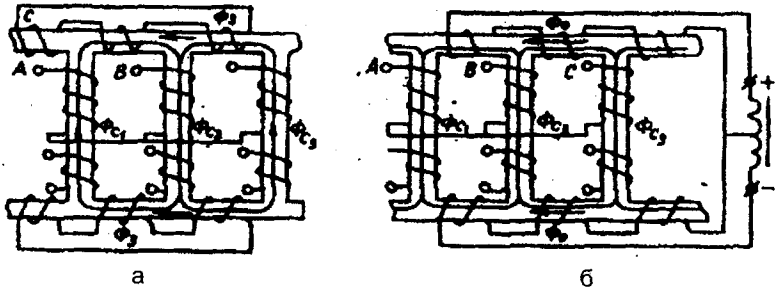


Рис. 2. Трансформатор с синусоидальным током холостого хода (а) и управляемый реактор-трансформатор (б)

Решение системы уравнений для намагничивающих сил фаз трансреактора согласно схеме замещения дает для величины тока холостого хода

$$I_{xx} = \frac{3N_{CT}L_{CT} + \sqrt{3}N_{Я}L_{Я}}{mw},$$

где  $m$  - число фаз;

$H_{CT}$ ,  $H_{Я}$  - напряженность поля в ярме;

$w$  - число витков первичной обмотки на стержне.

Поскольку зависимость первой гармоники напряженности переменного поля от подмагничивания носит линейный характер и может быть выражена прямой с угловым коэффициентом, приблизительно равным 1,3, а соотношение длин стержня и ярма равно 0,75, то:

$$I_{xx} = 1,5 \frac{H_{CT}L_{CT}}{mw}.$$

Допустимая вторичная нагрузка трансформатора определяется по диаграмме располагаемой мощности в соответствии с выражением:

$$Q_p = S_{ном} \sqrt{1 - K_3 \cos^2 \varphi_t} - K_3 \sin \varphi_t,$$

где  $K_3$  - коэффициент загрузки трансформатора.

Основными технико-экономическими показателями управляемых ферромагнитных устройств являются потери мощности. Опре-

деление потерь в обмотках реактора сводится к определению действующего (эффективного) значения тока обмоток с учетом высших гармоник. В основном это имеет значение для параллельных ветвей рабочей обмотки, в которых вторая и четвертая гармоники достигают величины 0,7-0,8 и 0,2-0,4 от первой соответственно, и тока компенсационной обмотки, который представляет ток в основном третьей гармонике. Эти значения удобнее всего определить через коэффициент увеличения действующего значения тока ( $k_{y.t.}$ ) относительно тока первой гармоники. При известном коэффициенте увеличения потери легко вычисляются через геометрические размеры обмоток и магнитопровода и электромагнитные нагрузки. Наложение постоянного и переменного магнитных полей приводит к увеличению основных потерь в стали, которые также находят через коэффициент увеличения и величину потерь холостого хода. Последние определяются так же, как и в трансформаторах.

При использовании для трехфазных управляемых реакторов типовых плоскошихтованных магнитопроводов задача электромагнитного расчета реакторов сводится к расчету обмоток, потерь и выбору магнитной индукции. Расчеты показывают, что величина потерь вполне приемлема для аппаратов такого типа и управляемые реакторы с подмагничиванием вполне конкурентоспособны с другими типами регулирующих устройств.

Изготовление управляемых реакторов по схеме (рис. 1б) не представляет технических сложностей и может быть реализовано на любом трансформаторном заводе. Более того, их производство вполне по силам и ремонтным предприятиям, поскольку заключается в незначительной реконструкции имеющихся трансформаторов: удаление обмоток со среднего стержня, переделка схемодержателя и пересоединение обмотки по схеме реактора, изменение конструкции крышки бака. По такой схеме могут быть изготовлены управляемые реакторы мощностью 10, 20, 40, 60 МВАр на напряжение 35-220 кВ без существенных затрат на дополнительные исследования и конструкторскую проработку.

Два таких управляемых реактора напряжением 35 кВ, мощностью по 10 МВАр в трехфазной группе, изготовленные на базе трансформаторов ТМ-6300/35/10 Чирчикского трансформаторного завода были успешно внедрены на подстанции "Таксимо" западного участка электроснабжения БАМ, где работают и по сей день. Коэффициент гармоник тока в номинальном режиме не превышает 7-9% (рис. 3).

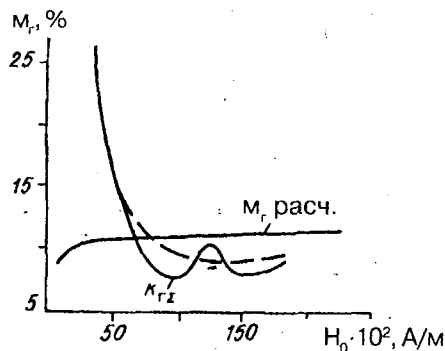


Рис. 3. Расчетный и экспериментальный коэффициенты гармоник тока управляемого реактора на п/ст "Таксимо"

Исследования переходных процессов при включении и отключении реакторов как со стороны рабочей обмотки, так и со стороны обмотки управления, а также процессов регулирования при сбросе и набросе мощности показали, что при использовании регулятора пропорционального действия время установления режима не превышало 1,5-3 с, а амплитуды бросков тока и напряжения в обеих обмотках не выше номинальных значений.

Также исследовались и переходные процессы в цепи обмотки управления. Время перерегулирования составило 0,54 с, эквивалентная постоянная времени обмотки управления - 0,18 с.

При резких изменениях нагрузки или при включениях и отключениях реактора величина тока в обмотке управления увеличивается почти в два раза при фронте изменения 0,005 с. Если за это время привести систему форсировки в соответствующий режим, то изменение режима всего ферромагнитного аппарата произойдет вслед за параметрическим изменением постоянного тока. Предложено устройство параметрической форсировки по скорости изменения свободной составляющей тока обмотки управления.

Установка управляемого реактора обеспечила автоматическое поддержание уровня напряжения в сети с глубиной регулирования на шинах 35 кВ в пределах 6-8 %.

---

Электр желілеріндегі күшпен қуатты реттеуге арналған басқарылатын реакторлар құрылымының схемалары жасалған. Басқару орамасы тоғын бос құрамдас бөлігінің өзгеру жылдамдығы бойынша параметрлік форсировкалау құрылғысы ұсынылған.  
**Түйінді сөздер:** электр желілері, қуат, кернеу, ток, басқарылатын реакторлар.

---

The circuits of controlled reactors for control of power and voltage in electric mains are developed. A device of parametric forcing by rate of change of free component of control winding current is suggested.

**Key words:** electric mains, power, voltage, current, controlled reactors.

**Адрес:** 480012, г. Алматы, ул. Шевченко, 97  
КазАТик им. М. Тынышпаева

**Тел.:** (3272) 92-34-52, 92-09-86

## ИНФОРМАЦИЯ

ИТ2003К1356

**ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС  
ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА (ИВКТ-7682)**

В состав ИВКТ входят прибор цифровой и выносное табло. Предусмотрена работа в режимах "измерение" и "ручное обращение". Диапазон измерения по температурному каналу - 1300-1700 °С, по каналу температуры с ТСМ-50, °С - 0-100. Предел допускаемой погрешности для температурного канала, °С - +1, для канала температуры с ТСМ-50, °С - +0,25.

**Телефон для справок: 54-79-53**

## ЧАСТОТНО-ИМПУЛЬСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

**Б. Х. Айтчанов**, к.т.н.

Казахский национальный технический университет  
им. К. И. Сатпаева

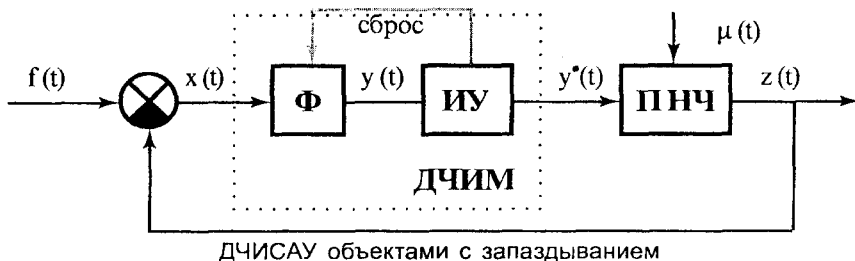
Во многих технологических процессах химической промышленности, металлургии, нефтехимии и других часто встречается класс технологических объектов, характерной особенностью которых является наличие существенного запаздывания, и их параметры подвержены случайным воздействиям. Наиболее перспективно для управления объектами с запаздыванием применение алгоритма динамической частотно-импульсной модуляции.

Динамическая частотно-импульсная система автоматического управления (ДЧИСАУ) объектами с запаздыванием состоит из динамического частотно-импульсного модулятора (ДЧИМ) и приведенной непрерывной части (ПНЧ). После ряда преобразований (рисунок) уравнения системы приведем к виду:

$$x(t) = f(t) - H \left[ \lambda, \tau_0, z(\tau), \int_0^{\tau} q_{\Phi}(\tau - \theta) y^*(\theta) d\theta / t_0 \leq \tau \leq t \right], \quad (1)$$

$$y(t_{n+1} - 0) = W[\tau_m, y(\tau), x(\tau) / t_n + 0 \leq \tau \leq t_{n+1} - 0] \leq \lambda_{n+1} \Delta, \quad (2)$$

$$y^*(t) = \sum_n \lambda_{n+1} \delta(t - t_{n+1}); \lambda_{n+1} = \text{sign} y(t_{n+1} - 0), \quad (3)$$



где  $f(t)$  и  $x(t)$  - соответственно входной случайный стационарный процесс и процесс ошибки системы;

$y(t)$  и  $y^*(t)$  - сигналы на выходе соответственно фильтра  $\Phi$  и импульсного устройства ИУ модулятора;

$H$  и  $W$  - нелинейные функционалы, описывающие преобразования соответственно в управляемом объекте и модуляторе;

$\lambda$  - параметр, характеризующий случайность функционала  $H$ ;

$\tau_0$  и  $\tau_m$  - соответственно время запаздывания объекта и параметр модулятора, учитывающий эффект запаздывания;

$\Delta$  - пороговое значение импульсного устройства ИУ.

