

О'zbekiston

КОНЧИЛІК хабарномаси

ИЛМИЙ-ТЕХНИК ВА ИШЛАБ ЧИКАРИШ ЖУРНАЛИ

2

2000

ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В 1997 ГОДУ



ГОРНЫЙ ВЕСТНИК

Узбекистана

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ





№2, 2000. Издается с июля 1997 г.

Учредители:

Навоийский
государственный горный
институт,
концерн
"Кызылкумредметзолото"

Главный редактор:

РАИМЖАНОВ Б.Р.

Редакционный совет:

АБДУМАЖИДОВ А.А.

АБДУРАХМАНОВ С.А.

АРАНОВИЧ А.Г.

БЫКОВЦЕВ А.С.

МАЗУРКЕВИЧ А.П.

МАЛЬГИН О.Н.

НАСРИДИНОВ И.Б.

ПРОХОРЕНКО Г.А.

РАХИМОВ В.Р.

СЫТЕНКОВ В.Н. -
(зам. главного редактора)

ТОЛСТОВ Е.А.

ТОМАЛАК С.М.

ШЕМЕТОВ П.А.

ШАРИПОВ Х.Т.

СОДЕРЖАНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ ОТКРЫТЫМИ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ

- О.Н. Мальгин, П.А. Шеметов, Д.Б. Головач, А.А. Беленко.*
GPS – система диспетчерского управления экскаваторно-автомобильным комплексом карьера Мурунтау 3
- А.П. Мазуркевич, А.В. Канцель, Г.А. Прохоренко, В.Н. Сытенков.*
GPS – система повышения качества отработки рудных тел сложного строения 7

ПЕРЕРАБОТКА СЫРЬЯ

- Л.А. Кустова, Г.А. Коротовских.* Практическое применение паспортизации руд для управления технологическим процессом сорбционного выщелачивания золота 11
- Д.Е. Толстов.* Роль агломерации в процессе кучного выщелачивания золота 15
- И.Б. Насридинов.* Методика контроля параметров биотехнологических процессов в технологических схемах бактериального выщелачивания золота 17
- М.А. Аскарлов, С.А. Абдурахманов, М.А. Муталова.* Извлечение ценных компонентов из отвальных хвостов обогатительных фабрик АГМК 21
- Д.Е. Толстов.* Выбор рационального расхода рабочих растворов при кучном выщелачивании золота 23

ЭКОНОМИКА ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

- Г.А. Прохоренко, И.О. Улашев, Р.У. Давронбеков.* Экономико-математическая модель технологической системы ПТК в условиях перехода к рыночной экономике 25
- Е.С. Иноземцева.* Новый подход к анализу чувствительности инвестиционных проектов 28
- У. Инамов, Б.Р. Раимжанов.* Исследование и оценка качества элементов структуры горного производства 30

ГОРНОЕ И ОБОГАТИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- Б.Р. Раимжанов, У. Инамов.* Установление взаимосвязи функциональных элементов структуры производства технологического процесса средств механизации и профессиональной подготовки специалистов 33
- У. Инамов, У.Ю. Давронбеков.* Сертификация рабочих мест и горного производства как фактор повышения эффективности функционирования предприятий отрасли 36
- У. Инамов, У.Ю. Давронбеков.* Система управления качеством эксплуатации карьерных экскаваторов 39
- С.М. Кадыров, Р.У. Шукуров.* Энергетический подход к расчету износа режущих органов землеройных машин 41

ГОРНОЕ И ОБОГАТИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>С.М. Кадыров, Р.У. Шукуров.</i> Эффективность методов повышения износостойкости зубьев экскаваторов..... | 44 |
| <i>У.Ю. Давронбеков, Н.П. Яцменко.</i> Основные направления повышения эффективности использования гидравлических экскаваторов на карьере Мурунтау..... | 47 |
| <i>А.И. Клименко, У.Ю. Давронбеков, И.И. Итяков.</i> Прогнозирование надежности карьерных экскаваторов, работающих в условиях карьера Мурунтау | 49 |
| <i>С.С. Коломников, У.Ю. Давронбеков.</i> Обоснование комплекта погрузочно-транспортного оборудования в цикличном звене ЦПТ в условиях карьера Мурунтау | 51 |
| <i>Е.Н. Саломатин, Н.А. Павлов, А.В. Андрущенко.</i> Повышение ремонтно-пригодности и надежности узлов и агрегатов горного оборудования карьера Мурунтау | 54 |
| <i>А.Р. Рахимов.</i> Повышение надежности работы тиристорных преобразователей частоты при индукционной плавке металла..... | 56 |
| <i>И.Х. Кенжаев.</i> Уменьшение трудоемкости ремонта барабанных грохотов | 58 |
| <i>И.Х. Кенжаев.</i> Анализ работы мельниц ММС 70 х 23 А для определения эксплуатационной надежности..... | 59 |
| <i>З.А. Радер, А.И. Черепанов.</i> Переезд через рельсовые пути для большегрузных карьерных автосамосвалов..... | 60 |

ТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>В.Н. Сытенков, А.Н. Бойко.</i> Организация прогноза и оперативного контроля пылегазового режима глубоких карьеров | 61 |
| <i>Е.А. Толстов, В.И. Савицкий, А.Н. Бойко.</i> Решение проблем охраны труда в НГМК | 64 |
| <i>В.Н. Сытенков.</i> Определение интегральных характеристик пылегазовыделения карьером | 68 |
| <i>Е.А. Толстов, Г.Н. Глозов.</i> Охрана окружающей среды при скважинном подземном выщелачивании урана | 70 |
| <i>Н.А. Зинько, Н.Б. Кузембаев.</i> Экологическая и техническая безопасность горноперерабатывающего производства | 75 |
| <i>А.Н. Бойко, П.А. Шеметов, А. Ширинбаев.</i> Организация работ по охране труда на руднике Мурунтау..... | 78 |
| <i>О.Ф. Петухов, В.А. Груцинов.</i> Электросорбционная технология – новое направление рекультивации земель и подземных вод | 82 |
| <i>Н.А. Павлов, М.Ю. Гандзюк.</i> Организация системы противопожарной защиты горно-транспортного оборудования карьера Мурунтау | 85 |
| <i>В.А. Дудрицкий, Э.Х. Халикулов.</i> Выбор обеспыливающих растворов для пылеподавления на дорогах карьера Мурунтау | 88 |
| <i>Т.Ш. Имомов.</i> Оперативное прогнозирование физико-химических показателей воды рек Амударья и Зарафшан математическими методами | 89 |
| <i>Н.Г. Зайцев, А.В. Кочетов, Т.И. Мехтиева.</i> Опыт утилизации ртутьсодержащих люминесцентных ламп..... | 93 |
| <i>О.Л. Балибердин, А.В. Кочетов.</i> Критерии оценки воздействия пылегазовых выбросов карьеров на окружающую среду..... | 95 |

Ответственный за выпуск журнала

В. Н. СЫТЕНКОВ

*Научно-технический
и производственный журнал*

**“Горный вестник
Узбекистана”**

*Журнал зарегистрирован в
Управлении по печати Навоийской
области при Государственном
комитете по печати РУз.*

*Регистрационное свидетельство за
№381 от 28 марта 1997 года.*

*При перепечатке материалов
ссылка на журнал обязательна.*

*Ответственность за достоверность
фактов, изложенных в публикуемых
материалах журнала, несут авторы.*

Подписной индекс журнала во всех
каталогах: 75225

*Адрес редакции: 706800,
г. Навои, ул. Навои, 45,
Навоийский государственный
горный институт.
тел. 8 (43622) 3-12-70*

Компьютерная верстка:

*Д. А. ЖИЛКИН
Д. В. КОЛОТИЛИН,
Л. Г. БОБЫЛЕВА*

Дизайн обложки:

*МАХМУТХОДЖАЕВА З. Т.
СТАНКИНА А. О.*

*Оттиснено в типографии
г. Самарканда, ООО “ТОНГ”,
ул. Амира-Тимура, 32.
Подписано в печать 12.12.2000
Тираж 250 экз.*



GPS-система диспетчерского управления экскаваторно-автомобильным комплексом карьера Мурунтау

УДК 622.271:658.514

© О.Н. Мальгин, П.А. Шеметов, Д.Г. Головач, А.А. Беленко 2000 г.



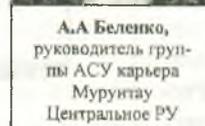
О.Н. Мальгин,
зам. главного
инженера НГМК,
канд. техн. наук



П.А. Шеметов,
главный инженер
карьера Мурунтау,
канд. техн. наук,



Д.Г. Головач,
технический
директор
ЗАО «Интегра»



А.А. Беленко,
руководитель груп-
пы АСУ карьера
Мурунтау
Центральное РУ

Традиционная система диспетчерского управления экскаваторно-автомобильным комплексом в рабочих карьерах не в состоянии обеспечить эффективность управления процессами горных работ. Реализация управленческих процедур усложняется территориальной разобщенностью объектов управления, непрерывным изменением их состояния, вероятностным характером состояния оборудования, изменчивости геологических показателей. Сообщения об изменениях их состояния поступают по различным каналам и не всегда становятся своевременно доступными. Образуется информационный разрыв между оперативным планированием, фактическими данными на определенный момент времени и управленческими решениями, реализуемыми соответствующими службами. Работу диспетчеров в этих условиях отличает высокая производственная нагрузка; ручная технология реализации управленческих процедур, постоянные отвлечения на телефонные запросы, большой объем рутинных учетных операций, что не способствует принятию рациональных решений диспетчерским персоналом. С 1997 года совместно с ЗАО «Интегра» реализуется автоматизированная система управления автотранспортом карьера

Мурунтау (АСУ АТ), которая на основе современной спутниковой навигационной системы отображает

работу транспортных средств на мониторах (рис.1). Система решает задачи регистрации и учета состояния транспортных потоков и ведения базы данных, выполняет задачи переадресации транспортных средств и оптимизации их распределения между пунктами погрузки и разгрузки, что позволяет снизить простои механизмов



Рис.1. Принципиальная схема GPS – системы управления работ технологического оборудования карьера

[1, 2].

