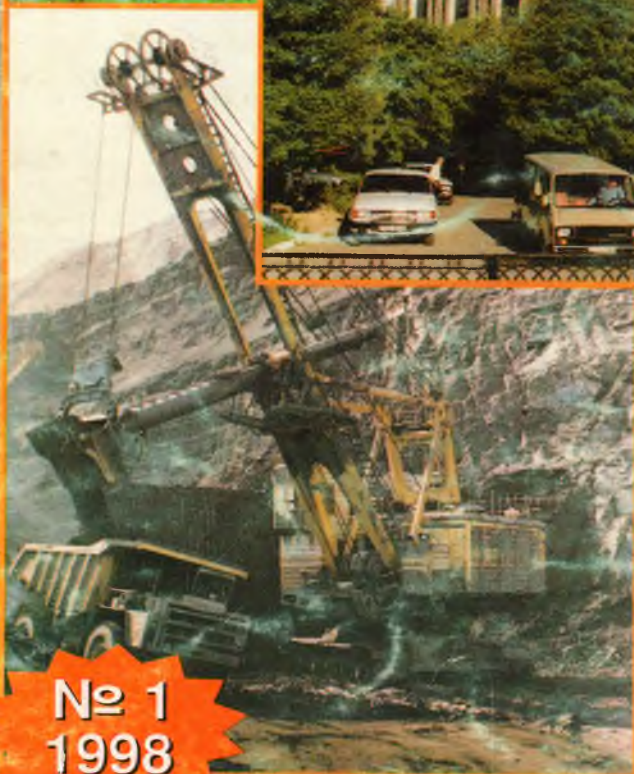


# ЎЗБЕК ИСТОН KONCHILIK XABARNOMASI

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

## ГОРНЫЙ ВЕСТНИК УЗБЕКИСТАНА

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1997 ГОДУ



№ 1  
1998

Выпуск посвящен  
АО "УГОЛЬ"

# Компетентный партнер с многолетним опытом в горном деле



- ⇒ **Проектирование, инжиниринг и поставка комплектного электрооборудования для карьерных работ**
- ⇒ **Обеспечение современными системами управления и связи**
- ⇒ **Модернизация существующего оборудования**
- ⇒ **Монтаж и пуск в эксплуатацию**
- ⇒ **Сервисное обслуживание**

**ABB Cottbus**  
**АББ Узбекистан**  
700000 Ташкент, ул. Амира Тимура 25  
тел. + 7 (371) 137 60 41/ 42/ 43  
факс + 7 (3712) 40 68 39

**ABB**

# Мощные машины для поточной безвзрывной разработки полускальных пород



# K R U P P

S 100



S 160



S 250



S 400



S 630



S 1000



S 1250



S 1600



Разработка горных пород с помощью компактных роторных экскаваторов – чрезвычайно эффективное решение по экономическим и экологическим факторам. Эти машины позволяют экскавировать породы с прочностью на сжатие 10 МПа, а в отдельных случаях до 20 МПа.

Благодаря оригинальной конструкции цельнометаллического рабочего колеса и укороченной рукояти, воспринимающей повышенные усилия копания, ковши загружаются с высокой степенью наполнения.

## Основные преимущества:

- ▶ отсутствие буровзрывных работ;
- ▶ кусковатость экскавируемого материала оптимальна для транспортирования конвейерными лентами,
- ▶ использование конвейерных транспортеров; как наиболее экономичного вида транспорта;
- ▶ отсутствие затрат на дробление пород.

Фирма KRUPP предлагает широкую гамму компактных роторных экскаваторов от **S 100** до **S 1600** производительностью от 450 до 6600 м<sup>3</sup>/ч, имеющих значительную область применения на карьерах.

## Krupp Fördertechnik GmbH

Оборудование для карьеров, обогатительные и перегрузочные системы.

123610, Москва, Краснопресненская наб. 12, ЦМТ, бюро 1209

Тел.: (095) 258-2074 / 2075. Факс: (095) 258-2076

**Mining, In-Put Crushing and Materials Handling Systems.**

Altendorfer Str. 120, 45143 Essen

Tel (0201) 828-04. Fax (0201) 828-2566



**KRUPP FÖRDERTECHNIK**

Представительство в Узбекистане: г. Ташкент, ул. Буюк Турон, 41. 15 этаж / 1511 - 1513

Тел.: (371)136-08-86, 136-56-04. Факс: (371)120-67-22.

# KONCHILIK XAVARNOMASI

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

## ГОРНЫЙ ВЕСТНИК УЗБЕКИСТАНА

№ 1, 1998. Издается с июля 1997 г. Выходит 3 раза в год

### Учредители:

Навоийский  
государственный  
горный институт, концерн  
"Кызылкумредметзолото"

### Главный редактор:

**Б.Р. РАИМЖАНОВ**

### Редакционный совет:

**А.А. АБДУМАДЖИТОВ**

**С.А. АБДУРАХМАНОВ**

**А.Г. АХМЕДБАЕВ**

**А.Г. АРАНОВИЧ**

**А.С. БЫКОВЦЕВ**

**А.К. КУНБАЗАРОВ**

(зам. гл. редактора)

**А.И. ЛЕЛЕКО**

**А.П. МАЗУРКЕВИЧ**

**О.Н. МАЛЬГИН**

**Г.А. ПРОХОРЕНКО**

**В.Р. РАХИМОВ**

**В.Н. СЫТЕНКОВ**

**Е.А. ТОЛСТОВ**

**С.М. ТОМАЛАК**

**В.С. ФЕФЕЛОВ**

**С.А. ФИЛИППОВ**

**Х.Т. ШАРИПОВ**

**Б.Х. ЮНУСОВ**

ТЕХНИЧЕСКАЯ

### ВЫПУСК ПОСВЯЩЕН АО «УГОЛЬ»



### СОДЕРЖАНИЕ:

#### РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

##### ЛЕЛЕКО А.И.

Угольная промышленность Узбекистана:

этапы развития ..... 3

##### ИБРАГИМОВ Г.М.

Каменные угли Узбекистана ..... 6

##### ТОМАЛАК С.М., КЯРО В.А.

Перспектива использования угля и газа

подземной газификации угля в энергетике ..... 9

##### КЯРО В.А., КРАСНИКОВ С.Я.

Научное обеспечение угольной промышленности

Республики Узбекистан ..... 12

##### ТОМАЛАК С.М., БЫЗЕЕВ В.К., ТЕНГЛАШЕВ И.Т.

Анализ горных работ в аспекте производства

товарной продукции ..... 15

##### ЛЕЛЕКО А.И., КРАСНИКОВ С.Я.

Атчинский оползень -

уникальный опыт борьбы с опасным явлением ..... 18

##### РАХИМОВ В.Р., АВВАКУМОВ А.Л.

Отработка месторождений крутыми слоями

в условиях отставания вскрышных работ ..... 21

##### ЛОБУЗОВ В.Г., МЕЛЬНИЧЕНКО В.П.

Изучение устойчивости бортов разреза

«Ангренский» Ангренского бурогоугольного месторождения ..... 25

##### ЛЕЛЕКО А.И., КРАСНИКОВ С.Я., КЯРО В.А., АХУНОВ А.А.

О механизме самовозгорания угля ..... 30

##### РАИМЖАНОВ Б.Р.

Разработка прогрессивных технологических схем

отработки угольных месторождений Средней Азии ..... 33

**ЛЕЛЕКО А.И., КРАСНИКОВ С.Я.**

Влияние флокулянтов на свойства плавунных пород ..... 36

**РАИМЖАНОВ Б.Р., НАСРИДИНОВ И.Б., АКРАМОВ Ж.К.**

Выбор технологических схем выемки угля на шахтах,  
отрабатывающих мощные самовозгорающиеся пласты ..... 44

#### **МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО**

**КОППАЧ Ю.**

О деятельности фирмы «Крупп Фердертехник» ..... 47

**КАРАХАНОВ Р.**

Электронная система управления процессами  
добычи полезных ископаемых ..... 48

**ХАСЬЯНЦ К.Г.**

Оборудование для открытых горных работ  
группы фирм «Либхерр» ..... 50

#### **КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**КРАСНИКОВ С.Я., АНДРОСОВ Н.Е.**

Перспективы промышленного использования  
каолинов Ангренского месторождения ..... 53

**ЛЕЛЕКО А.И., ЕКАТЕРИНИНСКИЙ В.А.**

Перспективные технологии природопользования  
в угольной промышленности ..... 55

**ЛЕЛЕКО А.И., АХУНОВ А.А., КУКАНОВА С.И.**

Биотехнология обогащения каолина:  
проблемы и перспективы ..... 60

**БЫЗЕЕВ В.К., КЛЮШИН В.П., ПАЛЛЬМЕР Ю.**

Производство обогащенного каолина в г. Ангрене ..... 65

#### **ОБОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ**

**ШЕВКО В.М., МЕЛЬНИК М.А.,**

**СЕЙТЖАППАРОВ Б.А., КУНБАЗАРОВ А.К.**

Термодинамическое моделирование равновесия  
в системах  $Rb_2O - Cl_2$  и  $Cs_2O - Cl_2$  при помощи  
программного комплекса «Астра» ..... 67

**ШЕВКО В.М., КАБЫЛБЕКОВА Б.Н., КУНБАЗАРОВ А.К.**

Переработка электросталеплавильных пылей  
Узбекского металлургического завода ..... 69

#### **ОХРАНА ТРУДА И ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО**

**АБДИБАЕВ М.М., ГАШЕНКО О.И.**

Горноспасательная служба в современных  
условиях функционирования отрасли ..... 72

**Ответственный**

**за выпуск журнала**

**С.М. ТОМАЛАК**

Научно-технический и производ-  
ственный журнал «Горный  
вестник Узбекистана».

Журнал зарегистрирован в  
Управлении по печати Навоийс-  
кой области при Государствен-  
ном комитете по печати РУз.

Регистрационное свидетельство  
за № 381 от 28 марта 1997 г.

При перепечатке материалов  
ссылка на журнал обязатель-  
на.

Ответственность за достовер-  
ность фактов, изложенных в  
публикуемых материалах журна-  
ла, несут авторы.

Подписной индекс журнала  
во всех каталогах: 75225.

Адрес редакции: 706800,  
г. Навои, ул. Навои, 45,  
Навоийский государствен-  
ный горный институт.  
Тел. 8 (43622) 3-12-70.

Компьютерная верстка:  
**Д. А. КОВАЛЕНКО**

Отпечатано в типографии  
«ИРИЦ»,  
г. Ташкент, ул. А. Кадири, 13

Усл.-печ. л. 9,0. Заказ №

Подписано в печать 10.08.98



## УГОЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ УЗБЕКИСТАНА: ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ

*А.И. Лелеко -  
Генеральный директор АО «Уголь»,  
доктор технических наук*

Экономическое развитие республики Узбекистан предопределяет стабильный рост потребности в различных видах энергоносителей, среди которых уголь является одним из основных энергоносителей органического происхождения после природного газа и нефти. Потребителями угля в республике являются электроэнергетика, промышленность, предприятия социальной и коммунальной сфер, население.

Угольная промышленность Узбекистана представлена Акционерным объединением по добыче и сбыту угля АО «Уголь».

Становление угольной отрасли Узбекистана ознаменовалось началом промышленного освоения крупнейшего в Центральной Азии Ангренского месторождения бурых углей. Его разработка началась незадолго до Великой Отечественной войны - в 1940г. В период 1940-1943гг. было заложено 6 шахт - 1, 2, 3, 8, 9, 2-бис, в строительстве которых принимали активное участие шахтеры Украины.

В 1941 году началось строительство угольного разреза. Это была народная стройка, однако в связи с тяжелым военным временем, отсутствием землеройной техники и железнодорожного транспорта строительство было временно законсервировано и все внимание сосредоточено на развитии подземной добычи угля. Продолжилось строительство разреза с участием специалистов из многих республик. В качестве землеройной техники использовались паровые экскаваторы на железнодорожном ходу с емкостью ковша 1,0-1,25 м<sup>3</sup> фирмы «Марион» (США), транспортные средства отечественного производства грузоподъемностью 1,5-2,0 тонн с ручной разгрузкой.

В конце 1948 года разрез «Ангренский» был сдан в эксплуатацию и впервые в этом же году было добыто 408,8 тыс. тонн угля, одновременно была введена в строй новая шахта №9. Таким образом, со времени сдачи в эксплуатацию первой шахты (1942г.) и за счет ввода в действие угольного разреза, добыча угля возросла с 29,5 тыс. тонн в 1942 году до 640,6 тыс. тонн в 1948 году, в том числе на шахтах было добыто 231,8 тыс. тонн. Проектная мощность разреза при вводе его в эксплуатацию составила 1,5 млн. тонн в год, а шахты №9 совместно с шахтой №2-бис - 480 тыс. тонн угля в год. 1948 год, таким образом, может считаться этапной датой становления угольной промышленности Республики Узбекистан.

Всего по разрезу «Ангренский» с момента сдачи его в эксплуатацию (1948-1997гг.) добыто угля 172 млн. тонн, и вскрыши свыше 2 млрд. тонн, на шахте №9 добыто 30,0 млн. тонн угля.

В 1954-1957гг. была проведена первая реконструкция угольного разреза, что позволило увеличить в несколько раз его мощность. На шахте №9 в результате проведенных мероприятий по расширению фронта очистных работ производственная мощность возросла в 2 раза, объем добычи к 1964г. достиг свыше одного миллиона тонн в год.

В 1978-1990 годах была начата вторая реконструкция разреза с целью увеличения объема добычи угля в 1,5-2,0 раза, были поставлены мощные экскаваторы типа ЭКГ-8И, ЭКГ-12,5, ЭКГ-15, краны из Германии, думпкары из Польши, что позволило довести объем добычи угля в 1990 году до 5,77 млн. тонн и вскрышные работы до 50,0 млн. м<sup>3</sup>

В настоящее время на разрезе "Ангренский" используются 68 мощных экскаваторов, 40 тяговых агрегатов типа ПЭ-2М и ПЭ-2У, думпкары 2ВС-105, автосамосвалы БелАЗ грузоподъемностью от 30 до 110 тонн, а также 39 тепловозов и ряд путевых машин для переукладки и строительства ж.д. путей (МСШУ, ПРМ-3, ВПО-3000, ШПМ), железнодорожные краны грузоподъемностью 25-125 тонн, гусеничные краны грузоподъемностью 25-30 тонн. Разрез имеет около 600 км ж.д. путей, из которых до 100 км ежегодно требуют ремонта. До 85% вскрыши доставляется железнодорожным транспортом во внешние отвалы.

Следует также отметить, что поддержание существующей мощности достигается при постоянном ухудшении горно-геологических условий. Глубина разработки в настоящее время более 300 м, длина 5 км, ширина 3 км, средний коэффициент вскрыши 10 м<sup>3</sup>/тонн, среднее расстояние транспортирования во внешние отвалы 12 км. Часть отвалов находится в зоне крупнейшего в мире Атчинского сползня, резко ослепившего содержание железнодорожных путей.

Особенности строения месторождения обусловили сложнейшую систему разработки, включающую все виды транспорта - железнодорожный и автомобильный на вскрыше, железнодорожный, конвейерный и гидротранспорт на добыче угля. Кроме того, на вскрышных работах применяется бестранспортная система.

Для создания условий перспективного развития, устойчивой и надежной работы отрасли разработана программа поэтапного технического перевооружения, включающего замену устаревшего оборудования и внедрение новых технологий. По этому проекту АО "Уголь" работает с такими крупными компаниями, как "Крупп Фердтертехник ГмбХ", "Ман Такраф ГмбХ", "Мицубиси Корпорейшин" и др. Заключен контракт по первому этапу поставок оборудования с германской компанией "Крупп Фердтертехник ГмбХ" (Генеральный контракт с этой компанией был подписан в ноябре 1996г.). Поставщиком оборудования определена "Крупп Фердтертехник ГмбХ", стоимость всего контракта составит 251,9 млн. немецких марок, финансирование осуществляется за счет кредита "Берлинер Банка АГ" и фирмы-поставщика под гарантию Правительства республики. Реализация этого контракта позволит увеличить добычу угля на разрезе "Ангренский" до 5 млн.тонн в год, не допустив спада достигнутого уровня добычи угля на подземных горных работах.

В настоящее время добыча угля ведется на трех месторождениях: Ангренском, Шаргунском и Байсунском. Общий объем добычи угля составляет свыше 3,5 млн.тонн, разведанные запасы обеспечивают работу действующих предприятий более чем на 120 лет.

На Ангренском месторождении попутно извлекаются каолины, известняки, кварцевые пески, галечники и другие полезные ископаемые. Высокое качество перечисленных материалов, наличие сво-

бодных земель, людских ресурсов, электрической и тепловой энергии (в районе размещены Ангренская ГРЭС и Ново-Ангренская ГРЭС), наличие развитой железнодорожной сети, международный аэропорт создает весьма надежную перспективу создания комплекса по производству дробленного и обогащенного каолина, санфаянсовых и керамических изделий, огнеупорного и строительного кирпича, черепицы, дренажных и канализационных труб, хозяйственного и декоративного фарфора, стекла и стеклотары, электроизоляторов, экспорта каолина как наполнителя в бумажной, резинотехнической, пластмассовой промышленности, а также для медицинских и косметических целей.

Запасы минерального сырья огромны. Наиболее перспективно и экономически целесообразно использование каолинов, запасы которых составляют 1,4 млрд.тонн. Ежегодно попутно при добыче угля извлекается до 5 млн.тонн, но используется лишь 0,5—0,6 млн.тонн.

Ввод в действие фабрики по дроблению вторичного каолина мощностью 1 млн.тонн в год и фабрики по обогащению первичного каолина мощностью 200 тыс.тонн позволит значительно расширить сферу его применения.

Стабильность работы и перспективы развития угледобывающей отрасли республики обеспечиваются развитой инфраструктурой. Как правило это промышленно развитые районы с высокой плотностью населения, квалифицированной рабочей силой и хорошо развитой сетью транспортных коммуникаций (автомобильные и дороги, воздушный транспорт), обеспечивающие широкие возможности производства горных работ и грузоперевозок.

Собственное транспортное обеспечение гарантирует бесперебойную организацию грузопотоков как внутри производственного цикла, так и потенциальным заказчикам с минимальными накладными расходами.

Руководители и специалисты объединения - высококвалифицированные горнодобывающей отрасли. Шесть руководителей имеют ученую степень кандидата наук, один - доктор наук.

Горные инженерные кадры в республике готовит Государственный Технический университет в г. Ташкенте. Рабочие проходят обучение в технических колледжах и на курсах при переподготовке или получении смежной профессии, при изменении технологии производства и внедрении новой техники.

Реально оценивая ситуацию в отрасли, геологические и горнотехнические особенности разрабатываемых АО "Уголь" месторождений, состояние горного и вспомогательного производств, применяемых технологий, наличие людских ресурсов, инфраструктуры, запасов угля и попутно добываемых полезных ископаемых, а также их качественные характеристики, можно с уверенностью считать, что отрасль обладает значительным потенциалом по выпуску конкурентоспособной продукции, в том числе и на экспорт.

# РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

## Качественная характеристика добываемых углей

| Марка углей<br>месторождение | Влага $W_t$ |                 | Зола $A^d$ |                 | Сера $S^d$ |                 | Выход<br>летучих<br>в-в $V^{dal}$ | Теплота<br>сгорания, ккал/кг |                 | Мас-<br>совая<br>доля<br>при-<br>месей |
|------------------------------|-------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------------------------------|
|                              | средняя     | предель-<br>ная | средняя    | предель-<br>ная | средняя    | предель-<br>ная |                                   | Высшая<br>$Q_s^{dal}$        | Низшая<br>$Q_f$ |                                        |
| 2БОМСШ<br>Ангрен             | 35,00       | 40,0            | 21,5       | 25,0            | 1,9        | -               | 35,0                              | 7000                         | 3250            | -                                      |
| 1СССШ<br>Шаргунь             | 8,0         | 10,0            | 25,5       | 30,0            | 0,7        | -               | 25,0                              | 8100                         | 5200            | -                                      |
| ТР<br>Байсун                 | 7,4         | 10,0            | 21,0       | 24,0            | 0,7        | -               | 16,0                              | 8160                         | 5410            | 2,0                                    |
| 1СС<br>(брикет)<br>Шаргунь   | 6,0         | 7,0             | 24,5       | 29,0            | 0,7        | -               | 28,1                              | 8100                         | 5250            | -                                      |

## Попутно добываемые полезные ископаемые

| Наименование          | Ед. изм.           | Запасы (общ./пром.) | Добыча | Потребление |
|-----------------------|--------------------|---------------------|--------|-------------|
| Каолины               | млн.тонн           | 1 116 / 310         | 4,0    | 0,6         |
| Известняки            | млн.тонн           | 270 / 154           | 0,5    | -           |
| Лессовидные суглинки  | млн.м <sup>3</sup> | 14 / 5              | 0,1    | -           |
| Галечники             | млн.м <sup>3</sup> | 1000 / -            | 25,0   | 0,3         |
| Кварцевые пески       | млн.м <sup>3</sup> | 113 / -             | 0,4    | -           |
| Опоки                 | млн.тонн           | 12 / -              | 0,2    | -           |
| Маргели               | млн.тонн           | 200 / -             | -      | -           |
| Отходы углеобогащения | млн.м <sup>3</sup> | 5 / -               | -      | 0,1         |
| Редкоземельные        | тонн               | 100 / -             | -      | -           |

## Качественная характеристика каолина-сырца (состав в %)

| Генетические<br>типы<br>каолинов | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | CaO  | MgO  | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | П.П.П. |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------|------|------------------|-------------------|--------|
| Первичный                        | 27,00                          | 53,00            | 3,25                           | 0,46             | 0,38 | 0,18 | 0,56             | 0,56              | 9,08   |
| Вторичный                        | 28,02                          | 55,00            | 1,72                           | 0,60             | 0,41 | 0,50 | 1,02             | 0,08              | 12,24  |

## ДИНАМИКА ДОБЫЧИ УГЛЯ ПО АНГРЕНСКОМУ МЕСТОРОЖДЕНИЮ

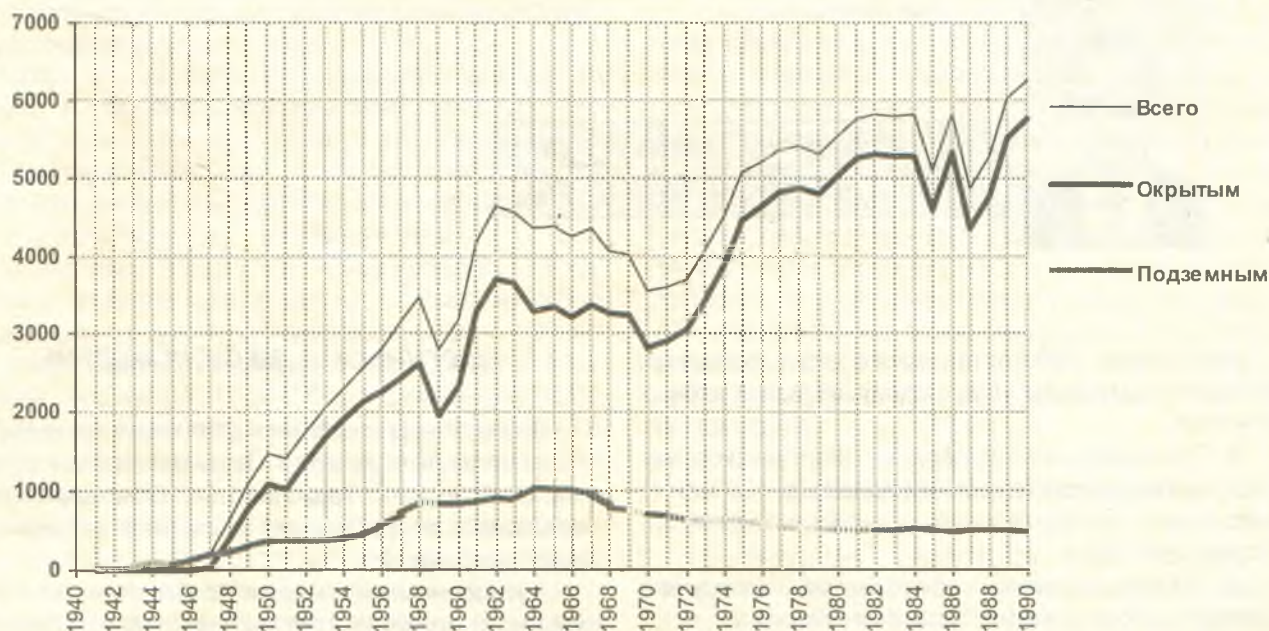
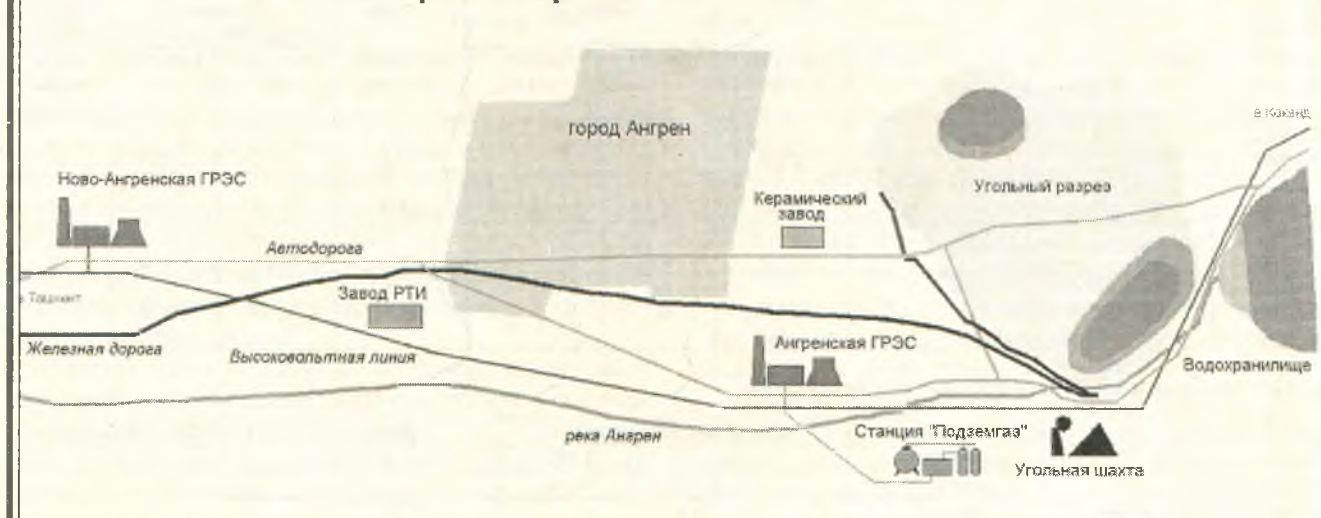


Схема Ангренской промышленной зоны



Разрез Ангренского каолино-угольного месторождения



| ЗАПАСЫ           | МЛН. ТОНН |
|------------------|-----------|
| Уголь            | 1964,0    |
| Вторичный каолин | 1312,0    |
| Первичный каолин | 78,0      |

УДК 622.33.012:622.274

## КАМЕННЫЕ УГЛИ УЗБЕКИСТАНА



Г.М. Ибрагимов - заместитель  
главного инженера АО "Уголь"

Республика Узбекистан располагает большими запасами каменного угля, находящимися в южных регионах.

В Сурхандарьинской области: Шаргунское месторождение с геологическими запасами 100 млн.т.; Байсунское месторождение с геологическими запасами 240 млн.т.

В Кашкадарьинской области: месторождение Терекли с прогнозными запасами 50 млн.т.

### ШАРГУНЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

В сороковых годах текущего столетия западные и юго-западные регионы Среднеазиатских республик (Узбекистан, Таджикистан, Туркмения) стали испытывать возрастающий дефицит в твердом топливе, вызванный:

- ускоренными темпами промышленного производства и строительства за счет эвакуированных в

период второй мировой войны предприятий с Украины и центральной части России;

- быстрым ростом населения из-за высокой рождаемости и эвакуированных;
- недостатком собственных топливно-энергетических ресурсов (отсутствием топливдобывающих отраслей, малой мощности существующих ГЭС).

Указанное явилось толчком для создания в регионе собственной топливно-энергетической базы. При этом разведочные работы на нефть и газ, строительство более мощных ГЭС лишь начали разворачиваться, а запасы угля Шаргуньского месторождения были разведаны в конце тридцатых годов.

Это и определило решение о строительстве шахты "Шаргуньская", несмотря на трудности связанные с удаленностью от действующих ж.д.путей, сложные горно-геологические условия: месторождение расположено в 32 км от станции Сары-Асия в горной местности на высоте +1650 м над уровнем моря, представлено одним мощным угольным пластом (6-12 м) крутого падения (40-50).

В 1943 году началось строительство шахты: построены ж.д.ветка протяженностью 12 км до поселка Такчиян (ныне г.Шаргунь), грузовая подвесная канатная дорога длиной 18 км для перевозки угля и автодорога протяженностью 20 км для доставки трудящихся и материалов.

В 1958 году шахта сдана в эксплуатацию с проектной мощностью 400 тыс.т угля в год.

Основные потребители угля - население, кирпичные заводы, котельные.

В начале 60-х годов возникли серьезные трудности со сбытом шаргуньского угля: основные потребители переориентировали энергоносители на мазут и газ, имеющие неоспоримые преимущества перед шаргуньским углем, тем более, что природа его образования такова, что более 95% добываемого угля представляют собой угольный штыб (крупность кусков менее 13 мм).

Поиск путей сохранения молодого предприятия привел к строительству брикетной фабрики, введенной в эксплуатацию в 1965 году - производства по окучиванию угля для нужд населения, учреждений народного образования и здравоохранения, не обеспеченных природным газом.

Разработка технологии брикетирования, ее совершенствование производилось с участием специализированных научно-исследовательских и научно-производственных институтов Узбекистана (институт Химии), России (ИОТТ, ИГИ) и Украины (УкрНИИобогатение). В качестве связующего материала использовался традиционный при этой технологии брикетирования нефтебитум марки БН-III с Ферганского, Оренбургского, Омского нефтеперерабатывающих заводов с переработкой его на специальной окислительной установке конструкции Краснодарского нефтеперерабатывающего завода в битум марки БН-IV (температура размягчения более 70 С°).

В 1978 году произведена реконструкция брикетной фабрики: приобретены и введены в эксплуатацию брикетный пресс французской фирмы Саю-Конрер, установка сушки угля - термоаэродинамический классификатор, разработанный Московским институтом ИОТТ.

Производство брикетов доведено до 150 тыс. тонн в год.

В условиях рыночной экономики, резким удорожанием нефтебитуа и тарифов на его перевозку, переводом предприятия на полную самоокупаемость цена на выпускаемые угольные брикеты возросла до размеров, недоступных своей покупательной стоимостью для населения. На снижение потребительских свойств брикетов влияло также их слипаемость в жаркие периоды года и выделение копоти при сжигании.

Чтобы выжить предприятию необходимо было совершенствовать технологию брикетирования. Эта задача была решена группой специалистов - изобретено дешевое связующее с использованием хлопкового гудрона (отходов маслопроизводства), что позволило улучшить потребительские свойства выпускаемых брикетов (исключить слипаемость и выделение копоти при сжигании), снизить себестоимость брикетов на 25%.

Однако, чтобы шаргуньские угольные брикеты были конкурентоспособны с ангрениским углем не только в южных регионах республики, но и на всей территории Узбекистана и за его пределами, на шахте "Шаргуньская" ведется работа по специальной программе:

- для снижения себестоимости добываемого угля вовлекаются в отработку участки месторождения, позволяющие применить низкзатратные технологии (участки открытых работ на выходах угольного пласта, а на подземных работах - система разработки короткими столбами по падению);

- на брикетной фабрике совершенствуются: система сушки исходного угля; подготовка шихты перед брикетированием; прием, подготовка и подача связующего, позволяющие снизить расход электроэнергии и топлива, сократить численность работающих.

Шаргуньские шахтеры переживают трудные времена, упорно борются за выживание, но отчетливо видят в перспективе свое достойное будущее. Подтверждением этому является то, что изыскиваются средства на подготовку нового горизонта (проходка штольни №12), что позволит вскрыть и подготовить дополнительно 3,0 млн.тонн угля, решить вопросы проветривания, водоотлива, улучшить условия труда шахтеров.

## БАЙСУНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

В сороковые - пятидесятые годы текущего столетия на месторождении добыча угля производилась стихийно группами людей, а затем старательской артелью примитивным способом - обушками

врезались штольнями в угольный пласт, имеющий выход на поверхность. С забоев уголь вывозился мешками на ослах. Отдельные штольни достигали длины 200 м, принудительное проветривание отсутствовало. Бессистемность добычи угля приводила к угоранию и удушению людей, вспышкам метана, самообрушению угля и вмещающих пород с человеческими жертвами. В начале пятидесятих годов добыча угля запрещена.

По поручению правительства республики для удовлетворения потребностей населения в твердом топливе в 1981-84 гг. силами шахты "Шаргуньская" начаты разведочно-эксплуатационные работы на южном участке месторождения в наиболее доступной части, а Министерству геологии республики поручено произвести поисковую оценку запасов угля центральной части месторождения.

В 1987 году Министерством геологии Узбекистана закончены работы по разведке центрального участка месторождения с промышленными запасами 18 млн.тонн. Продолжены работы по разведке запасов угля на восточном крыле.

Разведанные запасы угля составили 50 млн.т. Перспективным для разработки является также Санджарский участок.

По заданию АО "Уголь" проектным институтом "Карагандагипрошахт" разработан ТЭР строительства шахты "Байсунская", которым установлена экономическая целесообразность организации промышленного производства при годовой добыче угля 150 тыс.т. и более.

Главным препятствием для развития добычи угля является отдаленность от железной дороги широкой колеи - 65 км до ближайшей станции Шурчи.

Ввод в эксплуатацию ж.д.ветки Гузар-Джаркурган откроет путь для строительства шахты с прекрасными перспективами в будущем.

С расчетом на перспективу участок по добыче угля на месторождении с 1998 года отделен от шахты "Шаргуньская", создано самостоятельное предприятие - шахта "Байсунская".

Высокое качество, экологическая чистота при использовании из-за низкого содержания в угле вредных примесей, широкий диапазон применения придает байсунскому углю уникальную ценность и

привлекли внимание многих зарубежных фирм: японская фирма "Жуспи", американская фирма "Манд кол", фирма "Поль Гассен" из США, "Ми Ко" из Японии, "Экзакибаши" из Турции).

Уголь марки "Т"; зольность - 8-15%; выход летучих веществ - 14-20%; калорийность - до 8600 Ккал/кг.

Уголь байсунского месторождения - наиболее ценный среди угольных регионов республики, высококалорийное энергетическое топливо и высококачественное сырье для производства многих видов ценных материалов (коксобрикеты, карбид кальция, адсорбенты и др).

Байсунское месторождение располагает также рядом других полезных ископаемых с достаточной степенью разведанности:

- горючие сланцы с запасами 55 млн.т.;
- известняки с практически неограниченными запасами;
- пильный стеновой камень с запасами 1,5 млн.куб.м;
- керамзитовые глины с запасами 26,3 млн.м<sup>3</sup>;
- облицовочный красный песчаник с запасами 2,3 млн. куб.м;
- глауканит с запасами 63 млн.т.;
- бентонитовые глины с запасами 132 млн.куб.м.

#### МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ТЕРЕКЛИ»

Расположено в Яккабагском районе Кашкарской области. Месторождение недостаточно разведано, в 1979 году экспедицией "Химгеолнефтегео" ПО "Ташкентгеология" произведены прогнозные подсчеты запасов угля, которые составили 25 млн.т.

В 1992 году поисковые работы продолжены ПГФ "Самаркандгеология".

Имеется 8 угольных пластов, из которых промышленное значение имеет один пласт мощностью 2,1 - 4,0 м.

Уголь каменный, теплотворная способность до 7100 Ккал/кг, зольность - от 10 до 24%, содержание серы - до 0,4%, выход летучих - от 20 до 39%.

Прилегающие к месторождению населенные пункты газифицированы и не испытывают потребности в топливе.

УДК 622.272.031:622.232

## ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЯ И ГАЗА ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ



Томалак С.М. - главный инженер, канд. техн. наук



Кяро В.А. - начальник управления НТП и НТ

АО «УГОЛЬ»

Для обеспечения возрастающей потребности в электроэнергии необходимо осуществить строительство новых тепловых электростанций (ТЭС) и модернизацию действующих с учетом современных технологий сжигания топлива и экологической безопасности. Это в свою очередь порождает спрос на энергоносители и вызывает необходимость определиться с вопросом обеспечения ТЭС различными видами топлива, отвечающих современным требованиям.

Согласно последнему исследованию компании "British Petroleum" (BP), в 1996 г. мировой спрос на первичные энергоносители после стагнации в начале 90-х годов (когда начало сокращаться их использование в бывшем СССР) возрос до 8380 млн.тонн, в пересчете на нефть, по сравнению с 8137 млн.тонн в 1995 г., или на 3%, что является наивысшим среднегодовым показателем с 1988 г. Высокие темпы прироста спроса отмечались на ископаемые виды топлива; на ядерное топливо и гидроэлектроэнергию они были ниже обычного уровня. Уголь остается главным источником энергии в АТР, тогда как во всех остальных регионах спрос удовлетворяется в основном за счет нефти и природного газа.

Нефть, уголь и природный газ останутся основными источниками энергии до 2020 г., а потребности в инвестициях мировой энергетики достигнут небывало высокого уровня. Такой вывод, отмечает газета "Handelsblatt", сделал в своем прогнозе Немецкий национальный комитет ("DNK") Мирового совета по энергетике. В нем предсказывается, что мировое потребление первичных энергоносителей в рассматриваемый период будет продолжать расти и по-прежнему обеспечиваться главным образом за счет ископаемых видов топлива.

"BP" отмечает, что в 1996 г. наиболее высокой доля угля в использовании первичной энергии была в ЮАР (%) - 77, Китае - 76, Польше - 73, а также в Индии, Чешской Республике и Казахстане - примерно по 56, Австралии - 44. В ЕС в трех крупнейших потребителях энергии - Германии, Великобритании и Франции - доля угля составила 26, 20 и 6%

соответственно. Во Франции велико значение атомной энергии, которая в прошлом году обеспечила 42% потребностей в первичной энергии. В США доля угля в общем использовании первичных энергоносителей составила около 24%, России - 20%.