Математическая модель динамических частотно-импульсных систем автоматического управления объектами с запаздыванием (1)-(3) является неоднородной из-за используемых в ней типов уравнений. Эти уравнения получены путем описания структурной схемы системы, в которой не приводятся в явном виде звенья, задающие основные преобразования сигналов, осуществляемых в модуляторе. В связи с этим после ряда структурных преобразований построена нелинейная система, эквивалентная по отношению к исходной системе:

$$y(t) = [q \otimes x(t)] - \{q \otimes x(t)[q_{\tau_m} \otimes s(t)]\} - [q \otimes y(t)s(t)], \quad (4)$$

$$u(t) = \frac{1}{\Delta} y(t) + \left\{ 1 \otimes \left[ y(t)s(t) \frac{1}{\Delta} \right] \right\}, \quad (5)$$

$$v(t) = \varphi(u(t)), \quad (6)$$

$$s_0(t) = \frac{1}{\Delta} y(t)[\delta \otimes v(t)], \quad (7)$$

$$y^*(t) = \delta' \otimes u(t), \quad (8)$$

где символом типа  $[q \otimes Dx(t)]$  обозначена одномерная свертка импульсной характеристики фильтра модулятора  $q(\tau)$  и функции  $x(t-\tau)$ , т. е.

$$[q \otimes x(t)] = \int_0^{\infty} q(\tau) x(t-\tau) d\tau;$$

$$q(t) = L^{-1}\{G(p)\};$$

где  $G(p)$  - передаточная функция фильтра  $\Phi$  ДЧИМ;

$\varphi(u(t))$  - релейно-гистерезисный нелинейный элемент;



$$q_{\tau_m}(t) = L^{-1}[G_{\tau_m}(p)], G_{\tau_m}(p) = \frac{1 - e^{-\tau_m p}}{p}.$$

Как видно из уравнений (4)-(8), в эквивалентной системе функции модулятора выполняют три блока: блок сброса БС (4), блок формирования импульсов БФИ (5)-(7) и дифференцирующее звено (8) с передаточной функцией  $W(p) = p$ . Вольтерровские модели ДЧИ-САУ объектами с запаздыванием могут быть получены как на основе нелинейной эквивалентной системы (4)-(8), так и на несколько преобразованной системе. Суть преобразования заключается в замене сигнала сброса  $s_0(t)$  внешним воздействием  $s(t)$ , при котором процессы, протекающие в ней, мажорируют процессы в исходной схеме. Такая замена может быть осуществлена в виде белого шума  $s(t)$  с корреляционной функцией  $R(\tau) = \sigma_0^2 \delta(\tau)$ .

Рассмотрим непрерывную часть системы (см. рисунок), характеризующую случайным функционалом  $H$ . При изучении такого рода систем удобно его случайность  $\lambda$  представить в виде дополнительного внешнего возмущения  $\mu(t)$ , действующего на параметры системы. Функционал  $H$  для приведенной непрерывной части представлен как:

$$z(t) = H[\tau_0, u(\tau), \eta(\tau) | 0 \leq \tau \leq t], \quad (9)$$

где  $\eta(t)$  - винеровский процесс с характеристиками  $M\{\eta(t)\} = 0$ ;  $M\{\eta(t)\eta(s)\} = r_{11}t$ .

Если функционал (9) непрерывен в среднем квадратичном и входные процессы  $u(t)$  и  $\eta(t)$  удовлетворяют условиям ограниченности в среднем квадратичном, то его можно представить сходящимся в среднем квадратичном рядом Вольтерра, который в векторно-матричных обозначениях имеет вид:

$$z(t) = \int_0^t d\bar{u}_1^T h(\tau_0, t, \tau, \theta) \sigma^T \bar{\omega}(\theta), \quad (10)$$

где

$$\bar{h}(\tau_0, \tau, \theta) = \begin{bmatrix} h_{0,0}(\tau_0, \tau, \theta) & h_{0,1}(\tau_0, \tau, \theta) & h_{0,2}(\tau_0, \tau, \theta) & \dots & h_{0,s}(\tau_0, \tau, \theta) & \dots \\ h_{1,0}(\tau_0, \tau, \theta) & h_{1,1}(\tau_0, \tau, \theta) & h_{1,2}(\tau_0, \tau, \theta) & \dots & h_{1,s}(\tau_0, \tau, \theta) & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{r,0}(\tau_0, \tau, \theta) & h_{r,1}(\tau_0, \tau, \theta) & h_{r,2}(\tau_0, \tau, \theta) & \dots & h_{r,s}(\tau_0, \tau, \theta) & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}, \quad (11)$$

$$d \bar{u}_1^T(\tau) = [d\tau | du_1(\tau) | du_1(\tau_1) | du_1(\tau_2) | \dots | du_1(\tau) \dots du_1(\tau_r) | \dots], \quad du_1(\tau) = u(\tau) d\tau, \quad (12)$$

$$d^* \bar{\omega}^T(\theta) = [s\theta | d^* \omega(\theta) | d^* \omega(\theta_1) | d^* \omega(\theta_2) \dots d^* \omega(\theta_1) \dots d^* \omega(\theta_s) \dots]. \quad (13)$$

Интеграл при импульсной характеристике  $h_{r,s}(\tau_0, \tau_1, \dots, \tau_r, \theta_1, \dots, \theta_s)$  имеет кратность  $r+s$ . Через  $\tau$  и  $\theta$  обозначены комбинации  $(\tau_1, \dots, \tau_r)$  и  $(\theta_1, \dots, \theta_s)$ , которые раскрываются по правилам каскадного соединения. Интегралы при дифференциале  $du_1(\tau)$  понимаются как среднеквадратичные интегралы Стильтеса, а при дифференциале  $d^* \omega^T(\theta)$  - среднеквадратичные интегралы Ито.

Математическая модель модулятора, применяемого для управления объектами с запаздыванием, представляет собой сходящийся в среднем квадратичном ряд Вольтерра

$$u(t) = \int_0^t \bar{m}_1^T(\tau_m, t, \tau) d\bar{x}_1(\tau), \quad (14)$$

где

$$\begin{aligned} \bar{m}_1^T(\tau_m, \tau) &= [m_0(\tau_m, \tau) | m_1(\tau_m, \tau) | m_2(\tau_m, \tau, \tau_2) | \dots | m_r(\tau_m, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_r) | \dots], \\ dx_1(t) &= x(t) dt, \quad d \bar{x}_1^T(\tau) = [d\tau | dx_1(\tau) | dx_1(\tau_1) | dx_1(\tau_2) | \dots | dx_1(\tau) \dots dx_1(\tau_r) | \dots]. \end{aligned} \quad (15)$$

Уравнение замкнутой ДЧИСАУ объектами с запаздыванием с учетом вольтерровских моделей приведенной непрерывной части (10) и модулятора (14) примет вид:

$$x(t) = f(t) - \int_0^t d\bar{u}_1^T h(\tau_0, t, \tau, \theta) d^* \bar{\omega}(\theta), \quad (16)$$

где

$$\begin{aligned} d\bar{u}_1(\tau) &= [d\tau \int_0^t \bar{m}_1^T(\tau_m, \tau, \gamma) d\bar{x}_1(\gamma_1) d\tau \int_0^t \bar{m}_1^T(\tau_m, \tau, \gamma_1) \times \\ &\times d\bar{x}_1(\gamma_1) d\bar{x}_1(\gamma_1) \bar{m}_1^T(\tau_m, \tau, \gamma_2) d\tau_1, d\tau_2 | \dots]. \end{aligned} \quad (17)$$

Уравнения (16), (17) описывают систему со степенными нелинейностями, имеющую два входа: стационарный случайный процесс  $f(t)$  и белый шум  $\mu(t)$ , решение которого представляется стохастическим рядом Вольтерра:

$$x(t) = \int_0^t d f_1^T \bar{c}(\tau_0, \tau_m, t, \tau, \theta) d^* \bar{\omega}(\theta), \quad (18)$$

где

$$\vec{c}(\tau_0, \tau_m, \tau, \theta) = \begin{bmatrix} c_{0,0} & c_{0,1}(\tau_0, \tau_m, \theta) & \dots & c_{0,s}(\tau_0, \tau_m, \theta_1, \dots, \theta_s) \\ c_{1,0}(\tau_0, \tau_m, \tau) & c_{1,1}(\tau_0, \tau_m, \theta) & \dots & c_{1,s}(\tau_0, \tau_m, \tau, \theta_1, \dots, \theta_s) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{r,0}(\tau_0, \tau_m, \tau_1, \dots, \tau_r) & c_{r,1}(\tau_0, \tau_m, \tau_1, \dots, \tau_r, \theta) & \dots & c_{r,s}(\tau_0, \tau_m, \tau_1, \dots, \tau_r, \theta_1, \dots, \theta_s) \end{bmatrix}$$

$$d\vec{f}_1^T(\tau) = \left[ d\tau \left| df_1(\tau) \right| df_1(\tau_1) \left| df_1(\tau_2) \right| \dots \left| df_1(\tau_r) \right| \dots \right], \quad df_1(\tau) = f(\tau) d\tau.$$

Рассмотрим построение вольтерровских моделей системы с использованием мажорирующей системы. Вольтерровская модель ДЧИМ, включенного в контур управления объектами с запаздыванием, на основе процедуры, приведенной в [5], такова:

$$u(t) = \int_0^t d\vec{x}_1^T(\tau) \vec{m}_2(\tau_m, t, \tau, \theta) d^*\vec{\eta}(\theta), \quad (19)$$

где  $\vec{m}_2(\tau_m, t, \tau, \theta)$  - матрица импульсных характеристик  $m_{r,s}(\tau_m, \tau_1, \dots, \tau_r, \theta_1, \dots, \theta_s)$ .

Векторы  $d\vec{x}_1^T(\tau)$  и  $d^*\vec{\eta}(\theta)$  составляют аналогично векторам (15) и (13). Замкнутая мажорирующая система также описывается уравнением (16) и входящий в него вектор  $du_1^T(\tau)$  определяется таким образом:

$$du_1^T = \left[ d\tau \int_0^t dx_1^T(\alpha) m_2(\tau_m, \tau, \alpha, \beta) d^*\vec{\eta}(\beta) d\tau \int_0^t dx_1^T(\alpha_1) \times \right. \\ \left. \times m_2(\tau_m, \tau_1, \alpha_1, \beta_1) d^*\vec{\eta}(\beta_1) d^*\eta^T(\beta_2) m_2^T(\tau_m, \tau_2, \alpha_2, \beta_2) d\vec{x}_1(\alpha_2) \dots \right]. \quad (20)$$

Введя обозначения  $d\eta_1(t) = df_1(t) = f(t)dt$ ,  $d\eta_2(t) = d\omega(t)$ ,  $d\eta_3(t) = d\eta(t)$ , решение уравнений (16), (20) можно представить в виде сходящегося в среднем квадратичном ряда Вольтерра:

$$x(t) = c_0^0 + \sum_{s=1}^3 \sum_{k_1=1}^3 \sum_{k_2=1}^3 \dots \int_0^t \dots \int_0^{k_2} c_{\eta_1 \eta_2 \dots \eta_s}^{k_1 k_2 \dots k_s}(\tau_0, \tau_m, t, \tau_1, \dots, \tau_{\eta_1 \dots \eta_s}) \prod_{h=1}^s d\eta_{k_h}(\tau_{k_h}) \dots \prod_{l_s=1}^{k_s} d\eta_{k_s}(\tau_{k_s}). \quad (21)$$

Полученные математические модели в виде функциональных рядов Вольтерра (18) или (21) могут быть непосредственно использованы для анализа и синтеза стохастических ДЧИСАУ объектами с запаздыванием, а также дают возможность построить их статистически линеаризованные и билинеаризованные модели соответственно в виде:

$$\hat{x}(t) = \int_0^{\infty} l_{0,0}^i(\tau_0, \tau_m, \tau) m_i d\tau + \int_0^{\infty} l_{0,1}^i(\tau_0, \tau_m, \theta) \mu(t - \theta) d\tau + \int_0^{\infty} l_{1,0}^i(\tau_0, \tau_m, \tau) f^0(t - \tau) d\tau, \quad (22)$$

и

$$\begin{aligned} \hat{x}(t) = & \int_0^{\infty} l_{0,0}^i(\tau_0, \tau_m, \tau) m_i d\tau + \int_0^{\infty} l_{0,1}^i(\tau_0, \tau_m, \theta) \mu(t - \theta) d\tau + \\ & + \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} l_{1,0}^i(\tau_0, \tau_m, \tau) f^0(t - \tau) d\tau + \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} l_{1,1}^i(\tau, \tau_m, \tau, \theta) \mu(t - \theta) f^0(t - \tau) d\theta d\tau, \end{aligned} \quad (23)$$

где  $m_i = M\{f(t)\}$ ,  $f^0(t) = f(t) - m_i$ ;

$i$  - индекс способов линеаризации.