Технология GPS разработана в США в 1980-90 годы и получила в настоящее время широкое распространение.

Двадцать четыре GPS - спутника вращаются вокруг земли на высоте 20200 километров с периодом в 12 часов. GPS - приемники на земле вычисляют свои координаты, ориентируясь на не менее, чем на четыре спутника. Спутники функционируют как опорные точки с заданными параметрами, передавая потребителям название спутника, его координаты и сигналы точного времени. Расстояния до спутника вычисляются по времени задержки прихода сигнала от спутника до GPS приемника. Затем решается триангуляционная задача для вычисления координат GPS приемника. Профессиональные GPS - системы позволяют измерять координаты практически любого объекта, преобразуя их в более чем 20 популярных форматов.

При решении задач описания положения объектов на земной поверхности ключевыми характеристиками системы являются точность и производительность определения координат приемника. Увеличение точности, целостности данных и производительности GPS - системы основано на использовании базовой станции с точно известными координатами, которые периодически сопоставляются с координатами, измеренными при использовании GPS-приемника путем накопления и усреднения данных. Разность между измеренными и истинными координатами называется дифференциальной поправкой, которая транслируется на мобильные GPS приемники и используется для корректировки их координат. Измеренные координаты мобильного GPS - приемника, по радио (или другим образом) передаются в компьютер. Размещая эти приемники на движущихся объектах, (в нашем случае на автосамосвалах) и обрабатывая соответствующим образом поступающую от них информацию, можно отобразить на дисплее положение этих объектов в выбранной системе координат, например на карте дорог и т.д. Имея эту информацию, можно осуществить управле-

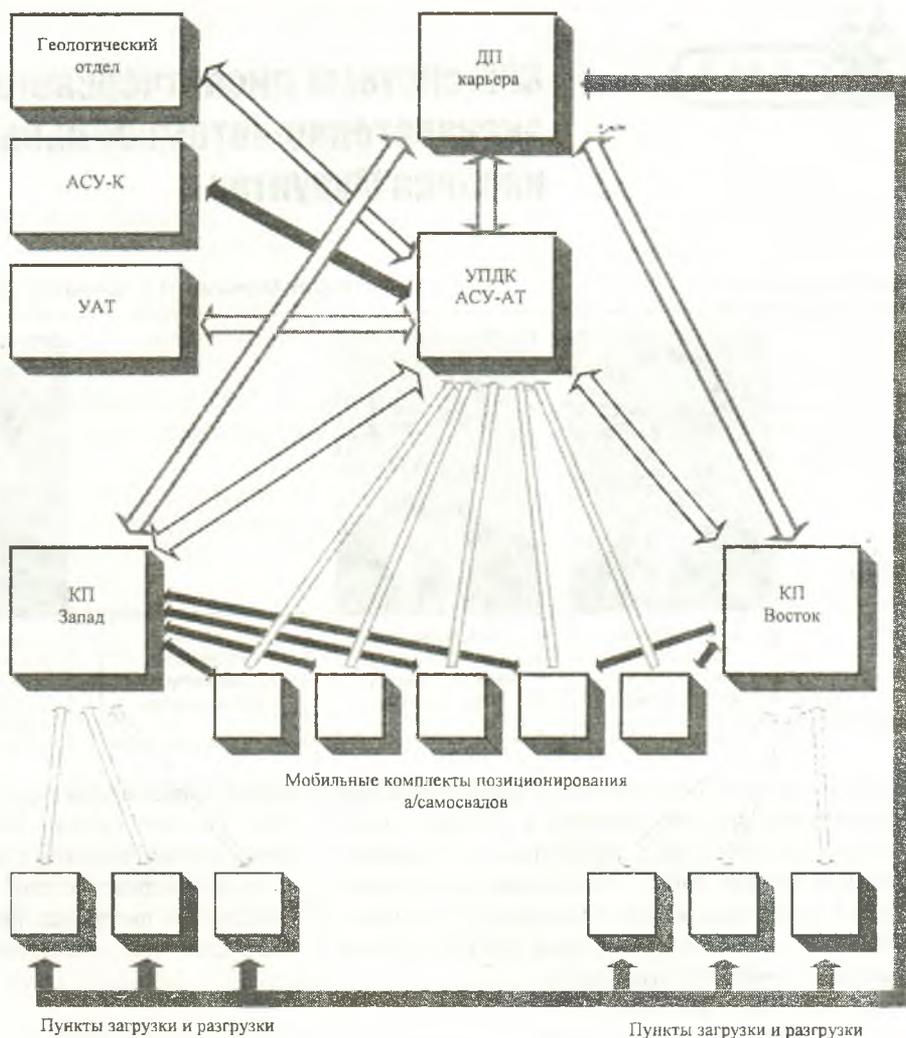


Рис. 2. Структурные схемы GPS – системы управления экскаваторно-автомобильным комплексом карьера Мурунтау

ние движущимися объектами, их диспетчеризацию и решать задачи, связанные с их распределением. Такова основная концепция использования GPS в автоматизированной системе управления автотранспортом карьера (рис. 1).