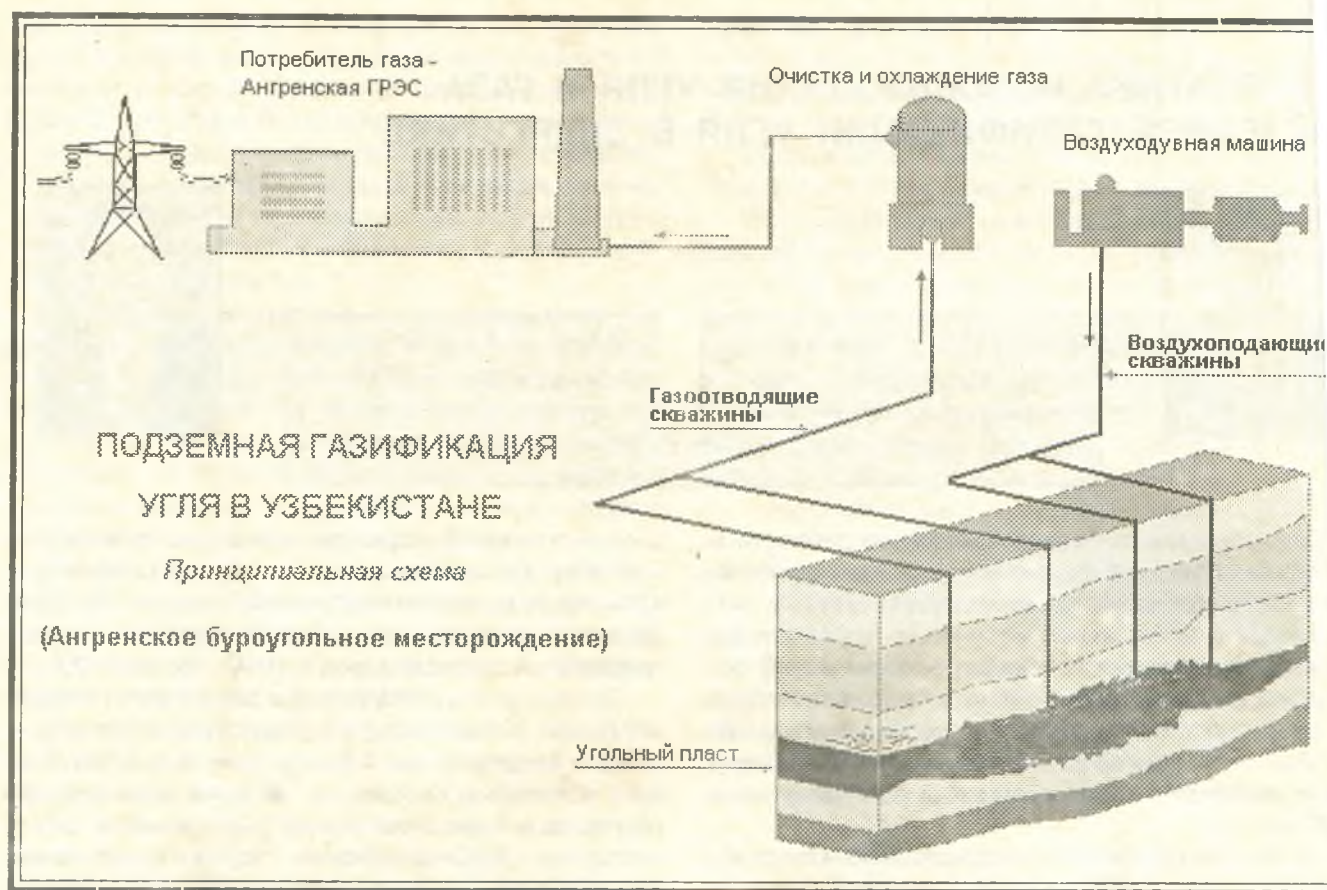
Запасы угля в Узбекистане составляют около 6 млрд.тонн, в том числе на действующих угледобывающих предприятиях 1,9 млрд.тонн, что обеспечивает устойчивое снабжение твердым топливом народное хозяйство и население республики, а также экспорт в регионы соседних государств на сотни лет. АО "Уголь" осуществляет добычу угля и производство газа подземной газификации угля. Около 80% добываемого угля и 100% газа ПГУ используется в энергетике, а в структуре потребления первичных энергоресурсов, используемых для производства электро- и теплоэнергии, доля угля составляет 5%, газа ПГУ 0,2%.

Проблема удовлетворения потребностей республики твердым топливом на период после 2000 года с ориентацией на самообеспеченность может приобрести исключительную актуальность, что делает необходимым определиться с перспективой и комплексом мер в угольной отрасли, позволяющих обеспечить в долгосрочном плане устойчивое снабжение потребителей углем.

Это тем более важно сделать сейчас, ввиду высокой инвестиционной инерционности и большой капиталоемкости отрасли и наличия в перспективе реальной опасности, что топливно-энергетические факторы могут стать серьезным тормозом роста экономики.

Исходя из этого к 2003 году за счет технического перевооружения и внедрения новых технологий добыча угля составит 5 млн.тонн, а к 2010 году увеличится до 8 млн.тонн в год.

Одновременно с увеличением потребления угля имеет место проблема охраны окружающей среды от загрязнения выбросами ТЭС, решение которой просматривается в виде переработки угля в газовый энергоноситель путем подземной газификации угля на месте его залегания.



## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПГУ

Подземная газификация угля является единственным способом безлюдной добычи угля путем превращения твердого топлива в газообразный энергоноситель непосредственно на месте залегания угольного пласта. Однако ПГУ имеет не только большое социальное значение (освобождение человека от тяжелого подземного труда), но и сопровождается существенными экологическими, энергетическими и экономическими преимуществами по сравнению с традиционными способами разработки угольных месторождений.

Развитие человеческой цивилизации непрерывно сопровождается ростом производства и потребления энергетических ресурсов. Однако одновременно с увеличением потребления энергоресурсов растет экологическая напряженность в целом на Земле и в особенности регионах максимального их потребления.

В настоящее время признается, что уже в начале XXI века должно произойти увеличение доли угля в топливно-энергетическом балансе большинства стран. Причиной прогнозируемого роста добычи и потребления угля является, с одной стороны, ограниченность запасов нефти и природного газа, а также перемещение их месторождений в труднодоступные районы страны, а с другой стороны, нерешенность вопросов полной безопасности атом-

ных электростанций и особенно надежного захоронения или нейтрализации радиоактивных остатков ядерного горючего.

Вместе с этим традиционные методы добычи и потребления угля обуславливают превращение угольных регионов в зоны экологического риска. Особенно это характерно для углесжигающих производств. Так на каждый кВт установленной мощности угольной электростанции ежегодно выбрасывается в атмосферу 500 кг золы и шлаков, 75 кг окислов серы и 10 кг окислов азота. В результате на небольшой электростанции мощностью 200 МВт в течение года в атмосферу попадает 100 тыс.т. твердых частиц, 15 тыс.т. сернистых соединений и 2 тыс. тонн окислов азота.

Требуемый прирост производства электроэнергии, как энергоносителя, обладающего высокими потребительскими свойствами, прогнозируется в развитых странах на ближайшие 10 лет в размере 20-30%. В этом случае неизбежный выброс вредных веществ будет колоссальным и приведет к экологическим катастрофам.

Следовательно, расширение сфер использования угля в качестве первичного энергоносителя возможно преобразованием на месте его залегания и в экологически более чистый газообразный энергоноситель.

Наиболее освоенным процессом такого преобразования является подземная газификация угля (ПГУ), существующая уже более 50 лет, в течение

которых накоплен большой инженерный и научный потенциалы, позволяющие надежно эксплуатировать предприятия ПГУ в промышленных масштабах.

Ограниченное применение ПГУ в бывшем СССР является свидетельством не дефектов этой новой нетрадиционной технологии безлюдной добычи угля, а главным образом насыщенностью энергетического потребителя страны нефтью и природным газом, а также ограниченностью государственных инвестиций новых технологий.

Действующая в г.Ангрене с 1961 года и входящая в состав АО "Уголь" станция подземной газификации - самый мощный промышленный объект такого рода, не имеющий аналогов в мировой практике. Ее главное назначение переработка бурого угля в энергетический газ с последующим его использованием на Ангренской ГРЭС. Проектная мощность станции 2,3 млрд.м<sup>3</sup> в год или в пересчете на уголь - 0,6 млн.т в год. В настоящее время мощность используется лишь на 15-20%, ввиду ограниченного объема потребления газа на ГРЭС - 400-500 млн.м<sup>3</sup> в год, что равнозначно 120-140 тыс.тонн ангреновского угля.

Более чем 36-летний опыт работы предприятия показал, что метод подземной газификации углей позволяет надежно получать энергетический газ в промышленных масштабах и заменить им в тепловых электростанциях жидкое и твердое топливо.

Электроэнергетика, генерирующая наиболее удобный вид энергии, остается заметной составляющей топливно-энергетического комплекса большинства развитых стран.

Можно прогнозировать неизбежный рост производства электроэнергии и в Узбекистане, что в значительной мере усилит его энергетическую автономность и надежность. До 80% электроэнергетики в ближайшие 20 лет будет развиваться за счет органического топлива.

Необходимы новые технологии превращения органического топлива в электрическую энергию, отличающиеся высокой тепловой эффективностью (КПД) и минимумом вредного экологического воздействия на окружающую среду.

Одними из наиболее эффективных таких направлений в современной теплоэнергетике являются парогазовые установки. Разрабатываются различные их тепловые схемы как на твердом, так и газообразном топливе.

Одним из первых, реализованных на практике, были газотурбинные установки (ГТУ) в качестве надстройки к существующим паротурбинным установкам (ПТУ), в которых выхлопные газы газовой турбины сбрасывались в обычный паровой котел. Однако это не позволяет выявить все их преимущества, так как мощность ГТУ по сравнению с паровой турбиной относительно мала.

Достаточно перспективным применением подземной газификации угольных пластов является использование получаемого газового энергоносителя в электроэнергетике. Это возможно как в

обычных ПТУ, так и во все более распространяющихся бинарных парогазовых циклах (БПГЦ).

Наиболее заманчив вариант БПГЦ с внутрицикловой подземной газификацией угля. Успешный зарубежный опыт применения наземных газификаторов в цикле БПГЦ свидетельствует о реальности замены наземной газификации твердого топлива на подземную.

Поэтому развитие подземной газификации углей в Узбекистане может вполне ориентироваться на использование ее продукта (газового энергоносителя) в электроэнергетике. Это энергетическое сочетание очень перспективно прежде всего из-за минимального экологического воздействия как на стадии добычи угля, так и его энергетического использования.

Газовый энергоноситель, получаемый в процессе ПГУ на воздушном дутье, отличается невысокой теплотой сгорания (до 900-1000 ккал/м<sup>3</sup>). Поэтому его транспорт на расстоянии более 15-20 км нецелесообразен. Отсюда, сфера использования газа ПГУ должна быть ограничена местными промышленными объектами или электростанциями.

Использование газа на Ангренской ГРЭС не дает заметного энергетического эффекта по двум причинам:

1. Незначительная доля газа ПГУ в общем топливном балансе ГРЭС.

2. Котлы запроектированы на твердое топливо, поэтому частичный перевод их на газообразное приводил к снижению КПД вследствие несоответствия котельных поверхностей теплообмена температуре и объему продуктов сгорания газа ПГУ.

В сложившейся ситуации на Ангренской ст. "Подземгаз" и ГРЭС энергетическая эффективность первой из них будет наиболее показательной в случае отопления полностью одного котла ГРЭС. Вполне возможен вариант использования этого котла в теплофикационных целях для получения горячей воды и снабжения ею города. Котел предварительно должен быть модернизирован для газа ПГУ.

В этом случае производительность ст."Подземгаз" должна вырасти, по крайней мере, до 1000-1200 млн.м<sup>3</sup> в год или 110-140 тыс.м<sup>3</sup> в час.

Согласно рассмотренным выше современным тенденциям в топливной энергетике эксплуатация электростанций на твердом топливе сопровождается большими выбросами вредных веществ (зола, твердые частицы, окислы серы и азота). Перевод топливных электростанций с угля на газ (природный и искусственный) резко снижает экологический ущерб окружающей среде.

Наиболее эффективным и современным путем развития топливной электроэнергетики являются бинарные парогазовые циклы (БПГЦ). В этом случае за высокотемпературной газотурбинной установкой (ГТУ) по ходу движения продуктов горения топлива монтируется привычная паротурбинная установка (ПТУ).

БПГЦ обуславливает повышение эффективности перевода топливной энергии в электрическую с обычных 36-39 до 44-48%.

Очень перспективны БПГЦ с внутрицикловой газификацией (ВЦГ) твердого топлива. В этом случае за счет постепенного и более полного сжигания угля кроме повышения КПД электростанции примерно на 10% в несколько раз снижаются выбросы вредных веществ в атмосферу.

Весьма привлекательны ТЭС на основе БПГЦ, в которых роль ВЦГ выполняет подземный газогенератор. Благодаря ПГУ удастся избежать многих трудноразрешимых проблем, связанных со сложной и металлоемкой конструкцией газификатора, тонкой очисткой газового энергоносителя перед газовой турбиной, улавливанием золы и шлаков.

Отсюда, генеральным направлением развития ПГУ, в том числе и в Узбекистане, должны быть комплексы "предприятие "Подземгаз" - "ТЭС". Выполнение ТЭС на основе БПГЦ с ВЦГ позволит существенно снизить экологическую напряженность в регионе, расширить базу использования низко сортных бурых углей, повысить КПД превращения тепловой энергии в электрическую с 38 до 48%,

решить многие социально-политические пр

Модификации тепловых схем БПГЦ с ным газогенератором могут быть различны бор оптимальной из них обусловлен конку условиями (экологии, энергетики, экономии

Бесспорным можно считать целесообразность повышения тепловой мощности Ангренской "земгаз" и строительство новой станции, способной обеспечить производства газа ПГУ в объеме 1000 тыс.тут. Сферы использования газа ПГУ могут быть различными, оптимальность их определяться конкретным технико-экономическим и социальным анализом.

## Литература:

1. БИКИ (Бюллетень иностранной коммунистической информации), М. 1997 г.

2. Крейнин Е.В. "Разработка и обоснование технических решений совершенствования деятельности Ангренской станции "Подземгаз" в производстве и потреблении газового энергоносителя: проблемы технологии, экологии, энергетики, экономики. Научный отчет, М. 1997 г.

УДК 622.33:658.386.1

## НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН



Кяро В.А. - начальник  
управления НТП и НТ

АО «УГОЛЬ»



С.Я. Красников,  
канд. техн. наук

САО  
ИГД им. А.А. Скочинского

Экономическое развитие Республики Узбекистан предопределяет стабильный рост потребности в различных видах энергоносителей, среди которых уголь является основным энергоносителем органического происхождения после природного газа и нефти. Запасы угля огромны, их промышленное использование обеспечит потребности самой республики и государств-соседей в течение сотен лет.

Потребителями угля в республике являются электростанции, промышленность, предприятия социальной и коммунальной сфер, население и др.

Добычу и поставку угля ведут пять предприятий, которые отрабатывают три угольных месторождения: Ангренское месторождение бурых углей,

Шаргунское и Байсунское месторождения каменных углей. Отработка запасов ведется различными прогрессивными и экономически целесообразными в данных условиях способами: открытым, подземным и подземной газификацией углей.

С научной и инженерной точек зрения горнопроизводство - чрезвычайно сложная и разнообразная сфера деятельности человека. Оно далеко не ограничивается вопросами чисто вскрытия и извлечения полезного ископаемого, а призвано в комплексе решать целый круг проблем. Среди них экологизация производства и охрана окружающей среды, комплексное использование попутно извлекаемых полезных ископаемых, повышение каче-

ства и переработка сырья, прогнозирование и борьба с такими опасными явлениями, как горные удары, внезапные выбросы угля и газа, самовозгорание угля, оползневые движения пород (особенно в горных и предгорных районах) и многое другое. Все это и определяет круг задач, решаемых научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими подразделениями и институтами.

Без достаточной научной и технической поддержки функционирование горного производства весьма проблематично. И вот почему:

1. По мере неизбежной отработки наиболее благоприятно залегающих пластов угля существенно и непредсказуемо ухудшаются горно-геологические и горнотехнические условия добычи. Это требует разработки новых неординарных технических и технологических решений. Работа в этом направлении ведется постоянно. Результат - новые технологические схемы, успешно используемые на крутых пластах Шаргуньского месторождения и подобных - в Ангрене.

2. В местах, где пласт угля нарушен настолько, что шахтная добыча его становится невозможной, а открытая нецелесообразна, применяется нетрадиционная технология бесшахтной добычи - подземная газификация углей (ПГУ) с получением горючего газа непосредственно из угольной залежи в недрах и подачей его на ГРЭС. Станция ПГУ "Ерости-газ" в г. Ангрене - уникальный, не имеющий аналогов в мире промышленный объект такого рода.

3. Неиспользование попутно извлекаемых в процессе добычи угля полезных ископаемых (это каолины, известняки, гипс, галечники и др.) влечет за собой скрытые убытки, которые при умелом подходе могут превратиться в реальный доход. Особое место в этом ряду занимают ангрениские каолины.

Запасы только вторичных серых и пестроцветных Ангрениских каолинов входят в ряд крупнейших в мире и составляют 1,4 млрд. тонн. Ежегодная их попутная добыча (с отнесением затрат на стоимость угля) в объеме 6.0 и более млн. тонн при рачительном использовании способна удовлетворить потребности республик региона и других стран в течение 200 лет.

Однако из-за значительного содержания окрашивающих оксидов, не удаляемых обычными методами обогащения, ценностные и потребительские качества этого сырья сильно занижены. Проведенные нами исследования по удалению этих примесей методами микробиологии дали многообещающий результат. Об этом ниже.

4. С процессами производства неразрывно связаны вопросы экологии. Так применение новых технологий добычи угля и переработки отходов угледобычи и попутно извлекаемых полезных ископаемых позволит не только повысить эффективность процессов производства, но и снизить количество вредных выбросов в атмосферу, освободить

полезные площади от отвалов и облагородить природный ландшафт.

Несмотря на то, что горная наука отрасли занимается специальными вопросами, некоторые достигнутые результаты, по нашему мнению, могут быть успешно использованы и в других отраслях промышленности и сельского хозяйства республики.

Новый оригинальный способ направленного разрушения монолитных массивов горных пород позволяет получать в массиве одиночные многометровые прямолинейные ориентированные по заданному направлению трещины. Его применение при добыче или разделке крупных блоков ценных пород, например, мрамора или гранита принесет существенный экономический эффект и, главное - повысит качество продукции.

В процессе проведенных исследований воздействия высокомолекулярных полимеров на плавучие (обводненные подвижные глинистые породы) обнаружен эффект быстрого загустения обводненной породной массы при ее перемешивании с флокулянтном. Масса переходит из жидко-текучего в вязкое пластичное состояние, теряет подвижность, липкость (адгезию) и даже поддается формовке. Представляется, что этот эффект может быть с успехом использован, например, при расчистке карт гидротвалов, заиленных русел каналов и рек, очистных сооружений, в производстве строительных изделий, брикетировании органоминеральных удобрений и т.д.

Освоение месторождений полезных ископаемых в горных и предгорных районах сопровождается развитием опасных оползневых процессов, причиняющих огромные материальные убытки. Поэтому изучение закономерностей их развития и разработка защитных мер имеют большое значение.

Уникальным в мировой практике по своим масштабам является Атчинский (Загасан-Атчинский) оползень на Ангрениском месторождении. Его объем около 1 млрд. м.куб. В исследованиях и разработке защитных мероприятий в течение многих лет были задействованы десятки научных институтов бывшего Союза, среди них: объединения "Узбекгидрогеология", "Средазуголь", институты "УкрНИИпроект" и "Карагандагипрошахт". Эти работы продолжаются и сейчас.

В результате принятых мер скорость смещения оползня снизилась в 20 раз и опасность его катастрофического смещения была ликвидирована. Накопленные научная информация и огромный практический опыт борьбы с опасными оползневыми явлениями может быть использован везде, где возникнет подобная необходимость.

Возможна ситуация, когда забалансовое (не пригодное к отработке обычными методами) угольное месторождение удалено от мощных потребителей и источников электроснабжения, а поблизости размещаются населенные пункты, малые производства, животноводческие и тепличные хозяйства. Все

они нуждаются в постоянном снабжении теплом и электричеством. Именно здесь окажется незаменимым метод подземного сжигания угля (ПСУ).

Технология ПСУ позволяет получать экологически чистый газообразный негорючий энергоноситель (прогретый воздух), для получения горячей воды, пара и электрической энергии на месте его добычи путем сжигания непосредственно в недрах запасов угля и сланца. Несложный поверхностный комплекс ПСУ-станции, включающий теплообменники и электрогенераторные установки, легко преобразует тепло недр в горячую воду и электричество в количестве достаточном для бытовых и производственных нужд.

Силами научных подразделений АО "Уголь" с привлечением ведущих специалистов других НИИ (в частности институтов микробиологии и химии АН РУз) разработаны и успешно апробированы (пока на лабораторном уровне) методы микробиологической очистки серых ангрениских каолинов. Результаты многообещающие. При подтверждении полученных результатов на крупных моделях мы сможем производить каолин высоких категорий качества, имеющий практически неограниченный спрос.

Специалистами АО "Уголь" совместно с учеными института "ВНИИОС-уголь" разработаны способы переработки углеотходов для получения эффективных комплексных органоминеральных удобрений. Опытнотомышленное производство и испытания этих удобрений на угледобывающих предприятиях республик региона показали их высокую эффективность. Новые удобрения являются не только источником питательных элементов для растений, но и эффективным средством в борьбе с болезнями корневых систем растений (вилт и др.). Разработаны технические условия и документация для проектирования производства.

Дальнейшее направление развития отечественной прикладной горной науки неразрывно связано с прогрессом нашей угольной отрасли.

Теплоэлектроэнергетика Узбекистана в основном базируется на энергоблоках, использующих преимущественно органическое топливо. Из общего объема первичных энергоресурсов, необходимых для производства теплоэнергии свыше 85 % приходится на долю природного газа, нефти и угля. При этом доля газового топлива составляет более 72 %, мазута - 11 %, угля - около 5 %.

По прогнозным данным пик добычи природного газа и нефти почти повсеместно в мире приходится на 2000-2005 годы, затем, из-за ограниченности их запасов, произойдет спад, что в дальнейшем приведет к снижению обеспеченности этими видами ресурсов в 1,3 - 1,5 раза. В результате резко возрастет доля потребляемого твердого топлива - угля.

Общая потребность Узбекистана в топливно-энергетических ресурсах на 2010-15 гг. составит 90-100 млн.т.у.т.; т.е. в полтора раза больше по сравнению с 1990 г. Поэтому, в перспективе твер-

дое топливо, запасы которого весьма значительные, будет занимать достойное место в топливно-энергетическом балансе Узбекистана.

В 1990 году в республике была достигнута максимальная добыча - 6,5 млн.т. угля, в последующие годы она снизилась до 3-4 млн.т. Вместе с тем при технически реально возможной годовой добыче на уровне 10 млн.т. запасов угля (баланс) хватит на 300 лет.

Новые угольные технологии, применяемые в настоящее время, должны обеспечить существенное улучшение технико-экономических показателей по сравнению с существующими пылеугольными блоками, ориентированными на использование твердого топлива разного качества.

Повышение эффективности использования углей в качестве энергоносителя видится в использовании прогрессивных технологий газификации и сжигания угля в кипящем слое. Эти методы нечувствительны к зольности сырья, обеспечивают значительное сокращение выбросов вредных веществ в окружающую среду и полную утилизацию отходов. Они наиболее применимы для бурых углей. Сжигание же высокзолых промжуточных продуктов и отходов обогащения на месте добычи в топках с кипящим слоем позволит удовлетворить внутренние потребности угольной отрасли в тепле и электроэнергии.

Важным направлением дальнейшего развития угольной промышленности республики является разработка высокоэффективных экологически чистых технологий термической переработки угля для получения жидких синтетических топлив и масел газа и сырья для химической промышленности.

Угольная промышленность Узбекистана, таким образом, имеет значительный потенциал для собственного развития, включая комплексное использование попутно добываемых с углем других полезных ископаемых. При полной реализации имеющихся возможностей твердым топливом сполна будут обеспечены не только отечественные, но и потенциальные зарубежные энергопотребители.

Говоря об организации науки в отрасли необходимо отметить следующее. Во времена бывшего Союза эти вопросы решались проще и одновременно сложнее. Проще - потому, что угольная промышленность Узбекистана была надежно связана с отраслевыми научными центрами бывшего союза. Это такие авторитеты как С-Петербургский ВНИМИ, Московские МГИ и ИГД им. А.А.Скочинского, Донецкий ДОНУГИ, Киевский "УкрНИИпроект", Карагандинский КНИУИ, Бишкекский ИФимГП и другие научные центры. Сложнее - потому, что из-за межведомственных "перегородок" очень трудно было налаживать и поддерживать связи на "стыках" наук - с химиками, биологами, агротехниками. Теперь "перегородки" разрушены, но и связи, к сожалению, ослабли.

Нам необходимо создавать и укреплять собственные отраслевые научные институты. Основа для этого имеется. Необходимы добрая воля, инве-

стиции и (или) спонсорская поддержка. Следует особо подчеркнуть, что отрасль достаточно обеспечена инженерными и научными кадрами высокой

квалификации (что неоднократно отмечали и приезжавшие зарубежные специалисты) и этот потенциал важно сохранить.

УДК. 622.281: 535.55

## АНАЛИЗ ГОРНЫХ РАБОТ В АСПЕКТЕ ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ



**С.М. Томалак,**  
главный инженер, канд. техн. наук



**В.К. Бызеев,**  
председатель правления  
КП «Лойиха Кидирув»,  
канд. техн. наук



**И.Т. Тенглашев,**  
директор  
разреза  
«Ангренский»

АО «УГОЛЬ»

Развитие товарного рынка в Узбекистане предъявляет новые требования к производству на угледобывающих предприятиях. Уже сегодня разрезы и шахты руководствуются основными принципами рынка: спрос и предложение.

Вместе с тем, учитывая специфику угольной отрасли (высокую материалоемкость процессов, затраты на управление горным давлением, сложность горно-геологических условий, масштабность производства и др.) очень трудно обеспечить рентабельность производства. В связи с этим в АО «Уголь» с 1995 по 1997 год проводились исследования горно-добычных процессов с целью выяснения возможных путей снижения производственных затрат. Проведенные исследования позволили выявить ряд мероприятий выполнением которых можно добиться поставленной задачи:

- организационные;
- инженерно-технические;
- технологические.

Организационные мероприятия включили в себя: создание службы по маркетингу и сбыту угля; организацию производств товарной продукции из попутно добываемого сырья; организацию участков по ремонту и восстановлению оборудования; замену материалов, получаемых из ближнего зарубежья на материалы производимые в Узбекистане.

Инженерно-технические мероприятия включили в себя процесс восстановления оборудования отработавшее свой моторесурс, переналадку оборудования и механизмов для выполнения новых операций и др.

Из трех направлений, технологические изменения в горном производстве могут принести наибольшие результаты. Поэтому данной проблеме уделялось большее внимание.

Разработке технологических мероприятий предшествовало детальное изучение всех показателей производственных процессов подготовки, и транспортировки угля и породы. Исследования показали, что, например, на разрезе «Ангренский» 30% всех затрат приходится на транспортировку вскрышных пород во внешние отвалы, 10% приобретаемых материальных затрат на поддержание ж/д путей. Оценивая техническую цепочку «добыча-транспортировка-складирование» с точки зрения установленной мощности на энергопотребление выявили, что существующее производство в 1,5-2 раза превышает мировой уровень. Таким образом, определились возможные пути повышения эффективности производства за счет технологических изменений.

Анализ мирового опыта открытой разработки угольных месторождений показал, что на угледобывающих предприятиях основной упор делается на развитие поточных технологий, обеспечивающих наивысшую эффективность предприятию. Переход на новую технологию обычно сопровождается остановкой предприятия на 2-5 лет, что для разреза «Ангренский» неприемлемо.

В связи с этими прорабатывался вопрос замены существующей технологии на новую без остановки основного производства. При этом поставлена задача-наращивание мощности производства в

объеме 350 т.т. угля в год с достижением 5 млн. т. через шесть лет после начала техперевооружения. Задача очень трудная. В условиях действующего предприятия, где эксплуатируются свыше 300 км. ж/д путей, пять ж/д станций, глубина разработки свыше 200 м., а расстояние транспортировки до внешних отвалов составляет 12-14 км, где имеются четыре действующих оползня влияющих на ритмичность работы, где в осенне-весенний период имеют место значительные водоприток и т.д., необходимо одну цепочку разорвать и поставить новую, более производительную. В таких условиях имеют значение: выбор первоначального участка; направление дальнейших преобразований с использованием существующих горных выработок; гибкость ранее используемых технологических линий, а также их возможность временного увеличения мощности.

Учитывая множественность технических, организационных и экономических условий при решении поставленной задачи получим большое число вариантов, а выбрать надо один, лучший. Поэтому, при решении задачи выбраны методы технико-экономи-

ческого анализа. В 1996г. в А.О. Уголь был разработан алгоритм оценки ТЭП технологических систем производства товарной продукции для горных предприятий. На рис.1 представлена блок-схема алгоритма

## Условные обозначения

где:

- $m$  - Вертикальная мощность пласта, м
- $\alpha_{пр}$  - Падение пласта по простиранию, °
- $h_y$  - Высота уступа, м;
- $n$  и  $q$  - Характеристики добычного оборудования
- $З_{доб}$  - Удельные затраты на добычу, сум/т
- $З_{тр}$  - Удельные затраты на тр-т, сум/т
- $З_{др}$  - Удельные затраты на доведение до требуемой кондиции, сум/т(м<sup>3</sup>)
- $З_{обр}$  - Удельные затраты на обогащение, сум/т
- $Ц$  - Цена продукта на рынке, сум/т.;
- $П$  - Нижний предел удельной прибыли, обеспечивающий заданную рентабельность производства
- $L$  - Длина фронта работ (блока), м;
- $A$  - Ширина заходки (блока), м;
- $P$  - Содержание породы в горной массе

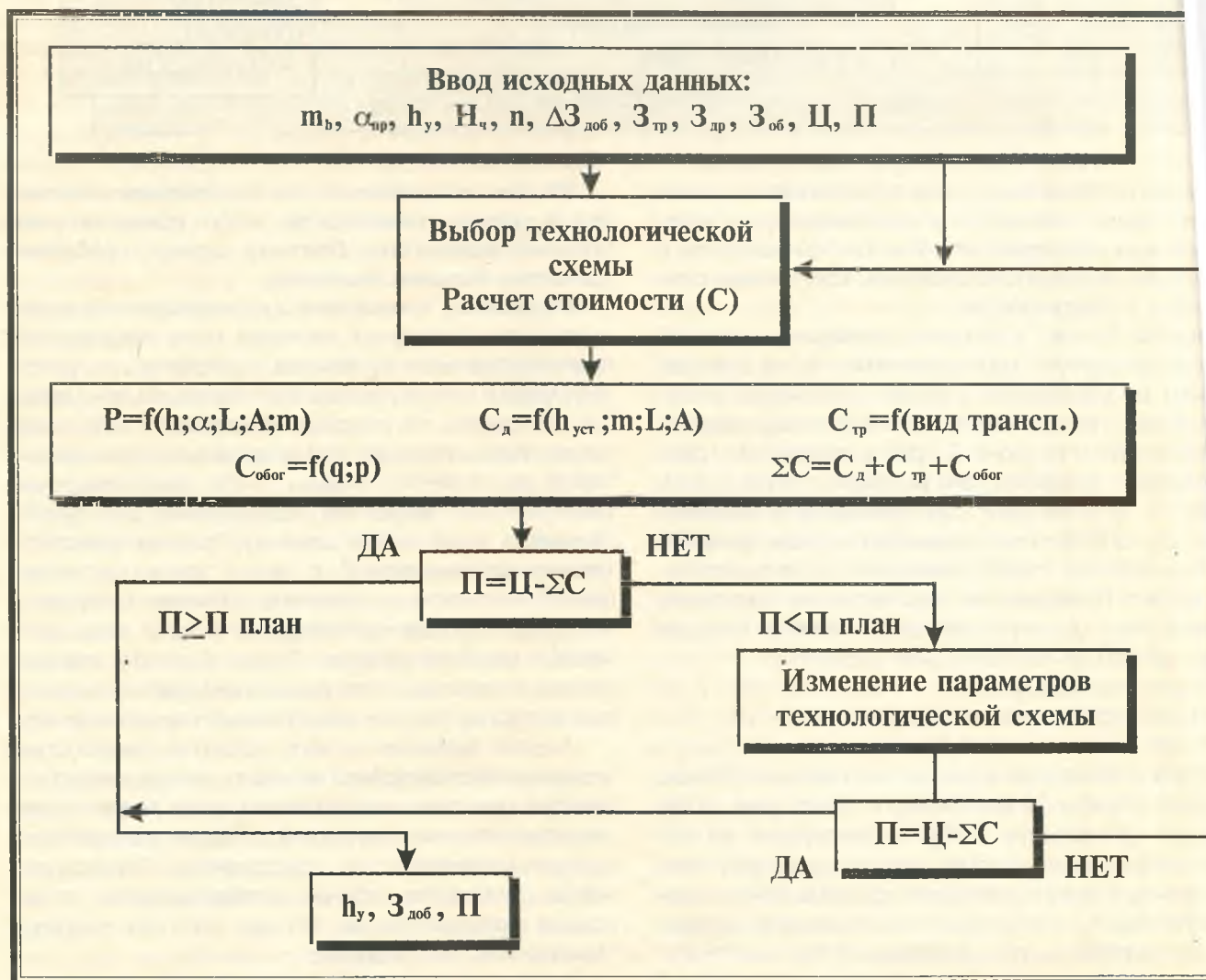


Рис.1. Блок-схема алгоритма оценки ТЭП технологической системы производства товарной продукции

При составлении программы алгоритма были использованы широкие возможности языка программирования Turbo Pascal 7.0.

Программный продукт имеет пакетный интерфейс схожий с интерфейсом утилиты Fdisk фирмы Microsoft. Пользователь после запуска программы, получает список возможных вариантов исходных параметров, выбрав нужные ему значения он запускает процесс расчета и получает в отдельном файле результаты. Использование данного алгоритма, в течение одного дня позволяло рассмотреть до десятка вариантов и определить их положительные и отрицательные стороны.

Анализ расчетов ТЭП технологических схем позволил выявить ряд преимуществ предлагаемой поточной технологической схемы выемки вскрышных пород над применяемой цикличной. На рис. 2 показаны потребности в материально-технических ресурсах на период технического перевооружения. При ежегодном росте добычи угля на 350 тыс. тонн, соответственно должно было бы расти потребление материальных ресурсов. Однако внедрение новых технологий обеспечивает их снижение, за счет чего получаем практически const равную \$15-17 млн. США. Достигается это внедрением поточной технологии, сопровождаемой заменой однокорпусных экскаваторов на роторные, ж/д транспорта на конвейерный, исключением буровых станков.

Расчеты показывают, что техническое перевоо-

ружение обеспечивает снижение потребления ж/д рельсов на 54%, стальных канатов на 25%, деревянных шпал, переводных брусьев на 52%, взрывчатых материалов на 36%, ГСМ на 19%. При этом экономия в валюте составит от 2,4 млн. \$ США в 1999г. до 8,4 млн. \$ США в 2003г.

В связи с тем, что внедрение новой технологии осуществляется поэтапно, то и изменения экономических показателей производства имеют вид ломаной кривой.

Для повышения надежности осуществления проекта разработана схема финансирования, предусматривающая 100% финансирование за счет кредита Берлинер Банка с поэтапным выделением средств в течении 6 лет. Каждый этап определен в стоимостном выражении и предусматривает строительство законченной технологической линии «добыча-транспортировка-складирование». Кроме того, поэтапное финансирование обеспечивает в первый год, начала технического перевооружения, минимальные выплаты за кредит.

Таким образом, предприятиям дается возможность наращивания мощности, что обеспечивает в последующие годы наличие денег для погашения кредитов.

В конечном счете к 2004 году за счет технического перевооружения только по разрезу «Ангренский» можно добиться снижения материальных затрат до 30% и увеличения дохода на 100%

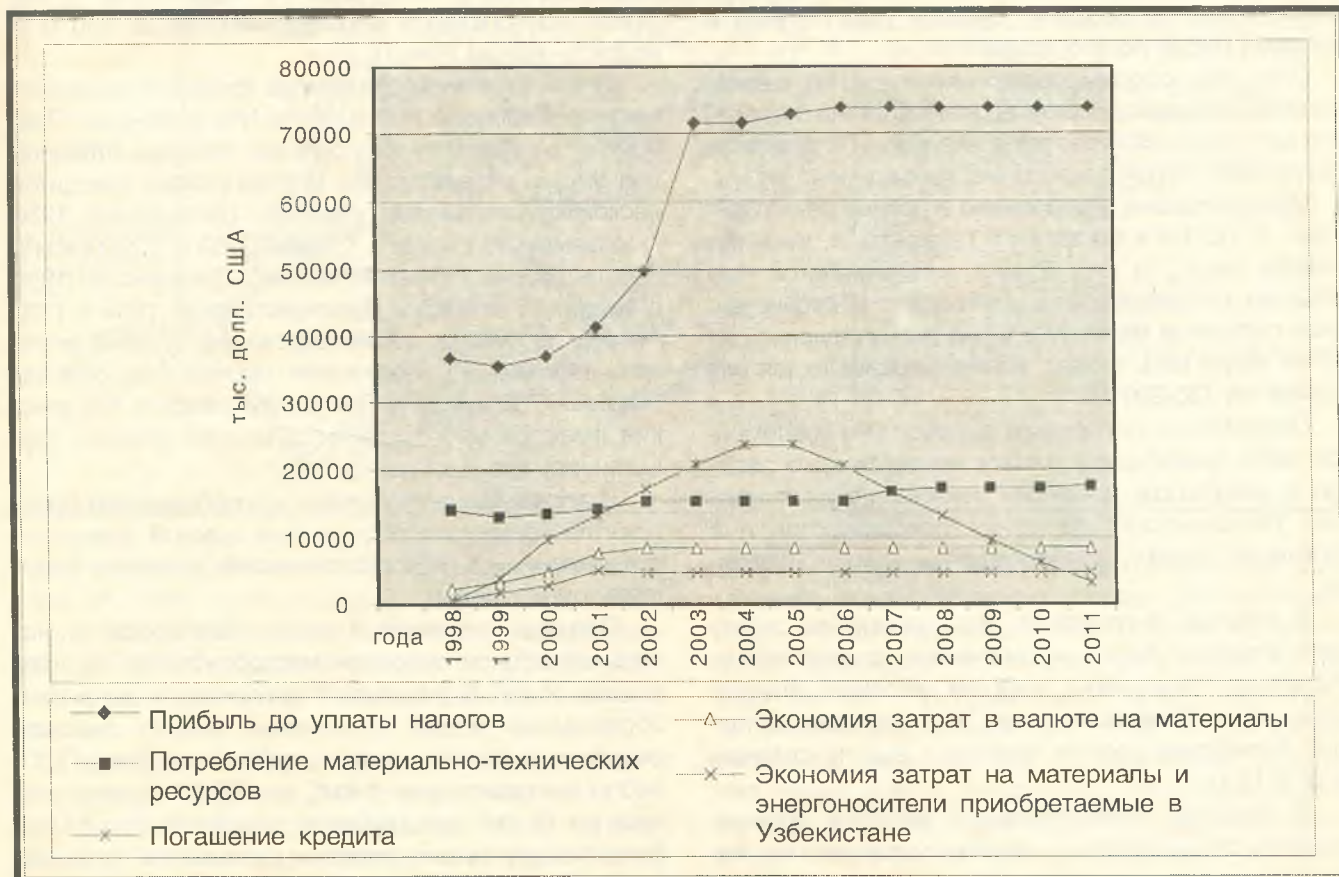


Рис.1. Экономические показатели производства при техническом перевооружении

УДК 622.271.4:658.511

## АТЧИНСКИЙ ОПОЛЗЕНЬ - УНИКАЛЬНЫЙ ОПЫТ БОРЬБЫ С ОПАСНЫМ ЯВЛЕНИЕМ



**А.И. Лелеко, генеральный директор, доктор техн. наук**

АО «УГОЛЬ»



**С.Я. Красников, канд. техн. наук**

САО ИГД  
им А.А. Скочинского

Промышленная разработка месторождений полезных ископаемых в горных и предгорных районах неизбежно сопровождается широким развитием техногенных оползневых процессов. Оползни осложняют ведение горных работ и причиняют ощутимые материальные убытки. Поэтому знания и опыт, полученные в процессе борьбы с этими опасными явлениями, имеют важное народнохозяйственное значение.

Уникальным по своим масштабам и возможным чрезвычайным последствиям является Атчинский (Загасан-Атчинский) оползень. Его объем - около 1 млрд.м<sup>3</sup>. Мировая практика до настоящего времени не располагала таким опытом борьбы с оползневыми процессами, каковой был получен в процессе работ по его стабилизации.