На основе моделей (22)-(24) могут быть разработаны различные по точности и трудоемкости вычислительных процедур методы анализа системы.

Предложенные методы анализа стохастических динамических частотно-импульсных систем управления объектами с запаздыванием использованы при проектировании, исследовании и внедрении подсистем непосредственного цифрового управления ряда АСУ технологическими процессами свинцового и цементного производств республики.

---

Кешігу объектердің стохастикалық динамикалық жиілік-импульстің басқару жүйелерінің зерттеу әдістері ұсынылған. Бұл кластағы басқару жүйелерге талдау әдістері бейсызқты және сызқты математикалық модельдері негізінде құрылған. **Түйінді сөздер:** кешігу объекті, жиілік-импульстік басқару жүйелері, математикалық моделдер.

---

The methods of research stochastic dynamic are offered is frequency - pulse of control systems of objects with delay. The methods of the analysis of the given class of control systems are developed on the basis of their nonlinear and linear mathematical models.

**Key words:** objects with delay, frequency-pulse control systems, mathematical models.

**Адрес:** 480013, г. Алматы, Сатпаева, 22, КазНТУ  
им. К. И. Сатпаева

**Тел.:** (3272) 92-58-18

## **РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕРНУБОРОЧНОГО ПРОЦЕССА В КАЗАХСТАНЕ**

**М. Г. Пенкин**, д.т.н., **С. М. Пенкин**, к.т.н.

Научно-производственный центр механизации  
сельского хозяйства

В природе, обществе, производстве и повседневной жизни человек постоянно встречается с различного рода, как правило, неравномерными потоками, для рационального использования которых изыскиваются возможности трансформации в потоки с заданными параметрами и свойствами. В качестве таких "трансформаторов" часто используются различные накопители-компенсаторы. Так, на реках сооружаются плотины для бесперебойного орошения или работы ГЭС в заданном режиме. В памяти компьютеров накапливается информация, создаются банки данных для использования их по мере необходимости. В производстве строятся складские помещения для сглаживания неравномерного потока сырья, комплектующих и других изделий.

Нечто подобное имеется и в зерноуборочном процессе. Для сглаживания неравномерности поступления транспорта комбайны оснащаются зерновыми бункерами. Нередко применяются специальные бункеры-накопители. В хозяйствах высокоразвитых стран, где колебание урожайности зерна по годам и полям незначительное, а хлеба не засорены и созревают равномерно, этих накопителей оказывается достаточно для организации устойчивого уборочного процесса.

Иное дело Казахстан и другие государства с резко континентальным климатом. В зависимости от сложившихся погодных и других условий урожайность зерна, например, в северном регионе может достигать 32 ц/га, а в наиболее засушливые годы опускаться до 4 ц/га.

В комбайновых технологиях, пришедших к нам с Запада, не предусмотрено ничего для сглаживания такого неравномерного потока зерна. Последствия же этого для нас самые негативные. Без сомнений, для своевременного завершения уборочных работ в любые годы

необходимо комбайновый парк и все другие технические средства и сооружения комплектовать по наиболее урожайным годам и дождливым уборочным сезонам. Но это экономически не оправданно, поскольку в остальные годы с умеренной и пониженной урожайностью основная их часть будет простаивать. Поэтому чаще всего зерноуборочные средства комплектуются по среднемноголетней урожайности. Это значит, что вполне осознанно не создаются условия для своевременной уборки урожая в высокоурожайные годы. Уже изначально закладывается неизбежность высоких потерь и снижения качества зерна, особенно в неблагоприятные по погодным условиям уборочные сезоны.

Многолетний опыт целинного земледелия показал, что даже в условиях, когда казахстанский урожай убирала всем Союзом, в высокоурожайные и дождливые годы сырое зерно прорастало в поле, уходило под снег, плесневело и сгорало на токах и элеваторах. Однако в тех условиях собранное зерно любого качества хлебороб отправлял в "закрома государства" и получал за него какие-то средства для существования. В нынешних рыночных условиях зерно, не реализованное из-за плохого качества, остается у производителя, что разоряет не только хозяйства, но и целые регионы, подрывая основы продовольственной безопасности страны.

Все это говорит, во-первых, о том, что даже полное в разумных пределах насыщение зернового производства комбайнами и другой уборочной техникой не способно решить проблему сокращения потерь зерна и сохранения его продовольственных и тем более семенных кондиций. Во-вторых, свидетельствует о необходимости ввода в уборочный процесс соответствующего технологического компенсатора для сглаживания крайне неравномерного потока зерна по годам.

Вопрос о том, каким должен быть этот компенсатор, вытекает из многовековой хлеборобной практики. Ведь в рядовом крестьянстве, не знавшем комбайнов, не наблюдалось массового ухода неубранного зерна под зиму. Не располагая элеваторами и зерносушилками, он поставлял на рынок лучшее в мире зерно. Технология уборки тогда базировалась на понимании того, что лучшим хранилищем для зерна является его собственный колос. В накопителях-скирдах оно нередко сохранялось в течение года и обмолачивалось по мере надобности.

Многими зарубежными и отечественными учеными, в том числе КазНИИМЭСХ, ЦелинНИИМЭСХ и КазНИИЗХа, установлено, что необмолоченный урожай можно хранить и в небольших стогах, размеры которых позволяют механизировать процесс обмолота обычны-

ми комбайнами, оснащенными соответствующими приспособлениями. Поистине уникальными можно назвать природные условия республики, в том числе и Северного Казахстана, где низкая средняя влажность воздуха и активный ветровой режим в период уборки обеспечивают надежное естественное просыхание зерна и стеблей в стогах с 25-30 % до кондиционной влажности, причем, даже в самые дождливые сезоны. Это значит, что переход на уборку зерна с использованием компенсаторов в виде завершенных стогов наряду с устранением потерь способен обеспечить получение с поля сухого зерна независимо от сложившихся погодных условий. Очевидно, насколько при этом упрощается и удешевляется послеуборочная обработка и хранение зерна. В настоящее же время сырое зерно стараются вообще не обмолачивать, поскольку без сушки оно все равно погибнет.

Опытами, проведенными совместно с КазНИИЗХ, установлено, что зерно в стогах не только просыхает, но и повышает все свои качественные показатели в результате биологического дозревания в медленно (за 6-12 дней) просыхающем колосе. В полевых опытах при исходном III классе зерно за этот срок переходило во II класс. В те же сроки зерно, лишь однократно намокшее в валках, перешло в разряд IV класса, а после трехкратного намокания классность была утрачена полностью. Расчеты, проведенные по результатам этих опытов, показали, что только за счет предупреждения намокания зерна в валках можно утроить (с 25 до 80 %) сбор зерна исходного качества.

Однако этим не исчерпываются положительные особенности уборки с технологическим компенсатором. Естественное просыхание и хорошая сохранность зерна в стогах создают условия для двухэтапного использования комбайнов. На первом из них (например, август - сентябрь) они работают в обычном режиме, а затем (сентябрь - октябрь) - в режиме походной молотилки на обмолоте стогов. Более поздние сроки обмолота, как правило, нежелательны. Но в то же время они менее ущербны, чем опоздание с уборкой по сложившимся технологиям. Даже в опытах с уходом стогов под зиму и обмолотом весной зерно, за исключением верхнего слоя толщиной 5-20 см, сохранило исходную классность.

Двухэтапное использование комбайнов позволит по меньшей мере удвоить сезонный намолот зерна и сократить их потребность, повысить эффективность использования наиболее производительных моделей комбайнов, рационально использовать которые в условиях традиционной технологии уборки хлебов с типичной для Казахстана урожайностью зерна практически невозможно.

Повышения сезонного намолота зерна можно ожидать за счет продвижения комбайнов с южных районов в северные. Сейчас это в северном регионе практически невозможно, поскольку задержки на юге по

погодным условиям могут приводить к срыву договорных обязательств по уборке в северных районах. Хорошая сохранность стогов устраняет это препятствие:

Особо следует отметить возможности заготовки семян. В дождливые уборочные сезоны заготовка семян высокого класса оказывается невозможной, ибо пропуск семенного зерна через зерносушилки снижает их семенные свойства даже при работе в «мягких» режимах. Это приводит к недобору зерна и в следующем году. При естественном просыхании зерна в стогах сохранение семенных свойств зерна гарантируется независимо от сложившейся погоды.

Из сказанного вытекает, что введение в уборочный процесс рассматриваемого технологического компенсатора позволит при меньшем числе комбайнов убрать без потерь все выращенное зерно с сохранением его качества, в том числе в наиболее высокоурожайные и дождливые годы.

Большую роль здесь играет и ослабление зависимости уборочного процесса от погодных условий. Наряду с получением сухого зерна с поля компенсатор создает возможность сократить простой комбайнов при выпадении осадков. Особенность климата в Северном Казахстане в том, что в 80 % дождевых циклов в уборочный период выпадает менее 3 мм осадков. Комбайновая уборка при этом останавливается. Обмолот же стогов может не прекращаться, так как при выпадении даже 4-5 мм осадков глубина промокания не превышает 5 см.

Реализация этих и других возможностей за счет ввода в уборочный процесс технологического компенсатора ускорит вывод зернового производства из сложившегося кризисного состояния и повысит экспортные возможности казахстанского зерна.

Ауарайы жағдайлары мен шығымдылық деңгейіне қарамастан жоғары сапалы астықты ең жоғары дәрежеде қамтамасыз ететін тұрақты астық жинау процесін ұйымдастыру бойынша бірқатар шаралар ұсынылған.