В плане технического обеспечения GPS систем представляет собой следующее (рис.2):

1. 90 мобильных комплектов позиционирования каждый из которых включает в себя GPS-приемник, радиомодем, радиостанцию, блок питания, радио и GPS антенну. Все указанные устройства обеспечивают прием опорных сигналов, вычисление координат места нахождения автосамосвала и передачу этих координат в центральный сервер системы.

2. Центральный диспетчерский пункт системы, состоящий из базового GPS-приемника повышенной чувствительности, базового контролера цифровых коммуникаций для связи с мобильными комплектами, работающего в 8-канальном режиме, радиостанции и центрального сервера (ПК Pentium).

3. Два автоматизированных рабочих места оператора контрольного пункта, состоящих из радиомодема, цифровой радиостанции для связи с центральным пунктом АСУ АТ.

4. Автоматизированное рабочее место диспетчера, состоящее из компьютера и радиомодема.

5. Архивный сервер, расположенный в здании АСУ ТП карьера.

Далее охарактеризуем основные компоненты структурной схемы АСУ автотранспорта.

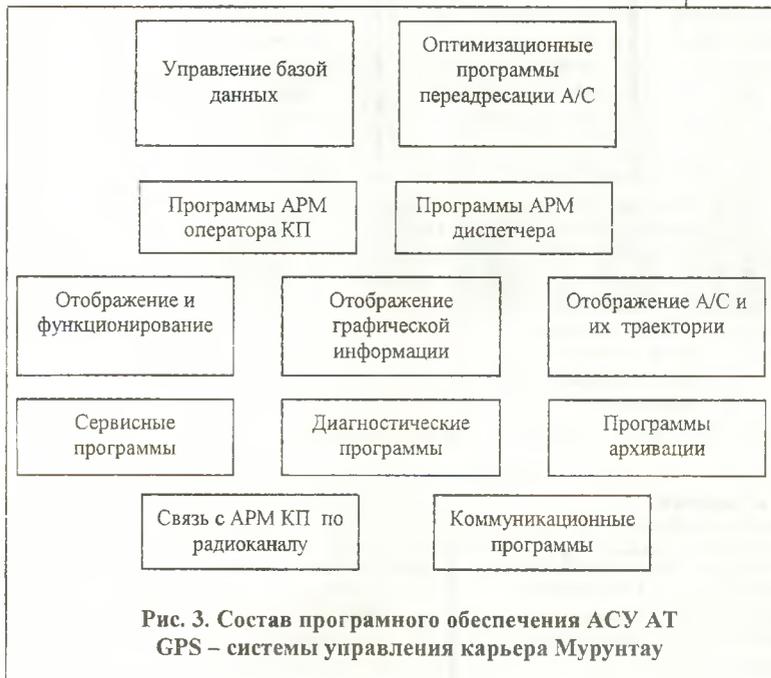


Рис. 3. Состав программного обеспечения АСУ АТ GPS – системы управления карьера Мурунтау

Подсистема мобильного позиционирования (ПМП) горных механизмов, состоящая из отдельных (расположенных на каждом механизме) мобильных блоков. ПМП предназначена для периодического измерения координат горных механизмов и передачи их на пульт диспетчерской службы. Каждый из мобильных блоков ПМП программируется с целью получения наибольшей точности измерения координат подвижного механизма с учетом особенностей местности. Мощность радиостанции выбирается с учетом условий распространения радиосигнала. Радиостанция комплектуется блоком голосовой связи с диспетчерской службой. При этом голосовые сообщения и данные передаются на одной частоте, не создавая взаимных помех.

Подсистема диспетчерского контроля предназначена для оптимизации взаимодействия транспортных и погрузочных средств. В состав подсистемы входит: базовая GPS -станция, определяющая упомянутую выше дифференциальную поправку,

-блок цифровых приёмников и радиомодемов, обеспечивающих приём данных от мобильных комплектов и ввод их в компьютер, а так же центральный сервер и компьютеры для оперативной обработки получаемых от ПМП сообщений.

Каждое из этих сообщений содержит следующую информацию, относящуюся к определенному автосамосвалу:

- номер автосамосвала,
- его координаты в текущий момент времени,
- скорость его движения,
- направление движения.

Сообщения регулярно каждые 20 секунд передаются с каждого ПМП, затем они вводятся в файл сервера и обрабатываются по программам, которые объединены в подсистему программного обеспечения.

Все компьютеры подсистемы диспетчерского контроля соединены телекоммуникационными линиями с основным сервером, что позволяет более эффективно управлять автотранспортом.