Оползень сформировался в результате техногенного (промышленного) воздействия на левобережные склоны долины реки Ахангаран в пределах Ангренского бурогоугольного месторождения.

Месторождение расположено в долине реки Ахангаран, в 110 км к востоку от Ташкента, и занимает площадь около 70 км<sup>2</sup>. Долина ограничивается Чаткальским и Кураминским хребтами с многочисленными глубокими ущельями. Сама долина шириной до 9,0 км имеет пять террас: верхние возвышаются над поймой на 150-200 м.

Оформление Ангренской депрессии в современном виде произошло в начале четвертичного периода в результате новейших тектонических движений. Тектонические движения продолжаются и в настоящее время, сопровождаясь землетрясениями.

В разрезе Ангренского месторождения сверху вниз залегают лессы и галечники, алевропелиты, песчаники, известняки, мергели, каолины, алевролиты, уголь. Пластовые воды, как правило, напорные. Колебания уровня грунтовых вод по сезонам года 3-15 м.

В пределах месторождения имеются древние оползни, захватившие в своем смещении отложения юры, мела, палеогена, а местами и четвертичные отложения.

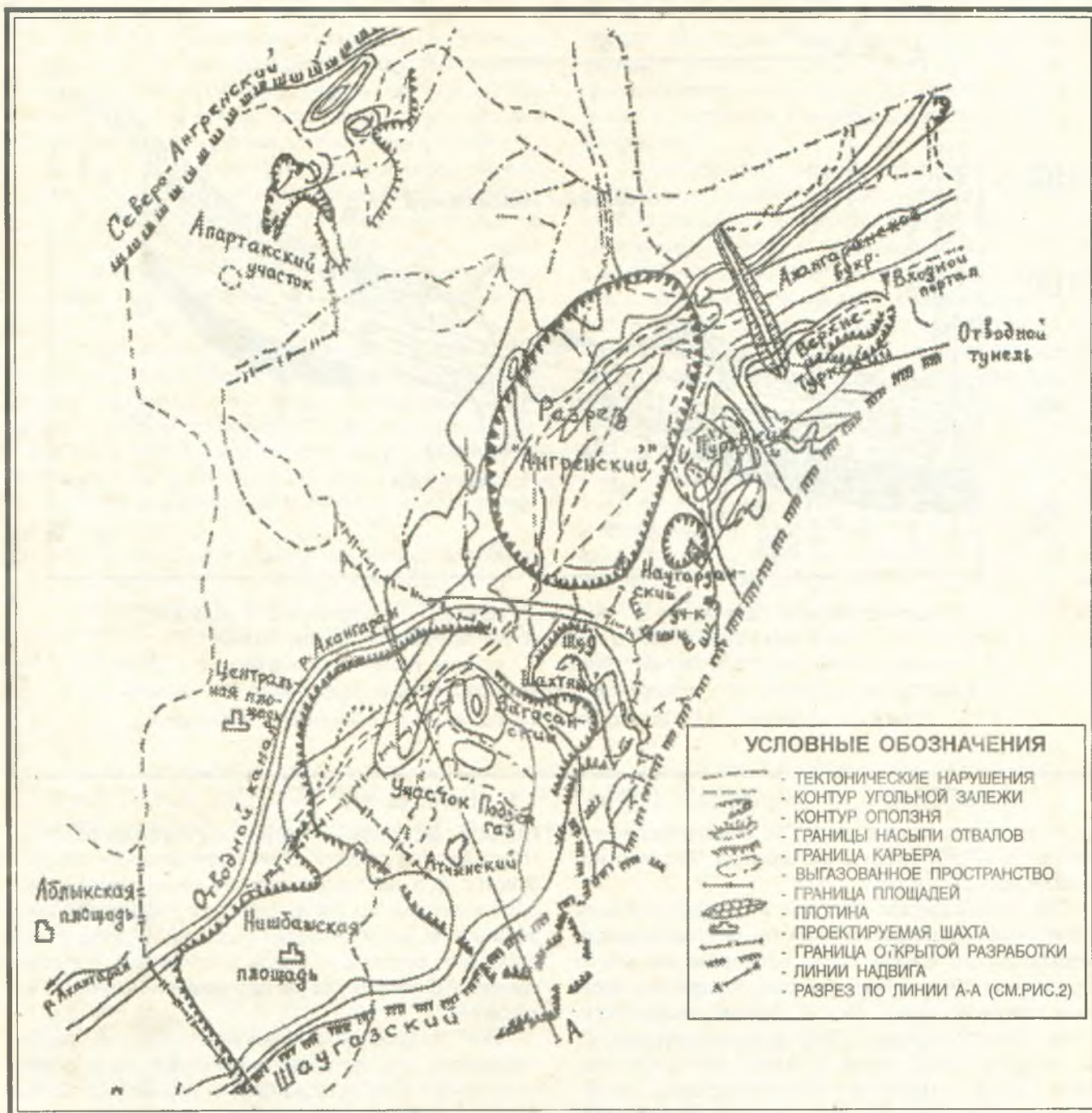
Техногенная нагрузка на эту площадь значительна: месторождение отрабатывается разрезом "Ангренский" (4,5 x 2,0 км, глубина 300 м); шахтой №9 (площадь выработок около 1 км<sup>2</sup>), угольными разрезами "Апартак" и "Наугренский", карьером горелых пород (глиняжей) и с ее подземной газификации угля "Подземгаз". Площадь выгазованного пространства около 1,5 км<sup>2</sup>. Здесь же расположены погашенные шахты №3, 8, углеобогадательная фабрика, железнодорожное хозяйство и ряд технических служб. Склоны подрезаны железнодорожными и автодорожными сооружениями. Все эти сооружения размещены на левом берегу долины р. Ахангаран на протяжении 10 км. Выше них находится плотина высотой до 100 м водохранилище (Рис.1).

Для отвода воды от разреза проведен семи метровый тоннель. Ниже шахты №9 и станции "Подземгаз" на левом склоне большая площадь отвала под отвалы и гидроотвалы. В этом районе находится несколько оползневых участков: Багаранский 1954 г. (объемом 400 тыс.м<sup>3</sup>), Турский 1954 г. (25 млн.м<sup>3</sup>), Верхнетурский 1954 г. (20 млн.м<sup>3</sup>), Загасанский 1954 г. (около 20 млн.м<sup>3</sup>) и Джигиристанский 1958 г. (около 10 млн.м<sup>3</sup>). В 1995 г. активизировался Турский оползень (40 млн.м<sup>3</sup>), произошел оползень в селе Нишбаш (700 тыс.м<sup>3</sup>). По бортам разреза Ангренский имеются многочисленные мелкие оползни техногенного происхождения.

В результате деятельности угледобывающих предприятий произошли деформации земной поверхности, изменились гидрогеологические условия и свойства горных пород.

Площадь оползней в конце 40-х годов (в начальный период освоения месторождения) не превышала 2 км<sup>2</sup>. В результате активизации древних образований новых оползневых очагов площадь оползней в 50-х годах при глубине отработки 10-140 м составила уже 4 км<sup>2</sup>, а в 70-80 гг. увеличилась до 15 км<sup>2</sup> при глубинах отработки 250-300 м. В настоящее время оползни скольжения развиваются на 9 участках, расположенных в зонах инженерных сооружений.

Рис.1. Схема расположения оползней и инженерных сооружений в Ангреном промышленном районе.

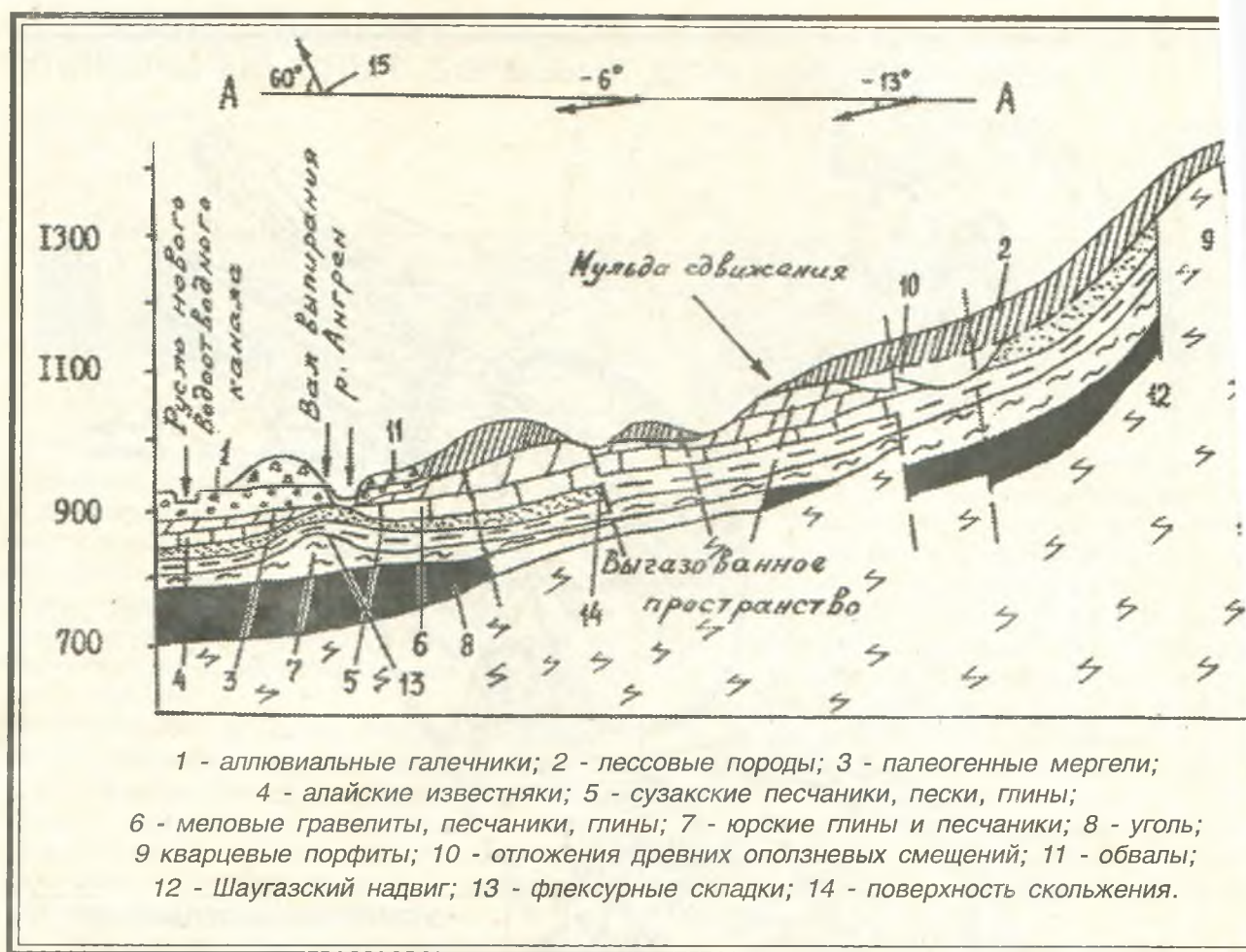


Крупнейший Атчинский (Загасан-Атчинский) оползень объемом около 1 млрд.м<sup>3</sup> проявился в 1972 г. в районе отвода станции подземной газификации угля (ПГУ). Его образование связано с расширением мульды сдвижения, сформировавшейся на протяжении 17 лет.

Первоначально на склоне, в пределах шахтного поля, сформировались Загасанский и Шахтный оползни. Затем, в 1972 г., юго-западнее горного отвода станции ПГУ начал свое развитие Атчинский оползень, который в 1977 г. соединился с Загасанским и находится в одном оползневом смещении (Рис.2).

Все это привело к потере бокового упора толщи меловых и палеогеновых пород, расположенных выше по склону, изменению режима подземных вод и формированию гигантского оползня на площади 8,0 км<sup>2</sup>. На правом берегу реки Ахангаран, на участке пос. Тешикташ (часть города Ангрена) появились валы выпирания, вызвавшие разрушение жилых домов, деформацию автомобильной дороги, русла реки, водоотводного канала на Ангреномскую ГРЭС и моста через р. Ахангаран. Не исключалось возникновение ситуации с катастрофическими последствиями: перекрытие русла реки, раз-

Рис.2. Геологический разрез Атчинского оползня.



рушение поселка, станции ПГУ, водопроводящего канала на ГРЭС, затопление разреза "Ангренский" и части города Ангрен.

Для стабилизации оползня и предупреждения последствий нависшей угрозы по рекомендациям, разработанным рядом НИИ, в безопасное место переселены 13 тыс. жителей пос. Тешикташ, построен отводной канал длиной 5,9 км, перенесена линия электропередач (ЛЭП) протяженностью 25 км, построен мост через р. Ахангаран с туннельными путями к месту отсыпки контрфорса, завершено строительство плотины Ахангаранского водохранилища для использования его емкости в целях регулирования стока при перекрытии оползнем русла реки. Разрезом "Ангренский" в контрфорсе отсыпано более 80 млн.м<sup>3</sup> вскрышных пород.

В результате выполненных инженерных мероприятий скорость смещения оползня уменьшилась в 12-16 раз и к 1981 г. опасность катастрофического смещения оползня была ликвидирована, что подтверждается исследованиями НПО "Узбекгидрогеология" в период 1972-1997 гг.

Была проведена огромная работа по изучению и мониторингу Атчинского оползня. По единой программе работали объединения "Узбекгидрогеоло-

гия", "Средазуголь", институты "УкрНИИпроект", "Карагандагипрошахт". Эти исследования проводятся и в настоящее время по 8 створам, считающим 60 поверхностных туров, расположенных по всей площади оползня в зоне сходящихся отвалов и валов выпирания. Дополнительно АО "Уголь" проводит нивелировочные измерения.

Для установления влияния колебаний уровня подземных вод на развитие оползня по 6 рокам и по 15-20 скважинам в мел-палеогеновых породах и тектонитах с цикличностью 3-6 раз в месяц проводятся многолетние режимные наблюдения.

Сейсмические воздействия на интенсивность движения оползня с 1976 г. регистрируются Аренской станцией института сейсмологии АН Узбекистана.

Полученные данные позволили разработать модели механизма образования оползня, спрогнозировать его развитие и разработать мероприятия по стабилизации оползневой системы.

Были определены обоснованные объемы отсыпки контрфорса для стабилизации оползня, разработаны профилактические мероприятия.

Было установлено, что активность оползня усиливается в период с мая по август и это связано с повышением уровня межпластовых вод.

Благодаря проведенным широким дренажным работам объем отвалов контрфорса, обеспечивающий устойчивость оползня, удалось уменьшить с 120 млн.м<sup>3</sup> до 90-100 млн.м<sup>3</sup> (при длине фронта отсыпки 3,2 км) и ускорить время стабилизации оползня.

В настоящее время организация работ по контролю состояния оползня и проведению необходимых защитных мероприятий основана на осуществлении системы мониторинга - наблюдения, прогноза и контроля за опасными геологическими процессами и изменениями состояния геологической среды (ГС).

Первой задачей и исходным звеном этой системы являются наблюдения по специально подготовленной режимной сети. Цель - оперативное получение полной и достоверной информации о характере, масштабе, интенсивности взаимодействия инженерных сооружений с ГС, для своевременного выявления признаков возникновения неблагоприятных процессов.

Второй задачей и звеном системы мониторинга является научно обоснованный прогноз.

Третья задача и звено мониторинга - оценка состояния ГС и выработка рекомендаций для принятия решений.

Конечной задачей и последним звеном системы мониторинга является управление - деятельность по нейтрализации возможных катастрофических последствий изменения ГС. Сюда входит решение оптимизационных задач по нормальному функционированию системы ГС-инженерные сооружения и выработки инженерно-геологических рекомендаций.

Таким образом, система мониторинга является важнейшим элементом комплекса мер по защите от катастрофических последствий оползневых процессов. Эта глубоко продуманная и научно обоснованная система непрерывного получения информации о состоянии и изменении геологической среды в оползневом районе позволяет вырабатывать четкие своевременные решения по предупреждению катастрофических последствий оползневых сдвижений.

Благодаря осуществлению комплексной программы по изучению природы и механизма оползневых процессов, своевременному проведению научно обоснованных мероприятий по локализации и стабилизации крупнейшего Атчинского оползня, скорость его смещения уменьшилась в 12-16 раз и опасность катастрофических последствий его развития была ликвидирована. Получен уникальный для мировой практики опыт борьбы с оползневыми явлениями.

УДК 622.271.3

## ОТРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРУТЫМИ СЛОЯМИ В УСЛОВИЯХ ОТСТАВАНИЯ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ



**В.Р. Рахимов, чл.-корр,  
АН РУЗ, доктор техни-  
ческих наук**

**А.Л. Аввакумов,  
кандидат технических наук**

Таш ГТУ

Современное развитие открытых горных работ сопровождается уменьшением текущего коэффициента вскрыши. Этому способствует то, что значительное число горных предприятий перешло на самофинансирование, т.е. на работу без дотаций со стороны государства. Успех их деятельности стал определяться в основном количеством добываемого полезного ископаемого, реализуемого на рынке. Вскрышные работы во время эксплуатационного периода работы карьера представляют собой трату

больших денежных средств предприятия. Поэтому горное предприятие старается экономить на выемке вскрыши. При этом возможны даже временные приостановки вскрышных работ.

В результате такого развития рабочей зоны в карьере начинается процесс постепенного увеличения углов рабочих бортов. Как правило, это увеличение происходит неравномерно по фронту и высоте рабочей зоны. Из-за этого в карьере возникают крутые участки в пределах рабочих бортов.

Рис.1. Годовое развитие горных работ при отработке целика

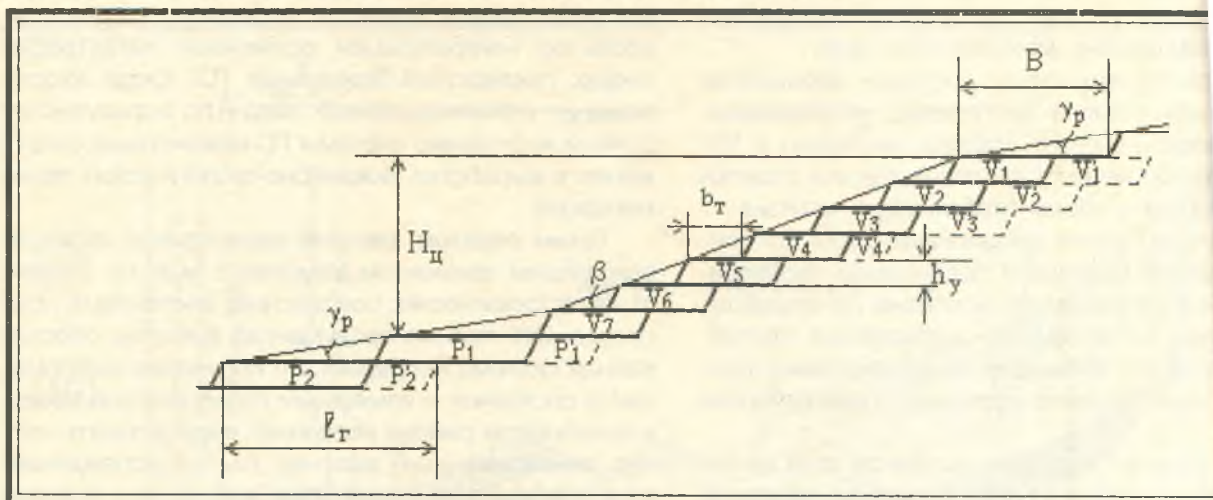
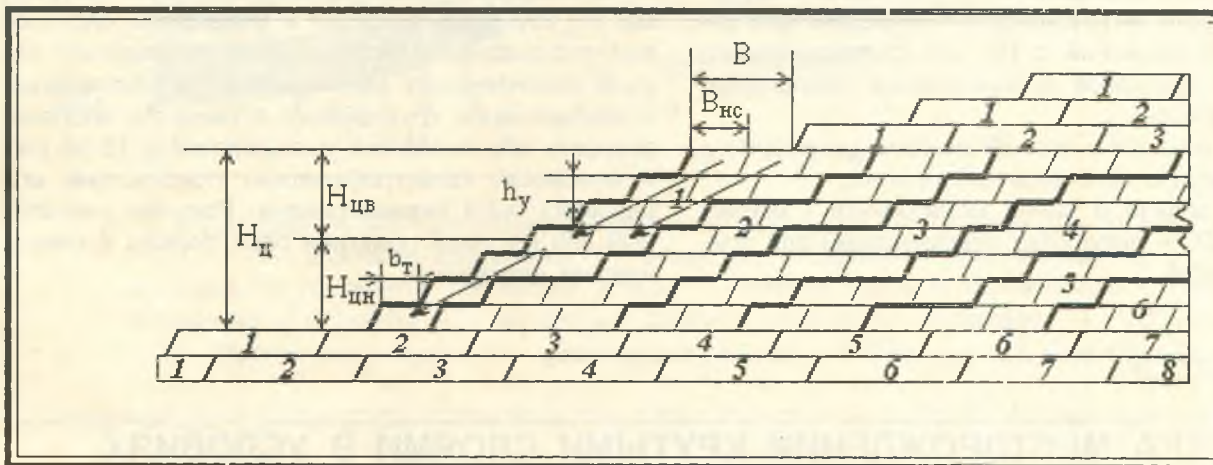


Рис.2. Порядок отработки целика крутыми слоями с разделением его на два подцелика



При углах более 23-25° снижается производительность горного оборудования по причине сужения рабочих площадок до минимальных размеров. При углах более 28-30° рабочие площадки уменьшаются до величины транспортных берм. В этом случае горное оборудование уже не может устанавливаться на каждом уступе и соответственно продвигать фронт горных работ в пределах крутого участка рабочего борта карьера. Такие крутые участки по терминологии [3] принято называть целиками.

Подвигание целика в сторону предельного контура карьера обычно на практике происходит за счет отработки крутыми слоями параллельно откоса крутого участка рабочего борта. При этом способе разработки выемочно-погрузочное оборудование размещается с флангов целика и ведет последовательную отработку уступов сверху вниз с подвиганием фронта работ каждого уступа на определенное ограниченное расстояние (на ширину крутого слоя). После отработки очередного крутого слоя оборудование перегоняется на верх целика, затем цикл повторяется. Наличие целиков в рабочей зоне карьера может усложнять ведение горных работ.

При этом возможно снижение интенсивности работ и соответственно производительности карьера по добыче полезного ископаемого. Это необходимо объяснить причины неблагоприятных явлений, дать оценку и выдать рекомендации по их устранению.

Рассмотрим последовательность развития работ при наличии целика, расположенного непосредственно над залежью полезного ископаемого. Как видно из (рис. 1) целик представлен уступами высотой  $h_y$ , он имеет угол откоса  $\gamma_p$ , высота составляет  $H_{ц}$ , на каждом уступе расположена транспортная берма шириной  $b_t$ . Выше целика находятся пологие участки рабочего борта карьера с углом наклона  $\gamma_p$  и шириной рабочих площадок  $B$ . Чтобы карьер имел нормальную производительность по полезному ископаемому, необходимо целик соответствующим образом сдвигать в сторону предельного контура карьера, как одновременно двигать все уступы при соответствующем уровне развития выемочно-погрузочного оборудования не представляется возможным передвигать уступы в целике возможно после

тельным их смещением в порядке сверху вниз. Отработка объемов вскрыши  $V_1, V_2, \dots, V_7$  (рис. 1) позволяет обеспечить выемку объемов полезного ископаемого  $P_1$  и  $P_2$ . Для соблюдения установленной годовой скорости добычных горных работ  $I_r$  и соответствующей выемки объемов полезного ископаемого  $P_1+P_1'$  и  $P_2+P_2'$  необходимо удаление объемов вскрыши  $V_1+V_1'$ ;  $V_2+V_2'$ ;  $V_3+V_3'$ ;  $V_4+V_4'$ ;  $V_5$ ;  $V_6$  и  $V_7$ .

В соответствии с [1] в рабочей зоне карьера действуют определенные закономерности между скоростями развития горных работ. Для проверки пределов интенсивности горных работ по разному целика во взаимосвязи с требуемой скоростью подвигания добычного фронта необходимо исследование по установлению порядка отработки целика. В исследование входит: анализ существующего порядка отработки, обоснование оптимального порядка отработки, выдача рекомендаций по дальнейшему ведению горных работ в районе целика. Для проведения исследования основные структурные элементы профиля месторождения (кровля и почва рудного тела, рабочие и нерабочие борта карьера и др.) представлены прямыми линиями. Структурные элементы модели связаны между собой аналитическими формулами. Допустимость таких упрощений вполне обоснована и известна в научной практике, она подтверждена рядом исследований.

Ранее было установлено, что скорость подвигания добычных работ  $I_r$  зависит от скорости разноса целика  $I_p$  и его высоты  $H_c$ . При постоянной высоте

целика  $H_c$  скорость подвигания добычных работ  $I_r$  зависит от скорости разноса  $I_p$  в прямой степени. Анализируя эти зависимости, можно отметить, что при способе отработки целика крутыми слоями для получения приемлемой скорости подвигания добычных работ (а значит и производительности карьера по добыче полезного ископаемого) необходимо стремиться уменьшать высоту целиков. Однако, при установленном развитии горных работ в карьере немедленно сократить высоту целиков невозможно. Но можно их разделять по высоте на части, встраивая между ними дополнительные рабочие площадки с минимальной или нормальной шириной  $B$ . Целик можно разделить на две равные по высоте части. В этом случае скорость разноса целика сократится в два раза при сохранении требуемого темпа добычных работ. Сам целик приобретет ограниченную скорость подвигания в сторону предельного контура карьера в дополнение к его разному и формированию.

Покажем к каким последствиям может привести наличие в рабочей зоне карьера целиков. На рис. 2 изображено календарное развитие горных работ при горизонтально расположенной залежи полезного ископаемого и целике, расположенным над ней. Горные работы над целиком представлены пологим рабочим бортом. Их основная функция состоит в своевременном вскрытии площадей для ведения горных работ по разному целика крутыми слоями. Ниже целика расположен пологий рабочий

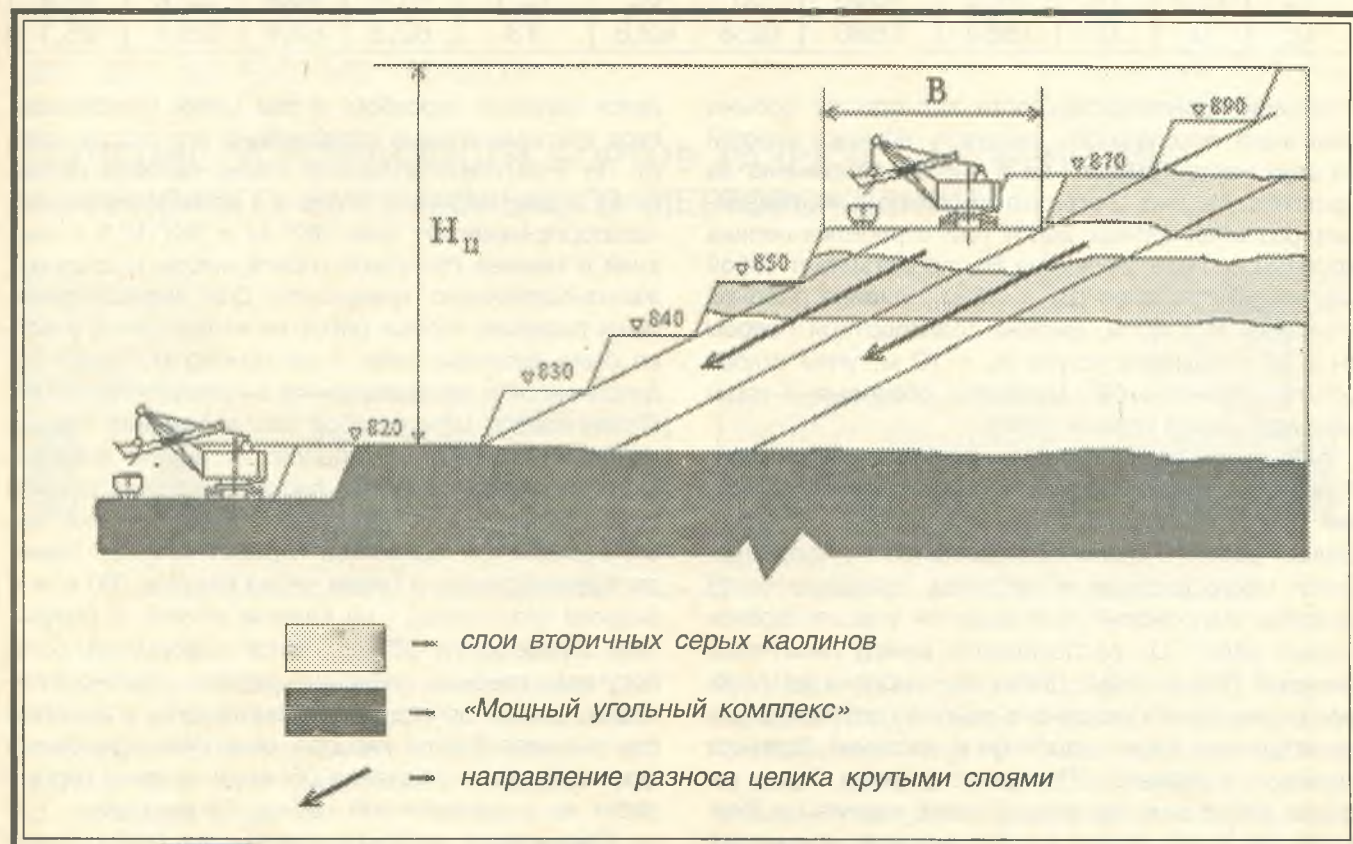


Рис.3. Технологическая схема валовой выемки вторичных серых каолинов

борт, на котором ведутся добычные работы, формирующие целик. Развитие горных работ при отработке целика крутыми слоями на полную его высоту не обеспечивает необходимого темпа добычных работ. При задании требуемой скорости продвижения фронта работ по полезному ископаемому скорость разноса целика будет недостижимо высокой.

При разделении целика на две части по высоте (рис. 2) добычной фронт горных работ будет продвигаться с требуемой скоростью для обеспечения

бор такой высоты в пределах уступов го угольного уступа (1) диктовался не изучения порядка отработки крутого р или целика разреза "Ангренский", обр в результате отставания вскрышных ра вых показателей. Включая уступ 5 и в гается пологий рабочий борт, ниже ус той - вплоть до Мощного угольного ко

Этот целик включает в себя рай добычи вторичных серых каолинов, их

**Параметры развития горных работ на участке борта разреза "Ангренский", включающ ний угольный комплекс и вторичные серые каолины**

| Гори-<br>зонт   | Ширина<br>площадки<br>на гори-<br>зонте, м |               | Длина фронта<br>работ<br>уступа, м |               | Углы<br>откоса<br>уступа<br>градус |               | Высота<br>уступа<br>м | Углы<br>откоса<br>борта карь-<br>ера, градус |               | Под<br>ф<br>р |
|-----------------|--------------------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|-----------------------|----------------------------------------------|---------------|---------------|
|                 | дек.<br>1991г                              | фев.<br>1993г | дек.<br>1991г                      | фев.<br>1993г | дек.<br>1991г                      | фев.<br>1993г |                       | дек.<br>1991г                                | фев.<br>1993г |               |
| 5               | 25,5                                       | 55,8          | 1956                               | 2050          | 66,5                               | 66,5          | 13,1                  | 24,6                                         | 22,4          | 49,4          |
| 6               | 38,8                                       | 24            | 1926                               | 1932          | 66,3                               | 66,3          | 12,4                  | 24,9                                         | 25,5          | 19,1          |
| 7               | 22,1                                       | 15,8          | 1904                               | 1922          | 67                                 | 67            | 10,3                  | 27,3                                         | 26            | 33,9          |
| 8               | 23,3                                       | 23,4          | 1898                               | 1906          | 66,4                               | 66,4          | 10,5                  | 28,5                                         | 25,9          | 40,2          |
| 9               | 18,8                                       | 18,2          | 1864                               | 1882          | 66,8                               | 66,8          | 9,5                   | 30,6                                         | 27,1          | 40,1          |
| 10              | 4,6                                        | 7,4           | 1859                               | 1878          | 66,2                               | 66,2          | 3,7                   | 32,8                                         | 28,1          | 40,7          |
| 11              | 13,9                                       | 24,5          | 1854                               | 1874          | 66,1                               | 66,1          | 9,9                   | 33                                           | 28,7          | 37,9          |
| 12              | 18,1                                       | 22,2          | 1838                               | 1864          | 66,4                               | 66,4          | 9,6                   | 34,5                                         | 33,4          | 27,3          |
| 13              | 15,9                                       | 14            | 1852                               | 1858          | 65                                 | 65            | 12,1                  | 41,7                                         | 43,6          | 23,2          |
| 1 <sub>ур</sub> | 0                                          | 0             | 1554                               | 1556          | 62,8                               | 62,8          | 13                    | 62,8                                         | 62,8          | 25,1          |

плановой производительности карьера по добыче полезного ископаемого, скорость разноса каждой из двух частей умеренная и вполне достижима на практике. На рис. 2 стрелками показаны направления развития горных работ при отработке целика крутыми слоями. Величина  $B_{nc}$  представляет собой ширину крутого слоя ( $B_{nc} = 25$  м), ширина рабочей площадки  $B = 40$  м, ширина транспортной полосы  $b = 15$  м, высота уступа  $h_y = 10$  м, углы откоса уступов приняты  $65^\circ$ . Цифрами обозначены годовые положения горных работ.

Покажем на примере разработки Ангренского буроугольного месторождения к каким последствиям приводят неблагоприятные факторы развития горных работ. В целях исследования порядка отработки месторождения в пределах северного борта разреза "Ангренский" был выделен участок фронта горных работ. Он располагается между пикетными линиями ПК6 и ПК24. Длина его выбрана по соотношениям охвата основного района попутной добычи вторичных серых каолинов и частично Верхнего угольного комплекса. По высоте участок борта карьера охватывает не только серые каолины и Верхний комплекс, но и частично вторичные пестроцветные каолины и Мощный угольный комплекс. Вы-

дется валовым способом, а сам целик от- ется крутыми слоями параллельно его от 3). По этой технологической схеме валов- ботка серых каолинов ведется с примене- каваторов-мехлопат типа ЭКГ-4у и ЭКГ-12 хней и нижней погрузкой горной массы в железнодорожного транспорта. Для анали- мики развития горных работ на выделенн- ке была получена табл. 1 на основе метс- дополненной и переработанной с примени- Сравнивались между собой два положени- работ на 1.12.91г. и 1.03.93г. В анализ- замеры ширины рабочих площадок, длины работ на каждом уступе, углов откоса усту- сотных отметок горизонтов и высот уступов- ры производились в плане через каждые 10- разрезе (по высоте) - на каждом уступе. В- тате обработки на ЭВМ исходной информац- получены средние значения ширины рабоч- щадок, длины фронта работ, вычислены угл- сов участков бортов карьера, величины под- фронта уступов, значения объемов выемки- работ за анализируемый период 15 месяцев.

Полученные результаты расчетов (табл. звалили выявить следующее. При существ-

порядке отработки участка борта карьера за период с 1.12.91г. по 1.03.93г. значения подвижек отдельных уступов колеблются в пределах 19,1-49,4 м. Средние значения подвигания всего участка борта составляют 25,1-33,0 м. Фактическую скорость разноса такого участка борта  $I_p$  можно примерно определить, исходя из количества уступов, слагающих участок, и величины подвигания самого верхнего уступа, т.е:

$$I_p = N_y \cdot I_n \cdot (n_{\text{год}} / n_{\text{пер}}), \text{ м};$$

где:  $N_y$  - количество уступов, входящих в участок;

$I_n$  - величина смещения верхнего уступа, м;

$n_{\text{год}}$  - число месяцев в году;

$n_{\text{пер}}$  - число месяцев за анализируемый период отработки участка.

Для данного участка борта карьера фактическая скорость разноса составит:

$$I_p = 10 \cdot 33 \cdot (12 / 15) = 264 \text{ м/год.}$$

Конечно, такой способ определения фактической скорости разноса участка борта карьера несколько ориентировочен, но для анализа динамики развития горных работ вполне пригоден.

Наличие целика над угольной зоной при такой скорости его разноса крутыми слоями не обеспечит плановой производительности по добыче угля разреза "Ангренский". Скорость подвигания фронта горных работ  $I_p$  при этом не может быть более 38-40 м/год.

В настоящее время на Ангренском разрезе ведется валовая выемка вторичных серых каоли-

нов. В ближайшее время намечается внедрение селективной выемки богатых по содержанию глинозема слоев серых каолинов. Но при селективной выемке интенсивность ведения горных работ падает на 15-20% от уровня валовой разработки. Следовательно, если придерживаться существующего порядка отработки, то темп добычи угля уменьшится до величины  $I_p = 30-32 \text{ м/год.}$

Отсюда вывод: необходимо изменить порядок отработки целика. Ранее указывалось, что при разделении целика на две части по высоте с вводом дополнительного выемочного оборудования скорость разноса каждой из частей можно сократить наполовину. При этом обеспечивается требуемый уровень добычи угля и становится возможным применение селективной выемки слоев вторичных серых каолинов.

В целом необходимо отметить, что при наличии в карьерном пространстве неблагоприятных факторов развития горных работ, следует изменять порядок отработки целиков.

## Литература.

1. Арсентьев А.И. *Вскрытие и системы разработки карьерных полей.* М., Недра, 1981.
2. Арсентьев А.И. *Законы формирования рабочей зоны карьера.* Л., ЛГИ, 1986.
3. Оводенко Б.К., Аршинов С.С. *Временно нерабочие борта в карьере.* М., Недра, 1977.

УДК 553, 93: 550, 812 (575,11)

## ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ РАЗРЕЗА «АНГРЕНСКИЙ» АНГРЕНСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



В. Г. Лобузов



В. П. Мельниченко

Геологоразведочная экспедиция АО «Уголь»

Ангренское бурогольное месторождение расположено в межгорной впадине, ограниченной с юго-востока Кураминским, а с северо-запада Чаткальским хребтом и приурочено к среднему течению реки Ахангаран.

Главной водной артерией на месторождении является река Ахангаран и ее основные притоки

Наугарзан, Джигиристан, Нишбаш (левые), Туганбаши, Саяк. Боксук. Дукент (правые), имеющие снежно-родниковое питание. Выше угольного разреза на реке Ахангаран сооружены плотина и водохранилище. Отвод реки осуществляется через Туннельное русло, проложенное на левом борту долины в обход угледобывающего разреза. Климат района

резко континентальный, с сухим жарким летом и прохладной зимой.

Развитие оползневых процессов в районе месторождения тесно связано с рельефными и климатическими условиями, особенностями геологического строения, гидрогеологическими условиями и техногенными процессами.

Ведение горных работ, связанное с разработкой Ангреновского бурого угольного месторождения, сопровождается активизацией оползневых явлений в бортах действующих разрезов по добыче угля. В этих условиях одной из важнейших проблем является прогноз возможного развития оползней в сложившейся инженерно-геологической обстановке. Своевременный прогноз начальной стадии оползнеобразования позволяет разрабатывать надежные мероприятия по предупреждению интенсивности развития оползней. Опыт ведения борьбы с оползнями показывает, что стоимость профилактических мероприятий в десятки раз меньше материального ущерба от оползней и мероприятий по ликвидации их последствий.

Изучение вопросов формирования оползней на площади месторождения ведется Геологоразведочной экспедицией АО "Уголь". На первом этапе постановки этих работ, изучение устойчивости бортов осуществлялось под непосредственным методическим руководством института УкрНИИПроект. Однако, в силу независимых обстоятельств, работы института по оказанию конкретной научно-технической помощи приостановлены. В настоящее время этими проблемами экспедиция занимается самостоятельно.

В геологическом строении месторождения принимают участие породы палеозойского фундамента и мезо-кайнозойского покрова.