**Түйінді сөздер:** астық жинау, тұрақты астықжинау процесі, шығымдылық, ауарайы жағдайлары.

A number of measures for organization of stable harvesting process which provides maximal harvest of grain with high quality, regardless of weather conditions and grain yield is suggested.

**Key words:** grain harvest, stable harvesting process, weather conditions, yield.

Бұл мақаланың авторы: А.А.Аманжол, Алматы, пр-т Райымбека, 312  
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АҒАҚСЫ АКАДЕМИЯСЫ  
Алматы, пр-т Райымбека, 312  
Тел: (3272) 41-03-18

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АҒАҚСЫ АКАДЕМИЯСЫ  
Алматы, пр-т Райымбека, 312  
Тел: (3272) 77-52-61



**УСЛОВИЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ УХОДА УРОЖАЯ ПОД СНЕГ****М. Г. Пенкин**, д.т.н., **С. М. Пенкин**, к.т.н.

Научно-производственный центр механизации сельского хозяйства

Северный Казахстан, являющийся основной житницей страны, относится к регионам рискованного земледелия из-за неравномерного выпадения осадков не только во время вегетации растений, но и в период уборки. Урожайность зерна здесь колеблется в очень широких пределах (0,4-3,2 т/га), что затрудняет выбор и рациональное использование зерноуборочных комбайнов. Непредсказуемость погодных условий в период уборки нередко сводит к нулю все предшествовавшие усилия и затраты. Положение осложняется еще и тем, что в дождливые сезоны становится практически невозможной заготовка качественных семян, что не позволяет рассчитывать на высокие сборы зерна и в следующем году, даже вполне благоприятном по погодным условиям. Такой порочный круг наблюдается в течение 6-8 лет за десятилетие. Но и в остальные 2-4 года с хорошими условиями для выращивания и уборки зерна хлеборобы не всегда имеют возможность поправить свое экономическое положение за счет более высокого сбора высококачественного зерна. Это связано с тем, что для ежегодной своевременной уборки зерноуборочный парк машин должен быть укомплектован с ориентацией на года с наиболее высокой урожайностью и минимальным количеством рабочих дней по погодным условиям в период уборки. Но это считалось экономически не оправданным даже в прежнее время, когда хозяйства имели возможность приобретать достаточное количество недорогой зерноуборочной техники. Уборочный парк обычно комплектовался по средним показателям, т. е. изначально и вполне осознанно не создавали условий для своевременной уборки зерна в высокоурожайные годы, особенно с дождливой страдой. По этой причине даже в бытность Союза, когда на уборку казахстанского зерна привлекалась техника из других республик, городское население и воинские подразделения, много испорченного зерна сбрасывалось в реки, овраги и лесополосы. Нередко пробивались башни элеваторов для выгрузки сырого зерна, утратившего сыпучесть.

В настоящее время, несмотря на то, что площади зерновых засеваются в соответствии с количеством оставшихся комбайнов, наряду с указанными потерями начал приобретать массовый характер уход зерна под снежный покров.

Все эти проблемы требуют незамедлительного решения, иначе Казахстан из-за неустойчивости объемов сбора и качества зерна не сможет поддерживать свои позиции на мировом рынке.

Не останавливаясь на имеющихся возможностях коренного улучшения зерноуборочного процесса в зонах с неустойчивой погодой в уборочный период, рассмотрим условия предупреждения ухода зерна под снежный покров. Очевидно, для этого достаточно завершать уборку до образования снежного покрова. Реализацию этого условия исследуем на примере центральных районов Акмолинской области, расположенных в зоне «обслуживания» метеостанций г. Астаны.

Результаты анализа многолетних (45 лет) метеоданных показали, что сроки образования снежного покрова здесь наблюдаются в период 12.09-06.11, а устойчивого покрова - 26.10-30.11.

Объемы зерна, оказавшегося под снегом, можно выявить на примере планового срока уборки 20 рабочих дней, подкрепленного наличием соответствующего количества зерноуборочной техники. Для этого рассмотрим ход уборочного процесса с момента статистически возможного образования снежного покрова (вертикаль 1-1), дата которого (12.09.) на рисунке принята за начало координат. Сроки образования снежного покрова здесь изображены в виде интегральных кривых 7 и 8 нормального распределения. Линии 1-6 показывают закономерность уменьшения уборочных площадей по ходу уборки при различном количестве рабочих дней по погодным условиям. За пределами вертикали 2-2, соответствующей дате допустимого агросрока уборки (30 сентября), наклон верхних линий уменьшается в связи со снижением темпов уборки из-за ухудшения погодных условий. Линия 1 соответствует наиболее благоприятным условиям уборки, когда количество рабочих дней в сентябре равно 29 из общих 30. Как видим, даже в этом случае она пересекается с кривой 7, что свидетельствует об имеющейся вероятности ухода части зерна под снежный покров. Координаты пересечения остальных линий с этой кривой показывают, что в менее благоприятные годы эта вероятность будет возрастать. Ее величина определяется с учетом того, что часть урожая к 12.09 будет уже убрана. Чем благоприятнее погодные условия (больше рабочих дней), тем больше будет убранных площадей к этой дате (точка А). Размер этих площадей можно найти по формуле:

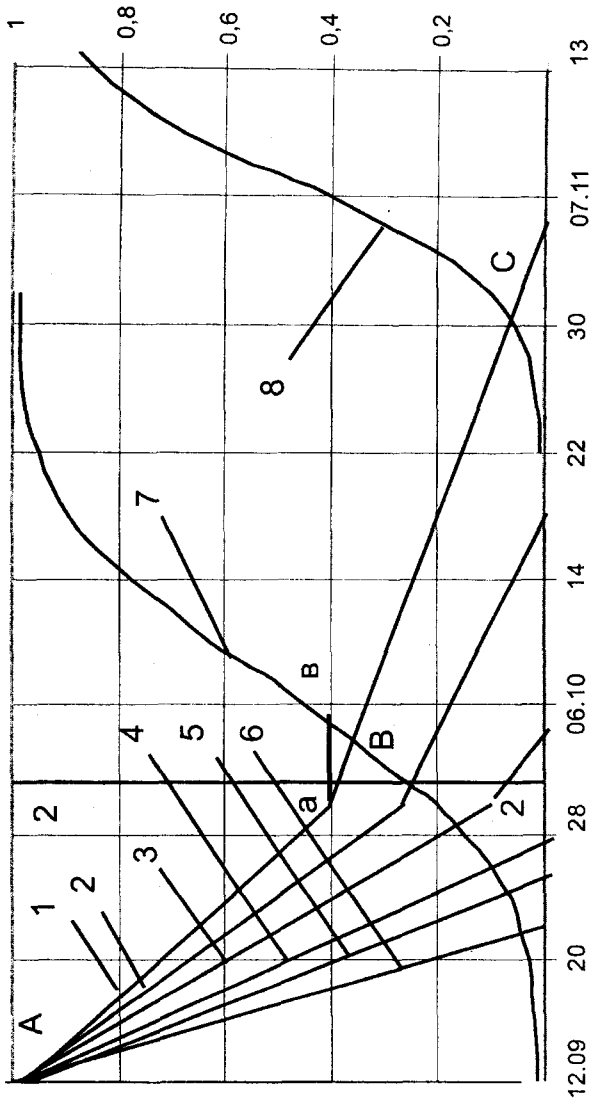


Рис. 1. Определение размеров уборочных площадей, уходящих под снежный покров при различных погодных условиях в уборочный период: 1-3 - завершение уборочных работ в пределах допустимого агросрока; 4-6 - то же - за пределами допустимого агросрока; 7 - интегральная кривая распределения сроков образования снежного покрова; 8 - то же - образования устойчивого снежного покрова

$$F_0 = \frac{D_{\text{км}} D_{\text{п}}}{D_{\text{пл}} D_{\text{к}}} \cdot 100 = \frac{D_{\text{к}} K_{\text{пн}}}{D_{\text{пл}}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где  $F_0$  - размер площадей, убранных к моменту вероятного образования снежного покрова, % (в нашем случае к 12.09);

$D_{\text{км}}$  - текущее количество календарных дней, по истечении которых определяются убранные площади: если обмолот зерна начинается с 01.09, то  $D_{\text{км}} = 12$  дн.;

$D_{\text{к}}, D_{\text{р}}$  - количество календарных и рабочих дней (по погодным условиям) в течение допустимого агросрока (с 1 по 30.09);

$D_{\text{пл}}$  - плановое количество рабочих дней уборки, определяемое по наличию уборочной техники;

$K_{\text{пн}}$  - коэффициент погодных условий, равный

$$K_{\text{пн}} = \frac{D_{\text{р}}}{D_{\text{к}}} \quad (2)$$

Величина  $D_{\text{р}}$  определяется путем соответствующей обработки многолетних метеоданных. Применительно к линии  $D_{\text{р}} = 29$  раб. дн.

$$K_{\text{пн}} = 29:30 \approx 0,97.$$

В условиях заданного планового срока уборки  $D_{\text{пл}} = 20$  раб. дн., размер убранных к 12.09. площадей составит

$$F_0 = \frac{12 \cdot 29}{20 \cdot 30} \cdot 100 = 58 \%.$$

Следовательно, 42 % неубранных площадей будет подвергаться риску попадания под снежный покров. Средний размер этих площадей находится по величине вероятности, определяемой ординатой (с правой стороны рисунка) пересечения линии 6 с кривой 7. Она примерно равна 0,04. Таким образом, в наиболее благоприятные по погодным условиям уборочные сезоны под снежный покров будет уходить  $42 \times 0,04 = 1,7$  % площадей.

В наиболее неблагоприятные годы, когда  $K_{\text{пн}} = 0,395$ , к 12.09. будет убрано всего 23,4 % площадей. Ордината пересечения линии 1 с кривой 7 соответствует вероятности 0,4. Следовательно, под снежный покров в среднем будет уходить  $76,6 \times 0,4 = 30,6$  % площадей.

В связи с тем, что линия 1 за пределами вертикали 2-2 пересекается и с кривой 8, часть зерна уйдет под устойчивый снежный покров. Вероятность такого ухода, соответствующая ординате точки С, составила 0,07. Следовательно, под устойчивый снежный покров будет попадать  $76,6 \times 0,07 = 5,4$  % зерна.

В среднем с учетом благоприятных и не благоприятных для уборки сезонов под снежный покров будет уходить 16 % зерна, в том числе под устойчивый покров - 0,72 %. При урожайности зерна 1,2 т/га стоимость потерь составит около 10 дол./т.