Подсистема программного обеспечения предназначена (рис.3) для решения задач оптимизации маршрутов автотранспорта, учета транспортировки горной массы от экскаваторов на место складирования, отображения текущей информации в графическом виде (на фоне карты карьера) на экране монитора, голосовой связи, а также ввода и хранения полученной информации в базе данных. Она обеспечивает:

- а) ввод и кодирование радиосигналов, поступающих от мобильных блоков;
- б) эксплуатацию экспертной системы, позволяющей гибко реагировать и быстро осуществлять переадресацию автосамосвалов;
- в) решение задач оптимизации маршрутов транспортных средств;
- г) визуализацию состояния погрузочно-экскаваторного комплекса на дисплеях диспетчерского пункта, а так же контроль и управление автотранспортом на уровне диспетчера;

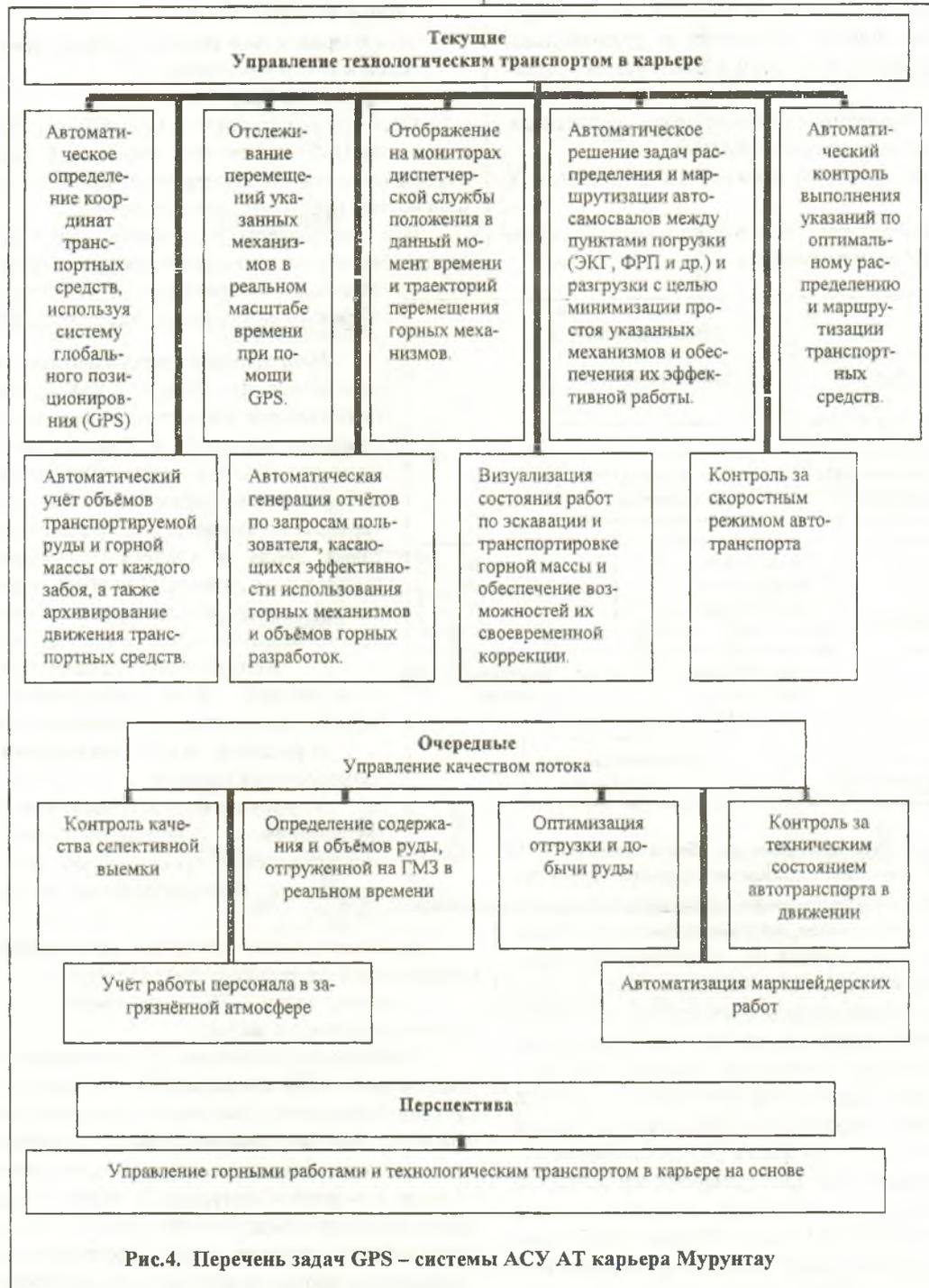
д) решение задач архивирования данных и выдачи отчетов о работе транспортных средств.

Перечень задач GPS – системы АСУ АТ карьера Мурунтау приведен на рис.4.