Палеозойские отложения ( $C_3-P$ ) представлены осадочными метаморфизованными и изверженными породами, слагающими основание долины и горные хребты. В верхней части разреза палеозойских отложений выделена кора выветривания каолинового типа, мощностью до 150 м.

Мезозойские отложения ( $J-K_2$ ) имеют локальное распространение в районе Ангреновского бурого угольного месторождения.

Юрские отложения представлены нижней угленосной и верхней каолиновой свитами. Угленосная свита сложена песчаниками, глинами, углем, алевролитами. Каолиновая свита - пестроцветными глинами и песчаниками. Мощность юрских отложений изменяется от 70 до 200 м.

Меловые отложения представлены толщей пестроцветных плотных песчаных глин с прослоями гравелитов и мелкогалечных конгломератов общей мощностью 15-40 м.

Кайнозойские отложения представлены палеогеновыми ( $P$ ), неогеновыми ( $N$ ) и четвертичными ( $Q$ ) образованиями.

Палеогеновые отложения распространены по-

всеместно, представлены сузакскими туркестанскими слоями.

Сузакские слои - толща мелкозернистых и рыхлых песчаников с прослоями и гелистых глин мощностью от 7 до 40 м.

Алайские слои представлены известняками мощностью до 15-20 м.

Туркестанские слои представлены известняками и глинами мощностью до 10 м.

Отложения верхнего олигоцена и миоцена широко распространены в предгорной зоне. Представлены глинистыми и рыхлыми осадками мощностью 500-700 м.

Четвертичные отложения ( $Q$ ) представлены ледниковыми, аллювиально-пролювиальными, лавовыми отложениями - валунно-галечниковыми суглинками. Галечниковые отложения слагают пойму и аккумулятивные террасы. Лесовидные породы распространены в предгорьях и слагают их уступы. Мощность изменяется в широких пределах от 2-5 м.

В пределах Ангреновского бурого угольного месторождения помимо нормального осадочного комплекса к четвертичным отнесены породы всех возрастов от юрского до четвертичного. Морфизованные естественными пожарами.

Тектоническое строение Ангреновского бурого угольного месторождения чрезвычайно сложное. Тектонические структуры сформировались в каледонскую, герцинскую и альпийскую складчатости.

В период каледонской складчатости был сформирован нижний структурный этаж района, структуры этого цикла сохранились в виде шатровых синклинальных и антиклинальных складок.

В результате проявления ранних фаз альпийской складчатости были заложены основные структурные единицы района - Кураминский, Ангреновский антиклинории и Ангреновская депрессия. В последующие этапы эти структуры окончательно сформировались, а на крыльях развились структуры 2-го порядка северо-восточного простирания.

Третий этап тектогенеза - альпийский характеризовался окончательным оформлением складчатой структуры региона. Горнообразовательные процессы сопровождались крупными тектоническими нарушениями.

Гидрогеологические условия района находятся в тесной взаимосвязи с геологическим строением, характером рельефа, климатическими и метеорологическими условиями. Весь комплекс гидрогеологических условий района, является в той или иной степени водоносным. По приуроченности к условиям залегания выделяются следующие типы подземных вод: трещинные воды палеозойских отложений, карстовые воды мезокайнозойских отложений,承压 воды в отложениях четвертичного возраста.

Разработка Ангреновского угольного месторождения открытым способом привела к существующему состоянию.

изменениям всех элементов инженерно-геологических условий. Рельеф местности изменился за счет увеличения разреза, формирования отвалов, что привело к созданию больших площадей искусственных обнажений (откосы, тела насыпей, площади гидроотвалов) и изменению напряженного состояния (нагрузка и разгрузка), оседанию земной поверхности, а также к изменению гидрографии (коррекция речных русел, заболачивание) режима подземных вод.

Основные процессы, происходящие в бортах разреза, связаны с изменением состава и физико-механических свойств горных пород под влиянием как природных, так и техногенных факторов. В зависимости от геологического строения месторождения в прибортовой части разреза происходят изменения пород, в результате их разуплотнения, набухания и выветривания. Инженерно-геологические наблюдения на уступах угольного разреза показывают, что изменения в результате физического и химического выветривания, обводненности, сказываются на устойчивости откосов и поверхности отдельных уступов бортов. Осыпание и оплывание выветрелых пород приводит к разрушению междуступных берм и сдвиганию уступов, что сказывается на их устойчивости и безопасности. Это существенно снижает производительность горно-транспортного оборудования и ведет к уменьшению объема добычи угля.

В бортах карьеров, сложенных целиком или частично глинистыми породами, изменения происходят в более короткие промежутки времени и, главным образом, под влиянием атмосферных и подземных вод. В этих изменениях большую роль играет напряженное состояние пород.

Формирование откосных поверхностей и нового напряженного состояния горных пород при открытой разработке месторождения создает благоприятные условия для возникновения целого ряда деформаций, среди которых решающее значение имеют гравитационные склоновые деформации: обвалы, оплывины и оползни. Оползневые явления происходят по поверхности скольжения в горизонтально и слабонаклонно залегающих толщах осадочных пород.

В результате взаимодействия горных работ с природной средой возникают различные процессы, изменяющие ее и ведущие к нарушениям (деформации), которые в свою очередь, оказывают вредное влияние на технологический процесс добычи угля, устойчивость сооружений, безопасность труда, технико-экономические показатели предприятия и т.д., т.е. рациональное использование природных, технических и людских ресурсов. Для оценки техногенного воздействия на геологическую среду, а также для прогноза их отрицательного воздействия, при геологических исследованиях выделяют генетические условия, способствующие возникновению деформаций, а также комплекс факторов, способствующих их возникновению и интенсивному развитию.

Схема постоянного контроля за геологической средой рассматривается как достаточно "гибкая" система, позволяющая комбинировать геологические, геофизические и инструментальные исследования сдвиговых деформаций оползневого тела. В геологоразведочной экспедиции принята схема постоянного контроля за оползневыми процессами, включающая в себя наиболее информативные и экономически целесообразные методы контроля. Схема постоянного контроля за геологической средой включает три основных этапа:

1. Изучение предпосылок формирования деформаций (геологические, инженерно-геологические условия).
2. Ранний прогноз начальной стадии деформаций (геофизические исследования).
3. Контроль за прогрессирующими во времени деформациями (инструментальные измерения скоростей движения оползня).

Завершением этих этапов контроля является разработка мероприятий по уменьшению отрицательного влияния оползневых процессов на ведение горных работ.

В настоящее время борьба с возникающими или зарождающимися оползнями на бортах разреза заключается в следующем:

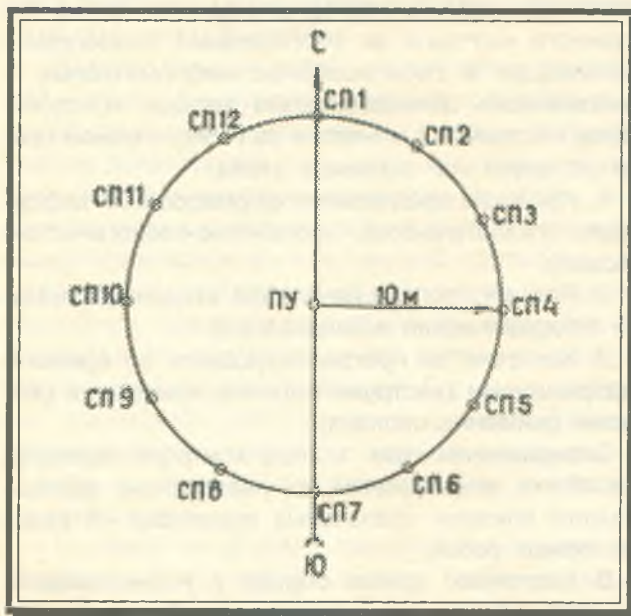
1. Планировка поверхности оползня и обеспечение отвода поверхностных вод за пределы опасного участка.
2. Оставление угольных целиков.
3. Разгрузка призмы активного давления и увеличение веса призмы упора путем отсыпки контрфорса в его нижней части оказывается эффективным при возникновении валов выпирания и глубинных оползней.
4. Устройство контрфорса из твердых пород у основания покровных оползней является недорогим и эффективным мероприятием.

С целью выявления начала процесса оползнеобразования и его развития во времени производятся геофизические наблюдения, которые являются вполне надежными средством контроля за развитием оползневых процессов и получения необходимой информации для их прогноза.

Первые опытно-методические работы сейсмическими методами экспедицией выполнены на естественной сейсмогеологической модели северного борта разреза "Ангренский". Целью работ являлось установление взаимосвязи между сейсмическими параметрами и их зависимости от состояния и свойств горных пород. По завершению этих работ было установлено, что наиболее эффективным методом для определения напряженного состояния массива является метод кругового сейсмического зондирования (КСЗ). Методика работ заключалась в установлении сейсмоприемников в специально подготовленные лунки, расположенные равномерно по кругу радиусом 10 м. (см. рисунок). Направление от центра к первому сейс-

КРУГОВОЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ (КСЗ)

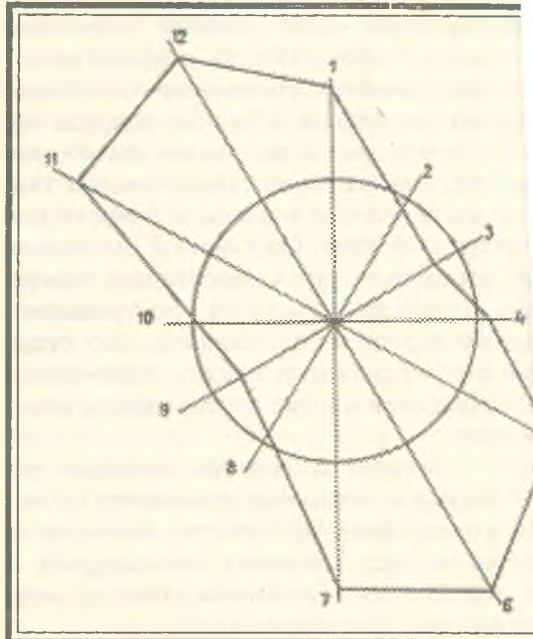
Рис.1. План схема установки сейсмоприемников



ПУ - Пункт удара (колебания создавались весом 16 кг.)

СП - Сейсмоприемник (сейсмоприемники крепятся в лунках строго по кругу усом 10 м.)

Рис.2. Круговые диаграммы времени продольной волны

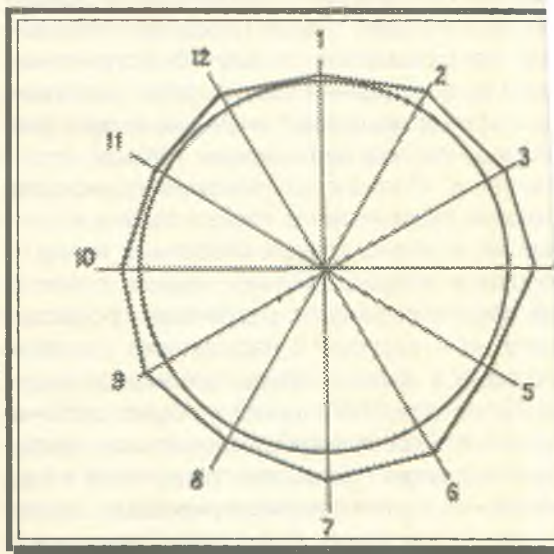


КСЗ №40 (северный борт)  
Аномальное значение коэффициента сейсмической анизотропии  $K_a = 2.94$

Скорость продольной волны:

$V_{max} = 1729 \text{ m/s}$

$V_{min} = 927 \text{ m/s}$



КСЗ №86 (северный борт)  
Фоновое значение коэффициента сейсмической анизотропии  $K_a = 1.01$

Скорость продольной волны:

$V_{max} = 1737 \text{ m/s}$

$V_{min} = 1706 \text{ m/s}$

## О МЕХАНИЗМЕ САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЯ



А.И. Пелеко,  
доктор техни-  
ческих наук



С.Я. Красников,  
кандидат техни-  
ческих наук



В.А. Кяро,  
инженер

А.А. А.  
кандид.  
гически

Институ  
биологии

АО «УГОЛЬ»

Материальный и социальный ущерб от спонтанного возгорания угля в шахтах и на поверхности был и остается столь значительным, что оправдывает затраты на широкие исследования по изучению механизма этого явления и разработки защитных мер.

Литература по вопросу самовозгорания угля охватывает более чем вековой период, но до сих пор нет адекватного решения этой проблемы, нет единой теории, способной объяснить механизм этого процесса с учетом всех его особенностей.

На сегодняшний день более или менее четко определены 4 составляющих механизма самовозгорания угля: химический; физико-химический; физический и биологический [1-3].

Естественно, что исследователи, в большинстве своем будучи узкими специалистами, искали объяснения явлению самовозгорания угля не выходя за рамки своей области знаний. Отсюда - чрезвычайная запутанность вопроса. И все же абсолютное большинство ученых сходятся на том, что в этих процессах решающую роль играют вода и кислород.

Сторонники химической теории самовозгорания угля считают, что в основе процесса лежит взаимодействие угольного вещества с кислородом воздуха, т.е. типично химическая реакция.

Однако использование лишь химических показателей для оценки пожароопасности часто приводило к неудачам. Стало ясно, что кроме критериев химической активности угля ("склонности угля к самовозгоранию") необходимо учитывать и другие факторы.

Физические условия самонагревания - это условия доступа кислорода воздуха к углю и условия распространения тепла. Под физической теорией самонагревания угля подразумевается теория, рассматривающая явление самонагревания с точки зрения взаимодействия процессов теплообразования и теплоотдачи. При таком подходе уголь рас-

сматривается как среда, обладающая р... ными источниками тепла известной... определенными теплопроводными свойс... Таким образом, физическая теория я... бы надстройкой к химической теории... угля и пытается с использованием мате... го аппарата объяснить процессы самона... самовозгорания угля на основе закона... энергии теплового баланса [4], т.е. на с... химическое направление в теории само... сменяется физико-химическим.

Физическая теория сумела объясни... рые моменты самовозгорания как следс... ческого процесса.

Многочисленные эксперименты разл... торов по изучению сорбционной способн... зали, что активные разновидности углей... поглощать кислород не сразу, а после н... инкубационного периода, длящегося от н... недель до нескольких месяцев [5].

Еще в 1840 году немецкий химик... высказал предположение, что причиной с... рания углей может быть пирит, который... ции с кислородом воздуха выделяет больш... чество тепла, способствуя самонагреван... до температуры воспламенения [1].

Позднее пирит, как причина пожаров... ных месторождениях, принимался и от... многократно. Не было найдено прямой ко... частоты возникновения эндогенных пож... среднего содержания пирита в угле. Одна... цая пирит как первую причину самовоз... большинство исследователей признают, что... способствует развитию этого процесса [5]. Ис... тели отмечают, что "окисление пирита в... ствие влаги сопровождается выделением... кислоты и сульфата железа, оказывающих... тическое воздействие на развитие процесс... возгорания угля." Таким образом, роль со... ющего пирита в развитии процесса самог...

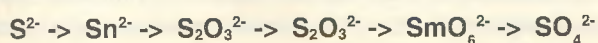
ния угля остается до конца не выясненной. Роль микроорганизмов в процессе окисления пирита не принимается во внимание.

Первые предположения о возможной роли микроорганизмов в образовании сульфатов в шахтных водах в угольных месторождениях были высказаны в 30 - 40-х годах [6], когда была выделена и идентифицирована бактерия, способная окислять закисное железо в окисное [7]. Различные штаммы этой бактерии впоследствии нашли широкое применение в выщелачивании металлов из руд [8].

При разработке колчеданных месторождений, когда открывается свободный доступ в рудный пласт поверхностным водам и воздуху, а вместе с ними и постоянно присутствующим различным микроорганизмам, температура иногда поднимается до 300°C и выше. Явление разогрева сульфидных руд получило название "подземных колчеданных пожаров".

Остановимся подробнее на роли микроорганизмов в процессах окисления сульфидных руд. Роль микроорганизмов в генезисе зоны окисления сульфидных месторождений представляется в следующем виде [6].

На первой стадии процесс окисления осуществляется при участии бактерии *Thiobacillus thioparus*, которая развивается при нейтральной pH. Известно, что процесс окисления сульфидной серы до сульфат-ионов протекает ступенчато с образованием ряда промежуточных продуктов. Так, если в кислой среде химическое окисление сульфидной серы протекает по схеме  $S^2 \rightarrow S^0 \rightarrow SO_4^{2-}$  то в нейтральной и щелочных средах оно происходит с образованием ряда промежуточных продуктов:



эти промежуточные продукты окисляет бактерия *Thiobacillus* и при этом происходит подкисление среды и понижение pH, т.е. создаются условия для развития других, более кислотолюбивых бактерий *Thiobacillus thiooxidans* и *Thiobacillus ferrooxidans* и начинается активный процесс второй стадии, когда закисное железо пирита окисляется бактериями в окисное, а сульфидная сера в сульфат-ион. При этом происходит накопление в среде серной кислоты и сульфата окисного железа, которые также играют активную роль в растворении сульфидных минералов.

На развитие активных бактериальных окислительных процессов большое влияние оказывают: трещиноватость, степень измельчения и влажность руды, наличие достаточного количества сульфидов, температура. В крепких монолитных рудах как бактерии, так и окислительные процессы отсутствуют.

Роль микроорганизмов в процессах окисления сульфидов доказана практикой, о чем свидетельствует широкомасштабное применение тионовых бактерий в биовыщелачивании различных металлов из сульфидных руд.

Процесс окисления пирита происходит с выделением большого количества тепла, которого в определенных небольших объемах может оказаться достаточно, чтобы проявился эффект самовозгорания. Следует отметить, что многие бактерии (например *Thiobacillus ferrooxidans*), воздействуя на пирит, окисляют его в сотни и тысячи раз быстрее обычного химического окисления. Для полного окисления пирита, обязательно присутствие кислорода и воды.

Расчеты показывают, что на окисление 1 г пирита расходуется 0,75 г воды. Т.е. при 7,5% влажности произойдет полное окисление пирита. На окисление 1 г пирита расходуется 1 г. кислорода, содержащийся в 3,4 л атмосферного воздуха. Вода должна быть в избытке, т.к. кроме расхода на саму реакцию, она необходима для создания среды обитания бактерий. Отсутствие воды препятствует осуществлению процесса окисления пирита и образованию серной кислоты, а прекращение поступления воды или высушивание опытного образца останавливает процесс на любом этапе, который возобновляется при повышении влажности (при подаче воды или после дождя).

Реакция окисления пирита - экзотермическая. Расчет энергетики процесса показывает, что при окислении 1 грамм-молекулы пирита (120 г) выделяется 340,0 ккал тепла.

Обычно микрзоны - это мелкие трещины, полости и другие нарушения угольного пласта или промежутки между кусками угля в кучах, объем которых не превышает 50-100 см<sup>3</sup>. В этих условиях для саморазогревания и самовозгорания угля достаточно, чтобы окислились 1,5-3,0 г пирита. Подобные микровключения пирита в угле не редкость. Достаточно такому микровключению пирита оказаться в описанной экологической нише (водоприток с растворенным в воде кислородом и различными микроорганизмами), то вероятность саморазогревания и самовозгорания резко повышается. При внешней температуре 20°C повышение температуры в микрзоне на 85°C оказывается достаточным, чтобы вызвать самовозгорание угля.

В пользу этих выводов говорят многочисленные наблюдения за саморазогреванием и возгоранием угля, когда разогревшиеся места занимали малые объемы, а возгорание выявлялось локально по появлению небольших огоньков.

Опубликованных работ по изучению проявления деятельности микроорганизмов в микрзонах в угле нами не обнаружено, однако по аналогии с работой [9] показавшей активное участие тионовых бактерий в микрзональном окислении пирита, можно предполагать, что бактериальное окисление сопутствующего угля пирита, происходит также.

Таким образом, выстраивается стройная цепочка причинно-следственных связей, объясняющих механизмы явления саморазогревания и возгорания угля.

При разработке угольного месторождения, когда вскрывается угольный пласт, открывается свободный доступ поверхностным водам и воздуху. В породный массив, в том числе и в угольный пласт проникают различные микроорганизмы, включая комплексы тионовых бактерий, которые скапливаются вместе с водой в трещинах, нишах и микропорах угля. Если в этих микроразделах окажутся одновременно пиритные включения, то начинается их бактериальное окисление. Вначале процесс этот разворачивается медленно, так как бактерии должны адаптироваться к новым конкретным условиям. Этот период в микробиологии называют "лаг-фазой" /от liegen - лежать/. Затем начинается бурный процесс роста и деления бактерий, т.е. размножение идет в геометрической прогрессии с периодом удвоения 8-10 часов. Образуется как бы "микрореактор" со всеми присущими ему свойствами: образование серной кислоты до 10%-ной концентрации, освобождение из состава минерала, переход в раствор и окисление  $Fe^{2+}$  в  $Fe^{3+}$  и микроразовое повышение температуры.

Более детально процесс выглядит так: комплекс тионовых микроорганизмов попадает в микрораздел и в зависимости от pH среды развивается тот или иной организм, но в целом происходит подкисление среды и последним включается в процесс окисления пирита бактерия *Thiobacillus ferrooxidans*. Обычно бактерии погибают при достижении в микроразделах температуры 50°C, но результат их деятельности оказывается достаточным, чтобы далее процесс пошел автокаталитически, т.е. освободившиеся из минерала и окисленные до трехвалентного железа в кислой среде взаимодействовали с сульфидами с дальнейшим выделением энергии и повышением температуры.

По нашим расчетам результат деятельности бактерий в виде заметного повышения температуры может проявиться в оптимальных условиях (при достаточном количестве влаги и кислорода и исходной температуре в микроразделе 15-25°C) уже через 15-20 суток.

Таким образом, предложенный механизм самонагрева и самовозгорания угля с учетом энергетики процесса биоокисления пирита, сопутствующего углю, корректно раскрывают особенности про-

цесса и дает возможность пересмотреть результаты многочисленных промышленных экспериментов по явлениям.

Подтверждение данных предположений даст возможность не только разработать новые методы борьбы с самовозгоранием шахтах и на поверхности, но и открыть перспективы для разработки принципов технологических процессов катализа "угля с регулируемой скоростью процесса окисления с широчайшей пользой как в промышленности

#### Литература.

1. Стадников Г.Л. Самовозгорающие породы, их геохимическая характеристика и распознавания. М.: Углетехиздат, 1973. - 100с.
2. Александров В.А., Глузберг Е.А., Г.Н., Кузьминский С.А., Лелеко А.И. Условия самонагрева угля в шахтах Кыргызстан, 1973. - 100с.
3. Кузьминский С.П. Научные основы профилактики эндогенных пожаров на угольных месторождениях. Фрунзе: Илим, 1977, - 219 с.
4. Веселовский В.С., Алексеева Н.Д. Самовозгорание промышленных материалов. М.: Недра, 1964. - 180 с.
5. Линденау Н.И., Маевская В.М., Козлов В.И. Происхождение, профилактика и тушение эндогенных пожаров в угольных шахтах. М.: Недра, 1972. - 320 с.
6. Каравайко Г.И., Кузнецов С.И., Голубев В.И. Роль микроорганизмов в выщелачивании из руд. М. 5 Наука, 1972. - 248 с.
7. Colmer A.R., Ninkle M.E. The role of microorganisms in acid mine drainage. A report. Science, 1947, V. 106, p.253.
8. Соколова Г.А., Каравайко Г.И. Физико-геохимическая деятельность тионовых бактерий. М.: Наука, 1964. - 333 с.
9. Каравайко Г.И. О микроразовом окислении окислительных процессов в серном Роздольском месторождении. /Микробиология, том 30, вып.2, с. 286-290.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СРЕДНЕЙ АЗИИ



*Б.Р. Раимжанов, доктор  
техн. наук, профессор*

*Навоийский ГГИ*

В топливно-энергетическом комплексе стран СНГ продолжает занимать особое место угольная промышленность. Прогнозные запасы угля в Республике Узбекистан составляют 11,3 млрд. т. (для сравнения: в Республике Кыргызстан - 29,8 млрд.т, в Республике Таджикистан - 2,8 млрд.т).

Так, как большое число месторождений Средней Азии характеризуется сложными горно-геологическими условиями и находятся в горных местностях, промышленное освоение их должно учитывать специфические особенности труднодоступных высокогорных районов. Специфические факторы высокогорья (высота, повышенная тектоническая активность, сейсмичность, рельеф, климат и т.д.) существенно влияющие на технологию разработки высокогорных месторождений угля, необходимо учитывать при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий в этих районах.

Как известно, угольные месторождения могут разрабатываться открытым, подземным и геотехнологическим (скважинным) способами. В Узбекистане применяются все три способа добычи угля. Проведенные нами многолетние исследования относятся к традиционному шахтному способу и нетрадиционным методам добычи угля.

Шахты Среднеазиатского региона как типичные представители высокогорных месторождений характеризуются, как правило, низкими технико-экономическими показателями, малой производственной мощностью, невысоким уровнем механизации очистных и подготовительных работ, труднодоступностью многих месторождений, высокими эксплуатационными потерями угля, особенно при слоевой выемки мощных пластов.

В этих условиях возникает настоятельная необходимость разработки и совершенствования технологических схем шахт при традиционной технологии для отработки участков высокогорных месторождений с более благоприятными условиями и

создания нетрадиционных технологий для отработки участков со сложными условиями, основанных, в частности, на подземной газификации и подземном сжигании угля.

Методикой исследований предусмотрена разработка обоснованной структурной схемы типизации высокогорных месторождений с помощью которой, можно было бы формировать группы шахтопластов, однородные по основным горно-геологическим факторам, в рамках которых решается задача выбора рациональных технологических схем отработки.

Для установления однородных по сложности групп горно-геологических условий прежде всего необходимо выявить набор наиболее предпочтительных горно-геологических факторов, влияющих на выбор технологических схем шахт. Степень влияния горно-геологических факторов на выбор элементов технологической схемы и производственных процессов шахты установлена с помощью экспертного опроса. Задача решалась методом парных сравнений. К исследованию было принято 29 природных факторов.

Полученное предпочтительное подмножество природных факторов послужило основой для формирования однородных групп высокогорных месторождений угля Средней Азии по сложности горно-геологических условий и выбора рациональных технологических схем шахт для каждой группы.

Для группирования однородных шахтопластов по совокупности горно-геологических условий были установлены диапазоны изменений основных горно-геологических факторов. Формирование однородных групп высокогорных месторождений (шахтопластов) осуществлялось путем реализации разработанного алгоритма, который позволил сгруппировать месторождения Среднеазиатского региона на пять представительных групп со сходными горно-геологическими условиями (таблица 1).

| Группа | Кол-во шахт в группе | Нарушенность шахтного поля (категория по сложности) | Угол падения пластов, град. | Мощность пласта, м | Глубина разработки (м) |     |
|--------|----------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|-----|
| I      | 3                    | средней нарушенности (II)                           | до 35                       | 1,21-3,5           | до 600                 | ком |
| II     | 3                    | средней нарушенности (II)                           | до 35                       | более 3,5          | до 600                 | ком |
| III    | 2                    | сильно нарушенные (III)                             | 36-55                       | 1,21-3,5           | до 600                 | ком |
| IV     | 2                    | средней нарушенности (II)                           | 19-35                       | более 3,5          | более 600              |     |
| V      | 3                    | средней нарушенности (II)                           | 36-90                       | более 3,5          | до 600                 |     |

Примечание: шахты входящие в однородные группы;

I - "Северная", "Кок-Янгак", "Тегенек";

II - №9,6/18 и "Восточная";

III - №1/2 Шурабского месторождения, "Центральная";

IV - "Ленинского комсомола", №8;

V - "Шаргуньская", "Фан-Ягноб", "Джергалан".

На основе блочной структуры технологической схемы, решена задача выбора рациональных технологических решений по основным подсистемам шахты с последующим конструированием технологических схем для однородных групп.

Предварительно выделив подмножество предпочтительных вариантов технологических звеньев подсистем шахты, было осуществлено упорядочение их для последующего синтеза рациональных технологических схем шахтовариантов высокогорных месторождений.

Используя двумерное упорядочение технологических звеньев-подсистем шахты (степень значимости звеньев и ранг предпочтительности альтернатив звена), составлен банк данных для формирования технологических схем шахтовариантов. Более предпочтительные разновидности элементов технологической схемы шахты из множества возможных вариантов для всех пяти групп сложности высокогорных месторождений приведены в табл. 2.

Для типичных шахт каждой из выделенных групп по сложности рекомендованы технологические схемы очистных работ, обеспечивающие максимально возможные нагрузки на лаву и производительность труда.

Исследования показали, что для эффективной разработки месторождений (шахтопластов), входящих и III-V группы по сложности, необходимо радикально менять существующую технологию горных работ.

В качестве альтернативы традиционным способам подземной угледобычи можно рассматривать технологии подземной газификации и подземного сжигания угля. Подземная газификация, имея ряд преимуществ по сравнению с добычей угля в шахтах и на разрезах, вместе с тем имеет много недостатков. Анализ работ действующих Ангренской и Южно-Абинской станций "Подземгаз" показывает, что они имеют невысокие технико-эконо-

мические показатели и на данный момент не представляют серьезной конкуренции существующим технологиям добычи угля и получения газа.

Оценивая современное состояние газификации угля, необходимо отметить, что эти работы находятся на начальных стадиях экспериментальных и полупромышленных испытаний. Отдельные эксперименты дают обнадеживающие результаты. С целью повышения эффективности технологии ПГУ нами были рассмотрены некоторые теоретические аспекты технологии по методу определения материального и энергетического баланса, а также способы повышения теплотворной способности газов ПГУ путем введения различных окислителей. Был выполнен анализ большого объема лабораторных экспериментов по определению оптимальных параметров в газогенераторе при разном дутье на специально разобранной лабораторной установке. По результатам исследований установлено, что для повышения эффективности технологии ПГУ наиболее эффективным является воздушно-кислородное дутье с содержанием  $O_2$  в 49-55% или паровоздушно-кислородное дутье с тем же содержанием  $O_2$  и паром. При этом повышение теплотворной способности газов ПГУ составляет 1,4-1,6 раза.

Анализ процесса ПГУ показывает, что основные реакции имеют противоположные эффекты. Так, реакции горения углерода и окисления углерода - экзотермические, они как источники тепла в процессе требуют значительного избытка кислорода и поднимают температуру до 1100-1200°С, обогащая в то же время газ углекислотой. Другая группа реакций - реакции восстановления, обогащающих отход теплотворными компонентами CO и  $H_2$  и дающие отрицательный тепловой эффект, т.е. эндотермические. Для этих реакций нужны высокие температуры. Следовательно, для того чтобы получить водородный газ, необходимо разделить эти противоположные энергетические процессы на отдельные стадии. Лабораторный эксперимент проводился в две стадии. На первой стадии в газогенератор подавали воздух, обогащенный кислородом, и нагревали угольный блок до как можно более высоких температур и насытили отходящий газ углекислотой, т.е. угольный блок должен интенсивно окисляться в избытке кислорода на первой стадии газификации.

## Предпочтительные разновидности элементов технологической схемы шахты.

| Элементы технологической шахты              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Группа сложности высокогорных месторождений | Вскрытие шахтного поля                                                                                                                                                                                               | Схема и способ подготовки шахтного поля                                                                                   | Система разработки                                                                                                                                                                  |
|                                             | 2                                                                                                                                                                                                                    | 3                                                                                                                         | 4                                                                                                                                                                                   |
| I                                           | 1. Наклонными стволами без вспомогательных вскрывающих выработок.<br>2. Штольнями без вспомогательных вскрывающих выработок.<br>3. Штольнями с горизонтальными вспомогательными вскрывающими выработками.            | 1. Панельная, индивидуальный, пластовый.<br>2а. Панельная, индивидуальный, полевой.<br>2б. Панельная, групповой, полевой. | 1а. Длинными столбами по падению с одинарными лавами.<br>1б. Длинными столбами по падению со спаренными лавами.<br>2. Длинными столбами по простиранию.                             |
| II                                          | 1. Наклонными стволами без вспомогательных вскрывающих выработок.<br>2. Комбинированный способ вскрытия.<br>3. Наклонными стволами с горизонтальными вспомогательными вскрывающими выработками.                      | 1. Панельная, индивидуальный, пластовый.<br>2а. Погоризонтная, индивидуальный, полевой.                                   | 1. Наклонными слоями, а в слое длинными столбами по простиранию.<br>2а. Длинными столбами по падению с одинарными лавами.<br>2б. Длинными столбами по падению со спаренными лавами. |
| III                                         | 1. Вертикальными стволами с горизонтальными вспомогательными вскрывающими выработками.<br>2. Комбинированный способ вскрытия.<br>3. Наклонными стволами с горизонтальными вспомогательными вскрывающими выработками. | 1. Этажная, групповой, полевой.<br>2. Этажная, индивидуальный, полевой.                                                   | 1. Длинными столбами по простиранию.<br>2. Сплошная                                                                                                                                 |
| IV                                          | 1. Вертикальными стволами с горизонтальными вспомогательными вскрывающими выработками.<br>2. Комбинированный способ вскрытия.<br>3. Вертикальными стволами без вспомогательных вскрывающих выработок.                | 1. Этажная, индивидуальный, полевой.<br>2. Этажная, индивидуальный, пластовый.                                            | 1. Наклонными слоями, а выемка слоя длинными столбами по простиранию.<br>2. Длинными столбами по простиранию.                                                                       |
| V                                           | 1. Штольнями без вспомогательных вскрывающих выработок.<br>2. Штольнями с горизонтальными вспомогательными вскрывающими выработками.<br>3. Наклонными стволами.                                                      | 1. Этажная, индивидуальный, полевой.<br>2. Этажная, индивидуальный, пластовый.                                            | 1. Столбами по падению с крепью ЩРП.<br>2. Столбами по падению под гибким перекрытием.<br>3. Подэтажным обрушением.                                                                 |

ции. Газ собрался в газгольдер, откуда затем подавался на вторую стадию газификации, в раскаленную реакционную зону, уже в малом количестве с тем, чтобы увеличить время нахождения молекул  $\text{CO}_2$  в контакте с углеродом. Отходящий газ после первой стадии содержал в среднем 25,5%  $\text{CO}_2$  и 5,1%  $\text{CO}$ . После второй стадии  $\text{CO}$  в отходящем газе уже составляло в среднем 41,3%, а  $\text{CO}_2$  5,4%. На второй стадии можно предусмотреть добавку в дутье водяного пара (до 10-15 % объема дутья). При этом отходящий газ второй стадии обогащается кроме  $\text{CO}$  также  $\text{H}_2$ .

Для обеспечения постоянного получения продуктивного газа при двустадийной газификации в промышленных условиях необходимо ввести еще один рабочий газогенератор дополнительно к двум (рабочему и отработанному), синхронизированный с другим рабочим газогенератором, таким образом, чтобы они были задействованы постоянно на разных стадиях процесса одновременно: если один подвергается окислительному горению, то второй-восстановительному процессу, или наоборот. Таким образом, нами разработан способ двустадийной газификации угля, который является альтерна-

ЛЕЛ  
Влия  
РАИ  
Выб  
отра

КОГ  
О д

КАР  
Эле  
доб

ХАС  
Обс  
груг

КРА  
Пер  
као

ЛЕЛ  
Пер  
в у

ЛЕЛ  
Бис  
прс

БЫ  
Прс

ШЕ  
СЕ  
Тер  
в с  
прс

ШЕ  
Пе  
Уз

АЕ  
Го  
ус

тивным способу газификации с использованием паровоздушно-кислородного дутья для получения высококалорийного газа при ПГУ. Разработаны рекомендации по применению технологической схемы двустадийной газификации в условиях Ангренской станции "Подземгаз".

Оставленных в недрах на отработанных шахтных полях, а также горизонтах и участках действующих шахт запасы по традиционной технологии либо невозможно извлекать по технологическим причинам, либо экономически нецелесообразно. В таких случаях можно переходить к принципиально новой (альтернативной способу ПГУ) нетрадиционной технологии подземного сжигания угля (ПСУ).

Технология ПСУ направлена на производство экологически чистого газообразного энергоносителя, используемого для получения газа, горячей воды и электрической энергии непосредственно на месте его добычи путем сжигания оставленных в недрах забалансовых и некондиционных запасов угля, а также неотработанных запасов на участках в шахтопластах ввиду особой сложности горно-геологических условий, которые зачастую имеют место при разработке высокогорных месторождений. Технология может быть использована также при разработке новых месторождений угля и сланца.

Нами решалась задача обоснования разработки технологических схем подземных пологих пластов с наземным и подземными утилизации тепла продуктов с отработки различных технологий. Для этого сконструирована стендовая модель применительно к условиям Ангренского месторождения. По результатам проведения работ доказана работоспособность технологии размещения теплообменных устройств в подземных выработках (кня). Проведенные исследования по изучению процесса подземного сжигания угля в пологих мощных пластах позволяют разработать ряд технологических схем по подземному сжиганию некондиционных запасов, охране угля, оставленного в потерях по площади, а также запасов угля в отработанных роторах станции "Подземгаз".

Таким образом, в результате многолетних исследований разработаны и рекомендованы для производства прогрессивные технологические схемы отработки угольных месторождений. Это касается как для традиционного, так и для нетрадиционных способов угледобычи.

УДК 622.58

## ВЛИЯНИЕ ФЛОКУЛЯНТОВ НА СВОЙСТВА ПЛЫВУННЫХ ПОРОД



**А.И. Лелеко, генеральный директор, доктор техн. наук**

**АО «УГОЛЬ»**

**С.Я. Красников, канд. техн. наук**

**САО ИГД им А.А. Скочинского**

Наличие в вмещающих горные выработки породах участков или слоев обводненных глинистых пород (как правило, песчаников) грозит прорывами плавучины. В результате такого прорыва шахта несет значительный материальный ущерб, а выработка надолго выходит из строя.

В силу своего структурно-минералогического состава плавучинные породы не поддаются закреплению твердеющими смесями. Их проницаемость чрезвычайно низка [1].

Единственным широко применяемым в настоящее время способом профилактики прорывов плавучины является их водопонижение в массиве пу-

тем бурения в основном из выработок до скважин. Малую водоотдачу приходится компенсировать бурением большого количества скважин. Известные способы замораживания, химического закрепления, гидротехнического закрепления, специального оборудования и имеют узкую специализацию (локальны по воздействию) [1-4].

Рассмотрим механизм, приводящий к прорыву плавучинную массу.

Действие воды на глинистые породы проявляется в изменении их физико-механических свойств. Это объясняется большой активной поверхностью глины. Так, в 1 см<sup>3</sup> плотно упакованной

ды будет содержаться  $10^{12}$  частиц с общей площадью  $6\text{ м}^2$ .

При уменьшении плотности расположения зерен и соответствующем росте активной поверхности контакта между водой и твердым скелетом породы значительная часть воды, обволакивающая отдельные зерна, молекулярно связывается с ними и перестает участвовать в свободном передвижении. Силы молекулярных связей воды с породой во много раз превосходят силу тяжести и придают воде новые свойства. Это изменение структуры, увеличение плотности и текучести, снижение (на десятки градусов) точки замерзания.

Содержащаяся в водонасыщенной породе глина, удерживающая воду, зачастую играет роль смазки, способствуя ее переходу в плавунное состояние.

Механизм перехода водонасыщенной породы в плавунное состояние заключается в разрушении под дополнительной нагрузкой или при сдвигении (влияние, например, техногенных факторов) сложившейся или естественной ее структуры. В результате происходит передача нагрузки на воду. В массиве образуется разжиженная и весьма подвижная текучая масса.

Связанная вода, таким образом, играет главенствующую роль в обретении породой плавунных свойств. Решение задачи борьбы с глинодержащими плавунками должно состоять в том, чтобы нейтрализовать или хотя бы ослабить связи породы с водой. Такой массив будет легче отдавать воду и при его деформировании передача нагрузки на воду затрудняется.