Для того чтобы полностью исключить вероятность ухода зерна под снежный покров, необходимо даже в неблагоприятные уборочные сезоны завершать уборку к 12.09., или за 4-5 рабочих дней. Это не реально и экономически не оправданно. Но даже в данном случае сбор высококачественного зерна и добротных семян отнюдь не гарантируется. Дело в том, что чем выше темп уборочных работ, тем большее количество площадей одновременно находятся под валками. Совместно с КазНИИЗХ установлено, что даже при однократном намокании зерна в валках его класс снижается на единицу, а после 3-кратного и более намокания классность утрачивается полностью. Поэтому при высоких темпах уборки можно получить обратный результат, особенно, если обильные дожди пройдут в первой половине уборочного периода.

Выход из создавшегося положения видится только в одном: в регионах с широким диапазоном изменения урожайности зерна и неустойчивой погодой в уборочный период в сложившуюся технологию уборки должен вводиться компенсатор, который подобно плотинам на реках и складам на предприятиях, обеспечивал бы устойчивость уборочного процесса.

Многолетними научными и производственными опытами доказана высокая эффективность использования в качестве такого компенсатора технологического приема уборки со сбором части урожая в устойчивые к осадкам стога. В них зерно хорошо сохраняется как во время дождей, так и при уходе под снежный покров, в том числе и под устойчивый. Комбайны, освободившиеся от уборки по традиционной технологии, приступают к обмолоту стогов, удваивая тем самым сезонный намолот. Соответственно сокращается их потребность. Совместно с КазНИИЗХ установлено, что за счет лучшего дозревания зерна в стогах по сравнению с валками появляется возможность улучшить качество собираемого зерна независимо от сложившихся погодных условий. Эти достоинства подтверждены и Алматинским технологическим университетом (А. И. Изтаев, А. Д. Сапарбаев, 2002 г.), Координационным советом при КазНИИЗХ этот технологический процесс уборки зерна рекомендован к внедрению, в первую очередь для уборки семенных участков.

КазНИИМЭСХ (в настоящее время РГП «НПЦ МСХ») выполнялись совместные работы с ГСКБ ПО «Ростсельмаш» в этом направ-

лении, планировалось их внедрение в Казахстане и других регионах с аналогичными природными условиями. Однако они не были реализованы. Восстановление творческих связей с конструкторами комбайнов России и завершение доработки машин для этого способа уборки зерна является жизненно важным. Решение этих проблем невозможно без активной государственной поддержки.

Астық жинау кезінде дәнді дақылдардың қар астында қалу ықтималдығын есептеу алгоритмі ұсынылған. Қатерлі егіншілік аудандарында егіннің бір бөлігін маялап жинап, сонан соң астық бастыру ұсынылған.

**Түйінді сөздер:** дәнді дақылдар, егінді ору, қар қабаты, мая, астық бастыру, қатерлі егіншілік.

A computational algorithm for a possibility of leaving of not-harvested grain crop yield under snow is suggested. In the regions of risk farming it is recommended to stack a part of the yield with subsequent threshing.

**Key words:** grain crops, yield harvesting, snow blanket, stacks, threshing.

**Адрес:** 480005, г. Алматы, пр-т Райымбека, 312  
НПЦ МСХ

**Тел.:** (3272) 40-48-00

**Факс:** (3272) 77-52-61

## ИНФОРМАЦИЯ

HT2003K1359

### ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Теплоэлектростанция представляет собой устройство для выработки тепловой и электрической энергии унитарным способом - интеграцией энергии гравитации, потока жидкости и архимедовых сил взаимодействия жидкости и газа. Теплоэлектростанции с широким диапазоном мощности могут быть стационарными и передвижными. Срок окупаемости - 3 года.

**Телефон для справок: 54-79-53**

## **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ ОРОШАЕМЫХ ПОЛЕЙ**

**С. М. Алшынбай**, К.Т.Н.

Научно-производственный центр механизации сельского хозяйства

Главным определяющим фактором применения технических средств (ТС) для предпосевной обработки почвы в орошаемой зоне юга республики является влажность почвы W. Установлено, что почвенно-климатические условия орошаемой зоны в период подготовки полей к севу характеризуются быстрой сменой влажности почвы, меньшим содержанием влаги в воздухе. Это обуславливает необходимость иметь большой и разнообразный парк технических средств для предпосевной обработки, либо взамен - создание универсального культиватора. Многократное воздействие ТС приводит к затяжке и удорожанию весенних полевых работ, нарушению экологической обстановки, усиленному пылевыделению и т. д. Немаловажно и то, что землевладельцу, арендатору, фермеру весьма дорого содержать большое количество разнообразной почвообрабатывающей техники (бороны, лущильники, культиваторы и т. д.).

Создание универсального всережимного культиватора, обрабатывающего почву любой влажности на глубину заделки семян (до 10 см) за один проход по полю - актуальная на сегодняшний день проблема механизации предпосевной обработки почвы.

В результате проведенных нами исследований заложены основы создания универсального культиватора с комкодробящим барабаном с горизонтальной осью вращения. При этом обоснован выбор рабочего элемента комкодробящего барабана в виде круглого прутка, действующего как тупой ударник; определено межопорное расстояние прутка-ударника; выявлены зависимость между скоростью удара по глыбам с различной влажностью и их разрушаемостью; а также влияние на разрушаемость почвенных комков и глыб числа прутков-ударников; энергозатраты при обработке почвы.

На основании полученных теоретических и экспериментальных данных разработана конструкция макетного и экспериментального образцов ротационного почвообрабатывающего культиватора (РПК) с горизонтальным комкодробящим барабаном с продольными прутками-ударниками (2, 3, 4 или 6 шт.). Проведены полевые испытания РПК, оборудованного тремя, шестью прутками-ударниками. При определении влажности почвы использован разработанный нами экспресс-влажномер.

Принцип универсальности (всерезимности) работы РПК основан на подборе скорости  $V_{\min}$  удара прутков-ударников по почвенным глыбам, обеспечивающего наивысший выход агротехнически ценных частиц  $\Phi_{20}$  почвы (менее 20 мм). При обработке важно разрушить глыбы (более 100 мм) и крупные комки (более 50 мм), твердость которых зависит от влажности почвы.

На основе анализа влагосодержания почва условно разделена на четыре группы: очень сухая ( $W < 3\%$ ); сухая ( $W = 4-10\%$ ); недостаточно влажная ( $W = 12-17\%$ ); достаточно влажная ( $W > 18\%$ ).

В результате проведенных исследований рекомендован следующий порядок использования технических средств при предпосевной обработке почвы (таблица).

**Рекомендуемые технические средства предпосевной обработки почвы в орошаемой зоне юга РК**

Состояние почвы	Влажность почвы $W$ , %	Технические средства	
		применяемые	перспективные
Достаточно влажная	>18	КП-3, КП-4, КПН-3, КПН-4, БДН-3+2хБЗТУ-1,0	РПК
		4хБЗТУ-1,0	
Недостаточно влажная	12-17	БДТ-7,0+2хБЗТУ-1,0	РПК
		БДН-3+2хБЗТУ-1,0	
Сухая	4-10	БДТ-7,0+4хБЗТУ-1,0	РПК
Очень сухая	<3	КФГ-3,6+4хБЗТУ-1,0	БДТ-7,0+РПК
			РПК



На полях с достаточной влажностью почвы можно использовать обычно применяемые ТС. После основной обработки отвальными лемешными плугами пласты почвы хорошо разрушаются, глыбы практически отсутствуют. Дополнительную, предпосевную, обработку можно осуществлять паровыми культиваторами КП-3, КП-4, КПН-3, КПН-4 или дисковыми боронами БДН-3 в сцепке в один ряд с тяжелыми зубowymi боронами. Может быть использован другой вариант - две обработки тяжелыми зубowymi боронами БЗТУ-1,0 в четыре следа. В результате глыбы исчезают, содержание комков не превышает 5-10 %. Повторная предпосевная обработка этими техническими средствами полностью разрушает комки почвы.

На недостаточно влажных почвах предпосевную обработку предпочтительно проводить один раз тяжелой дисковой бороной БДТ-7,0 или БДН-3 и дважды тяжелой зубовой бороной БЗТУ-1,0 в четыре следа.

Поверхность поля с сухой, очень сухой почвой характеризуется глыбами различной крупности. Размер некоторых из них может достигать 60 см и более, твердость выше 10 МПа. Для таких почв можно рекомендовать:

- двукратную обработку тяжелой бороной БДТ-7,0 с вырезными дисками, затем двукратный проход зубовой бороной БЗТУ-1,0 в четыре следа;
- одноразовую обработку почвенной фрезой КФГ-3,6, а после нее - двухразовую бороной БЗТУ-1,0 в четыре следа.

Увеличение количества проходов по полю вышеназванных технических средств при предпосевной обработке сероземных почв нецелесообразно, так как расстояние между следами зубьев, дисков борон превышает размер комков почвы (50 мм) и они остаются неразрушенными, так же как комки и мелкие глыбы между ножами почвенной фрезы.

Радикальным решением механизации предпосевной обработки почвы является использование после основной обработки (пахота с оборотом пласта) РПК на глубину заделки семян (до 10 см), что дает возможность сократить сроки весенних полевых работ, качественно подготовить поле для работы посевных и посадочных агрегатов, существенно уменьшить эксплуатационные затраты, повысить производительность труда. Очень сухие почвы (влажность меньше 3 %) предварительно следует обработать тяжелой бороной с вырезными дисками типа БДТ-7,0 для разрушения очень крупных глыб. Это несколько улучшит работу РПК. Во всех остальных случаях одноразовый проход РПК обеспечивает предпосевную обработку с выходом частиц  $\Phi_{20} > 60$ .

Ротационный почвообрабатывающий культиватор может заменить применяемые в настоящее время на предпосевной обработке технические средства, включая почвенные фрезы зарубежного производства (см. таблицу). В зависимости от влажности почвы можно регулировать частоту вращения комкодробящего барабана путем замены звездочек цепного привода.

---

Бір жүрісте топырақтың кез-келген ылғалдылығында дәнді егу тереңдігінде егу алдында өңдейтін ротациялық әмбеб культиватордың құрылғысы жасалған.  
**Түйінді сөздер:** топырақөңдегіш культиваторлар, әмбебап культиваторлар, топырақты егіс алдында өңдеу, топырақ ылғалдылығы.

---

A design of universal rotary soil cultivator which provides pre-seeding treatment of soil with various moisture content for the depth of seeding in one run is developed.  
**Key words:** cultivators, universal cultivators, pre-seeding oil treatment, soil moisture.

**Адрес:** 480005, г. Алматы, пр-т Райымбека, 312

НПЦ МСХ

**Тел.:** (3272) 40-48-00

**Факс:** (3272) 77-52-61

---

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
ОРОШЕНИЯ САДОВ ИМПУЛЬСНЫМ ДОЖДЕВАНИЕМ  
В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ ЮГА КАЗАХСТАНА****В. А. Жарков**, к.т.н.Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства

---

В районах с недостаточным естественным увлажнением орошению в комплексе с другими агрометеорологическими мероприятиями принадлежит основная роль в интенсификации сельскохозяйственного производства.