Необходимо подчеркнуть, что первые же месяцы эксплуатации GPS-системы АСУ АТ показали её высокую эффективность, поскольку впервые получена возможность реально контролировать положение каждого автосамосвала, оперативно перераспределять их маршруты при изменении ситуации в работе автомобильно-экскаваторного комплекса (остановка ЭКГ, дробильно-перегрузочных пунктов и др.). Предварительные оценки показывают, что использование разработанной системы позволяет на 8-10 % повысить производительность технологического автотранспорта карьера.

В заключение этого раздела необходимо отметить следующее.

GPS-система АСУ АТ вместе с набором программно-технических средств взаимодействует с системой автоматизированного проектирования горного производства (САПР ГП), а так же с АСУ управления качеством рудопотока. Так, информация о расположении и движении горных механизмов и количестве извлекаемой горной массы передаётся на центральный сервер в виде, приемлемом для использования в программах САПР ГП. В свою очередь информация о результатах работы отдель-



ных подсистем САПР ГП (сортовой план, маркшейдерские данные, буровой проект и др.) передаются в GPS-систему управления качеством рудопотока и далее в GPS-систему АСУ АТ.

Таким образом, АСУ АТ представляет собой структурный элемент общей системы управления открытыми горными работами.

Список литературы:

1. Управление качеством продукции – от карьера до слитка // Мазуркевич А.П., Сытенков В.Н., Канцель А.1 и др./ Цветные металлы, 1999, №7. – С.28-31.
2. Кучерский Н.И. Современные технологии управления качеством сырья в горно-перерабатывающей системе "недра-завод" при проектировании и эксплуатации сложно-структурных месторождений. – Открытые горные работы, 2000, №2. – С.12-21.



GPS-система повышения качества отработки рудных тел сложного строения

УДК 622.271

© А.П.Мазуркевич, А.В.Канцель, Г.А.Прохоренко, В.Н.Сытенков 2000 г.



А.П.Мазуркевич,
главный геолог
НГМК, докт.
геол.-минерал. наук



А.В.Канцель,
президент ЗАО
«Интегра», докт.
геол.-минерал. наук



Г.А.Прохоренко,
директор
Центрального РУ,
канд. техн. наук



В.Н.Сытенков,
главный инженер
Центрального РУ,
докт. техн. наук

GPS-система повышения качества отработки рудных тел сложного строения объединяет технологию и организации выемочно-погрузочных и транспортных работ, что обеспечивает их отработку с минимальными потерями и разубоживанием балансовых запасов (рис.1).

Одной из важных проблем повышения качества отработки рудных тел сложного строения является селективная выемка руд различного сорта и их раздельное складирование, альтернативой которой выступает выемка руды «на массу» без выделения границ различных сортов товарной и забалансовой руды и пустой породы. В последнем случае организация погрузочно-транспортных работ значительно упрощается, но происходит большое разубоживание рудной массы и ее потери. Учитывая высокую изменчивость содержания золота в руде месторождения Мурунтау (коэффициент вариации до 100 % и более), сложное строение рудных тел (коэффициент рудности от 10 до 90 %, коэффициент сложности контуров от 0,10 до 0,22) селективная выемка с самого начала открытой разработки месторождения Мурунтау была принята как единственно возможная. Технология селективной выемки в процессе развития карьера Мурунтау претерпела существенные изменения, анализ которых позволяет проследить эволюцию методов и средств управления качеством рудного потока. Хронологически такая эволюция проходила следующим образом.

На первом этапе (1970 – 1980 гг.) селективная выемка рудной массы была организована по следующей схеме, включающей:

- определение координат и глубины каждой скважины; используемой для опробования массива;
- отбор проб (вес 8-20 кг) из шлама буровзрывных скважин (сеть 8×8 м и 5.6×5.6 м) с помощью щелевого пробоотборника;

измельчение материала до класса $-0,074$ мм и сокращение проб до 20-50 г с последующим определением содержания золота пробирным методом;

нанесение полученных результатов на маркшейдерские планы и построение так называемых «сортовых планов» с выделением границ горной массы с различными потребительскими свойствами (руда с содержанием золота соответственно богатая более 5 г/т; рядовая – от 5 до 3 г/т; бедная - от 3 до 2 г/т; забалансовая – от 2,0 до 1,5 г/т; минерализованная горная масса - от 1,5 до 1,0 г/т; порода и менее 1,0 г/т);

- вынесение маркшейдерской службой на кровлю участка границы горной массы с различными потребительскими свойствами и их маркировка вешками;

- отработку блока, в процессе которой машинист выемочно-погрузочного оборудования в соответствии с сортовым планом на специальном табло указывает пункты доставки горной массы;

- контроль дежурными геологами за правильностью отработки блока в соответствии с сортовым планом;

- контроль оперативно-диспетчерской службой соблюдения водителями заданных маршрутов движения при погрузку и разгрузку.