В органической химии известна группа полимеров, называемых флокулянтами, способных при растворении в воде эффективно осаждают твердые взвеси. Это направление в химии стремительно развивается. Так, в 1967 г. в США было рекомендовано для практического использования 9 флокулянтов разного состава, а в 1969 г. это число возросло до 18, в 1970 г. - до 79, а в 1971 - до 134 [6]. Сегодня флокулянты широко используются в системах коммунального хозяйства для очистки питьевых и сточных вод, а в больших концентрациях - в качестве стабилизаторов буровых растворов, в процессах обогащения (флотации) полезных ископаемых, в бумажной промышленности для удержания наполнителя в бумаге и снижения потерь волокна, в сельском хозяйстве - для придания нужных свойств почве, и т.д. [7].

Флокуляция-процесс соединения в водной среде мельчайших частиц, не обладающих достаточной агрегативной устойчивостью. В результате этого образуются сгустки частиц-флокулы, оседающие в виде рыхлого осадка. Свойствами флокулянтов преимущественно обладают линейные макромолекулы, несущие полярные группы на обоих концах цепи. Объясняется это тем, что длинная молекула поли-

мера присоединяется двумя концами к двум разным частицам дисперсной фазы притягивая и скрепляя их углеводородным мостиком [7,8].

Большинство флокулянтов - органические полиэлектролиты, т.е. вещества представляющие собой природные или синтетические водорастворимые линейные полимеры анионного, катионного, амфотерного и неионогенного типов.

Итак, процесс флокуляции состоит в "сшивании" полимером взвешенных в растворе микрочастиц. При этом микрохлопья объединяются в крупные агрегаты со значительно меньшей активной поверхностью. Их связи с молекулами воды многократно ослабляются. Седиментация агрегатов (осаждение под действием гравитационного поля) протекает значительно быстрее.

Оптимальные условия флокуляции достигаются при дозах полимеров (в зависимости от объема взвешенной фракции), обеспечивающих покрытие доступных участков поверхности твердых частиц. Пресыщение поверхности частиц молекулами полимера приводит к ухудшению флокуляции, так как свободные концы макромолекул могут адсорбироваться на той же поверхности, образуя петли, и число мостовых связей между соседними частицами уменьшаются. Например, флокулянт полиакриламид (ПАА) при концентрациях более 3% действует как стабилизатор взвешенных частиц и широко используется во флотационных процессах на горно-обогатительных предприятиях [6].

Таким образом, в водных средах с различной насыщенностью и составом взвесей, для эффективной работы требуется также разное количество флокулянта.

В настоящее время вопросы использования флокулянтов хорошо изучены только для взвесей с малым содержанием твердой фракции. Не исследованной остается область воздействия флокулянтов на насыщенные глинистые растворы (свыше 2 г/л), а тем более на обводненные глинодержащие породы.

Поэтому задачами проводившихся исследований было, во-первых, изучение влияния различных концентраций флокулянта на осаждаемость насыщенных взвесей и, во-вторых, - на изменение водоотдачи горных пород.

В качестве объектов исследования были приняты плавунные породы Шурабского угольного месторождения (Таджикистан) и флокулянт полиакриламид (ПАА).

Данные проведенного структурно-минералогического анализа следующие:

- кварц, полевой шпат (размерами 0.1-1.0 мм) - 10-20%;
- кварциты, глинистые сланцы - 72-75%;
- цемент глинистый - 8-10%.

Выбор ПАА не случаен. Этот широко известный и относительно доступный полимер имеет стабиль-

ные характеристики и является одним из лучших представителей своего класса (Рис.1.) [9].

Были получены микрофотографии на которых изображен плавун до и после воздействия на него раствора ПАА. Хорошо видны изменения его структуры.

Для изучения воздействия флокулянта на осаждаемость взвесей применялась следующая методика.

Из образцов плавунцов получали "вытяжку" путем просеивания предварительно высушенной породы через мелкое сито (до 0.5 мм). Полученную "вытяжку" дозировали по весу. Выбранную дозу (например 2 г) принимали постоянной для данной серии опытов. Ее помещали в стеклянный цилиндр с делениями, заливали также определенным количеством воды, тщательно взбалтывали и выдерживали в течение часа. После этого в полученную взвесь добавляли флокулянт, концентрация которого рассчитывалась по весу к водной фазе. Затем смесь снова перемешивали. Наблюдения и измерения проводились в течение суток. Каждый опыт повторяли четыре раза. Полученные результаты измерений в итоге усреднялись.

Весовые соотношения твердой и жидкой фаз (Т:Ж) во взвесах при этом составляли 0,5:1, 1:1, 1,5:1 и 2:1. Концентрация добавляемого флокулянта в растворе изменялась от 10 до 1000 г/т.

В процессе наблюдений периодически инструментально фиксировалась величина столба осветленного слоя (средняя скорость осаждения частиц). Изменения одновременно производились и на контрольном (водном) растворе. В результате был получен параметрический ряд концентраций пригодный для дальнейшей обработки и анализа.

Для того, чтобы полученные результаты измерений были сопоставимы, потребовалось привести их к общей системе отсчета, а именно к величинам измеренного в соответствующие промежутки времени столба осветленного слоя в контрольном растворе, и, дополнительно, к величинам полностью осажденного слоя (замер через 24 часа). Это связано с изменениями соотношения Т:Ж в каждой серии опытов. В общем виде формула приведения запишется следующим образом:

$$N_{ij} = \frac{h_{ij} * h_{1,24}}{h_{ij} * h_{i,24}}$$

где  $N_{ij}$  - показатель седиментации (осаждаемости) взвеси (приведенная высота осажденного слоя в данный момент времени);

$i$  - порядковый номер опыта - строки в таблице, соответствующей определенной концентрации флокулянта;

$j$  - указатель времени проведения замера - столбца в таблице;

$h_{ij}$  - высота осветления в опыте (при данной концентрации флокулянта) в момент времени  $t_{ij}$  начала отсчета.

В результате подобного проведения серии опытов получаем таблицу, в которой строки содержат верхнюю строку и правую строку содержат единицы. С использованием данных можно построить график зависимости от времени второго порядка, характерной для осаждающейся под действием флокулянта под действием времени. Количество флокулянта во времени полученных результатов показал стабильность седиментации во времени, что свидетельствует о начальный период.

На рис.2. представлены графики, показывающие зависимость от концентрации флокулянта от концентрации флокулянта, для всех соотношений. Все кривые на графиках, выраженные точки максимумов, оптимальным концентрациям флокулянта.

На рис.3. показан итоговый график, определяющий оптимальные концентрации флокулянта для любых соотношений твердой и жидкой фаз (Т:Ж) в растворе. Данная кривая определяет искомые параметры, но не имеет закономерности их изменения: с одной стороны в растворе требования к концентрации флокулянта снижаются, а с другой стороны к выполаживанию.

В процессе этих исследований при исследовании эффекта, который заключался в густении разжиженной породной массы (более) при воздействии повышенных концентраций флокулянта (600-900 г/т и выше). После введения с флокулянтом породная масса нескольких секунд переходила из жидкого вязкого пластичного состояния, теряла свою форму и даже поддавалась формовке. Как увеличивалась в объеме и содержании многочисленных воздушных полостей. В результате образовывавшейся структурой и поверхностью. При этом адгезия (налипание) посторонним предметам породы резко снижалась. Была проведена дополнительная серия исследований на образцах шлама из гидроотстойника "Ангренский". Результат аналогичный.

Нам представляется, что наблюдаемый эффект может быть с успехом использован, при ликвидации последствий прорыва, при ускоренной расчистке карт гидротранспорта при брикетировании угля и т.д.

Вторая стадия лабораторных исследований заключалась в нагнетании флокулянта в гидротранспортный массив, т.е. в моделировании условий его работы на шахте.

Стенд моделирует условия работы во время дренажной скважины, производительности

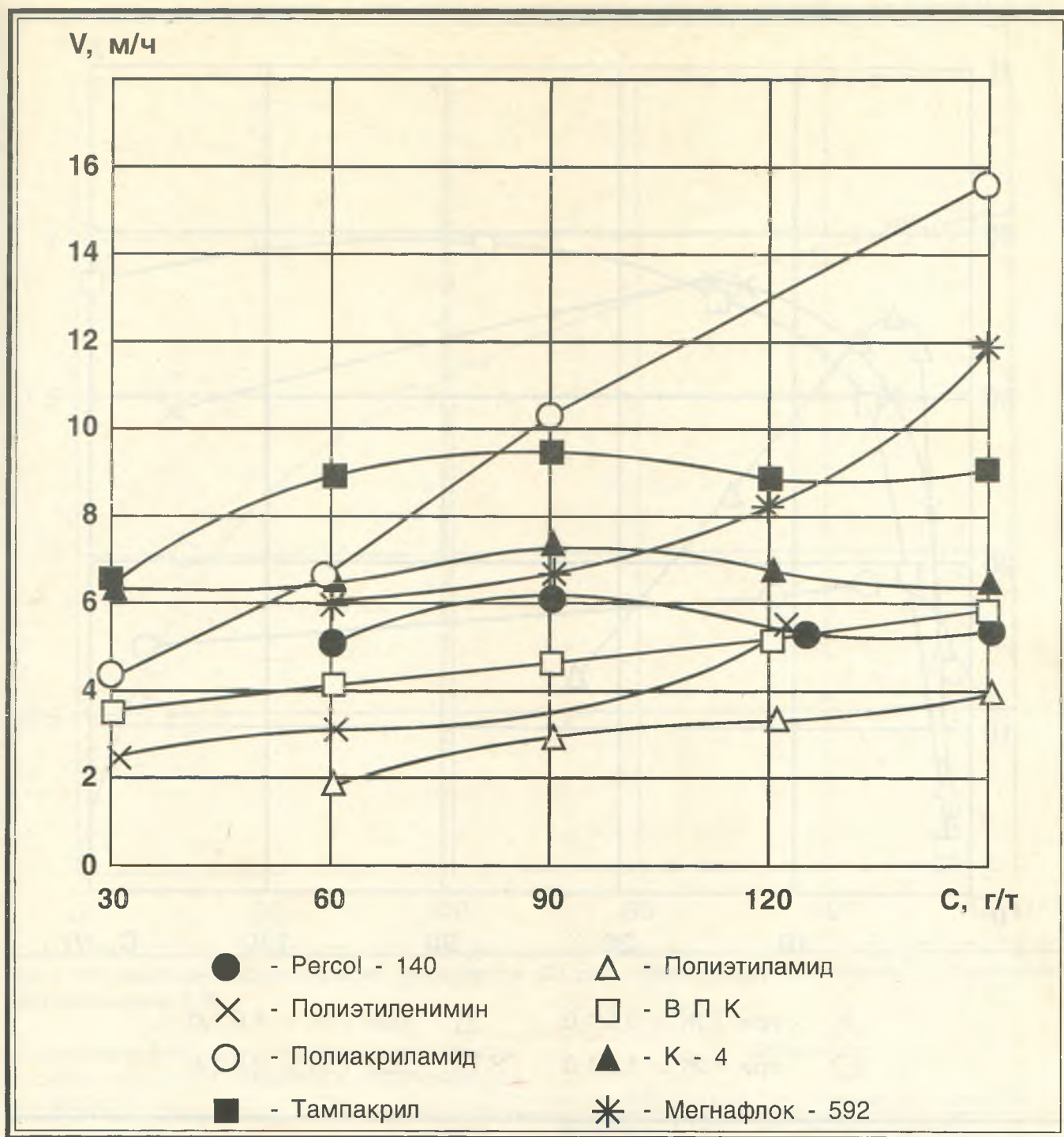


Рис.1. Влияние различных флокулянтов на скорость седиментации шлама при его содержании в растворе 30 г/л [9].

должна увеличиться от воздействия флокулянта на пловун.

Стенд (рис.4.) состоит из ряда стеклянных цилиндров 1 диаметром 35 - 40 мм и длиной 1,0-1,3 м установленных в вертикальном положении. Каждый цилиндр представляет собой автономную дренажную систему: верхний конец открыт, а нижний оборудован пробкой с дренажной трубкой 2 диаметром 3-4 мм. Цилиндры на 0,4-0,5 м заполня-

лись пловуном 3. Сверху доливался столб воды 4 высотой 150-200 мм и опускался шланг 5 устройства автоматической подпитки 6, обеспечивающего постоянство уровня жидкости над пловуном. Вытекающая из дренажной трубки жидкость собиралась в приемной емкости 7.

Нагнетание раствора флокулянта в пловун производилось через дренажную трубку. Для этого использовалась специальная нагнетательная установ-

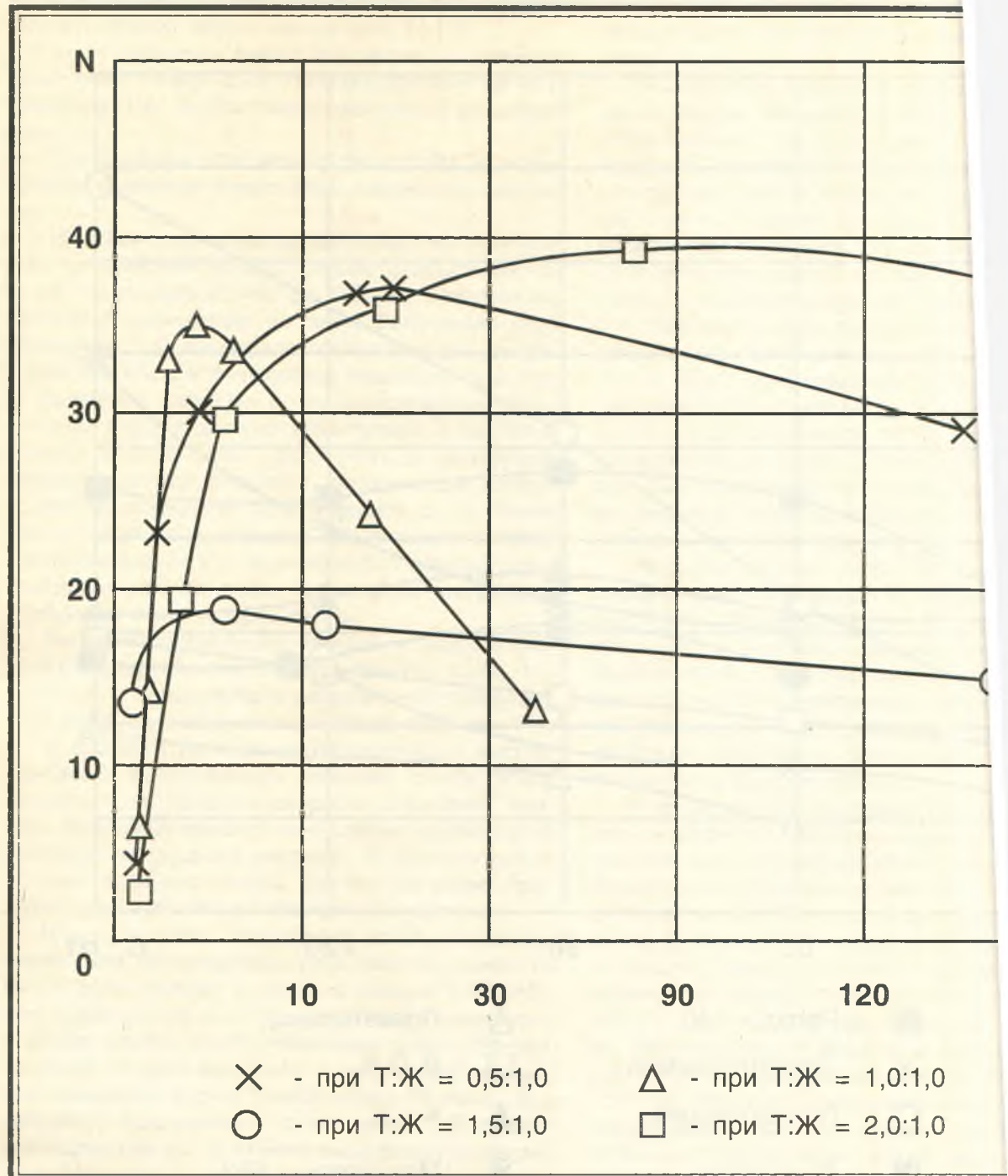


Рис.2. Зависимость показателя седиментации (N) от концентрации флокулянта (C) в р

ка, состоящая из микрокомпрессора, подающего сжатый воздух в закрытую колбу-сифон с нагнетаемой жидкостью. Под действием давления сжатого воздуха жидкость из сифона по другому трубопроводу через дренажную трубку стенда нагнеталась в пловун. Темп нагнетания не превышал 50 мл/мин.

В процессе измерений периодически фиксировалась водоотдача из дренажной трубки. Концентрации флокулянта выбирались исходя из результатов первого этапа исследований.

На (рис.5.) приводятся графики изм... отдачи от количества нагнетаемого ф... целом подтверждающие и дополняющ... результаты. Поле графиков условни... на две зоны. Зона 1 характеризует... вую работу дренажных систем стенда из... ного нарушения сложившейся структу... после нагнетания в него жидкости. В... нажные системы стенда выходят на раб... (устойчивая водоотдача в контрольной

Из графиков следует, что границы о

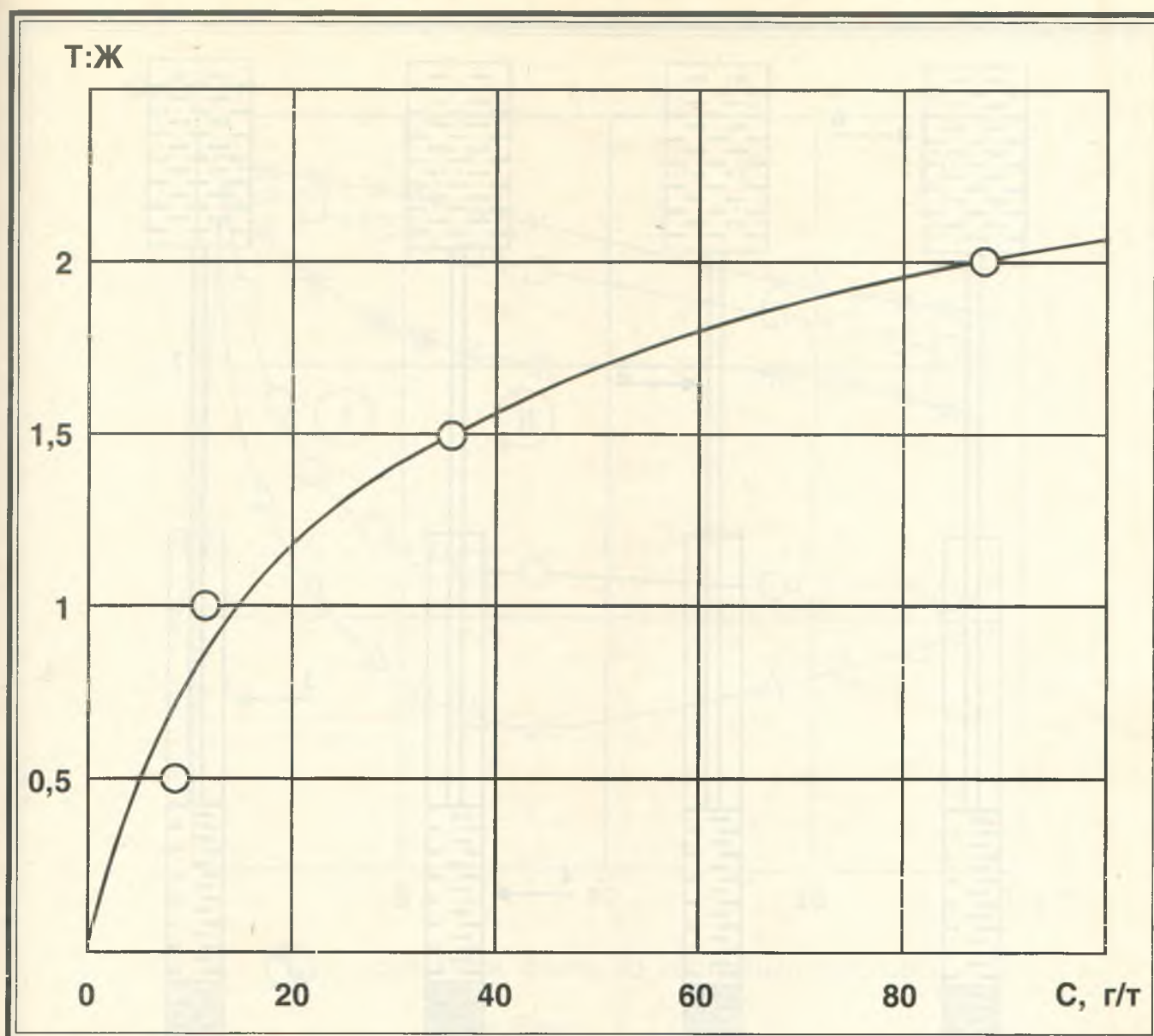


Рис.3. Оптимальные концентрации флокулянта (С) для седиментации растворов с различными соотношениями Т:Ж

концентрации флокулянта для обводненного массива сильно размыты и находятся в пределах от 100 до 1000 г/т.

### ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований обоснована и экспериментально доказана возможность воздействия флокулянта на плавунный массив для повышения водоотдачи.
2. Количественно определены величины требуемых концентраций флокулянта и установлены тенденции их изменения.
3. Обнаружен эффект быстрого загустения при перемешивании обводненной породной массы с флокулянтом повышенной концентрации, который может найти широкое практическое применение.

### Литература.

1. Маньковский Г.И. Специальные способы сооружения стволов шахт. М.:Недра, 1965.
2. Насонов И.Д., Федюкин В.А., Щуплик Н.М. Технология строительства подземных сооружений. М.:Недра, 1983
3. Электрохимическое закрепление пород // Ю.Бабец, В.Бондаренко, В.Захаров и др.-Метрострой.-1984.-№4. с.5-6.
4. Бабец Ю.Н., Бондаренко В.И. Результаты промышленных испытаний электрохимического способа закрепления обводненных пород //Горный журнал.-1982.-№2 с.34-35.
5. Стрельский Ф.П. Бокий Л.Л. Условия возникновения порывов при разжижении пористых пород под нагрузкой //ФТПРПИ.-1987, №6.-с.103-106.

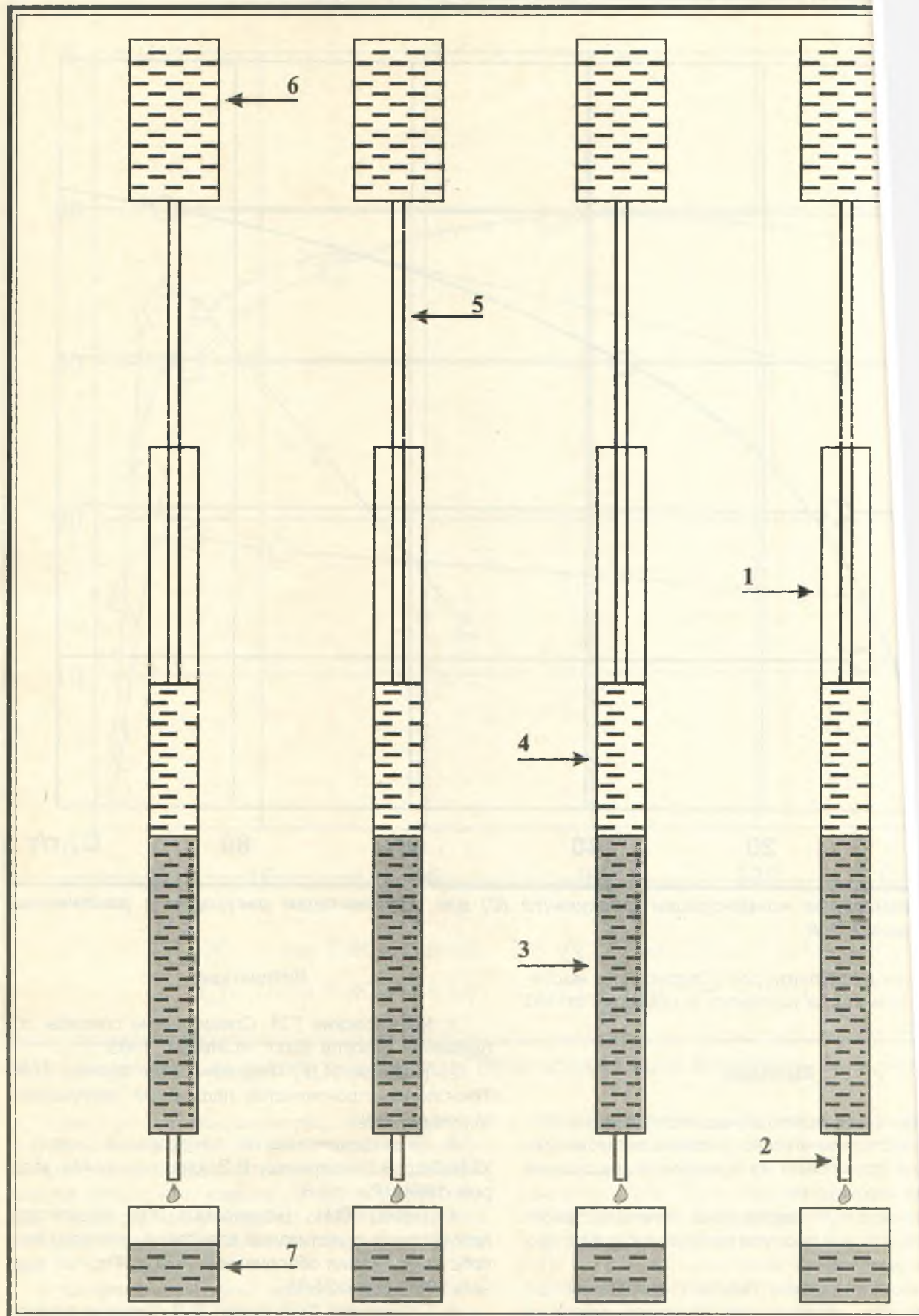


Рис.4. Экспериментальный стенд для нагнетания флокулянта в плавун

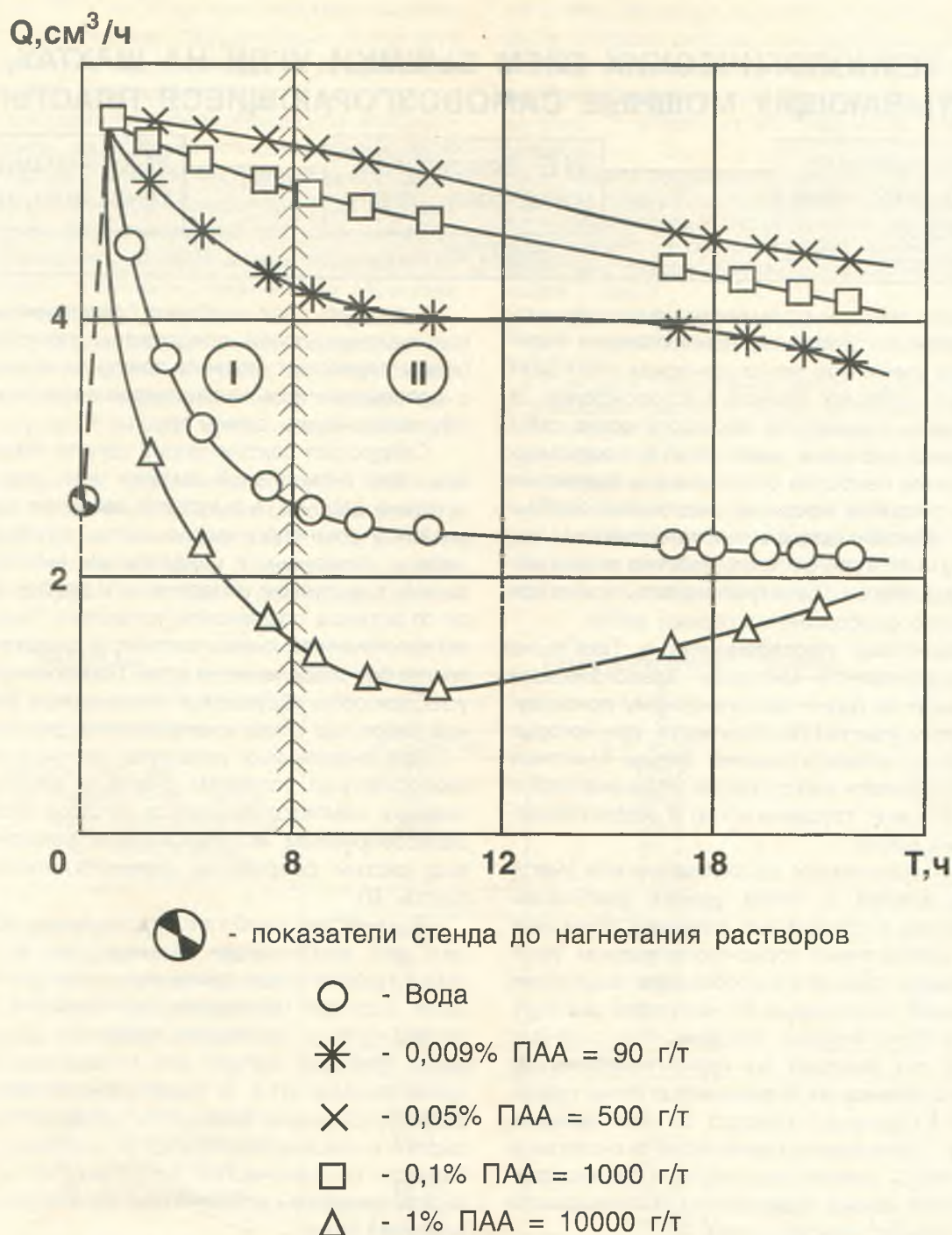


Рис.5. Влияние различных концентраций флокулянта (С) на дренажные свойства пльвуна

6. Бабенков Е.Д. Очистка вод коагулянтами. М., Наука, 1977г.

7. Фридрихаберг Д.А. Курс коллоидной химии. Л., "Химия", Ленинградское отделение, 1984 г.

8. Воюцкий С.С. "Курс коллоидной химии". Москва, Из-во "Химия", 1976г.

9. Кинареевский В.А., Борш М.А., Миллер Э.В., Богуславский Л.Ф. Исследовать технологические параметры обогащения разубоженных углей зольностью 45-50% с конвейерной подачей сырья на установку (Отчет) №814, ИОТТ, Люберцы, 1980.

# ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ВЫЕМКИ УГЛЯ НА ШАХТАХ, ОТРАБАТЫВАЮЩИХ МОЩНЫЕ САМОВОЗГОРАЮЩИЕСЯ ПЛАСТЫ

*Б.Р. Раимжанов,  
доктор техн. наук,  
профессор*

*И.Б. Насридинов,  
канд. техн. наук*

*Ж.К. Акрам,  
канд. техн. наук*

НавГГИ

Склонность пластов к самовозгоранию относится к переменным факторам, принимающим участие в выборе элементов технологических схем шахт в конкретных условиях данного месторождения. В первую очередь, разработка технологических схем пожароопасных угольных шахт должна предусматривать создание наиболее безопасных и эффективных схем и способов вскрытия, подготовки, систем разработки, обеспечивающих неблагоприятные условия для самовозгорания угля, простую планировку горных выработок, бесступенчатость транспорта, ликвидацию разбросанных горных работ.

Исследованиями, проведенными в ТашГУ на основе разработанной методики классификации месторождений по горно-геологическому признаку, были выделены участки по сложности, для которых рекомендованы технологические схемы очистных работ, отличающиеся между собой механизацией и способами выемки, трудоемкостью и эффективностью очистных работ.

Сравнение различных шахтопластов или участков месторождений, с точки зрения реализации технологических и технических решений, возможно только при аналогичных горно-геологических условиях. Для такого сравнения необходимо выделение месторождений, однородных по некоторой совокупности горно-геологических условий, что означает определение по каждому из горно-геологических факторов диапазонов их изменения в таких пределах, чтобы в границах каждого из них имелась возможность применения одинаковой технологии и оборудования. С учетом сложности горно-геологических условий также предложены разновидности элементов технологических схем.

Таким образом, из приведенного анализа следует, что выбор эффективной технологической схемы следует осуществлять исходя из основных посылок: сложности горно-геологических условий и разработанных для этих условий прогрессивных технологических схем.

Исходя из рекомендаций по технологическим схемам для интенсивной выемки самовозгорающихся пластов, и на основе методики классификаций угольных месторождений по горно-геологическому признаку нами предложены различные группы схем очистной выемки.

К примеру, для наиболее благоприятных шахтных полей предложены технологические схемы отработки мощных пожароопасных пластов с использованием механизированных комплексов (технологические схемы группы А).

Следующая рекомендация группы технологических схем интенсивной выемки угля, так присутствие рабочих в очистном забое не предусматривается (технологические схемы группы Б), связанные с управлением выемочной машиной, с выпуском потолочины и другие, связанные со штреков рошнековой установки. Новейшая технологическая схема состоит в выемке пласта без разделения на слои. Подкровельный уголь при этом обрушается посредством буровых работ под углом к направлению движения.

Для выделенных наиболее сложных геологических условиям участков месторождений мощных самовозгорающихся пластов наиболее целесообразным использованием камерных систем разработок (технологические схемы группы В).

В качестве наиболее подходящего варианта, для механизации выемки угля в забое предлагается применять проходческие комбайны. Хорошая маневренность комбайна, компактность органа, небольшие габариты, высокая проходка делают его незаменимым элементом выемки угля. В предлагаемой системе работ основным элементом является комбайн, высота и ширина колеблется в зависимости от габаритов и технических возможностей комбайна. Между камерами оставляются целики угля, для предотвращения обрушения и др.

Характерным является то, что технологические схемы группы Б не требуют крепления забоя, а технологические схемы группы В снижают расход крепёжных материалов. Кроме того, их внедрение в угольных шахтах не требует использования больших финансовых вложений.

Таким образом, нам предложены три разновидности технологических схем выемки мощных самовозгорающихся пластов. Первая из них, (группа А), технологические схемы выемки для использования на участках с благоприятным по комплексной

зации горно-геологическими условиями, а другие, (группы Б и В) - на сложных участках шахтных полей, где применение традиционных технологий выемки полезного ископаемого не представляет возможным или малоэффективно.

Для исследования целесообразности использования той или иной технологической схемы выемочного участка с учетом нейтрализации осложняющего влияния фактора пожароопасности на показатели работы выемочного участка нами разработана и реализована на ЭВМ экономико-математическая модель технико-экономического обоснования технологических схем.

Модель предусматривает выбор предпочтительного не только по экономическим, но и технологическим критериям варианта технологической схемы добычи угля в данных горно-геологических условиях.

Для исключения субъективных ошибок при проектировании технологии очистных работ на пожароопасных пластах, а также снижения трудоемкости расчетов на основе методики технико-экономической оценки разработан алгоритм реализации эконо-

мико-математической модели. Областью применения алгоритма является выемочные участки шахт, разрабатывающих мощные самовозгорающиеся пласты.

Укрупненная блок-схема алгоритма реализации экономико-математической модели представлена на (рис. 1) и состоит из следующих основных модулей:

- модуля определения нагрузки на очистной забой с учетом коэффициента машинного времени и продолжительности цикла, определенного по возможностям установленного в очистном забое выемочного оборудования (для каждого варианта предложенной технологической схемы);
- Модуля оптимизации длины лавы с учетом обеспечения пожаробезопасной скорости подвигания очистных работ;
- модуля определения затрат на очистные работы и суммарных удельных затрат по выемочному участку;
- модуля сравнения и выбора по экономическим критериям технологических схем выемочного участка для данных условий.

Разработанная экономико-математическая модель технико-экономического обоснования технологической схемы позволяет установить целесообразность ее использования, а также выбирать оп-

| ЗАТРАТЫ                                                                                                      |  | Технологические схемы |            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------|------------|------------|
| 1                                                                                                            |  | А                     | Б          | В          |
|                                                                                                              |  | 2                     | 3          | 4          |
|                                                                                                              |  | 1 л = 60 м            | 1 с = 20 м | 1 к = 25 м |
| Всего затрат, усл. ед.<br>в.т.ч. по заработной плате<br>по электроэнергии<br>по материалам<br>по амортизации |  | 141,7                 | 125,6      | 198,3      |
|                                                                                                              |  | 70,0                  | 35,2       | 72,3       |
|                                                                                                              |  | 58,9                  | 55,4       | 87,2       |
|                                                                                                              |  | -                     | 24,4       | 20,3       |
|                                                                                                              |  | 12,8                  | 10,6       | 18,5       |
|                                                                                                              |  | 1 л = 70 м            | 1 с = 25 м | 1 к = 30 м |
| Всего затрат, усл. ед.<br>в.т.ч. по заработной плате<br>по электроэнергии<br>по материалам<br>по амортизации |  | 165,3                 | 157,0      | 238,0      |
|                                                                                                              |  | 81,7                  | 42,7       | 87,1       |
|                                                                                                              |  | 68,8                  | 69,3       | 105,0      |
|                                                                                                              |  | -                     | 31,7       | 24,4       |
|                                                                                                              |  | 14,8                  | 13,3       | 21,5       |
|                                                                                                              |  | 1 л = 80 м            | 1 с = 30 м | 1 к = 35 м |
| Всего затрат, усл. ед.<br>в.т.ч. по заработной плате<br>по электроэнергии<br>по материалам<br>по амортизации |  | 188,9                 | 188,4      | 277,7      |
|                                                                                                              |  | 93,4                  | 51,2       | 101,9      |
|                                                                                                              |  | 78,6                  | 83,2       | 122,9      |
|                                                                                                              |  | -                     | 38,0       | 28,5       |
|                                                                                                              |  | 16,9                  | 16,0       | 24,4       |
|                                                                                                              |  | 1 л = 90 м            | 1 с = 35 м | 1 к = 40 м |
| Всего затрат, усл. ед.<br>в.т.ч. по заработной плате<br>по электроэнергии<br>по материалам<br>по амортизации |  | 212,5                 | 219,8      | 317,3      |
|                                                                                                              |  | 105,0                 | 59,8       | 115,8      |
|                                                                                                              |  | 88,4                  | 97,0       | 139,7      |
|                                                                                                              |  | -                     | 44,4       | 32,5       |
|                                                                                                              |  | 19,1                  | 18,6       | 29,3       |
|                                                                                                              |  | 1 л = 100 м           | 1 с = 40 м | 1 к = 45 м |
| Всего затрат, усл. ед.<br>в.т.ч. по заработной плате<br>по электроэнергии<br>по материалам<br>по амортизации |  | 236,1                 | 251,2      | 357,0      |
|                                                                                                              |  | 116,8                 | 68,3       | 130,7      |
|                                                                                                              |  | 98,3                  | 109,9      | 157,5      |
|                                                                                                              |  | -                     | 500,7      | 36,6       |
|                                                                                                              |  | 21,0                  | 22,3       | 32,2       |

Удельные затраты технологических схем

тимальные параметры вариантов технологических схем для проектируемого или подготавливаемого к эксплуатации выемочного участка.

Выполнение расчетов по программе производится по описанному выше алгоритму в следующем порядке. Вначале производится оценка горно-геологических условий шахтопласта. Для удобства расчетов эти условия разделены на два типа: благоприятные для комплексной механизации выемочные участки и сложные горно-геологические условия. Далее для этих условий выбирается технологическая схема. Для благоприятных участков - технологические схемы группы А, для остальных - Б и В.

Если выбрана группа А, то управление передается блокам 6, 7 и 8, где при помощи модулей

производится расчет нагрузки на о длины лавы, скорости ее подвигания.

Если приняты технологические схемы Б и В, то после расчета в блоках 11-14 короткий очистной забой и скорости очистных работ, производится вычисление удельно-приведенных затрат по участку в итоге экономического сравнения, что в блоке 16, выбирается наиболее оптимальная технологическая схема.