Для предгорной зоны юга Казахстана с учетом особенностей природнохозяйственных условий наиболее целесообразно орошение садов импульсным дождеванием. Технология импульсного дождевания обеспечивается ирригационным комплектом синхронного импульсного дождевания (СИД), состоящим из напоробразующего узла, генератора давления (ГИД), распределительного и поливных трубопроводов, импульсных дождевателей. Принципиальная схема комплекта СИД для модульного участка площадью 10 га представлена на рис. 1.

При необходимости полива по сигналам датчика или в соответствии с заданной программой включается в работу насосная станция. Происходит аккумуляция расхода и напора воды в полостях гидроаккумуляторов импульсных дождевателей до расчетных величин. По сигналу датчика заполнения (или реле времени) с пульта управления подается команда на генератор импульсов давления, который формирует импульс понижения давления в сети технологических трубопроводов определенной продолжительности. Происходит срабатывание гидрозатворов импульсных дождевателей и выброс накопленного объема воды. Закрытие гидрозатворов дождевателей осуществляется за счет импульса повышения давления. Комплект СИД работает в режиме повторяющихся циклов накопления воды в импульсных дождевателях до расчетных параметров и выброса ее под действием сжатого воздуха через дождевательные насадки.

Основными элементами системы СИД являются импульсные дождеватели и средства управления режимами их работы (генераторы импульсов давления).

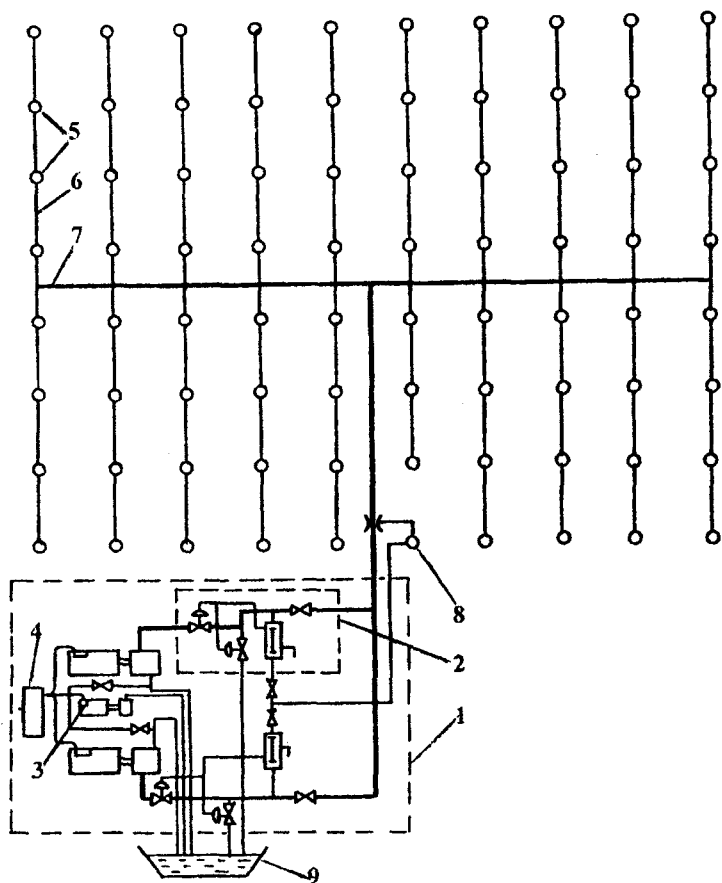


Рис. 1. Принципиальная схема комплекта СИД-10: 1 - насосная станция; 2 - генератор импульсов давления; 3 - вакуум-насос; 4 - пульт управления; 5 - импульсный дождеватель; 6 - поливной трубопровод; 7 - распределительный трубопровод; 8 - командный импульсный дождеватель; 9 - аванкамера

Разработанные технические средства: импульсный дождеваль- ный аппарат (А. с. № 1074449, № 1308266) и генератор импульсов давления (А. с. СССР № 1079222) обеспечивают структуру дождя с преобладанием капель диаметром до 1,5 мм, позволяют при малой интенсивности дождя (0,002-0,008 мм/мин) регулировать водопода- чу в соответствии с водопотреблением растений.

Технология импульсного дождевания обеспечивает ежедневное среднесуточное водопотребление плодовых насаждений (водоподача в синхронном режиме). Однако биологические особенности плодовых культур, агротехника возделывания сада, а также непредвиденные об- стоятельства (отсутствие воды, энергии и т. д.) не всегда позволяют проводить поливы в соответствии со среднесуточным водопотреблени- ем растений. В этой связи возникает необходимость в проведении как синхронного, так и асинхронного орошения для создания или воспол- нения необходимых запасов влаги в почве, когда водоподача в течение суток превышает водопотребление растений (рис. 2).

Работа системы импульсного дождевания в асинхронном режиме устанавливается исходя из условий: к началу агротехнического пере- рыва влажность почвы не должна превышать допустимую для выполне- ния операций, проводимых во время перерыва; к концу - не опускаться ниже оптимального уровня. Асинхронный режим орошения оптимизиру- ется путем возможной минимизации продолжительности цикла «накоп- ление - выплеск», т. е. увеличения интенсивности водоподачи. Продол- жительность цикла регулируется изменением поступающего расхо- да воды в гидроаккумулятор командного импульсного дождевателя или с помощью программного датчика продолжительности запол- нения гидроаккумуляторов дождевателей системы.

Таким образом, технология орошения импульсным дождевани- ем складывается из чередующихся синхронного и асинхронного ре- жимов работы системы и агротехнических перерывов в течение ве- гетационного периода.

Установленные при эксплуатации системы СИД технологичес- кие показатели: время чистой работы  $T_1 = 6960$  ч (за три года); коэф- фициенты готовности, технического использования, технологическо- го обслуживания, надежности технологического процесса, использо- вания технологического времени (0,97-0,99) свидетельствуют о вы- соких показателях системы с усовершенствованными конструкциями импульсных дождевателей и средств управления.

Применением импульсного дождевания для орошения плодо- вых культур в предгорной зоне юга Казахстана позволяет:

- равномерно распределять воду по поливному участку или зо- нам одновременного полива;

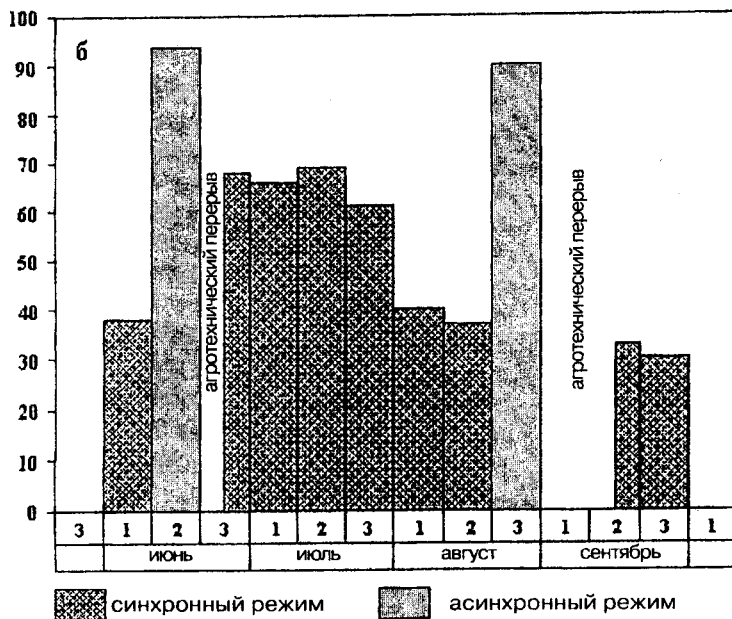
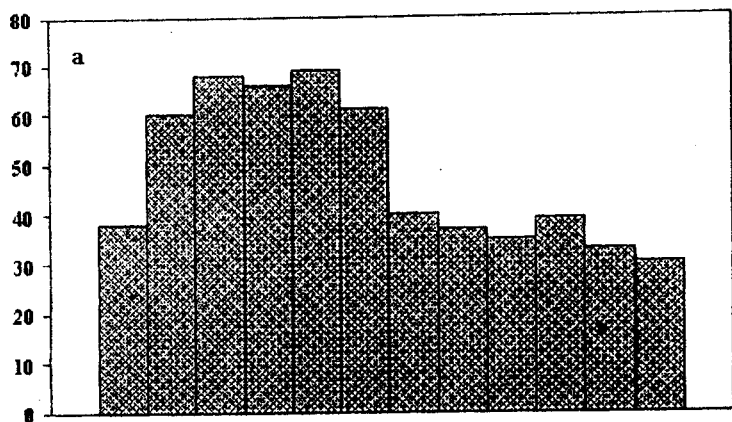


Рис. 2. График режима работы системы импульсного дождевания (для среднелетнего года): ось абсцисс - продолжительность поливного цикла (декада, месяц), ось ординат - дефицит водопотребления ( $m^3/га$ )

- обеспечить нормированное направленное воздействие дождя на плодовые насаждения и поддержание влажности активного слоя почвы в оптимальных пределах;
- улучшить микроклимат приземного слоя за счет снижения температуры и повышения относительной влажности воздуха;
- практически исключить ирригационную эрозию почв при орошении;
- снизить потребность в регулирующей арматуре за счет отсутствия водооборота в системе и в 3-4 раза сократить затраты на строительство трубопроводной сети;
- использовать малodeбитные водные источники (до 15 л/с) без строительства аккумулирующих емкостей.

Внедрение разработанной технологии импульсного дождевания и технических средств ее осуществления в Жамбылском районе Жамбылской области позволило повысить товарную урожайность плодов при круглосуточном, ночном и дневном поливах на 49,4; 16,6 и 23,6 %. Годовой экономический эффект составил соответственно 116430, 37713 и 61329 тенге/га.

---

Жеміс дақылдарын суғаруға арналған синхронды импульстік жаңбырлатқыш ирригациялық комплектісі мен технологиясы жасалған. Технологияның енгізілуі жемістердің товарлық шығымын сәтке бойы түнгі және күндізгі суғаруларда 49,4, 16,6 және 23,6 %-ға сәйкесінше арттырды.

**Түйінді сөздер:** импульсті жаңбырлату, суғару, жеміс дақылдары, ирригациялық комплектілер.

---

The technology and sprinkling set for synchronous pulsed irrigation of fruit cultures are developed. Introduction of this technology results in increase of commercial yield of fruits in continuous, night- and day-time irrigations by 49.4, 16, and 23.6 %, correspondingly.