Многие элементы этой схемы селективной выемки просуществовали до настоящего времени и только теперешние начинают видоизменяться. Ее главные недостатки, глубоко отражавшиеся на управлении качеством рудного потока, состояли в следующем.

1. Необходимая информация о результатах опробования выемочного блока часто запаздывала, поскольку цикл обработки одной пробы составлял от 3 до 6 дней. Поэтому нередко результаты опробования блока поступали в геолого-маркшейдерский отдел уже после отработки выемочного блока. Такое запаздывание объясня-

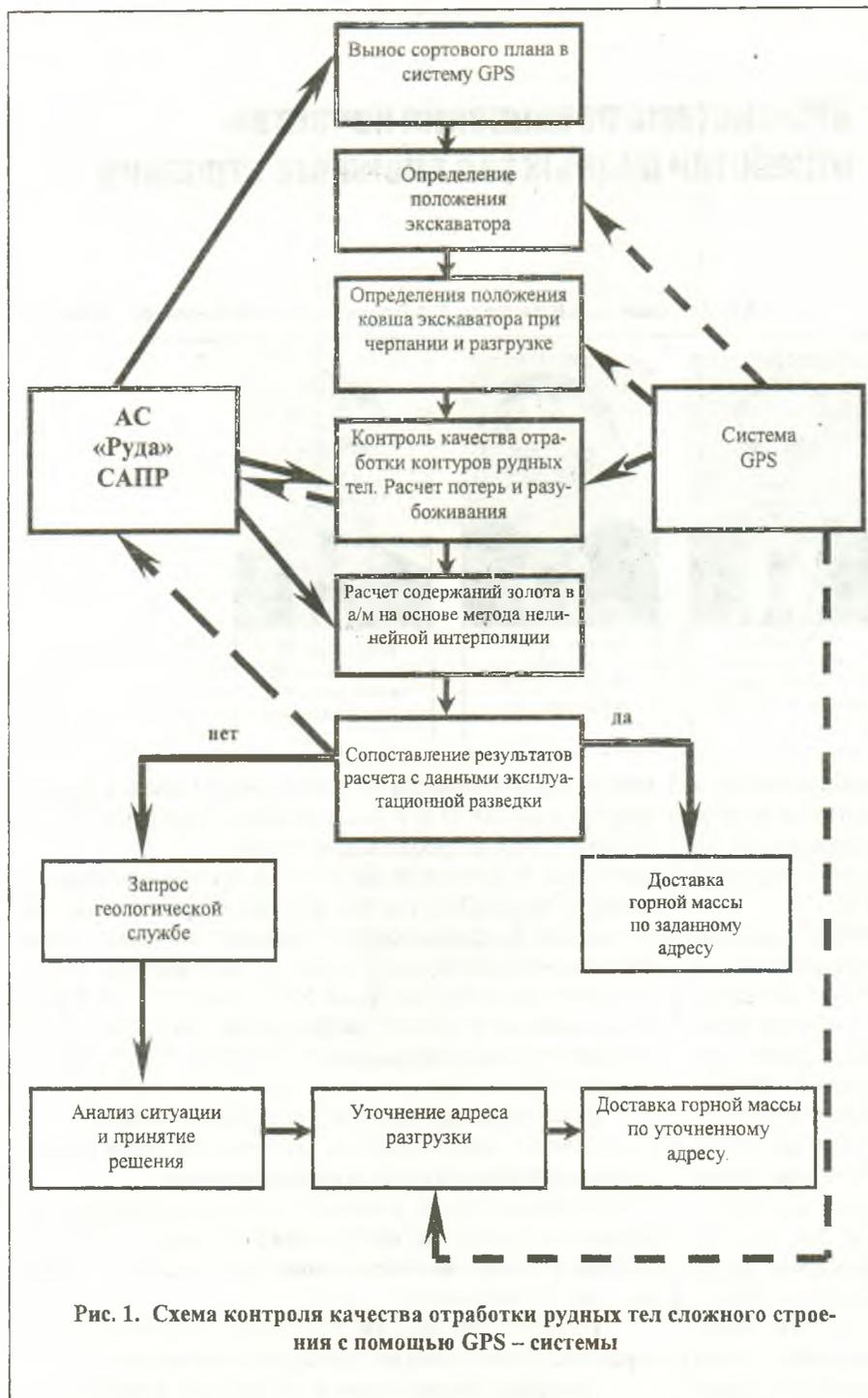


Рис. 1. Схема контроля качества обработки рудных тел сложного строения с помощью GPS – системы

ся ограниченными возможностями химического метода анализа. Для своевременного получения информации нередко либо формировались групповые пробы за счет объединения единичных проб из 3-5 соседних скважин, либо содержание оценивалось по «подвеске», то есть, по данным опробования вышележащего уступа.

2. Граница между сортами горной массы проводилась посредине между соответствующими пробами без использования каких-либо алгоритмов интерполяции. При этом проявлялся «эффект оконтуривания», сущность которого заключается в следующем.