Результаты произведенных расчетов выводятся в печать при помощи блока 17.

Результаты расчетов на ЭВМ для различных технологических схем А, Б и В шахты №9 Ангренского бурого угольного месторождения приведены в табл. 1.

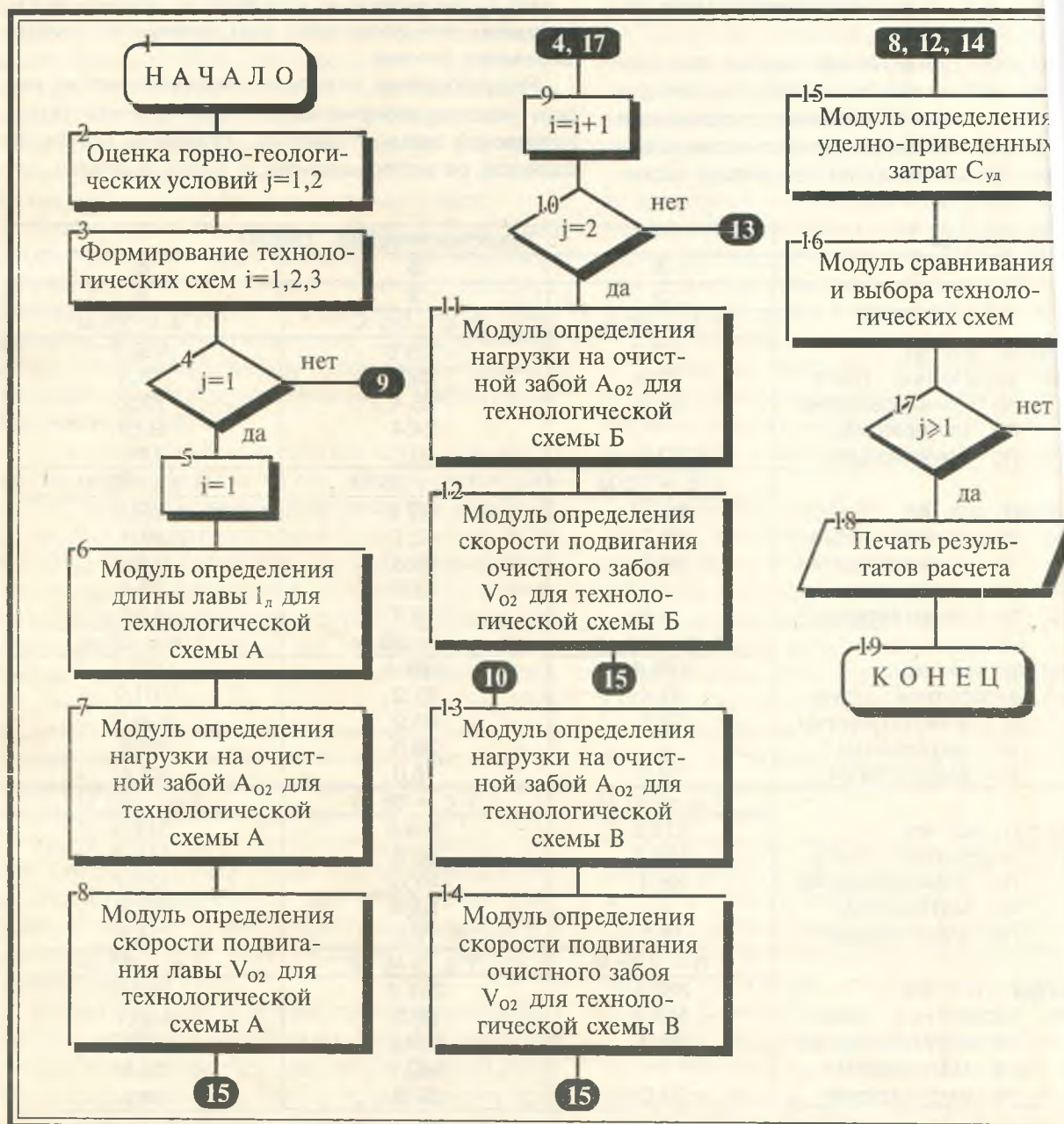


Рис.1. Укрупненная блок-схема технико-экономического обоснования технологических схем микро-математическим моделированием.

## О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФИРМЫ «КРУПП ФЕРДЕРТЕХНИК»



Юрген Коппач - представитель  
фирмы "Крупп Фердертехник"  
в СНГ

Фирма "Крупп Фердертехник" занимается вопросами проектирования, изготовления и поставки установок для добычи полезных ископаемых открытым способом, а также непрерывной технологии для открытых карьеров, где добываются вскрышные породы и сырье, такие как: каменный и бурый уголь, разные породы руд, фосфат и известняк.

Мы поставляем оборудование непрерывного действия большой мощности, роторные экскаваторы, конвейерные установки большой протяженности, дробилки всех видов (молотковые, валковые, щековые и роторные): передвижные дробилки для дробления вскрышных пород, известняка, угля и разных руд. Также поставляется оборудование для переработки строительного мусора при сносе пятиэтажек.

Далее проектируются и изготавливаются комплектные системы для складских площадок и для перевалки сыпучих грузов: реклаймеры с роторными колесами, скреперы, барабанные усреднители, оборудование для углеподачи на электростанции, судовые погрузочные и разгрузочные устройства, в том числе и с непрерывным действием.

Фирма "Крупп Фердертехник" поставляла в бывший СССР ряд установок по перевалке грузов; построила угольный склад в порте Восточный около Владивостока и комплекс для перевалки удобрений в порте Южный вблизи Одессы.

Изготавливаются также вагоноопрокидыватели и устройства для разгрузки и загрузки вагонов.

Другое направление нашей фирмы - это судотехническое оборудование, как: например: земснаряды, подводные земледобывающие снаряды с разрыхлительным колесом, грунтовые земленасосы, драги для работы на илистом грунте и судовые краны разных мощностей. Фирма "Крупп Фердертехник" поставляет для фирмы "Судоэкспорт" судовые краны.

Наша фирма тесно сотрудничает с российскими фирмами в области добывающей техники. Первый договор о сотрудничестве был подписан в 1990 г. с ИГД им. А.А. Скочинского по разработке и реализации проектов по использованию производимых фирмой "Крупп Фердертехник" систем, состоящих

из дробильной установки, конвейерных линий, отвалообразователя и добычного комбайна серии КСМ. В результате этого в 1996 г. на Талдинском разрезе в Кузнецком угольном бассейне был пущен в эксплуатацию экскаватор нового типа КСМ-2000Р.

В итоге этого успешного сотрудничества был заключен договор с ОАО "Компания "Росуголь" для совместного внедрения этой технологии в угольной отрасли России.

Установлено также, что совместно с ОАО "Компания "Росуголь" фирма "Крупп Фердертехник" будет предлагать эту технологию в других странах СНГ и за рубежом.

Другим примером нашего сотрудничества является поставка циклично-поточной линии, состоящей из мобильной дробилки, конвейерной установки и отвалообразователя на Полтавский ГОК в г. Комсомольске.

Опытнотехнологический образец машины КСМ-2000Р, получившей название "Русский проект КСМ" производительностью 2000 м<sup>3</sup>/ч был создан фирмой "Крупп Фердертехник" (Германия) с участием ПК "ИнвестТЭК", ИГД им. А.А. Скочинского, фирм "КИБ" и "Пигма", АО "Ижорские заводы" и АО "Разрез "Талдинский". Создание машины осуществлялось в рамках международного (российско-немецкого) проекта "Интергеотехпрогресс" под эгидой Миннауки РФ и компании "Росуголь".

Процесс экскавации машины осуществляется за счет вращения широкозахватного рабочего органа ковшового (или шнекового) типа и непрерывного продольного перемещения всей машины на забой. Транспортирование горной массы в пределах машины и ее погрузка в средства транспорта осуществляется ленточными конвейерами и совмещается во времени с процессом экскавации. По характеру своей работы машина классифицирована как машина непрерывного действия. Конструктивно-технологические особенности машины определяют послойную отработку уступов по высоте и полосовую отработку в каждом слое (послойно-полосовая технология).

Машина предназначена для безвзрывной экскавации нелипких горных пород, имеющих сопротивление на одноосное сжатие до 70-80 Мпа (кре-

постью до  $f = 7-8$  по М.М. Протождяконову). Номинальную производительность машина должна обеспечивать при крепости пород  $f = 3,0-3,5$  с последующим некоторым снижением производительности при увеличении крепости пород.

**Техническая характеристика КСМ-2000Р:**

**Расчетная номинальная производительность:**  
 в рыхлой массе,  $m^3/ч$  ..... 2000  
 в плотном теле,  $m^3/ч$  ..... 1400  
 Диаметр роторного рабочего органа, м ..... 4,8  
 Количество колес на рабочем органе, шт ..... 4  
 Высота обрабатываемого слоя, м до ..... 2,9  
 Ширина обрабатываемой полосы, м ..... 7,0  
 Установленная мощность  
 главного привода, кВт ..... 1100  
 Длина разгрузочной консоли, м ..... 15,8  
 Угол поворота разгрузочной  
 консоли, градус .....  $\pm 95$

Высота разгрузки максимальная, м .....  
 Скорость перемещения при  
 холостом переходе, м/мин до .....  
 Максимальный поперечный  
 уклон при работе, градус .....  
 Преодолеваемый продольный уклон, градус .....  
 Рабочая масса, т .....

Деятельность фирмы "Крупп Фердер" в Узбекистане заключается в сотрудничестве с бинатами горно-добывающей промышленности как АО "Уголь", Навоийский горно-химический комбинат, Алмалыкский горно-химический комбинат и объединения Узхимматериалы.

Был заключен контракт о поставке оборудования для технического перевооружения промышленности Узбекистана. Предполагается модернизацию разреза "Ангренский" и внедрение современного конвейерного транспорта для повышения экономичности разреза и добычи.

## ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

*Р. Караханов, инженер сектора промышленности АББ. Узбекистан*

Современные системы управления, установленные на горнорудных карьерах являются важным инструментом в управлении производством современной компании. Системы управления помогают более эффективно выполнять профилактическое, техническое обслуживание, экономить энергию, контролировать качество продукции, и предлагают другие функции. В дополнение, система управления помогает справиться с увеличением спроса на достоверную информацию, обеспечивая последовательный объем поступающих данных, начиная от производственного уровня до стола генерального менеджера.

Компания **ABB Cottbus** — это предприятие с опытом работы более 50 лет в области электрического и технического контроля за выполнением горнорудных работ открытым способом. Компания предлагает много высокоэффективных решений по повышению производительности, как уже находящегося в эксплуатации оборудования, так и совершенно новый подход к управлению производством, через централизованную станцию управления для контроля как добычи угля, так и для добычи других полезных ископаемых. **ABB Cottbus** специализируется в области проектирования, установке, пуско-наладочной работе и поставке электрических систем для всех видов горнорудных машин и конвейерных систем.

тем, работающих на открытых карьерах, шахтах, электростанциях и в портовых регионах. Компания оснащает электрооборудованием многие предприятия по всему миру: от угольнодобывающих комплексов в Индии и Китае, предприятий по извлечению меди в Чили, железорудных разрабов в России до предприятий по переработке золота в Северной Америке и многих других. Для заказчика предлагаются курсы обучения в временном образовательном центре АББ, а также на производственных объектах заказчика.

Компания **LAUBAG** (крупнейшая в Европе угольнодобывающая компания) в качестве долгосрочного партнера для проектирования и поставки центральной станции управления на руднике **W. South**, в мае 1995 года выбрала компанию **Cottbus**. Данный заказ включал автоматизированное управление и контроль над линией подвесного грузонесущего конвейера (19 км) и угольного конвейера (8.6 км), управление над горнорудными работами и данными о работе 11 горнорудных машин и шлюзового перегрузочного помоста. С помощью постоянных проверок на угольных линиях оператор, находясь в центральной станции управления может быть уверенным, что соответствие угольной продукции стандартам качества, строго соблюдается компанией. Первые конвейерные линии были подсоединены.

к станции управления в августе 1995 г., а система была пущена в эксплуатацию в апреле 1996 г.

В настоящее время **ABB Cottbus** выполняет аналогичный заказ для другой крупной немецкой горнодобывающей компании, которая также планирует выдать заказ на поставку центрального управления для контроля производством добычи открытым способом.

### СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Базисом системы центрального управления являются 4 операторские станции и 2 технические станции, оборудованные интерфейсами для различных систем шин. Регулятор **ABB Advant** на станции содержит центральную базу данных относительно всех величин технологического процесса в системе управления. Три терминала визуализируют применение технических станций, а также имеют доступ к другим компьютерам в сети заказчика.

Руководитель по электрическому снабжению отвечает за техническое обслуживание шахты и может получить на своем экране списки данных и информацию по аварийной ситуации, а также по состоянию эксплуатационного контроля всей системы. Вся информация, которая появляется на мониторах может быть показана в широком масштабе и на широком экране. 16 видеокамер наблюдают за работой по всему месторождению и передают живые изображения в контрольный пункт, где они могут быть также продемонстрированы на широком экране.

Все аппаратное обеспечение Станции Оператора является стандартным оборудованием. Программное обеспечение находится в постоянном развитии и регулярно пополняется и модернизируется новыми версиями программного обеспечения.

Технологический уровень и уровень руководства отделены. Технологический процесс разделен на секции, что позволяет сделать четкое определение и атрибуцию к дифференцированному доступу в соответствии с задачами и ответственностью менеджеров, инженеров и другого заинтересованного персонала.

### СБОР ДАННЫХ

Информация с ленточных конвейеров поступает в центральный пункт управления через волоконно-оптическую кабельную сеть, которая соединяет все запрограммированные логические контролеры, установленные на ленточных конвейерах с программируемым логическим контролером в пункте управления.

Данные от 11 передвижных горнорудных машин передаются по радио. Приблизительно 280 цифро-

вых и аналоговых данных поступают в центральный пункт управления. Каждая машина имеет персональный компьютер с визуализацией программного обеспечения в кабине водителя. Водитель получает информацию о состоянии машины и ее точное расположение на шахте.

Всего около 5000 данных постоянно поступают со всех точек шахты и анализируются компьютерной системой.

### ФУНКЦИИ И РАБОТА СИСТЕМЫ

Основными функциями центральной станции управления являются:

- Контроль за выполнением работ и мониторинг горнорудных машин, подвесных, угольных конвейерных систем и запасов сырья;
- Контроль качества угля;
- Распределение и подсчет угля в соответствии со спецификацией заказчика.

Система охватывает широкие возможности получения информации по технологическому процессу, такие как:

- Конфигурация картины технологического процесса и иерархическая картина системы связи, через два монитора с полноэкранными функциями Windows, позволяющей управлять мышью или функциональной клавиатурой;
- Защита программного обеспечения для визуального наблюдения за технологическим процессом и эксплуатацией;
- Текущее представление кривых рабочего режима;
- Работа через технологические изображения на экране, с возможностью использования отдельных окон для получения детальной, специальной информации;
- Доступ уровня руководства к отчетам по каждой смене с помощью включения дистанционных функций на других машинах местной сети;
- Специальные модули для самодиагностики станций оператора и все компоненты, связанные с системой;
- Показания направления тенденции всех величин технологического процесса;
- Разделение списков по техническим авариям, случаям и системам сообщений.

### ВНЕШНИЕ СОЕДИНЕНИЯ

44 внешних пользователей персонального компьютера в настоящее время подсоединены к системе с помощью терминального сервера. Самая большая дистанция составляет 25 км. Если необходимо, по желанию заказчика возможно подсоединить большее количество пользователей и на более длинную дистанцию.

ИНФОРМАЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ  
РУКОВОДИТЕЛЯМИ ПРОИЗВОДСТВА

Информация, предоставляемая непосредственно для уровня руководства включает следующий сервис:

- Визуализация качества угля, расположение экскаваторов и эксплуатационный режим;
- Динамическая визуализация качества и количества угля на конвейерных линиях и на территории хранилища;
- Расчет качества параметров;
- Отчет количества угля и погрузочных вагонов, визуальный контроль за погрузкой вагонов;
- Запись данных, поступающих от горнорудных машин (время работы, повреждения);
- Запись ежедневного объема добычи по пласту и углю.

Вся информация, показанная на мониторах или на большом настенном экране может быть отпечатана на цветном принтере, установленном в центральной станции.

Записи могут сохраняться в памяти компьютера в течение периода определенного заказчиком. Это помогает осуществлять различные виды анализа и статистики, что всегда необходимо горному предприятию - например, разработку по производству и ценам, техническое состояние агрегатов, потребление энергии и т.д.

## РЕЗЮМЕ

Центральная станция управления, описанная выше, является одной из самых современных разработок во всем мире. Ее можно использовать в любой шахте, где используются конвейеры, системы дробильных установок, загрузочных бункеров или грузовых экскаваторных механизмов.

## СПРАВКА

**ABB** – крупнейшая в мире группа в области электромашиностроения. В её состав входит 1300 компаний, действующих в 140 странах. Персонал ABB насчитывает около 220 тысяч человек. В 1997 году оборот компании составил миллиарды долларов. Стремление всегда создавать сверхсовременную продукцию высокого качества обеспечивают 17 тысяч высококвалифицированных инженеров ABB и бюджет в 2,7 миллиарда долларов, который ежегодно концерном ABB выделяется для ведения научно-исследовательских и конструкторских разработок. Такие крупные капиталовложения финансируют создание продукции следующего поколения и позволяют занимать ведущее положение в мире по поставкам современных, передовых технологий.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ  
ГРУППЫ ФИРМ «ЛИБХЕРР»

К.Г. Хасьянц

Представительство «Либхерр-Сервис АГ» в Узбекистане

Фирма «Либхерр» была создана в 1949 году. Первой машиной созданной по идеям основателя фирмы господином Хансом Либхерром был башенный кран. Бурно развиваясь, группа фирм «Либхерр», в настоящее время объединяет около 50 фирм с более 15 тысяч работников по всему миру и является надежным партнером для предприятий строительной и горной промышленности, машиностроения, коммунального хозяйства и других отраслей.

Обширная гамма выпускаемой продукции предлагается для строительства - башенные краны, самоходные краны, гидроэкскаваторы на колесном и гусеничном ходу, бульдозеры, гусеничные и колесные погрузчики, трубоукладчики, бетонные заводы; для горной промышленности - карьерные экскаваторы, бульдозеры, карьерные самосвалы; для пере-

валки грузов - контейнерные и козловые самоходные портовые и специализированные машины; для машиностроения - станки, системы управления и автоматизации, авиационное оборудование.

Группа фирм «Либхерр» с момента образования придает большое значение созданию унифицированных и специализированных видов машин, постоянно расширяя и совершенствуя гамму продукции, которая отвечает всем требованиям потребителей.

Широкое применение в горнодобывающей отрасли всех стран мира нашло горное оборудование группы фирм «Либхерр».

На многих крупных горных предприятиях успешно эксплуатируются машины группы «Либхерр» - это большие карьерные экскаваторы.

карьерные самосвалы, бульдозеры, погрузчики на гусеничном и колесном ходу, самоходные краны большой грузоподъемности, кроме того на ряде базовых машин фирмы смонтировано специальное оборудование и инструменты для вспомогательных работ в горнодобывающей отрасли.

Популярность машин группы фирм "Либхерр" обеспечивается высоким качеством их изготовления, надежностью машин, простотой и легкостью в управлении, эксплуатации и ремонте, а также большой автоматизацией управления, защиты, контроля и регулирования. Специалисты фирмы применяют самые современные технологии для изготовления деталей, узлов и комплектации машин, постоянно заменяя количество покупных узлов, на конструкцию собственного изготовления, разработанных и предназначенных для конкретной машины и отвечающих самым высоким современным требованиям.

Фирма "Либхерр" одна из основоположников создания одноковшовых экскаваторов с гидравлическим приводом рабочих органов. Фирма выпускает ряд гидравлических экскаваторов для горных работ массой от 64 до 570 тн. Все модели были созданы с учетом опыта нескольких десятилетий для обеспечения стабильной работы на крепких породах и в суровых условиях. На базе серийно выпускаемых машин с помощью широкого спектра сменного оборудования комплектуются, по желанию потребителя, различные модификации прямых и обратных мехлопат. Эффективность, высокая приспособляемость и долговечность являются главными целями в развитии этих машин. Карьерные экскаваторы обеспечивают высокую производительность и современное электронное оборудование обеспечивает регулирование имеющейся мощности двигателей и в тоже время обеспечивает защиту двигателя и экскаватора от перегрузки. Большинство требований к технике одинаково на карьерах всего мира: высокая производительность, низкий расход топлива, высокая надежность и долговечность машины, и все эти требования выдерживаются в машинах фирмы "Либхерр".

На твердых породах в трудных условиях работы, в карьерах динамическая устойчивость является одним из основных требований к гидравлическим экскаваторам. Все механические лопаты фирмы "Либхерр" имеют классическое распределение масс мощного рабочего оборудования, вращающегося верхнего строения и тяжелой ходовой тележки. Более 40% массы машины приходится на ходовую тележку, в результате чего машина имеет низкий центр тяжести, тем самым обеспечивается устойчивость машины во время работы, даже на неровной поверхности, что дает возможность обеспечивать точность работы и эффективной трансформации высоких усилий внедрения и отрыва. Параллелограмная кинематика рабочего оборудования,

собственной разработки, мехлопат фирмы "Либхерр" и особое расположение гидроцилиндров обеспечивает устойчивую силу подачи по всей длине внедрения ковша в разрабатываемый массив. Кинематика движения рабочего оборудования и оптимальное сочетание ширины ковша с путем подачи позволяют ковшу следовать точно по горизонту стояния экскаватора, что эффективно используется при селективной выемки пласта, зачистки подошвы и способствует улучшенному наполнению ковша.

Ряд других конструктивных решений фирмы, таких как: оригинальные узлы гидравлической системы, надежная конструкция и качественное изготовление рабочего оборудования, бортовая микропроцессорная система управления, диагностики и безопасности и другие элементы, позволяют достичь горным машинам фирмы "Либхерр" большой производительности, долговечности и устойчивой работы на предприятиях горнодобывающей отрасли всего мира.

В программе фирм "Либхерр" одним из направлений обеспечения разработки горных массивов, является выпуск бульдозеров с массой до 45 тн. и мощностью до 400 л.с. Отличительным признаком бульдозеров фирмы "Либхерр" является гидростатический привод. Благодаря гидростатическому приводу мощность машин используется более полно, так как они работают плавно с силовым замыканием во всех эксплуатационных режимах. Регулирование скорости движения осуществляется автоматически от требуемого толкающего усилия. Передача мощности от соединенных к двигателю регулируемых гидронасосов к регулируемым гидромоторам, установленных непосредственно на редукторах в задней части ходовой тележки, исключает коробку передач, фрикционные муфты поворота и тормоза, тем самым уменьшают потери при передаче мощности и исключают аварийные поломки. Соединение приводных узлов в замкнутом гидроконтуре, позволяют осуществить управление каждой ходовой тележкой отдельно, что позволяет осуществлять бульдозеру разворот на месте, что необходимо в ряде условий горных разработок. Кроме того, за счет замкнутого гидроконтра между гидронасосом и гидромотором гидростатический привод является чрезвычайно эффективным рабочим тормозом, не подвергающимся износу.

Для транспортировки горных пород фирма "Либхерр" предлагает карьерные самосвалы большой грузоподъемности с полезной нагрузкой 190 тн и 250 тн. Карьерные самосвалы оснащены системой прогрессивного электрического привода движения. По желанию потребителей в зависимости от конкретных условий эксплуатации, самосвалы комплектуются различными модификациями двигателей, кузовов, шинами, защитными приспособлениями и другим дополнительным оборудованием. Грузоподъемность самосвалов оптимально согласована с ти-

пора размерами выпускаемой фирмой карьерным экскаватором на погрузочных работах.

В настоящее время на горнодобывающих предприятиях Австралии, Канады, США, Латинской Америки, Европы и др. работают более 4000 карьерных гидравлических экскаваторов фирмы "Либхерр" и около 1000 бульдозеров мощностью 300-400 л.с. На предприятиях, где работают горные машины

фирмы "Либхерр", налажено сервисное обслуживание, своевременное обеспечение запчастями исключающее аварийные остановки техники. Специалисты фирмы контролируют работу машин, тем самым обеспечивают их безотказную работу на всем протяжении эксплуатации.

622.33.012:623.332

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАОЛИНОВ АНГРЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



*С.Я. Красников, кандидат технических наук*

САО ИГД им. А.А. Скочинского



*Н.Е. Андросов, инженер*

АО «УГОЛЬ»

История использования человечеством каолиновых глин насчитывает многие и многие тысячелетия. Невозможно представить историю развития цивилизаций без китайского фарфора, итальянских амфор, великолепных изделий гончарных мастеров древней Согдианы и Эллады. Это те самые «эрепки», находку которых любой археолог считает удачей. И в наши дни невозможно представить нормальную жизнь человека без традиционных фарфоровых тарелок и чашек, без радующих глаз строгих отделочных материалов, окружающих нас на улице и дома. Тяжелая промышленность не может обойтись без огнеупоров, высоковольтных электроизоляторов, а легкая и хлопчатобумажная без качественных наполнителей при производстве бумаги, тканей и т.д. В медицине и парфюмерном производстве, химической промышленности каолиновые глины также находят широчайшее применение.

Каолиновые глины, или просто каолины - весьма своеобразные природные образования, обладающие рядом специфических свойств. Это:

- особые вязко-пластичные характеристики, обеспечивающие материалу высокую формоустойчивость;
- высокие показатели спекаемости и огнеупорности, позволяющие подвергать изделия высокотемпературному обжигу;
- повышенная белизна и прочность изделия, соответствующие потребительским требованиям.

Не смотря на широкое использование сырья, промышленные месторождения каолинов встречаются весьма не часто. Поэтому государство, обладающее крупными запасами каолина, с гарантией обеспечено ценным потребительским сырьем на сотни лет.

Ангренское каолино-угольное месторождение - единственное месторождение в Центральной Азии на котором ведется добыча каолинов. Оно входит в ряд крупнейших в мире и располагается в промышленно-развитой зоне республики - недалеко от г. Ангрен. Здесь развиты каолины двух генетических типов: первичные - залегающие ниже разраба-

тываемой разрезом «Ангренский» мощной угольной залежи и вторичные - залегающие над углем. Запасы вторичных каолинов оцениваются в 1.4 млрд. тонн, первичных - 45.6 млн. тонн.

Решением вопросов промышленного использования каолинов Ангренского месторождения занимались различные производственные и научно-исследовательские организации Узбекистана и республик бывшего СССР. К настоящему времени накоплен огромный фактический материал по изучению качественных характеристик ангренских каолинов. Лабораторные и опытно-промышленные исследования каолинов, выполненные в Узбекистане, России, Украине, Германии, Японии, США, Швейцарии установили возможность получения из них качественного сырья самого широкого диапазона применения.

Ежегодно при добыче угля на разрезе «Ангренский» попутно извлекается около 5 млн. тонн вторичных каолинов. Небольшая их часть используется на Ангренском керамическом комбинате для производства керамических облицовочных и фасадных плиток, сантехфаянса, облицовочного кирпича разных цветовых гамм и канализационных труб, на цементных заводах при производстве белого цемента, огнеупоров, изоляторов и на некоторых других предприятиях строительных материалов. Остальная часть добываемых каолинов складывается. Литологически серые и пестроцветные каолины представлены глинами, алевролитами и песчаниками. Содержание глинозема колеблется в них от 7 до 33% (среднее 24%), кремнезема от 19 до 84% (ср. 60%). Содержание  $Fe_2O_3$  не превышает 2.1% в сероцветных и 5.4% в пестроцветных каолинах (ср. 1.72 и 3.79%),  $K_2O$  и  $Na_2O$  1.5-3.0%. Эти каолины представляют собой умереннопластичный, огнеупорный (1700°C) неспекающийся материал.

К сожалению, вторичные каолины Ангренского месторождения имеют повышенное содержание трудноудаляемых вредных примесей. Это включения окиси и гидроокиси железа, двуокиси титана, сидерита и пирита. Их наличие существенно огра-

ничивает на сегодняшний день область возможного использования этих каолинов в естественном виде. Мы ожидаем, что в ближайшей перспективе и эти вопросы будут решены.

В результате проведенных АО "УГОЛЬ" исследований разработана технологическая схема микробиологического обогащения серых каолинов, позволяющая получать каолиновый концентрат с содержанием  $Fe_2O_3$  менее 1.0 %, а также установлена возможность удаления свободного тонкодисперсного кварца путем применения силикаторазрушающих бактерий.

Более емким применением вторичных каолинов должно стать их использование (без предварительного обогащения) в производстве глинозема. Проектные работы по организации производства глинозема включены в инвестиционную программу АО "Уголь" на 1998-2000 годы. В качестве готовой продукции на проектируемом заводе будет выпускаться металлургический глинозем, являющийся сырьем для производства алюминия, а получаемые отходы - белитовый шлам - в качестве сырья для производства цемента марок не ниже "500" на действующих в республике цементных заводах.

В перспективе организация производства глинозема из вторичных каолинов может стать началом создания в Узбекистане собственной алюминиевой промышленности.

Помимо глиноземного производства, технико-экономическими расчетами установлена высокая экономическая эффективность использования вторичных серых каолинов в необогащенном виде для производства высококачественных шамотных огнеупоров, коагулянтов для очистки питьевой воды, формовочных смесей, кислотоупорных и щелочустойчивых изделий, лицевых пустотелых керамических изделий, керамических плиток для полов, в качестве глинистого компонента при производстве портландцемента марки "500" и выше. Из обогащенных серых каолинов получены огнеупорные шамотные изделия класса А и ковшевой кирпич повышенной плотности, строительная керамика, облицовочная плитка, сантехфаянс, электроизоляторы.

Пестроцветные каолины отличаются от серых разновидностей повышенным содержанием окислов железа, за счет чего они имеют красный, желтый, сиреневый и другие цветовые оттенки.

Технологическими испытаниями установлена пригодность пестроцветных каолинов в необогащенном виде для производства канализационных и дренажных труб, как пластификатора при изготовлении строительного кирпича и как глинистого компонента при цементном производстве по сухому способу.

Первичные каолины, вскрываемые на разрезе "Ангренский" после выемки угля, на сегодняшний день не обрабатываются.

Химический состав продуктивной толщи первичных каолинов по всей площади месторождения характеризуется однородностью как по содержанию основных окислов, так и примесей. По минералогическому составу каолины состоят из минералогической группы каолинита со значительным количеством зерен кварца. Из минералов примесей в меньшем во вторичных каолинах количествах присутствуют гидрослюда, сидерит, пирит, циркон и пероксиды железа. Сидерит и пирит почти полностью удаляются при обогащении. Примерно 2/3 железа, присутствующего в каолине (0.3-0.4% из 1.3%) изоморфно входят в состав глинистых минералов и не оказывают существенного влияния на белизну сухого продукта.

В результате проведенных исследований работ российскими институтами "Уралмеханоп" и организациями других стран разработаны технологические схемы их обогащения, обеспечивающие получение каолиновых концентратов пригодных для производства различных огнеупорных изделий ответственного назначения, высоковольтных изоляторов, бытовой керамики, а также в качестве наполнителя бумаги, пластмасс, резиновых технических изделий.

Необходимо отметить, что промышленная ценность месторождения базируется не только на характеристике качества сырья, но и на величине его запасов. Как показывает практика эксплуатации каолиновых месторождений, современная промышленность заинтересована в первую очередь освоении месторождений с запасами 30 и более млн. тонн. Именно на базе таких месторождений возможна организация предприятий по производству обогащенных каолинов требуемых сортов и использованию в различных отраслях промышленности.

За последние два-три года произошли существенные изменения в области добычи сырья для производства обогащенного ангренского каолина. В АО "Уголь" разработана программа комплексного использования сырья Ангренского месторождения, одобренная Кабинетом Министров Республики Узбекистан, в которой предусматривается создание ряда новых производств на базе имеющихся запасов каолинов за счет привлечения кредитов новых технологий и оборудования иностранной фирмы.

Уже сейчас за счет собственных средств также кредитов ведется строительство дробильно-сортировочной фабрики вторичных каолинов мощностью 2.2 млн. тонн дробленого каолина в год. Подписан контракт с немецкой фирмой "Паб Баутцен" на поставку технологического оборудования и строительства обогатительной фабрики первичных каолинов производительностью 200 тыс. тонн в год обогащенного каолина для бумажной и керамической промышленности, производства резинотехнических изделий, пластмасс.

Проведенные маркетинговые исследования и ски партнера по производству и реализации обогащенного каолина на мировом рынке позволили АО "Уголь" и немецкой фирме "Куленкампф и итцки ГмбХ" создать совместное предприятие "Юлин".

Это одно из немногих производств в мире, которое имеет за последние 20 лет постоянный рост выпуска, и потребления. Потребление каолина по дельным отраслям промышленности распределяется следующим образом: 40-45% - в производстве маги; 20-25 % - для керамики; 20-25 % - в производстве резины, пластмасс.

Основными странами - импортерами каолина являются Иран, Ирак, Турция, Индия, Пакистан, Россия, страны Западной Европы. Цены на мировом рынке, по данным фирмы "Паб Баутцен" на каолиновый концентрат, колеблются от 154 до 853 \$/т за тонну в зависимости от его качества. По данным этой же фирмы потенциальным рынком ангреноского каолина являются страны Центральной Азии и Ближнего Востока.

В настоящее время большая часть каолина, потребляемого в Узбекистане, поставляется из-за

рубежа. Производство товарного каолина на базе Ангреноского каолино-угольного месторождения открывает широкие перспективы. Ввод в действие каолиновой обогатительной фабрики в г.Ангрене будет способствовать сокращению или поможет полностью отказаться от ввоза данного сырья из республик СНГ, расширению экспортного потенциала Республики Узбекистан, созданию новых рабочих мест, как за счет каолиновой фабрики, так и заводов, строительство которых планируется по программе комплексного использования сырья Ангреноского месторождения.

## Литература

1. Горбачев Б.Ф. Среднеазиатская каолиносная территория. В кн. Месторождения каолинов в СССР. М., "Недра", 1974
2. Гончаренко А.И. Каолиновые глины. В кн. Минерально-сырьевые ресурсы Узбекистана (ч.2). Ташкент, "ФАН", 1977
3. Петров Н.П., Гончаренко А.И. Каолин. В кн. Минерально-сырьевые ресурсы Узбекистана (ч.1). Ташкент, "ФАН", 1977

УДК 502.654:58.07.071:622.343:631.8:662.772:622.349.21(470.323)

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



**А.И. Лелеко, генеральный директор, доктор технических наук**



**В.А. Екатерининский, зам. нач. отдела по охране природы**

АО «УГОЛЬ»

Разработка угольных месторождений открытым и подземным способами, подземная газификация угля оказывают влияние на окружающую среду, прямо зависящее от многообразия горно-геологических и эколого-экономических условий эксплуатации.

Очевидна необходимость совершенствования существующих и создания новых технологий для решения экологической, энергетической, продовольственной и других проблем, а также получения нетрадиционных видов сырья и продукции, с учетом конъюнктуры рынка и охраны природы. Практическая потребность в новых технологиях, при-

званных ликвидировать нехватку продовольствия, энергии, минеральных ресурсов и улучшить состояние окружающей среды выдвигает на передний край научно-технического прогресса биотехнологии, направленные на комплексное природопользование.

Комплексное освоение минерально-сырьевых ресурсов угольных месторождений Республики Узбекистан - безотходное и малоотходное производство, является требованием времени для долговременной экономической рентабельности горных предприятий и положительного решения экологических проблем, связанных с функционированием и развитием угледобывающей отрасли.

АО "Уголь" совместно с рядом научно-исследовательских организаций разработаны и апробированы ряд биотехнологий для решения экологических проблем угледобычи: получения биологически активных веществ, комплексных органоминеральных удобрений на основе отходов добычи и обогащения угля и рекультивации нарушенных земель с их применением. Выполняются поисковые работы и исследования по применению биотехнологий по борьбе с пожарами, биогеотехнологии металлов и нерудного сырья.

АО "Уголь" совместно с институтом "ВНИИОС-Уголь" предлагают комплексные микробиологические способы восстановления и повышения плодородия нарушенных горными работами, а также истощенных и малопродуктивных пустынных земель (А.С. NN 1243168, 1246431).

Суть разработанных технологий в применении активных штаммов почвенных микроорганизмов мобилизующих потенциальное плодородие субстрата и способствующих накоплению в нем органического вещества и элементов питания в доступной для растений форме (рис.1).

Технология рекультивации земель осуществляется в два этапа: технический и биологический.

Спланированные отвалы обрабатываются промышленными отходами, содержащими органические вещества, а затем гуминовым препаратом полученным на основе углеотходов и микроорганизмов. После этого проводят рыхление поверхности и посев семян многолетних трав (бобовых и злаковых). Засеянную поверхность инокулируют активными штаммами микроорганизмов, участвующими в процессах почвообразования.

Для выращивания бактериальной культуры используют установку культивирования микроорганизмов, позволяющую ежедневно получать определенное количество культуры, необходимой для обработки восстанавливаемой поверхности. Возможно использование сухих бактериальных препаратов наработанных и запасенных на будущую перспективу.

Уже на второй год отмечается процесс почвообразования и на поверхности отвалов формируется плодородный слой, что позволяет выращивать ценные сельскохозяйственные культуры.

Под влиянием микроорганизмов улучшаются агрохимические свойства пород и формируется устойчивый фитоценоз.

В отличие от традиционных, предлагаемый способ рекультивации требует меньших затрат, а образование почвенного слоя происходит во много раз быстрее.

Микробиологическими способами в 1984-1990 годах в Центральной Азии - Ферганской долине, Казахстане - Карагандинская область, Приморском крае, на Среднем и Южном Урале - Пермская и Челябинская области восстановлено более 900 га

нарушенных земель и получен экономический эффект в сумме 1,7 млн.рублей.

Проведенные исследования показали, что использование предложенных микробиологических способов позволяет сократить сроки восстановления нарушенных земель и повысить их плодородие.

Во многих странах широко исследовали строение и свойства гуминовых кислот и веществ углей для получения удобрений. Эксперименты по применению углегуминовых удобрений проводились во многих регионах и почти всегда давали положительные результаты.

АО "Уголь" совместно с институтом "ВНИИОС-Уголь" разработаны способы получения препаратов гуминовых кислот для почвообразования и комплексных органоминеральных удобрений на основе углеотходов (патенты NN 1077277, 1332756, 1609063). Разработанные биотехнологии основаны на микробиологической деструкции угольных компонентов и синтезе ценных биологически активных веществ.

Гуминовые препараты представляют собой жидкие органические удобрения с высоким содержанием биологически активных веществ: гуминовых кислот - до 85%, карбоновых до 11%, аминокислот до 1,5%, полисахаридов до 0,6%, витаминов группы "В" - до 0,01%. В группе карбоновых кислот присутствуют: уксусная - до 1,88%, пропионовая - до 0,22%, масляная - до 8,87%, валерьяновая - до 1,44%. Аминокислоты представлены аспаргином, цистеином, метионином, пролином, лизином, тирозином, лейцином. Расчетная норма внесения препарата гуминовых кислот 200 л/га.

Технологическая схема процесса получения гуминового препарата предусматривает дробление углеотходов, приготовление водоугольной суспензии, активизацию ее комплексом почвенных микроорганизмов и биопереработку углеотходов. Получение препарата осуществляется полупрерывным способом при активном перемешивании в емкости необходимого объема. Максимальное время получения препарата гуминовых кислот - 2-3 недели.

Комплексные органоминеральные удобрения получают путем компостирования углеотходов или смесей с целевыми добавками (опилки и др. активированных микроорганизмами, которые сокращают сроки компостирования до 3-4 недель, повышают ценность удобрения за счет обогащения полезной почвенной микрофлорой и продуктами ее метаболизма (рис.1).