**Key words:** pulsed sprinkling, irrigation, fruit cultures, sprinkling sets.

**Адрес:** 484022, г. Тараз, ул. К. Койгельды, 12  
КазНИИВХ

**Тел.:** (32622) 2-49-65

**ОСОБЕННОСТИ ХРАНЕНИЯ PROPIONIBACTERIUM SHERMANII  
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ**

**Н. К. Чуканов, д.с.-х.н., А. А. Касенова, к.б.н.**

Институт микробиологии и вирусологии

В большинстве микробиологических лабораторий организованы музеи живых культур микроорганизмов для сохранения их генофонда и использования в промышленных и исследовательских целях. В связи с этим правильное хранение культур - чрезвычайно важная проблема. Целью настоящей работы является разработка методов хранения пропионово-кислых бактерий (ПКБ) при различных условиях, способствующих лучшему сохранению их свойств.

Закваска из ПКБ служит раскислителем силоса из высокосахаристых растений (сорго, кукуруза), позволяет достичь оптимального соотношения органических кислот в силосе, обогащает корм витамином  $B_{12}$ , предотвращает заболеваемость молодняка крупного рогатого скота диспепсией.

Испытывались различные условия хранения *Propionibacterium shermanii*. Наиболее распространенным является метод периодического посева культуры на специфических питательных средах. Культура хранилась в течение 5 лет в условиях комнатной температуры и в бытовом холодильнике. Во время хранения в обоих случаях титр клеток закономерно снижался. Так, например, при комнатной температуре через 2 мес. титр был равен  $18 \cdot 10^9$ , через год -  $7 \cdot 10^6$ , а через 5 лет -  $20 \cdot 10^1$ ; в условиях холодильника соответственно  $29 \cdot 10^{10}$ ,  $12 \cdot 10^8$  и  $23 \cdot 10^3$ . Наибольшая выживаемость в условиях холодильника отмечена через 2 мес. хранения (100 %).

Снижение жизнеспособности ПКБ сопровождается снижением витаминобразования. Если перед закладкой на хранение содержание витамина  $B_{12}$  составило 1,36 мкг/мл, то через год хранения при комнатной температуре 0,38 мкг/мл, а через 3 года культура полностью потеряла витаминобразующую способность. В условиях хранения при температуре +3 и +5°C в указанные сроки его количество составило соответственно 0,89 и 0,41 мкг/мл. Таким образом, метод



периодического пересева в целях хранения культуры пригоден для кратковременного использования (2 мес.).

Достаточно приемлем способ хранения культуры под слоем минерального масла (табл. 1). При комнатной температуре с течением времени титр клеток падает, хотя этот показатель намного лучше, чем в этих же условиях при использовании метода периодического пересева

Таблица 1

**Сохранение жизнеспособности *Propionibacterium shermanii*, хранившихся под слоем минерального масла при разных температурных режимах**

Срок хранения, мес.	Титр	pH	Общая кислотность, °Т	Витамин В <sub>12</sub> , мкг/мл	Каталазная активность, реакция с Н <sub>2</sub> О <sub>2</sub>
Перед закладкой на хранение (исходный штамм)	39·10 <sup>10</sup>	4,4	58,2	1,26	+++
	15·10 <sup>10</sup>	4,65	55,9	1,0	+++
2	17·10 <sup>10</sup>	4,5	57,0	1,1	+++
	11·10 <sup>9</sup>	4,74	49,1	0,73	+++
4	12·10 <sup>9</sup>	4,9	52,3	0,98	+++
	10·10 <sup>8</sup>	5,0	45,1	0,64	++
6	10·10 <sup>9</sup>	4,98	50,2	0,96	+++
	8·10 <sup>7</sup>	5,12	40,2	0,56	+
12	10·10 <sup>8</sup>	5,09	49,2	0,89	+++
	15·10 <sup>6</sup>	5,26	37,5	0,32	+
24	3·10 <sup>7</sup>	5,18	40,1	0,77	++
	18·10 <sup>3</sup>	5,53	26,3	следы	+ -
36	5·10 <sup>4</sup>	5,3	36,7	0,43	+
	погибли	0,0	0,0	0,0	-
60	1·10 <sup>2</sup>	5,83	2,24	0,29	+ -

*Примечание.* В числителе - показатели хранения при комнатной температуре; в знаменателе - в условиях холодильника; (+++) - бурная; (++) - умеренная; (+) - слабая; (+ -) - очень слабая.

ва. Через 5 лет культура полностью погибает, что можно объяснить длительным анаэробнозом с резкими колебаниями температуры (от +15 до +30 °С). В условиях холодильника жизнеспособность бактерий сохраняется почти до 5 лет (титр  $1 \cdot 10^2$ ). Однако показатель витаминобразования по сравнению с исходным падает почти в 4 раза, а выживаемость культуры составляет всего лишь 20 %, тогда как при комнатной температуре она полностью погибает. Каталазная активность при комнатных условиях заметно ослабляется. Для практического применения культура ПКБ под слоем минерального масла должна храниться в холодильнике не больше 4-6 мес. Дальнейшее хранение приводит к снижению активности. Метод хранения культуры в 10 %-ном растворе сахарозы непригоден для длительного хранения *Propionibacterium shermanii*. При комнатной температуре через год они полностью погибают, в условиях холодильника жизнеспособность составляет 60 %. Прогрессирующее падение витаминобразования отмечено при хранении в условиях комнатной температуры, затем оно полностью прекращалось к 12 мес. Соответственно снижалась каталазная активность. При хранении в холодильнике через год обнаружены жизнеспособные клетки, каталазная активность которых заметно ослаблена, с низким уровнем витаминобразования (0,39 мкг/мл/ $V_{12}$ ).

Прогрессивным способом хранения культур микроорганизмов считается их лиофилизация. В наших опытах лиофильно-высушенная культура закладывалась на хранение с вакуумной и безвакуумной запайкой при комнатной температуре и в условиях холодильника.

В комнатных условиях культура с вакуумной запайкой хранилась лучше, чем без нее: первоначальный титр составлял  $34 \cdot 10^{10}$ , через 2 года -  $11 \cdot 10^6$ , через 5 лет -  $11 \cdot 10^3$ . Без вакуумной запайки соответственно  $8 \cdot 10^4$  и  $9 \cdot 10^1$ .

По всем остальным показателям способ хранения лиофилизированной культуры с вакуумной запайкой также дает лучшие результаты и может применяться в условиях хранения микроорганизма. Однако хранение при комнатной температуре, на наш взгляд, далеко не совершенный способ, так как в этих условиях отмечается снижение основных биологических свойств культур.

В этом отношении наиболее эффективно хранение культур с вакуумной запайкой в условиях холодильника (табл. 2). Следует подчеркнуть, что реактивацию пропионово-кислых бактерий во всех вариантах опыта проводили на элективной среде. В качестве защитной среды использовали 5 %-ное обезжиренное молоко в соотношении к бактериальной взвеси 1:1.

Таблица 2

**Сохранение жизнеспособности *Propionibacterium shermanii*  
после лиофильной сушки и хранения в условиях холодильника**

Срок хранения, мес.	Титр	pH	Общая кислот- ность, °Т	Витамин В <sub>12</sub> , мкг/мл	Каталазная активность, реакция с Н <sub>2</sub> О <sub>2</sub>
Перед закладкой на хранение (исходный штамм)	34·10 <sup>10</sup>	4,2	69,0	1,60	+++
2	20·10 <sup>9</sup>	4,6	60,2	1,57	+++
	12·10 <sup>8</sup>	4,9	48,4	1,43	++
4	11·10 <sup>9</sup>	4,8	55,9	1,5	+++
	10·10 <sup>8</sup>	5,3	45,3	1,4	++
6	20·10 <sup>8</sup>	5,0	52,4	1,4	+++
	12·10 <sup>7</sup>	5,0	33,4	0,9	++
12	10·10 <sup>8</sup>	5,1	49,7	1,20	+++
	11·10 <sup>6</sup>	5,1	29,8	0,78	++
24	12·10 <sup>7</sup>	5,15	45,2	1,0	+++
	8·10 <sup>5</sup>	5,23	18,4	0,58	+
36	8·10 <sup>7</sup>	5,46	50,2	1,02	++
	10·10 <sup>3</sup>	5,64	15,4	0,37	+
60	9·10 <sup>5</sup>	5,21	44,0	0,97	++
	10·10 <sup>2</sup>	5,83	10,2	следы	+

*Примечание.* В числителе - данные при хранении с вакуумной запайкой; в знаменателе - без вакуумной запайки; (++++) - бурная; (++) - умеренная; (+) - следы.

В условиях холодильника жизнеспособность культуры, находящейся под вакуумной запайкой в течение года, была достаточно высокой - 80 против 60 % без вакуумной запайки. Причем даже через 5 лет ПКБ не теряют витаминообразующей способности (0,97 мкг/мл), хотя она заметно ослаблена. Каталазная активность сохраняется в

течение этого срока, тогда как в культуре без вакуумной запайки она заметно падает. Следует отметить, что в культуре без вакуумной запайки витаминообразование начинает резко падать даже при хранении в холодильнике. Этот показатель коррелируется с титром и каталазной активностью.

Таким образом, лучшим методом хранения *Propionibacterium shermanii* является лиофилизация с вакуумной запайкой с последующим хранением в бытовом холодильнике.

---

Пропионқышкылы бактерияларын қасиеттерін жақсы сақтауға ықпал ететін әртүрлі жағдайларда сақтау әдістері зерттелген. Тұрмыстық тоңазытқышта сақтауға арнап вакумдық запайкамен лиофилизациялаудың ең тиімді екендігі анықталған.

**Түйінді сөздер:** пропиондыққышкыл бактериялар, бактерияларды сақтау, лиофилизация, вакумдік запайка.

---

The storage methods of *Propionibacterium shermanii* at various conditions contributing to the best conservation of their properties are studied. Lyophilization with vacuum sealing with afterstoring in household refrigerator is the most effective one.

**Key words:** propionic-acid bacteria, bacteria storage, lyophilization, vacuum sealing.

**Адрес:** 480100, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 103  
ИМиВ

**Тел.:** (3272) 91-84-68

---

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ХРАНЕНИЯ  
НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ  
И ФИЗИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ  
STREPTOCOCCUS LACTIS DIASTATICUS**

**Н. К. Чуканов**, д.с.-х.н., **А. А. Касенова**, к.б.н.

Институт микробиологии и вирусологии

---

Одним из представителей молочнокислых бактерий, рекомендованных для силосования растительного сырья, является амилолитический стрептококк - *Streptococcus lactis diastaticus* (АМС). Из него готовят сухую закваску с высоким титром, содержащую живые, активные, жизнеспособные бактерии. Срок хранения такой закваски не превышает 6-7 мес. Поэтому с наступлением нового сезона силосования приходится готовить новую порцию закваски с высоким титром. В связи с этим возникла необходимость разработки оптимальных условий, обеспечивающих хранение микроорганизмов в течение длительного времени.

Сравнительная выживаемость АМС в разных условиях хранения отражена на рис. 1, из которого видно, что хранение в комнатных условиях во всех вариантах опыта с течением времени приводит к падению выживаемости. Лиофильно-высушенная культура без вакуумной запайки теряет жизнеспособность через 12 мес., а хранившаяся в 10 %-ной сахарозе - через 24 мес.

Несколько лучшая выживаемость клеток наблюдается при хранении культур в холодильнике. Лиофильно-высушенная без вакуумной запайки культура (4) в комнатных условиях погибает по истечении года, а в условиях холодильника ее жизнеспособность сохраняется до 60-ти мес., хотя на несколько низком уровне (10 %). За этот срок наилучшая выживаемость (70 %) отмечена у лиофильно-высушенной культуры с вакуумной запайкой (3). При хранении в условиях холодильника отмечается некоторое накопление кислот. Несмотря на состояние анабиоза (60 мес.), в культуре хотя и медленно происходят обменные процессы, благодаря чему она не теряет своей жизнеспособности. В условиях комнатной температуры под влиянием накопленных в среде продуктов метаболизма микроорганизмы погибают быстрее.

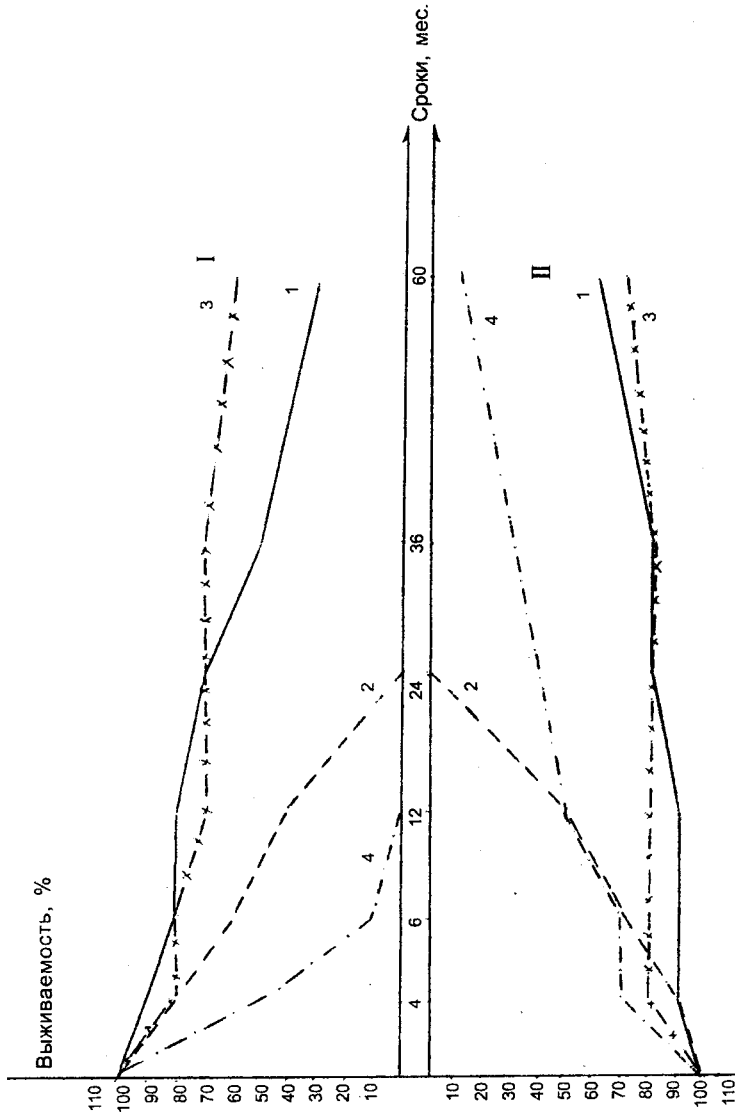


Рис. 1. Выживаемость *Streptococcus lactis diastaticus* при разных условиях хранения: 1 - под слоем минерального масла; 2 - в 10 %-ном растворе сахарозы; 3 - лиофильно-высушенная с вакуумной запайкой; 4 - лиофильно-высушенная без вакуумной запайки; I - хранение при комнатной температуре; II - хранение в условиях холодильника

Особый интерес представляет изучение ферментативной активности *St.lactis diastaticus*, в частности, амилазной, являющейся основным признаком этой культуры, от которого зависит ее практическая ценность. Если амилазная активность исходного штамма (до закладки на хранение) с использованием метода периодического пересева составляет 105 ед./мл, то с течением времени при хранении в условиях комнатной температуры заметно ослабевает, а к концу хранения практически исчезает. Аналогичная картина отмечена при хранении культуры в холодильнике (рис. 2).

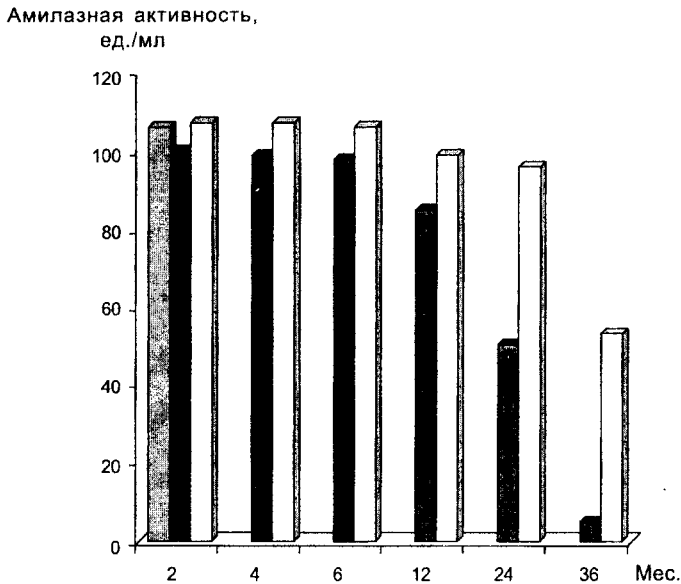


Рис. 2. Амилазная активность *Streptococcus lactis diastaticus* методом периодического пересева при разных условиях хранения: ▨ - исходный штамм; ■ - хранение при комнатной температуре; □ - хранение в условиях холодильника

Таким образом, метод периодического пересева не приемлем для хранения *Streptococcus lactis diastaticus*, тем более на длительное время.

Культура, помещенная в 10 %-ный раствор сахарозы, как при комнатной температуре, так и в условиях холодильника, теряет амилазную активность через 24 мес. (рис. 3). Иную картину можно наблюдать в варианте с лиофильно-высушенной культурой без вакуумной запайки. При комнатной температуре амилазная активность полностью теряется через 4 мес., при хранении в холодильнике этот срок удлиняется до 36 мес. Клетки культур, хранившиеся под слоем минерального масла (1) и лиофильно-высушенные с вакуумной запайкой (3) в течение 60-ти мес. при комнатной температуре не теряют амилазной активности: 50 и 80 ед./мл соответственно. В холодильнике

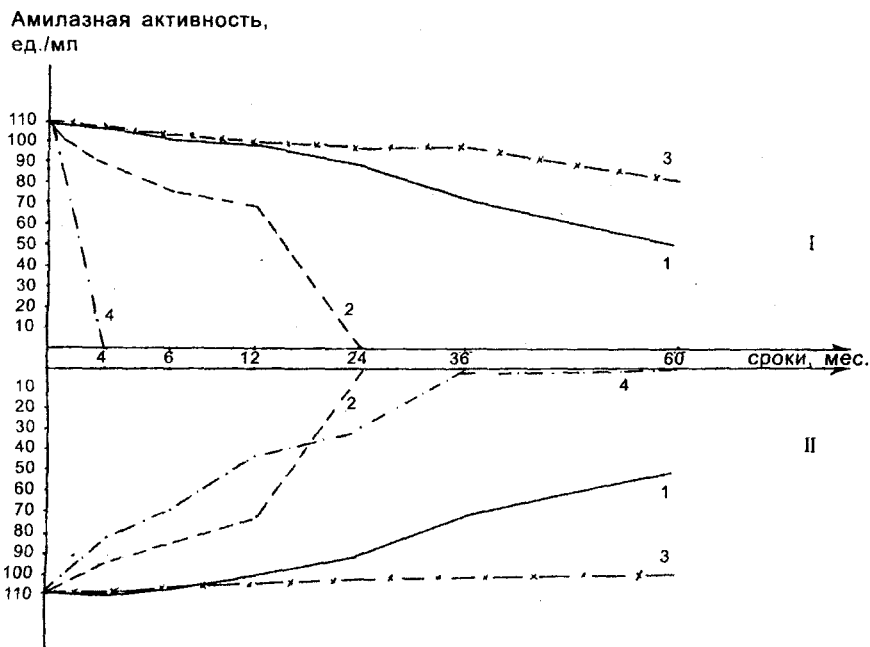


Рис. 3. Амилазная активность *Streptococcus lactis diastaticus* при разных условиях хранения: 1 - под слоем минерального масла; 2 - в 10 %-ном растворе сахарозы; 3 - лиофильно-высушенная с вакуумной запайкой; 4 - лиофильно-высушенная без вакуумной запайки; I - хранение при комнатной температуре; II - хранение в условиях холодильника



амилазная активность культур под слоем минерального масла сохраняется до 60-ти мес. (80,9 ед./мл). Таким образом, проведенные нами многолетние исследования по хранению культур микроорганизмов позволяют рекомендовать наиболее актуальный метод - сублимационную сушку. Наилучшим способом, сохраняющим полезные свойства исходного штамма амилотического молочнокислого стрептококка довольно длительный срок, является хранение культуры в лиофильно-высушенном виде с вакуумной запайкой. Для этих же целей может быть использован также способ хранения культуры под слоем минерального масла в холодильнике.

---

Сүтқышқылы бактерияларын сақтау әдістері зерттелген. Ұзақ сақтаудың оңтайлы әдісі - сублимациялық кептіру ұсынылған.

**Түйінді сөздер:** сүтқышқылы бактериялары, бактерияларды сақтау, сублимациялық кептіру.

---

The methods of storage of lactic-acid bacteria are studied. Sublimation drying is recommended as the optimal preparation for long time storage.

**Key words:** lactic- acid bacteria, bacteria storage, sublimation drying.

**Адрес:** 480100, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 103  
ИМиВ

**Тел.:** 5 (3272) 91-84-68

**Регистрационное свидетельство № 1332  
от 07.06.1994 г.  
выдано Министерством печати и массовой информации  
Республики Казахстан**

Отв. редактор *Г. Г. Улезько*

Редактор *А. А. Козлова*

Редактор текста на казахском языке *С. А. Оскенбай*

Редакторы текста на английском языке: *О. Г. Муравлева, Р. И. Курбанова*

Компьютерная верстка и дизайн *Л. П. Кадциной*

---

Подписано в печать 25.09.2003.

Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.

Усл. п. л. 7,6. Усл. кр.-от. 7,7. Уч.-изд. л. 6,5.

Тираж 210 экз. Заказ 171.

---

Редакционно-издательский отдел и типография КазгосИНТИ.  
480096, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221