Удобрения характеризуются высоким выходом ценных продуктов: гуминовых кислот - до 23,5%, карбоновых - до 18,2%, аминокислот - до 42,5%, полисахаридов - до 4,9%. Целевые добавки, при направленном микробиологическом синтезе, позволяют получать компостируемые смеси обогащенные гуматом аммония (до 10,3%).

Как показали исследования, комплексные органоминеральные удобрения можно использовать

# КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

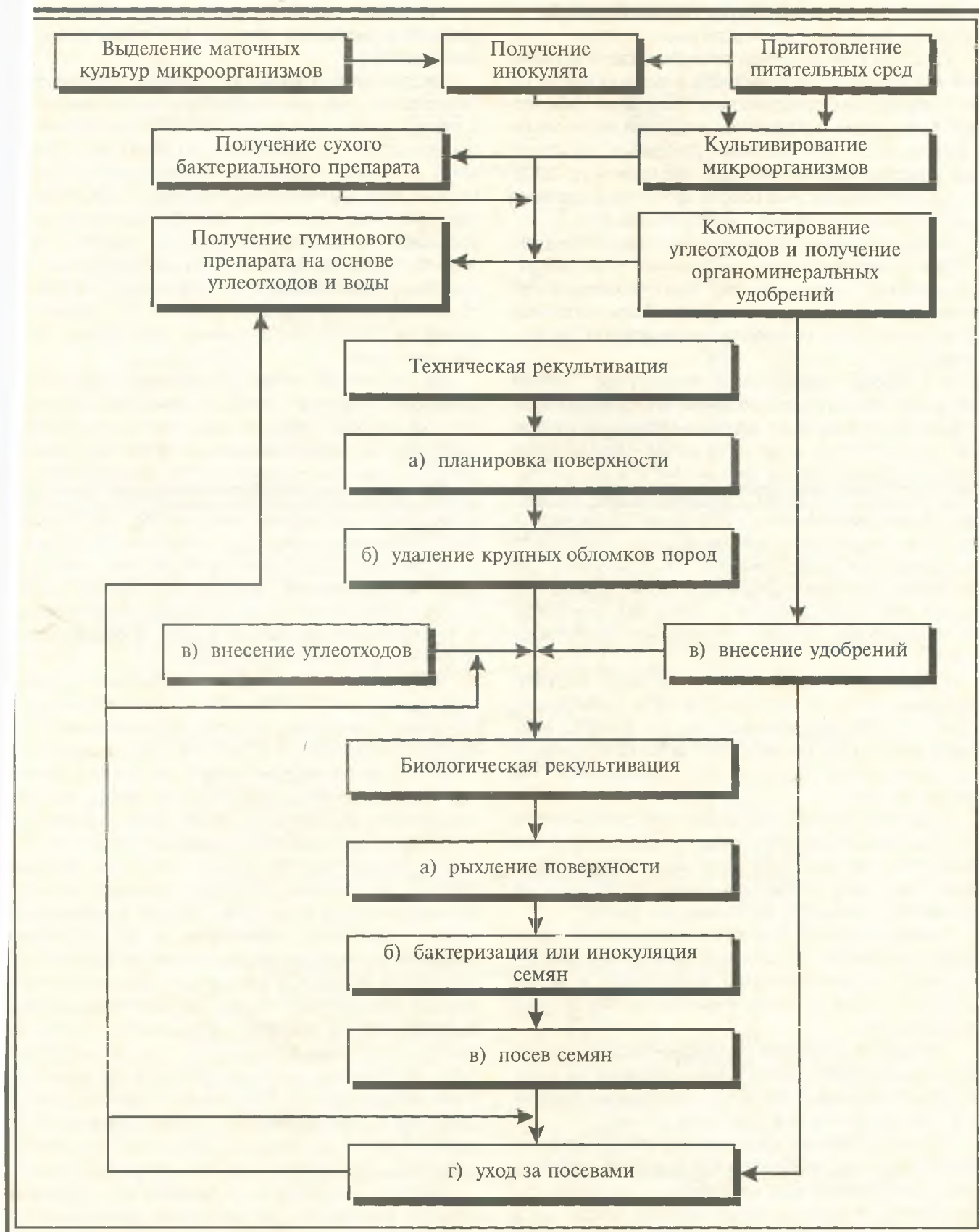


Рис.1. Принципиальная технологическая схема рекультивации земель и получения органоминеральных удобрений на основе углеотходов и микроорганизмов

Примечание: применение углеотходов исключает применение органоминеральных удобрений и наоборот.

как совместно с препаратами гуминовых кислот (в качестве баласта), так и отдельно.

Опытно-промышленное производство и испытания комплексных органоминеральных удобрений на угледобывающих предприятиях Республик Узбекистан, Кыргызстан и Казахстан показали их высокую эффективность, как местных удобрений. На опытных участках урожай пшеницы составил - до 32 ц/га, на контрольных участках по фону традиционных минеральных удобрений - не более 23 ц/га.

Выше описанные биотехнологии разработаны для условий угледобывающих предприятий и не требуют специального оборудования. При необходимости интенсификации процессов, могут быть использованы аппараты и установки традиционной биотехнологии.

АО "Уголь" совместно с институтом "УзНИИ химпроект" и институтом ботаники АН РУ разработан новый способ получения органоминеральных удобрений - ОУМУ. При этом в качестве органической части удобрения также применены отходы угледобычи и углеобогащения, предварительно обработанные биокомпонентами. Полученная органическая масса в дальнейшем смешивается с различными минеральными удобрениями и гранулируется, что позволяет получить удобрение в более привычной форме для использования в сельском хозяйстве, но обладающее новыми полезными свойствами (рис.2).

Содержание питательных компонентов в ОУМУ, массовая доля, %: азота - до 30%, усвояемого  $P_2O_5$  - до 28%, органической части - 35-60%. Массовая доля гранул 1-4 мм - 80%, влажность продукта не более 10%. Продукт не слеживается, не гигроскопичен.

Новые удобрения предназначены для внесения под технические, овощебахчевые и садовые культуры. Вносятся в почвы перед посевом, в вегетацию, а также под зябь. Стоимость новых удобрений не превышает стоимости традиционных туков.

Технология получения органоминеральных удобрений на основе углеотходов проста, не требует специальной дорогостоящей аппаратуры и может осуществляться с применением стандартного оборудования.

Проведена детальная санитарно-токсикологическая оценка органоминеральных удобрений на основе углеотходов, разработаны и утверждены первичные токсикологические паспорта на них.

Новые удобрения являются не только источником питательных элементов для растений, источником и субстратом для накопления гумусовых соединений в почвах и стимуляторами роста, но и эффективным средством в борьбе с болезнями корневых систем растений (вилт и др.).

Коэффициент использования азота и фосфора из гранулированных туков в 2 раза выше, чем у традиционных минеральных удобрений.

На новые удобрения разработаны технические условия и исходные данные для проектирования производства.

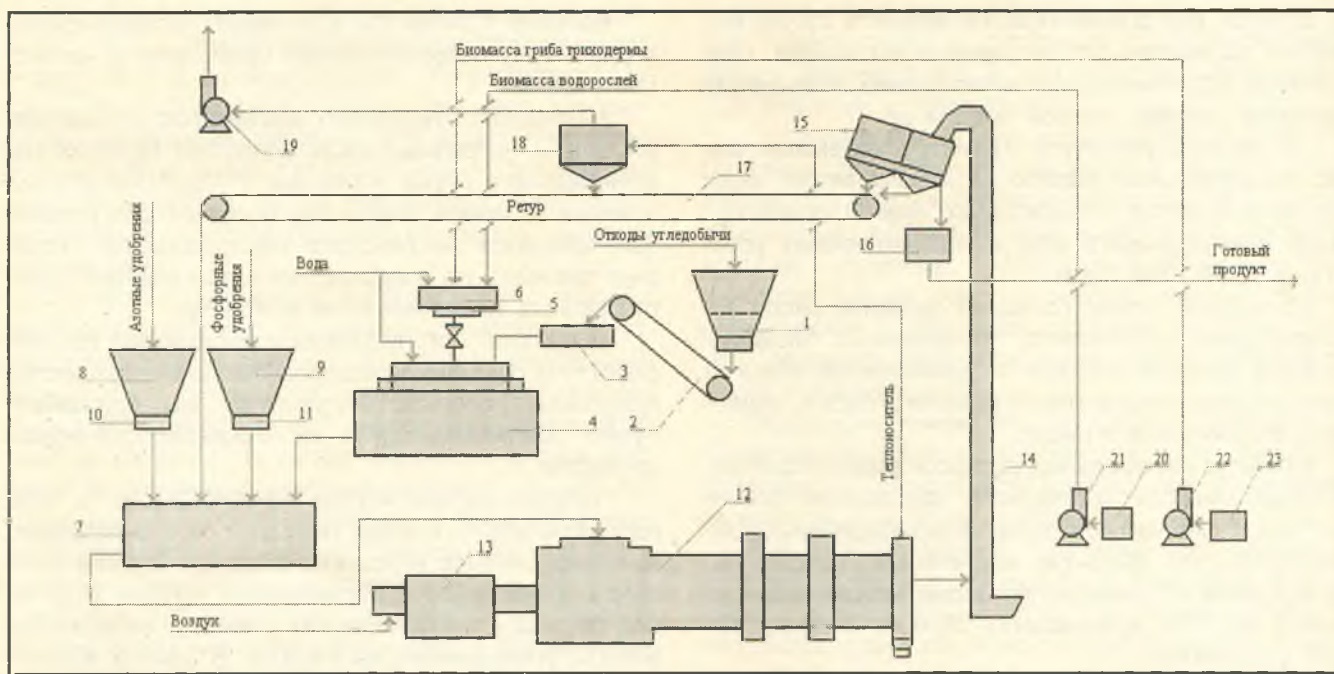
Анализ литературных источников и материалы Всесоюзного научно-исследовательского института торфяной промышленности (ВНИИТП) позволили определить, что по состоянию на 1990 год потребность в товарах народного потребления выпускаемых на предприятиях Минтоппрома РСФСР (таких как ТМАУ-4К, ТМАУ-6К, ТМАУЗ, микропарники, прессованного питательного грунта "Фиалка", торфяных полых горшочков, торфяных брикетов, торфяных полых горшочков, торфяных торфоблоков и др.) превышает объем производства по крайней мере в 2-3 раза. При изучении спроса были учтены республики Центральной Азии.

На настоящий момент, в регионе определен абсолютный дефицит товаров народного потребления на основе торфа используемого в качестве субстрата для выращивания растений или удобрительных средств, что открывает перспективу рынка органоминеральных удобрений на основе углеотходов обогащения Ангренского месторождения, получаемых микробиологическим способом.

В печати большое внимание уделяется вопросам использования микроорганизмов для повышения качества минерального сырья, в частности для повышения качества керамического сырья, в том числе каолина.

Работами МХТИ им. Д.И. Менделеева и НИИстройпроекта" (1980-1986 гг.), посвященным основному повышению качества керамического сырья за счет бактериальной обработки, показана возможность повышения механической прочности и водосодержания керамических масс, повышения белизны фарфора, снижения брака в производстве фарфорово-фаянсовых изделий. Опытная проверка способа бактериальной обработки проведена на Дмитровском фарфоровом заводе, на котором опытным керамическим заводом, Кишиневском заводе отделочных материалов и др. Испытания показали положительные результаты, например бактериальная обработка шликерной массы для производства фарфоровой посуды на Дмитровском фарфоровом заводе привела к увеличению в 1,1 текучести шликера, снижению в 1,1 раза коэффициента загустеваемости, уменьшению в 1,5 раз времени набора изделий. Полученные изделия характеризовались увеличением в 1,3 раза предел прочности на изгиб в сухом и в 1,2 раза в обожженном состоянии, повышением на 2,8% белизны и т.д.

Институтом ВНИИнеруд проводилось предварительное факультативное изучение бактериального выщелачивания каолина как одного из методов повышения качества каолина, при этом отмечался ряд технических трудностей, ограничивающих применение метода в промышленных условиях, среди которых необходимость строительства теплых (не менее 40-50°C) помещений для выращивания бактерий.



## Условные обозначения:

- 1 - бункер снабженный виброситом; 2 - транспортер; 3 - питатель; 4 - смеситель; 5 - жидкостный дозатор; 6 - емкость для микробиологических препаратов; 7 - смеситель; 8 и 9 - бункеры; 10 и 11 - питатели; 12 - сушильный окатывающий барабан (гранулятор); 13 - пароподогреватель; 14 - элеватор; 15 - грохот-классификатор; 16 - затарочная машина; 17 - транспортер; 18 - циклон; 19 - вентилятор; 20 - лоток для культивирования водорослей; 21 и 22 - насосы; 23 - ферментер для наработки биомассы гриба триходерма.

## ХАРАКТЕРИСТИКА

### органиминерального удобрения на основе отходов угледобычи (ОУМУ)

#### Массовая доля, %:

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| общего азота .....       | не более 30 |
| усвояемого P205 .....    | не более 28 |
| органической части ..... | 35 - 60     |
| влаги .....              | не более 30 |

#### Гранулометрический состав массовая доля частиц размером

1-4 мм, %.....не мене 80

Насыпная плотность, т/м<sup>3</sup> .....до 0,8

### Смешанное органиминеральное удобрение (ОУМУ):

- источник питательных элементов для растений;
- субстрат для синтеза гумусовых соединений;
- высокоэффективное средство в борьбе с болезнями растений: вилом и др.

Способ получения прост, безотходен, осуществляется на стандартном оборудовании. Заключается в специальной обработке углеотходов микробиологическими препаратами и последующем смешении их с азотно-фосфорными компонентами.

Предназначены для внесения под технические, овощебахчевые и садовые культуры.

Вносятся в почвы перед посевом, в вегетацию, а также под зябь.

Коэффициент использования азота и фосфора из гранулированных туков в 2 раза выше, чем у традиционных минеральных удобрений.

При использовании ОУМУ повышается урожайность сельскохозяйственных культур на 10-20%, по сравнению с применением карбамида и аммофоса.

Рис.2. Принципиальная схема получения органиминеральных удобрений на основе отходов угледобычи (ОУМУ)

С) складов для длительной (не менее 5 суток) выдержки обработанного бактериями материала, привлечение дополнительных капложений, повышение расходов топлива, чистой воды и др.

По данным института "НИИИстройкерамика" метод бактериальной обработки керамических масс для производства облицовочных плиток предполагался к внедрению в опытно-промышленных условиях в 1989-1990 годах.

Патентный поиск позволил выявить около 60 литературных источников, посвященных биохимическому выщелачиванию и микробиологической переработке высоко глиноземистого сырья, имеющих практический интерес.

Институт минеральных ресурсов разработал технологию микробиологического обогащения бокситов, обеспечивающую получение кондиционных концентратов при высоком извлечении алюминия. Из бокситов с помощью бактерий можно выщелачивать до 70% кремнезема, 50-60% железа, 70-75% карбонатов.

Сообщается о новой фабрике в Западной Виргинии, применяющей метод бактериального выщелачивания окисленных железных руд.

Приводятся результаты исследований по бактериальному обогащению бокситов Высокопольского месторождения. Из исходных бокситов, содержащих 33,6-36,8% глинозема и 7,4-7,9% кремнезема, получены после 5 суток обработки бактериями бокситовые концентраты с содержанием глинозема 46-52,9% и кремнезема 4,5-5%. В бокситах Вислогорского месторождения содержание глинозема повышается с 46,7-47,9% до 55-58,7%.

Большое количество источников посвящено бактериальному выщелачиванию сульфидов, в частности - пирита.

Анализ вышеуказанных материалов определяет интерес к нетрадиционным способам переработки минерального сырья и отходов угледобычи для получения товарной продукции, особенно для вторичных каолинов Ангренского месторождения, которые признаны не поддающимися обогащению существующими традиционными методами.

АО "Уголь" организованы исследования по разработке и освоению способов повышения качества природных каолинов Ангренского месторождения путем обезжелезивания их микробиологическим способом.

Полученные институтом "ВНИИОСуголь" в 1996 году результаты опытов показали, что с помощью микроорганизмов возможно обезжелезивание каолинов. В результате проведенных опытов в течение месяца в статистических условиях содержание железа уменьшилось на 89-90%. В опытах использовались каолины с содержанием железа 2,5%; 3%; 3,6% и 4%.

Таким образом, опытная проверка подтвердила возможность обезжелезивания каолинов с помощью микроорганизмов.

Выполненные исследования и работы по внедрению указывают на высокую экономическую и экологическую эффективность биотехнологий при разработке угольных месторождений, позволяющую решать насущные проблемы развития горно-добывающих предприятий.

УДК 547; 663; 622.361.2

## БИОТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ КАОЛИНА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



**А.И. Лелеко,**  
генеральный директор  
АО «Уголь», доктор  
технических наук



**А.А. Ахунув,**  
кандидат  
биологических наук

**С.И. Куканова,**  
кандидат  
биологических наук

Институт микробиологии  
АН Республики Узбекистан

Быстро растущий спрос народного хозяйства Республики Узбекистан на высококачественный каолин различного назначения заставляет изыски-

вать новые нетрадиционные способы обогащения ангренинских каолинов. Запасы серого вторичного каолина составляют около 200 млн.т. Технологи-

ческие исследования каолина проводились, начиная с 1957 г., различными специализированными институтами и организациями. Установлена пригодность необогащенных серых каолинов для различных огнеупоров, керамических изделий, как компонент шихты и т.д. Однако высокое содержание окислов железа и титана сдерживает дальнейшее расширение областей применения серого ангрено-ского каолина.

Известны различные попытки найти способы обогащения каолина. Например, с помощью электромагнитного сепаратора /2/, путем разделения песчаных и каолиновых частиц с последующим осаждением каолинового аэрозоля в пылесадительных камерах /3/, путем обработки серной кислотой и сульфатом аммония, нагрева до 100 °С, выдержки при этой температуре 2 часа и последующей промывки /4/. Однако эти способы не обеспечивают достаточно высокой степени белизны. Считается, что известная технология обогащения каолина исчерпала свои возможности и нужны новые подходы для прорыва в этой области. Поэтому дальнейший прогресс связывают с широким применением биотехнологии. /5/.

В промышленно развитых странах объем выпуска химических препаратов, полученных биотехнологическим путем, составляет 8-10 % всей химической продукции. Биотехнологические процессы используют в пищевой промышленности. С их помощью удается увеличить продуктивность сельского хозяйства. С развитием биотехнологии поднялась на новый уровень фармацевтическая промышленность, возрастает роль биотехнологии в защите окружающей среды. Биотехнология вторгается в металлургию и горнодобывающую промышленность, добычу нефти, развивается новая отрасль - биотехнология -

наука об извлечении металлов из руд, концентратов, горных пород и растворов под воздействием микроорганизмов или их метаболитов при нормальном давлении и температуре от 5 до 80 °С /6/.

Биотехнология ~ это управляемое получение полезных для народного хозяйства целевых продуктов с помощью биологических агентов: микроорганизмов, вирусов, клеток животных и растений, а также с помощью внеклеточных веществ и компонентов клетки. Биотехнология имеет глубокие исторические корни, а за последние 20-25 лет бурного развития оформилась как отдельная отрасль науки и производства.

Основными компонентами биотехнологического процесса являются: биологический агент, субстрат, аппаратура, совокупность методов для управления процессом и целевой продукт.

При подборе метода получения того или иного продукта должна производиться технико-экономическая оценка альтернатив получения подобных продуктов путем химического синтеза или с помощью биотехнологии. В ближайшее время следует ожидать промышленного освоения преимущественно таких биотехнологических процессов, которые отвечают следующим условиям /5/:

1. Продукт реакции практически не может быть получен без участия биологического агента;
2. Стоимость продукта настолько превышает стоимость исходного сырья, что получаемая продукция может окупить расходы на получение биологического агента;
3. Получение продукта биотехнологическим путем является единственной экологической альтернативой.

Активным началом в биотехнологических процессах является биологический агент. Биотехнология



Рис.1. Основные компоненты биотехнической системы /5/

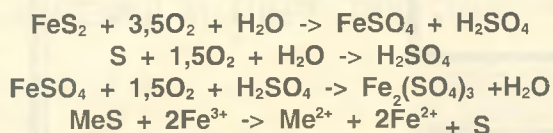
основывается на закономерностях биологической формы движения материи, то есть имеет дело с материей, которой присуща значительная внутренняя дифференцировка. Отсюда принципиальные различия между биотехнологическими и, например, химико-технологическими процессами. Первое место среди важнейших групп биологических агентов занимает самый традиционный из них - микробная клетка.

На основе анализа патентной и научной литературы нами сделан вывод о возможности получения методами биотехнологии высококачественного обогащенного каолина, пригодного для различных целей.

В качестве аналогов при разработке биотехнологии получения обогащенного каолина можно рассматривать работы по выщелачиванию различных металлов из бедных руд. Способность некоторых ацидофильных бактерий, окисляющих железо и серу, превращать сульфиды и элементарную серу в водорастворимые сульфаты тяжелых металлов, используется для выщелачивания бедных руд с целью получения меди, цинка, молибдена и урана.

Метод выщелачивания широко применяют для получения металлов из отвалов породы. В наиболее простом случае пропускают воду через толстый слой измельченного камня, содержащего руду, например, пирит  $FeS_2$  с сопутствующими сульфидами различных металлов, таких как  $Cu_2S$ ,  $CuS$ ,  $ZnS$ ,  $NiS$ ,  $MoS_2$ ,  $Sb_2S_3$ ,  $CoS$ ,  $PbS$ , а затем собирают раствор, содержащий сульфаты. После концентрирования такого раствора из него осаждают соответствующие металлы [6].

Растворение сульфидов тяжелых металлов происходит благодаря совместному действию многих процессов: бактериального окисления восстановленных соединений серы элементарной серы до серной кислоты, бактериального окисления  $Fe^{2+}$  до  $Fe^{3+}$  и, наконец, химического окисления нерастворимых солей тяжелых металлов до растворимых сульфатов и серы:



Таким образом, бактерии поставляют серную кислоту, а также регенерируют  $Fe^{2+}$ . Эти превращения осуществляют тионовые бактерии *Thiobacillus thiooxidans* и *Thiobacillus ferrooxidans*. В природе деятельность этих бактерий происходит там, где сульфиды выходят на поверхность или к ним имеется доступ воды и воздуха. Доказано, что бактерии в 500 000 раз ускоряют окисление  $Fe^{2+}$  и в сотни и тысячи раз сульфидные минералы. Кучное и подземное бактериально-химическое выщелачивание меди из бедных руд и урана в промышленных масштабах осуществляется во многих странах. Себестоимость меди, как правило, ниже в 2-3 раза,

чем стоимость получаемой традиционным путем. Технологи в этом случае интересуют только выход продукции, остаточные количества неизвлеченного металла, если его дальнейшее извлечение становится экономически невыгодным, не являются для них особой проблемой.

В случае обогащения каолина имеется принципиальная разница в этом вопросе. Технологи здесь интересуют проблема удаления соединений железа и некоторых других металлов, загрязнителей целевого продукта. Хотя получение металла при обогащении не является целью, но при постановке крупномасштабного производства обогащенного каолина полученные оксиды железа могут использоваться как побочные продукты, например, для получения пигментов типа охры или сурика.

При получении фарфоровых изделий высокой белизны и просвечиваемости их качество зависит не только от содержания в массе красящих окислов, но и от соотношения окислов железа и титана [7]. При содержании в фарфоре 0,5%  $Fe_2O_3$  она не влияет на цвет черепка при отсутствии  $TiO_2$ , которая будучи бесцветной, влияет на окраску изделий только в присутствии оксида железа. Так, даже 1%  $TiO_2$  в сочетании с 0,4%  $Fe_2O_3$  окрашивает фарфоровый черепок также интенсивно, как 0,7%  $Fe_2O_3$  без  $TiO_2$ . Это объясняется тем, что в зависимости от соотношения окислов, температуры и качества восстановительной среды при обжиге фарфора могут образоваться: титанат железа  $Fe_2O_3 \cdot TiO_2$ , имеющий темно-серый цвет, ильменит  $TiO_2 \cdot FeO$  черного цвета, этого же цвета шпинель  $FeO \cdot TiO_2$  и светлосерого цвета соединение типа  $2FeO \cdot TiO_2$ , которые придают фарфоровым изделиям желтоватый и серые оттенки, снижают их белизну и просвечиваемость [7].

Таким образом, проблема обезжелезивания каолина тесно связана с содержанием в нем окиси титана. Согласно технических условий на "Каолин серый вторичный необогащенный селективной добычи Ангренского месторождения" ТУ 12 Уз 1-89 содержание в нем в расчете на  $Fe_2O_3$  колеблется в пределах 1,5-3,5 %, содержание  $TiO_2$  не нормируется.

Если добиваться гарантированного качества биотехнологически обогащенного каолина, то необходимо получить целевой продукт с содержанием железа не более 0,4 - 0,6 % в расчете на  $Fe_2O_3$ . Это значит, что содержание железа необходимо уменьшить в 2,5 - 7 раз. Непосредственное применение известных ранее предложений [2-4] оказывается невозможным при масштабировании процесса и переходе на крупнотоннажное производство. Поэтому требуется поиск новых решений. Мы считаем, что большие запасы Ангренского серого каолина, относительная легкость и доступность его добычи оправдывают расходы на разработку рациональной технологии по его обогащению и обезжелезнению. С другой стороны, эффективная биотех-

нология, разработанная на примере серого каолина, может оказаться применимой к другим каолинам, а также к другим видам минерального сырья, использование которых ограничено из-за повышенного содержания железа.

Известно несколько работ по биотехнологическому обогащению глин [8, 9]. В этих работах повышение степени белизны и пластичности целевого продукта достигается культивированием известных штаммов железобактерий тионовых бактерий на суспензии исходного сырья при pH 2,2 - 2,5 в течение 4 - 5 дней, затем соединения железа, переведенные в растворимое состояние удаляются известными методами химической очистки, например обработкой 10%-ной серной кислотой при 90 - 100 °C с последующим отбеливанием гидросульфидом цинка. Назначение используемых железобактерий - окисление закисного железа в окисное, а также окисление пирита, марказита и других сульфидных минералов.

Таким образом, если упомянутые работы представить в виде 2 частей, то первая часть - это собственно биотехнологическая - осуществляется в относительно мягких условиях; pH 2,2-2,5 и температуре 24 - 28 °C, а вторая часть - удаление растворенного железа - осуществляется в довольно жестких условиях: 10%-ная серная кислота при 90 - 100 °C, что говорит, видимо, о недостаточном переводе в растворенное состояние соединений железа из исходного материала. Эти условия вполне достижимы в лабораторных условиях, но являются проблемой для крупнотоннажного производства и практически неприемлемы. Во-первых, расход кислоты будет достигать 600 кг на 1 тонну целевого продукта, во-вторых, прогрев до 90 - 100 °C и выдерживание 2 часа реакционной смеси в производственных условиях требуют затрат дополнительной энергии. Кроме того, предъявляются особые требования к оборудованию: термо- и кислотоустойчивость, а также требования к утилизации кислых стоков или их обезвреживанию.

Поэтому нами была поставлена задача: подобрать из числа музейных культур и выделить из природы новые высокопродуктивные штаммы железобактерий и осуществить обе фазы процесса биотехнологического обогащения каолина - собственно микробиологический этап выщелачивания железа из материала и этап отмывания продукта от растворенного и частично повторно осажденного железа - в достаточно мягких условиях с высокой экономической эффективностью.

В результате собственных исследований вопроса о биотехнологическом обогащении серого каолина предложены определенные решения этой проблемы.

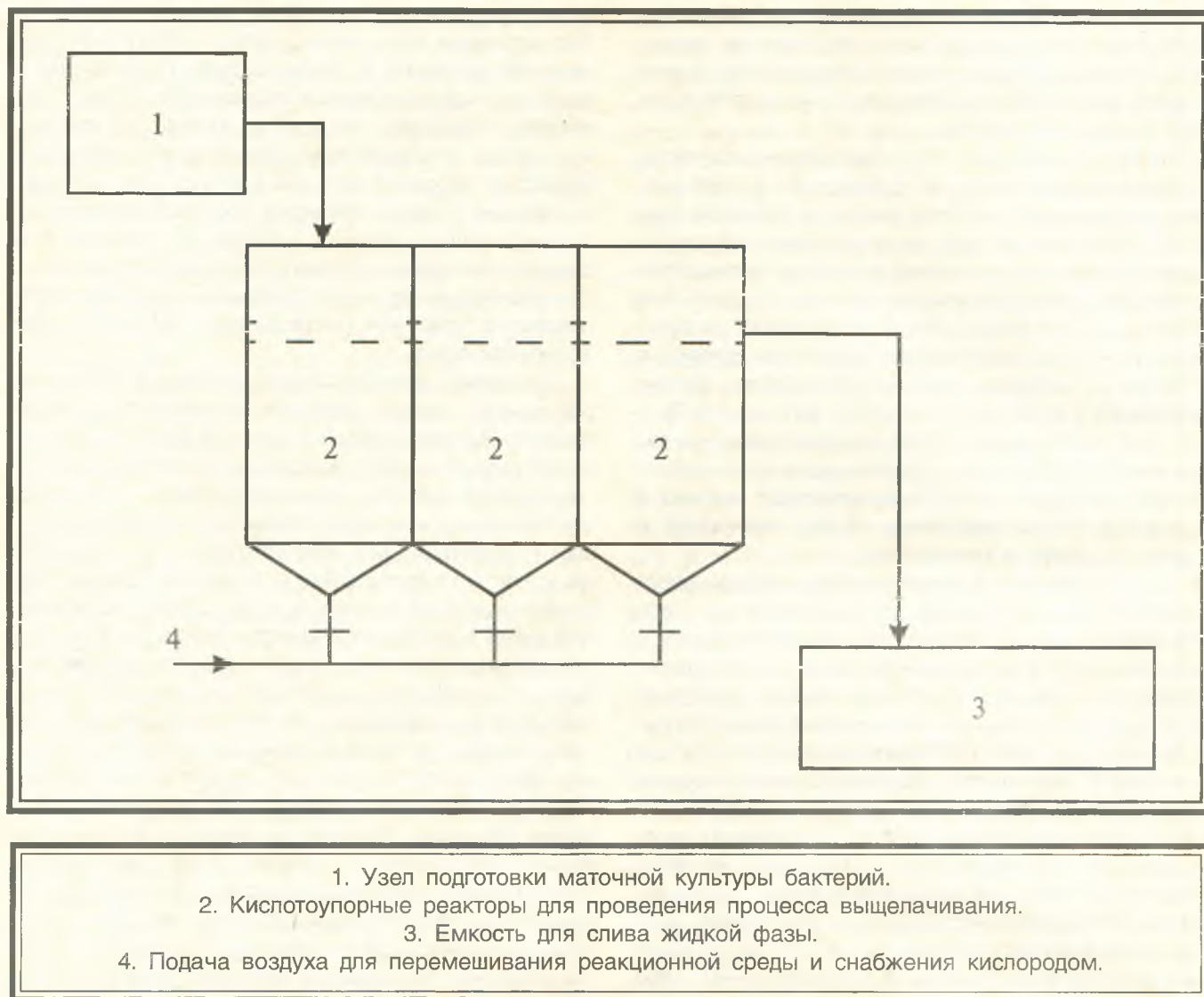
Было выявлено, что железобактерии окисляют железо, которое переходит в раствор и накапливается в нем до тех пор, пока его кон-

центрация не достигнет 0,8 г/л в расчете на  $Fe_2O_3$ . Это величина насыщения, после которого железо начинает выпадать в осадок в виде гидроксидов и частично гидролизированных серноокислых солей. Происходит повторное осаждение железа на каолин, что требует значительных усилий по его удалению: обработке продукта 10%-ной кислотой при сильном нагревании. Таким образом, высокоэффективный процесс выщелачивания железа из каолина при помощи железобактерий оказывается технологически нецелесообразным из-за несвоевременного удаления растворенного железа из реакционной среды.

Оказалось технологически вполне приемлемым расчленить процесс микробиологического выщелачивания железа и процесс его удаления из реакционной смеси на ряд чередующихся этапов, то есть переводя в раствор в контролируемых условиях максимально возможное количество железа при данных параметрах (pH, температура и др.), удалить его с частью жидкой фазы реакционной среды. При этом и в начале процесса и при сливе части жидкой фазы и внесении равного объема воды в суспензию каолина вносится расчетное количество солей - компонентов раствора питательной среды Сильвермана-Люддрена. В этих условиях железобактерии вынуждены окислять закисное железо, чтобы получать энергию для своего развития. Нами отработаны технологические параметры процесса обогащения каолина, согласно которому выщелачивание продолжается при периодическом сливе части жидкой фазы суспензии, до тех пор, пока в растворимое состояние не будет переведено максимально возможное количество железа. Содержание железа в целевом продукте, полученном этим способом, не превышает 0,7% в расчете на  $Fe_2O_3$ . Данная разработка представлена нами в виде заявки на получение патента на изобретение. Получено положительное решение патентного ведомства РУ на "Способ обогащения каолина".

На рис. 2 приведена схема обезжелезивания каолина при помощи железобактерий, используемая в лабораторных экспериментах.

Биологическим агентом, используемым в биотехнологии обогащения каолина, является железобактерия тионовая бактерия *Thiobacillus ferrooxidans*. От удачного выбора культуры зависит полнота растворения железа, длительность и экономичность процесса. В процессе поиска перспективных штаммов железобактерий нами разработан новый способ получения культур тионовых бактерий, который отличается тем, что на поверхности каолина на самом месторождении закладываются квадратные площадки для нанесения по их диагоналям растворов серной кислоты и тисульфата, что обеспечивает массовое развитие искоемых бактерий на микровключениях пирита и упрощает последующий процесс получения чистых



**Рис.2. Схема бактериального выщелачивания металлов из каолина, используемая в лабораторных экспериментах.**

культур микроорганизмов. Данная разработка оформлена в виде заявки на получение патента на изобретение. Получено положительное решение патентного ведомства РУ на "Способ получения комплекса тионовых бактерий".

Таким образом, нами предложено несколько перспективных разработок, которые в совокупности позволят получать обогащенный местный каолин, удовлетворяющий требованиям различных отраслей промышленности. Необходима отработка деталей технологического регламента, подготовка нормативно-технической документации, наработка стандартного продукта для проведения маркетинговых исследований.

## Литература

1. Лелеко А.И., Худин Ю.Л., Устинов М.И. Перспективы развития добычи угля в Средней Азии. - Минск.: Белгео, 1993. - 220с.

2. Шакиров Ш.Ю., Салимов З.С., Шакиров Т.И., Мкртчян Р.В. Обогащение Ангренских каолинов с помощью электромагнитного сепаратора / Узб. хим. журн., 1993, № 1, с.52-58.

3. Черносвитов Ю.Л. Требования промышленности к качеству минерального сырья. - М.: Госгеолтехиздат, 1962. - 123с.

4. Семенов В.С. и др. Способ обогащения каолина / А.с. СССР Л 412164, 1974.

5. Виестур У.Э., Идите И.А., Жилевич А.В. Биотехнология. Биологические агенты, технология, аппаратура. - Рига.: Зинатне.- 1987.-263с.

6. Каравайко Г.И. Биотехнология металлов / Биотехнология. М.: Наука.- 1984.- с.13.

7. Мороз .И.И. Фарфор, фаянс, майолика. - Киев. Техника.- 1975. -352с.

8. Александров В.Г. и др. Способ обработки глин. / А. с. СССР № 658112, 1979.

9. Аракелян Р.Н. и др. Способ отбеливания глин. / А. с. СССР № 1216169, 1986.

JK 622.33:623.322

## ПРОИЗВОДСТВО ОБОГАЩЕННОГО КАОЛИНА В г. АНГРЕНЕ



*В.К. Бызеев, председатель  
правления КП «Лойиха  
Кидирув», канд. техн. наук*



*В.П. Ключин, главный  
специалист, канд. техн.  
наук*

*Ю. Палльмер,  
(ПАБ БАУТЦЕН)*

АО «УГОЛЬ»

Исследования каолина, залегающего в Ангренской долине, на предмет его использования в народном хозяйстве ведутся с 1963 года. Данной проблемой занимались институты ГИЭКИ, ВНИИБ, СТБ Промстройматериалов, Огнеупоров, НИИСтройкерамики, НИИСтройпроект, ВОСТИО, ВАМИ, АзНИЦемент, Гипрцемент, Химии АНУз, САИГИМС, ВНИИЧеруд, МХТИ и МолдНИИСтройпроект.

В периоды разработки опытных и промышленных способов производства товарной продукции из Ангренского каолина было изготовлено около 4 тонн 1-й сортной бумаги (бумага испытана в типографии «Печатный двор» 500 шт.) фарфоровых изделий, свыше 4000 керамических изделий, отвечающих по качеству мировым стандартам.

Однако межведомственная разобщенность министерств (месторождение разрабатывало Минуглепром) препятствовала строительству обогатительной фабрики в г.Ангрене.

Перейдя на хозрасчет, АО «уголь» с 1992 года пыталось найти партнера по реализации проекта использования ангренских каолинов для производства высококачественного продукта, конкурентоспособного на рынках ближнего и дальнего зарубежья. За пять лет проект строительства производства обогатленного каолина обсуждался с несколькими иностранными фирмами: «Жуспи» (Испания), «Мабетекс» (Швейцария), «Агробарт» (Совместное Американско-Российско-Таджикское предприятие), «ПАБ Баутцен» (Германия).

Учитывая сложное финансовое положение угольной отрасли, АО «Уголь» искало партнера по реализации проекта со 100% финансированием затрат на приобретение технологии и оборудования. Из всех предложений наиболее проработанным и экономически обоснованным оказался проект разработанный фирмой «ПАБ Баутцен».

Опытно-промышленные испытания Ангренского каолина, выполненные фирмой «Pab Bautzen», по-

казали отличительные особенности каолина, которые оказали существенное влияние на разрабатываемую технологию обогащения.

В связи с тем, что ангренский каолин имеет «высокую» плотность  $2,2 \text{ т/м}^3$ , появилась необходимость предварительного его измельчения до фракции  $< 25 \text{ мм}$ .

Разработанная фирмой технологическая блок-схема обогащения каолина выглядит следующим образом (Рис.1.).

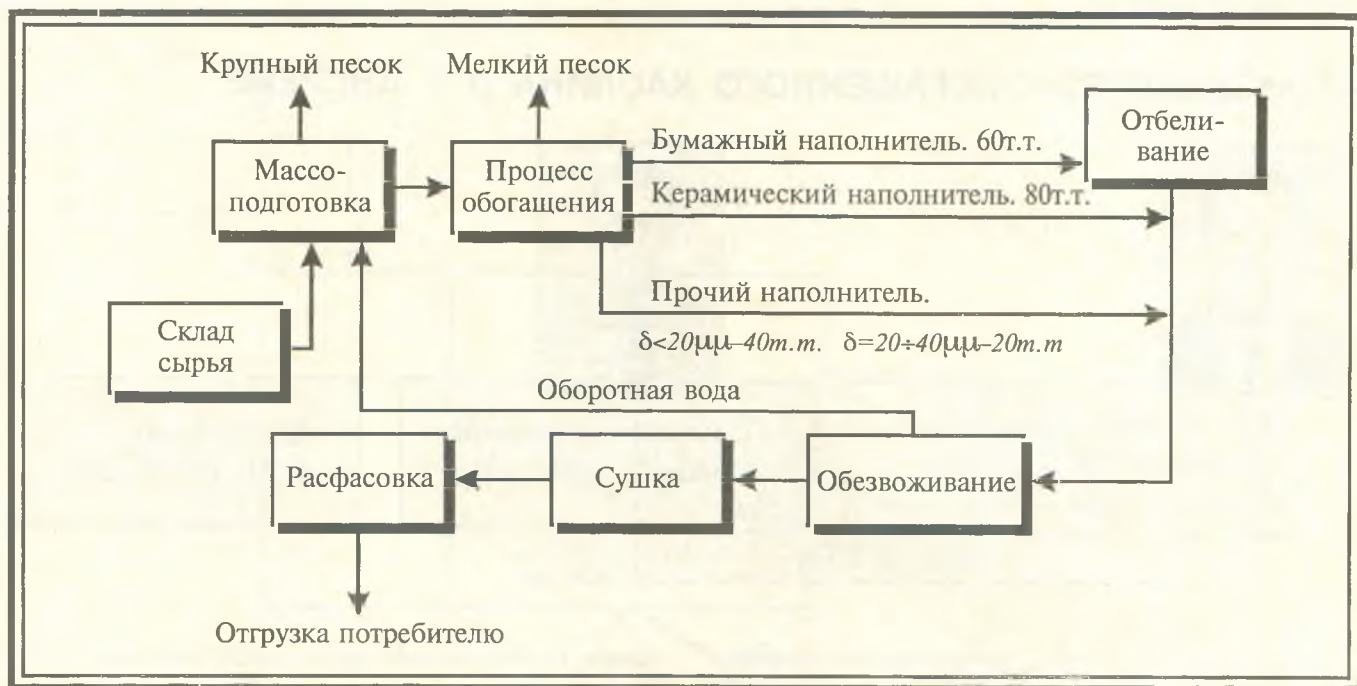
При разработке проекта были учтены самые современные достижения мировой практики в производстве обогатленного каолина.

Так, в процессе массоподготовки вертикальные ж/б емкости замещены на горизонтально вращающиеся барабаны, что позволило сократить число ступеней и время «размыва» каолина.

В процессе обогащения использовано пять ступеней гидроциклонов, позволяющих достичь высокого качества каолина, отвечающего требованиям мировых стандартов. В процессе обезвоживания применены сгустители последней модификации, что обеспечивает непрерывный процесс в одной емкости с достижением плотности суспензии свыше  $60 \text{ г/л}$ . Далее суспензия попадает в фильтропресс. Использование мембранных фильтропрессов вместо матерчатых снизило влажность каолина на выходе на 5-7%, что обеспечило экономию энергетических затрат при сушке на 600-800 ккал на 1 т. обогатленного каолина.

Примененные в процессе сушки конвейерные сушильные печи позволяют получить каолин различной влажности от 12 до 2%, что в свою очередь обеспечивает получение каолина различного сорта (разнообразие ассортимента).

Получаемый каолин имеет вид гранул размером 2-5 мм., и готов к отгрузке потребителям. Однако для его транспортировки существуют особые требования. Транспортные сосуды должны быть



**Рис.1. Блок-схема обогащения каолина.**

футерованы внутри материалом (дерево, стекло, пластмасса) исключаям сопркосновение с металлом. Таким образом, возникала проблема транспортировки ангреноского каолина в дальнее зарубежье в спецвагонах, а это вопрос очень сложный в техническом и экономическом аспектах.

Решением данной проблемы стало строительство цеха расфасовки в биг-бэги (0,8-1,0т.), что позволяет использовать любые транспортные средства, учитывая нестабильность потребительского рынка, периодичность отгрузки того или иного сорта каолина различного объема.

Таким образом, в проекте строительства обогатительной фабрики применено самое совершенное оборудование, что обеспечивает получение каолина высокого качества с наименьшими эксплуатационными затратами.

Кроме того, процесс обогащения спланирован с учетом безотходной технологии. Получаемые хвосты обогащения разделены на три фракции, каждая из которых имеет потребителей в народном хозяйстве. Первый вид хвостов – пески фракцией свыше 2,0-2,5 применяются при строительстве автомобильных и железных дорог, в асфальтобетоне. Второй вид хвостов – пески фракцией 2,5-0,4мм. применяются при отделочных работах. Третий вид хвостов – прочие отходы, соединяющие большой объем органики, используются в агротехнике.

Обогатительный процесс требует огромное количество воды, до 500м<sup>3</sup>/час. Для снижения затрат на воду в целях экологии применено обратное водоснабжение, позволяющее сократить потребность в свежей воде до 140м<sup>3</sup>/час.

УДК 541.127.

# ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАВНОВЕСИЯ В СИСТЕМАХ $Rb_2O - Cl_2$ И $Cs_2O - Cl_2$ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «АСТРА»

Шевко В.М., Мельник М.А., Сейтжаппаров Б.А., Кунбазаров А.К.

НавГГИ

Литьевые руды Шавазсайского месторождения содержат определенное количество рубидия и цезия. При переработке Шавазсайской руды окислительно-хлорирующим обжигом с получением цементного клинкера или керамзита (1, 2) Rb и Cs преимущественно переходят в хлоридные возгоны. Однако данные по хлоридовозгонке Rb и Cs из руды не систематизированы. В настоящей работе нами приводятся результаты термодинамического моделирования с помощью ЭВМ равновесия в системах  $Rb_2O - Cl_2$  и  $Cs_2O - Cl_2$ . Моделирование произведено при помощи программного комплекса «Астра-3», разработанного в МВТУ им. Баумана (3). Отличительной особенностью программного комплекса «Астра-3» является определение не только состава конденсированных и газовой фаз, но и возможность установления степени распределения элементов между участниками реакции. Высокая

информативная способность системы «Астра-3» показана нами при исследовании равновесия целого ряда хлоридовозгоночных процессов (4-6).

Равновесие в системе  $Rb_2O - Cl_2$  исследовано нами в температурном интервале 600-1800 К и давлении 0,0495 МПа. Информация о степени распределения рубидия и составе газовой и конденсированной фаз системы приведена в табл.1 и на рис.1 (а). Из табл.1 следует, что уже при  $T=600$  К весь рубидий из  $Rb_2O$  перешел в  $RbCl$ , который до 1000 К находится только в конденсированной фазе. При увеличении температуры от 1000 до 1700 К наблюдается увеличение степени перехода Rb в  $RbCl$  (г). Напротив, при увеличении температуры от 1000 до 1600 К наблюдается уменьшение степени перехода рубидия из  $Rb_2O$  в  $RbCl(K)$ , а при  $T>1600$  К степень перехода рубидия в  $RbCl(K)$  составляет 0,00%. Более сложное происходит распределение Rb в  $Rb_2Cl_2$

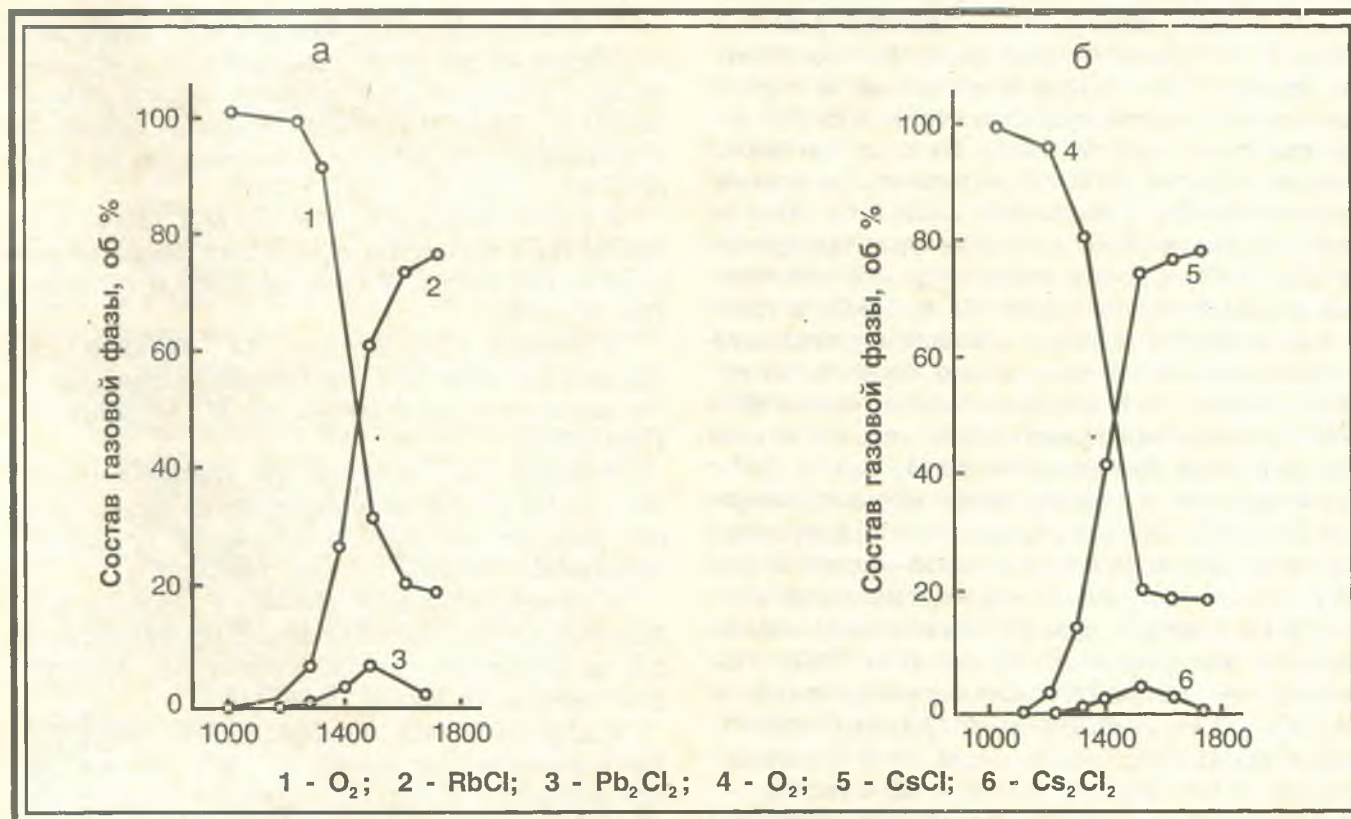


Рис.1. Влияние температуры на состав газовой фазы системы  $Rb_2O - Cl_2$  (а),  $Cs_2O - Cl_2$  (б)

Таблица 1. Влияние температуры на степень распределения рубидия в системе  $Rb_2O-Cl_2$

| Переход                                   | Степень перехода рубидия (%) в соединения при температуре, К |        |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rb                                        | 600                                                          | 800    | 1000  | 1100  | 1200  | 1300  | 1400  | 1500  | 1600  | 1700  |
| Rb → RbCl (к)*                            | 100.00                                                       | 100.00 | 99.99 | 99.83 | 99.14 | 96.70 | 88.13 | 37.86 | 0.00  | 0.00  |
| Rb → RbCl (г)*                            | 0.00                                                         | 0.00   | 00.01 | 0.13  | 0.64  | 2.28  | 8.92  | 46.50 | 85.11 | 91.83 |
| Rb → Rb <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (г)* | 0.00                                                         | 0.00   | 0.00  | 0.03  | 0.21  | 0.83  | 2.95  | 15.06 | 14.88 | 8.16  |

Таблица 2. Влияние температуры на степень распределения цезия в системе  $Cs_2O-Cl_2$

| Переход                                  | Степень перехода цезия (%) в соединения при температуре, К |        |        |        |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cs                                       | 600                                                        | 800    | 1000   | 1100   | 1200  | 1300  | 1400  | 1500  | 1600  | 1700  |
| Cs → Cs <sub>2</sub> O (г)               | <0.001                                                     | <0.001 | <0.001 | <0.01  | <0.01 | 0.03  | 0.99  | 0.84  | 0.57  | 0.31  |
| Cs → CsCl (г)*                           | <0,01                                                      | <0,01  | 0,04   | 0,28   | 1.23  | 4.74  | 19.94 | 87.89 | 93.14 | 95.71 |
| Cs → Cs <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (г) | <0.01                                                      | <0.01  | <0.01  | 0.048  | 0.21  | 0.81  | 3.89  | 10.76 | 5.52  | 2.95  |
| Cs → Cs (г)                              | <0.001                                                     | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.01 | 0.02  | 0.08  | 0.31  | 0.56  | 0.81  |
| Cs → CsCl (к)*                           | 98.63                                                      | 98.63  | 98.61  | 98.32  | 97.22 | 93.13 | 75.35 | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| Cs → CsO <sub>2</sub> (к)                | 1.36                                                       | 1.36   | 1.34   | 1.33   | 1.27  | 0.57  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |

\* (к) - конденсированная фаза; (г) - газовая фаза

(г). Из табл.1 следует, что максимум этого перехода относится к 1500-1600 К.

На рис.1 (а) приведена информация о влиянии температуры на состав газовой фазы системы  $Rb_2O-Cl_2$ , из которой следует, что в температурном интервале 600-1200 К газовая фаза преимущественно кислород. При  $T > 1200$  К состав газовой фазы изменяется, т.к. при этом становится заметной упругость паров RbCl и Rb<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>. Из рис.1 (а) также следует, что при 1500 К наблюдается экстремум содержания Rb<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> в газовой фазе 8,1%. Максимум содержания RbCl в газовой фазе приходится на 1700 К (76,4%). Эта температура соответствует максимальной концентрации RbCl<sub>2</sub>+Rb<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> в газовой фазе (80,4%). В табл.2 приведена информация о распределении цезия в системе  $Cs_2O-Cl_2$ , из которой следует, что в температурном интервале 600-1700 К основными компонентами газовой и конденсированной фаз являются CsCl, Cs<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, CsO<sub>2</sub>, Cs. Кроме того, в системе имеет место образование Cs<sub>2</sub>, CsO, Cs<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. На рис.1 (б) показано влияние температуры на состав газовой фазы системы  $Cs_2O-Cl_2$ , из чего, видно, что максимальная концентрация хлоридов цезия в газовой фазе наблюдается в температурной области 1500-1700К. Например, при  $T = 1500$  К газовая фаза содержит, от %: CsCl - 73,94; O<sub>2</sub>-20,78; Cs<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>-4,52; Cs<sub>2</sub>O-0,35; O-0,27; Cs<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-0,03; CsO-0,09, а при 1700 К соответственно 77,69; 20,14; 1,19; 0,12; 0,65; 0,04; 0,17.

Таким образом, для достаточно полной отгонки рубидия и цезия из систем  $Cs_2O$  и  $Rb_2O$  необходим

нагрев шихты до 1500-1600 К.

#### Литература.

1. Сейтжаппаров Б.А., Мельник М.А., Шевко В.М. Литийсодержащая руда Шавазсайского месторождения - потенциальный источник редкощелочных металлов. Труды НТК "Интенсификация процессов хлорирования и восстановительно-возгоночных технологий" - Шымкент, 1994. - С.61.
2. Сейтжаппаров Б.А., Мельник М.А., Шевко В.М. Безотходная технология переработки Шавазсайской руды на концентрат цветных металлов и керамзит, Там же- С58.
3. Синярев Г.Б., Ватолин Н.А., Моисеев Г.К. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов. М.: Металлургия, 1982.-263 с.
4. Шевко В.М., Айткулов Д.К. Физико-химические основы и технология переработки бедных шлаков цветной металлургии хлоридной продувкой. Монография. Алматы: Гылым, 1996.-202 с.
5. Шевко В.М., Худайбергенов Т.Е., Мельник М.А. Хлоридная и хлорная переработка некондиционных руд промпродуктов цветной металлургии. Монография. Алматы: Познание, 1995.-145 с.
6. Шевко В.М., Мельник М.А., Сейтжаппаров Б.А. Термодинамический анализ на ЭВМ системы литий-кислород-водород программным комплексом "Астра" / Наука и образование Южного Казахстана, 1996.- № 3. - С.135-137.

## ПЕРЕРАБОТКА ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЫЛЕЙ УЗБЕКСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА

Шевко В.М., Кабылбекова Б.Н., Кунбазаров А.К.

НавГГИ

Выплавка высококачественных сталей в электропечах сопряжена с заметным выходом пыли (1). Удельный выход пыли электросталеплавильной печи составляет 8-26 кг/т (2). Согласно (2, 3) пыли и шламы газоочисток электросталеплавильных печей содержат масс. %:  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ -30-55;  $\text{SiO}_2$ -2-15;  $\text{CaO}$ -1,5-7;  $\text{MgO}$ -4,27;  $\text{MnO}$ -1,5-10;  $\text{P}_2\text{O}_5$ -0,02-0,25; S-0,02-5; Zn-до 2; Pb-до 1, а также Ni, Cr, С. Годовое количество пыли электросталеплавильных цехов в г. Бекбад составляет не менее 100 тыс. т. Коэффициент использования шламов и пыли газоочисток электросталеплавильных печей составляет не более 0,5. Т.е. половина пыли и шламов вывозится за пределы города, шламонакопители, тем самым усугубляется антагонизм между природой и производством. Кроме того с этими отходами теряется не только железо, но и цветные металлы.

Наиболее распространенным методом утилизации шламов электропечей с небольшим содержанием Zn и Pb является возврат их в агломерационную шихту после обезвоживания и сушки. Кроме того, пыль можно использовать для выпуска лакокрасочных материалов и производства строительных материалов. Однако при этом цветные металлы из пыли не извлекаются. Во многом это связано с тем, что извлечение цветных металлов из пыли и шламов, содержащих  $\Sigma\text{Zn}+\text{Pb}<1,0\%$  сопряжено с определенными технологическими и экономическими трудностями. Так, например, метод плавки в жидкой ванне сталеплавильных пылей, разработанный в МИС и С несмотря на достаточно высокие технологические показатели, характеризуется значительными капитальными вложениями при переработке бедных пылей (4).

В настоящей работе мы не рассматриваем вопрос о переработке богатых пылей, т.к. эта проблема стоит менее остро и решение ее достаточно полно освещено в литературе (1-3). Цель настоящей работы представить технологам результаты нашей работы по переработке бедных пылей электросталеплавильного производства (ЭСП) Узбекского металлургического завода (г. Бекбад). В исследованиях нами была использована проба пыли, содержащая масс. %: Zn - 4,2-5,3. Pb - 1,0-1,5; Cu - 0,3-0,5;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -49-54; FeO - 4-6;  $\text{SiO}_2$  - 5-6,2;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 0,5-1,5; CaO - 8,3; MgO - 7,6-8,3; MnO - 6-7,1; C - 0,3-0,7; прочие -3-6,5. Пыль обладала удельной поверхностью 1860-1910  $\text{см}^2/\text{г}$ . Основная масса пыли

сосредоточена в трех фракциях: 0,016-0,032 мм (31,6%) 0,008-0,016 мм (30,2%) и < 0,008 мм (29,4%). В основе метода переработки пылей нами взята идея хлоридовозгонки цветных металлов с использованием в качестве хлорирующих агентов солей щелочных, щелочно-земельных металлов и ряда других хлоридов. Физико-химические основы этого метода описаны нами в литературе (5,6), а промышленные испытания проведены на пылях Магнитогорского и Ново-Липецкого металлургических комбинатов.

На первом этапе исследований нами проведена работа по определению оптимальных параметров отгонки цветных металлов из пылей ЭСП, окатанных с 33%-ым раствором хлорида кальция. Опыты проводили в вертикальной печи с карборундовыми нагревателями, с нижней продувкой воздуха, скорость подачи которого составляла 6-6,5 л/мин. В результате поисковых исследований было установлено, что при температуре 1250 градусов С степень хлоридовозгонки ( $\alpha_{\text{хл}}$ ) цинка составила за 45 мин 72,0%; свинца - 73,9% и меди - 67,6%. Увеличение продолжительности обжига до 90 мин. способствует увеличению  $\alpha_{\text{хл}}$  цинка до 90, 6%, свинца - до 93, 8% и меди - до 88,8%. Полученные данные нельзя считать оптимальными, т.к. продолжительность процесса следует признать высокой. Из теории хлоридовозгоночного обжига известно, что в присутствии кислорода хлорид кальция способен выделять хлор. Этот процесс заметно ускоряется, если разложение протекает в присутствии  $\text{SiO}_2$ . Химический анализ пылей ЭСП свидетельствует о том, что в пылях преобладают основные оксиды, и модуль кислотности их ( $\Sigma\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ( $\Sigma\text{CaO}+\text{MgO}$ ) составляет 0,5-0,62. Поэтому ускорить процесс возможно только если в состав шихты ввести кварцит. Но мы пошли несколько иным путем, введя в состав шихты материалы, содержащие карбид кремния. В основе такого выбора был термодинамический анализ, выполненный нами при помощи программного комплекса "Астра-3", который позволяет определить не только равновесный состав газовой и конденсированной фаз, но и распределение компонентов между участниками реакции (7). Согласно расчетам, выполненным на ЭВМ, установлено, что разложение хлорида кальция кислородом в присутствии карбида кремния заметно уже при  $T=800$  К. (37,6%). При низких температурах процесс опи-

сывается уравнением  $\text{CaCl}_2 + \text{SiC} + 2,5 \text{ O}_2 = \text{Cl}_2 + \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + \text{Co}$ . При  $T=1200 \text{ K}$  степень разложения хлорида кальция составляет  $\approx 100\%$ . При этом конденсированная фаза содержит  $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$  и  $\text{CaSiO}_3$ , газовая -  $\text{Cl}_2$  и  $\text{Cl}$ .

Экспериментально нами установлено, что степень хлоридовозгонки цинка из системы  $\text{ZnO}-\text{CaCl}_2-\text{SiC}$  - воздух при  $T 1000$  градусов С за 60 мин. составляет 73,6%, а при отсутствии  $\text{SiC}$  - 62,7%. Высокую (95-98%) степень хлоридовозгонки цинка из системы  $\text{ZnO}-\text{CaCl}_2-\text{SiC}$  -воздух можно достичь при температуре 1200 градусов С в течение 15-20 мин. Хлоридовозгонка  $\text{Zn}$  из системы  $\text{ZnO}-\text{CaCl}_2-\text{SiC}$  -воздух описывается уравнением:

$$\alpha_{\text{хл}}\text{Zn} = \{1 - \exp[-(0,71 \cdot T \cdot 10^{-3} - 0,35) \cdot (1,672 \cdot 10^{-3} \cdot T - 1,29)]\} \cdot 100,$$

а из системы:  $\text{ZnO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaCl}_2 - \text{SiC}$  - воздух:

$$\alpha_{\text{хл}}\text{Zn} = \{1 - \exp[-(0,42 + 1,22 \cdot 10^{-3} \cdot T) \cdot (1,05 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0,955)]\} \cdot 100$$

Используя метод планирования эксперимента второго порядка (рототабельное планирование) (8) нами проведена серия экспериментов, на основании которых получены уравнения в кодированном виде, связывающие  $\alpha_{\text{хл1}}$  металла из пылей ЭСП УМЗ с количеством хлорагента ( $x_2$ ), температурой ( $x_1$ ) и продолжительностью обжига ( $x_3$ ):

$$\alpha_{\text{хл}}\text{Zn} = 76,5 + 2,4 \cdot x_1 + 5,32 \cdot x_2 + 1,21 \cdot x_3 + 10,3 \cdot x_1^2 + 2,8 x_2^2 + 0,7 x_1 x_2$$

$$\alpha_{\text{хл}}\text{Pb} = 84,6 + 1,6 \cdot x_1 + 6,4 x_2 + 0,8 x_3 + 6,3 x_1^2 + 3,7 x_2^2$$

$$\alpha_{\text{хл}}\text{Cu} = 69,4 + 3,7 \cdot x_1 + 6,4 x_2 + 4,6 x_3 + 4,7 x_1^2 + 4,6 x_2^2 + 0,9 x_1 x_3.$$

В рассмотренной области независимых переменных температуру изменяли от 930 до 1270 градусов С, количество хлорагента ( $\text{CaCl}_2$ ) - от 4,7 до 11,3 % от массы пыли и продолжительность эксперимента - от 20 до 70 мин. В опытах в качестве карбидокремниевых материалов использовали отходы производства черного карбида кремния Волжского абразивного завода ( $\text{SiC} = 70,11\%$ ), количество которых равнялось 4% от массы пыли.

Полученные уравнения свидетельствуют о том, что металлы по мере увеличения  $\alpha_{\text{хл1}}$  располагаются в ряд: медь, цинк, свинец. Параметрической оптимизацией (8) установлено, что максимальное значение  $\alpha_{\text{хл1}}$  цинка, свинца и меди можно достичь при расходе хлорагента равным 11,3% от массы пыли. При температуре 1270 градусов С в течение 30 мин. степень хлоридовозгонки цинка составила 92,4%, свинца - 95,6% и меди - 86,3%. Для достижения более высокого извлечения необходимо увеличить продолжительность процесса. Так, в течение 60 мин  $\alpha_{\text{хл1}}\text{Zn}$  при  $T=1270 \text{ C}^\circ$  составила 94,4%;  $\text{Pb}$  - 98,1%;  $\text{Cu}$  - 91,6%. "Кажущаяся" энергия активаций процесса хлоридовозгонки цветных металлов из ЭСП УзбМЗ составляет 38-52 кДж/моль.

Укрупненно-лабораторные испытания, проведенные с шихтой массой - 47,7-54,4 кг показали, что степень хлоридовозгонки цинка из ЭСП УзбМЗ составила 96,7%, свинца - 97,2% и меди - 94,0%. Степень перехода железа в хлоридные возгоны составила 1,5%. Огарок после обжига содержал 44-45% железа и обладал прочностью 112-150н/окатыш. Электронно-микроскопическое исследование среза окатыша, выполненное при помощи растрового микроскопа Рэм-100У показало, что внутри гранулы существует разница концентраций цветных металлов. На поверхности концентрация больше, а в центре гранулы - меньше. Причем поверхность гранулы оплавлена, а в центре гранула имеет хорошо развитую пористую структуру.

Низкое значение "кажущейся" энергии активации и найденный градиент концентрации цветных металлов внутри гранулы свидетельствуют о внутри-диффузионном характере хлоридовозгонки меди, цинка и свинца из ЭСП УзбМЗ.

При окислительно-хлорирующем обжиге пылей ЭСП УзбМЗ возгоны, уловленные сухим способом содержали 25-26% цинка, 7,0-7,8% свинца и 2,1-2,8% меди. Для переработки хлоридных возгонов нами разработана пирометаллургическая схема, позволяющая получать черновой свинец, черновую медь и черновой хлорид цинка. На стадии укрупненно-лабораторной переработки нами достигнуто сквозное извлечение цинка в черновой  $\text{ZnCl}_2$  ( $\text{ZnCl}_2=45,3-47,6\%$ ) на 96,6-97,4%, свинца в черновой свинец ( $\text{Pb}=96,4-97,6\%$ ) на 84,1-85,2%, меди в черновую медь ( $\text{Cu}=96,6-97,3\%$ ) на 90,7%-91,3%.

При годовом производстве 300 000 т электросталей количество пылей на УзбМЗ составит не менее 4500-5000 т, из которого можно будет получить не менее 400-450 т чернового хлорида цинка, 38-40 т чернового свинца и 13-15т чернового хлорида меди.

## Литература

1. Вторичные материальные ресурсы черной металлургии. Т.2: Шлаки, шламы, отходы обогащения железных и марганцевых руд, отходы коксохимической промышленности, железный купорос: Справочник (Барышников В.Г., Горелов А.М., Попков Г.И. и др. Экономика 1986-344с.
2. Толочко А.И., Славин В.И., и др. Утилизация пылей и шламов в черной металлургии. Челябинск: Металлургия, Челябинское отделение, 1990-152 с.
3. Юзов О.В., Харитонов Н.А., Гурьев В.С. Эффективность охраны атмосферы от выбросов сталеплавильного производства. Металлургия, 1987-103 с.
4. Подгородецкий Г.С., Валавин В.С. Перспективы использования процесса ПЖВ для переработки отходов цветной металлургии. Тез.докл.отрас.НТС "Создание экологически чистых малоотходных технологий в производстве тяжелых цветных металлов

и повышение комплексности использования сырья" 1991-С.4-6

5. Шевко В.М., Худайбергенов Т.Е., Мельник М.А. Хлоридная и хлорная переработка не кондиционных руд и промпродуктов цветной металлургии. - Алматы: Познание, 1995.-139 с.

6. Шевко В.М., Айткулов Д.К. Физико химические основы и технология переработки бедных шлаков цветной металлургии. Алматы: Гылым, 1996, 202 с.

7. Синярев Г.Б., Ватолин Н.А., Моисеев Г. К. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов. Наука, №2 1982-263 с.

8. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химической технологии. Высшая школа, 1978 -319 с.

ГОРНОСПАСАТЕЛЬНАЯ СЛУЖБА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОТРАСЛИ

М.М. Абдибаев



О.И. Гашенко

Штаб ВГСЧ Госгортехнадзора РУз

Информация о горноспасательной службе Штаба ВГСЧ Госгортехнадзора Республики Узбекистан в последнее время очень редко появляется в печати. Возможно это связано с тем, что снизился объем подземной добычи угля, а выполняемые меры профилактики аварий позволяют не допускать на угольных шахтах республики серьезных чрезвычайных происшествий. Горноспасательное обслуживание предприятий АО "Уголь" обеспечивается в настоящее время двумя отдельными военизированными горноспасательными взводами - 1 и 2 ОВГСВ. Основной задачей подразделений является осуществление экстренных и необходимых мер по спасения людей, ликвидации последствий взрывов, обрушений пород, тушения пожаров и других работ, требующих применения средств защиты органов дыхания и специального снаряжения.

## ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

До 1817 г. на шахтах Среднеазиатского каменно-угольного бассейна вопросами горноспасательного дела никто не занимался. Первые горноспасательные станции здесь были организованы на рудниках "Кизил-Кия" (1924г.), "Сулюкта" (1925г.), "Шураб" (1932г.), "Таш-Кумыр" (1933г.), "Кок-Янгак" (1933г.), "Ленгер" (1934г.). Подчинялись они руководству рудников и содержались за счет рудников. Станции были в основном оснащены респираторами фирмы "Дрегерверк АГ" выпуска 1904-1909 гг. Выезд на аварии осуществлялся на вагоне-платформе "Турнет" узкой колеи с тормозным управлением, дрезине узкой колеи.

Децентрализация руководства и снабжение станций специальной аппаратурой и оборудованием, отсутствие единой системы подготовки и тренировки горноспасателей, а также единой научно-исследовательской базы привели к фактической изоляции существовавших станций, их полной зависимости от промышленных предприятий и учреждений.

Принятая структура не отвечала возмущавшим требованиям по обеспечению безопасности ведения горных работ.

Постановлением СНК от 7 января 1934 г. № 25 "О военизации личного состава горноспасательных станций Народного комиссариата тяжелой промышленности" личный состав горноспасательных станций был военизирован. Вместо станций были созданы военизированные горноспасательные части (ВГСЧ).

В Ангренском промышленном районе военизированный горноспасательный взвод сформирован в 1942г. в поселке Тешикташ для обслуживания шахт 1, 2, 3, 8, 2-бис, 9 и красноармейского рудника (местпром). Взвод состоял из 3-х отделений (18 человек) и входил в состав ВГСЧ Средней Азии. Взвод был оснащен отечественными респираторами РКР-2, РКР-3, КИП-5, затем РКК-2, РКК-1.

В 1952г. для обслуживания строительства шахты "Шаргуньская" был сформирован горноспасательный взвод в горном поселке "Шаргунь" Сарыасийского района Сурхандарьинской области, постоянное функционирование которого началось с 1957г.

В наиболее трудный период становления горноспасательной службы с 1924 по 1956 гг. горноспасателями было ликвидировано 3404 аварий, в том числе 2096 подземных пожаров. При этом было отработано в респираторах на авариях и технических работах 542621 человеко/часов, спасено 480 горняков. За проявленное мужество, смелость 159 работников ВГСЧ были награждены правительственными наградами. С развитием угольной промышленности численность респираторного состава увеличивалась с 5 (1924г.) до 357 (1956г.) человек.

С 1993 года исполнение статьи 34 Закона Республики Узбекистан "О недрах" горноспасательное обслуживание угледобывающих предприятий осуществляется специальной государственной горноспасательной частью (ВГСЧ) Госгортехнадзора Республики Узбекистан.

Решение о сохранении профессиональной горноспасательной службы в республике было принято на основании огромного трагического опыта ликвидации последствий крупных аварий, катастроф, учета специфических местных условий регионов.

Область использования горноспасательных подразделений ВГСЧ определена "Положением о ВГСЧ Госгортехнадзора Республики Узбекистан" утвержденным Постановлением Кабинета Министров от 3.03.93 г. №122. Горноспасательные подразделения входят в технологический процесс производства, а в связи с чем отвлечение их на ликвидации аварий не связанных с обслуживаемыми предприятиями ведет к остановке производства.

### **ДЫХАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ШАХТАХ**

Основой горноспасательного оснащения являются дыхательные аппараты: регенеративные, воздушно-баллонные, шланговые и фильтрующие. Регенеративные респираторы, применяющиеся в подземных выработках шахт, работают независимо от окружающей атмосферы, имеют одинаковый принцип действия: выдыхаемый воздух снова подается в легкие после удаления из него углекислого газа и добавления кислорода вместо уже израсходованного.

Регенеративные респираторы как известно делятся на следующие группы:

- респираторы на сжатом кислороде;
- респираторы на химически связанном кислороде;
- респираторы на жидком кислороде.

Применяются респираторы не только в горной, но и в других отраслях промышленности, а также в пожарном деле.

Изобретение регенеративных респираторов на сжатом кислороде относится к середине прошлого столетия. Принципиальная схема аппарата сохранилась без изменения до настоящего времени. Разработкой респираторов такого типа занимались фирмы Ауэргезельшафт Дрегерверк АГ (ФРГ), Чейнджстарт Лтд (Англия), Научно-исследовательский институт горноспасательного дела (Украина).

Всемирное признание получили респираторы Р-30, Р-34, В6-174, предназначенные для горно и газоспасателей.

Признание обусловлено надежностью в работе, возможностью длительного пребывания и работы в непригодной для дыхания атмосфере, сравнительной комфортностью, легкостью аппарата и простотой обслуживания.

Горноспасатели 1,2 ОВГСВ Штаба ВГСЧ Госгортехнадзора РУз оснащены респираторами Р-30, Р-34, члены вспомогательных горноспасательных ко-

манд шахт - респираторами Р-12, РВЛ, снятыми с производства.

Удаление углекислого газа в респираторах осуществляется в регенеративном патроне снаряженным известковым химическим поглотителем (ХПИ), изготовление которого из местного сырья в Узбекистане производится фирмой "Вестхимфарм", контроль качества ХПИ осуществляется газоаналитической лабораторией 6 ОВГСВ и метрологической службой ВГСЧ.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА В РЕСПУБЛИКЕ**

Перспективы развития горноспасательного дела непосредственным образом связаны с техническим уровнем угольной промышленности и состоянием техники безопасности. В настоящее время речь может идти прежде всего о том, чтобы ликвидировать отставание в организации горноспасательного дела.

До развала СССР горноспасательная служба угольной промышленности представляла из себя мощную централизованную организацию, обеспечивающую выполнение основных своих задач в отрасли на базе современной горноспасательной техники, высококвалифицированных кадров и научно-исследовательских разработок единственного в то время в мире научно-исследовательского Института горноспасательного дела (ВНИИГД).

Скромные объемы добычи угля в Среднеазиатском регионе, ограниченные по протяженности шахты, опасные в основном по самовозгоранию угля и взрыву угольной пыли, не позволяли создать здесь базы мощной техники подземного пожаротушения, крупных складов противоаварийных материалов. Горноспасательные подразделения, как правило, были ограничены по численности и не специализировались по направлениям работ (водолазные работы, применение азотной техники, реанимационнопротивошоковые группы и др.), здесь не были созданы заводы по производству горноспасательной аппаратуры и специальной техники, выпуску известкового химического поглотителя, аппаратуры подземной связи, оперативного автотранспорта. Кроме этого при разделении республик в пределах Среднеазиатского региона Республика Узбекистан лишилась механических мастерских по ремонту горноспасательного оснащения респираторов, метрологической службы, канатно-испытательной станции, специализированных газоаналитических лабораторий, крупных базовых горноспасательных подразделений. Все это осталось на территории Киргизии и Таджикистана.

В сложнейших условиях перехода к рыночной экономике основные необходимые службы в ВГСЧ были вновь восстановлены и функционируют. Разработаны нормативно-правовые документы, регла-

ментирующие деятельность ВГСЧ, хозяйственные взаимоотношения с обслуживаемыми ВГСЧ предприятиями и организациями, Уставы и положения, инструкции. Теперь, используя прошлые достижения, можно своевременно готовиться к решению проблем, которые будут возникать в связи с изменением технологии горных работ.

Цель деятельности горноспасательной службы в республике состоит и будет состоять в том, чтобы добиться максимального уровня безопасности горных предприятий, уменьшить вероятность несчастных случаев, недопустить крупных материальных потерь и обеспечить безопасность горняков в случае аварии.

Совершенствование горноспасательного дела в республике по нашему мнению должно идти по следующим направлениям:

- оснащение подразделений ВГСЧ современной надежной дыхательной аппаратурой для горноспасателей и горнорабочих, газотеплозащитными костюмами, аппаратурой подземной связи, дистанционного контроля состояния горноспасателей, выполняющих работы в экстремальных условиях;
- дальнейшее совершенствование работы по сервисному обслуживанию силами ВГСЧ горноспасательного оборудования, приборов и аппаратов;
- участие в разработке и внедрении методов обнаружения, предупреждения и ликвидации эндогенных пожаров в шахтах;
- организация обучения и повышения квалификации работников в области взрывозащиты, вентиляции шахт и противопожарной защиты;
- создание учебнотренировочного центра, оснащенного тренажерами, имитаторами различных видов аварии, медицинской аппаратурой контроля состояния горноспасателя, ПЭВМ с программным обеспечением, учебно-тренировочного полигона и др;
- изготовление из местного сырья ХПИ, дальнейшее совершенствование и организация серий-

ного выпуска в республике приборов контроля состава воздуха, средств противоаварийной защиты;

- организация обмена опытом работы и повышения квалификации командного состава ВГСЧ в странах СИГ и дальнего зарубежья.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Крупные аварии с тяжелыми последствиями, которые произошли на шахтах России и Украины, в конце 1997 и начале 1998 г. потребовали от горноспасателей проявления высокой профессиональной подготовленности и мужества.

Совершенно очевидно, что при ликвидации последствий этих аварий при отсутствии нормального финансирования, дефицита необходимого специального оснащения работа горноспасательных подразделений естественно была сопровождена с большим риском.

В современных условиях функционирования угольной отрасли республики, несмотря на сложнейшие финансовые затруднения в содержании горноспасательных подразделений, Штабу ВГСЧ Госгортехнадзора Республики Узбекистан на протяжении последних пяти лет удалось обеспечить:

- координацию деятельности, направленную на обеспечение уровня готовности подразделений ВГСЧ по ликвидации последствий аварий на обслуживаемых предприятиях.
- взаимодействие с другими аварийно-спасательными службами республики и оказание им необходимой помощи;
- эффективную работу в обеспечении готовности шахт к действиям по ликвидации возможных аварий в случае их возникновения;
- координацию по техническому оснащению подразделений с учетом их взаимодействия с другими службами.

# Комбайны KSM фирмы KRUPP для непрерывной разработки крепких пород на карьерах



KRUPP является одним из ведущих мировых производителей горно-транспортной и дробильной техники для карьеров. Производственная программа KRUPP включает оборудование для разработки пород любой крепости:

- роторные экскаваторы для выемки мягких и твердых пород;
- новая технология безвзрывной выемки полускальных пород с использованием комбайнов KSM ;
- циклично-поточная технология на базе мобильных дробилок для разработки скальных пород.



Новая усовершенствованная модель роторного комбайна KSM 2000 R работает в настоящее время на одном из сибирских разрезов. С его помощью разрабатываются породы прочностью 30 МПа.



**Адрес представительства:**  
Узбекистан, г. Ташкент,  
ул. Буюк Турон, 41.  
15 этаж / 1511 - 1513  
Тел.: (371)136-08-86, 136-56-04.  
Факс: (371)120-67-22

 **KRUPP**