В зависимости от характера случайной погрешности отбора и анализ пробы условно разделяют на три равные

группы: в первой содержания к истинному, во второй и соответственно завышены либжены. Известно, что около 40 с содержанием, близким к чному для данного сорта массы, располагается по пер оцениваемого блока. При этом первой группы не вносят шностей в оценку среднего ржения. Пробы второй гру характеризуют породу, прини за руду, а их включение в запасов приводило к росту живания при завышении с содержания по блоку. Пробы группы характеризуют руд нимаемую за породу, а сле их исключения из подсчета является рост потерь полез копаемого.

3. Невозможность дейс контроля за ведением ви погрузочных работ в соотве сортовым планом, поскольку лирующие работники долж диться в опасной зоне крупных механизмов кругл что трудно выполнить в условиях при значительн честве рудных забоев. Кро ряде случаев машинисты в погрузочного оборудовани ориентировались по сорте нам и вешкам.

Второй этап развития гий управления качество в 1982-83 гг., после эксплуатацию лаборатори активационного анализа и (1985-86 гг.) автоматиз системы АС «Руда», а такж гг.) – САПР горного произ Лаборатория гамма-актив анализа (ЛГАА) представ. уникальный автоматиз комплекс, с помощью кот

ма-активационным методом может быть про вану до 3-х тысяч проб в сутки, поступающ альных контейнерах после соответствующей Вес анализируемой пробы, раздробленной д мм, составляет 400-500 г., точность измерени ния золота – до 0,1 г/т, продолжительность од за 17 с.

Ввод в эксплуатацию ЛГАА позволи. достоверность опробования массива за счет представительности пробы по сравнению с методом анализа. Кроме того, была значите шена оперативность предоставления информ рабатываемом блоке, а также созданы предпосы

работки систем АС «Руда» и САПР горного производства.

Указанные системы на основе современного компьютерного обеспечения решают основные задачи проектирования и планирования открытых горных работ. Однако в данной статье рассматриваются лишь задачи, касающиеся управления качеством рудного потока, которые связаны с построением выемочных контуров и сортовых планов очистных блоков. Указанная задача была впервые реализована на карьере Мурунтау в системе АС «Руда», а затем получила свое дальнейшее развитие в САПР горного производства.

Входными данными систем АС «Руда» и САПР горного производства служат результаты анализа проб в лаборатории ЛГАА, которые накапливаются в информационной базе центрального сервера. Ядром задачи построения сортовых планов выемочных блоков является оригинальный алгоритм трех- или двухмерной нелинейной интерполяции, по результатам которой оценивается вероятностное значение среднего содержания металла в сфере влияния каждой скважины. Оценка производится на основе методов мультиструктурного моделирования полей концентраций, позволяющих представить данные опробования определенного участка месторождения как реализацию случайного поля, интерпретируемого в виде произведения двух медленно и быстро изменяющихся в пространственных координатах сигналов.

Не вдаваясь в детали алгоритма, укажем, что специально выполненные эксперименты по распределению содержания в зоне влияния отдельной скважины (пробурено и опробовано более 7000 контрольных скважин) показали: погрешность в оценке содержания, полученная на основе разработанного алгоритма в 1.3 – 1.5 раза меньше по сравнению с традиционными методами. Напомним, что традиционная оценка получается распространением результатов опробования скважины на всю сферу ее влияния.

Завершая описание этого этапа, укажем, что в системах АС «Руда» и САПР горного производства реализовано автоматическое построение с выводом на графопостроители сортовых планов, которые затем используются при отработке выемочных блоков.

Эффективность внедрения АС «Руда» в практику карьера Мурунтау характеризуется следующими показателями: значительно (на 38 %) снизились потери и разубоживание на контурах рудных тел с балансовым содержанием; на 5 % возросли эксплуатационные запасы месторождения (без снижения их качества). В значительной степени стабилизировалось качество сырья, поступающего на ГМЗ-2 за счет повышения точности оценки среднего содержания руды в добычных блоках.

Третий этап в развитии технологий управления качеством рудопотока наступил в 1998 г. и был направлен главным образом на решение проблемы эффективного управления селективной выемкой руд различного сорта и их адресной транспортировкой.

Необходимо подчеркнуть, что без решения этого вопроса все описанные выше достижения могут оказаться мало эффективными.

Учитывая это, специалисты НГМК совместно с LTD (UK) и INTEGRA GROUP (USA) в декабре приступили к опытно-промышленной эксплуатации томатизированной системы управления качеством рудного потока. Система основана на использовании информационного комплекса GPS, позволяющего периодически регистрировать координаты подвижных объектов в реальном времени с высокой степенью точности, и оригинальных компьютерных программ, обеспечивающих решение в реальном режиме времени следующих задач горного производства:

- регистрация перемещения транспортных средств на карьере и на прилегающей территории в заданных точках;

- оптимизация распределения и оперативное управление распределением технологического автотранспорта по маршрутам движения в соответствии с производственной программой;

- управление селективной отработкой выемочных блоков без маркшейдерской выноски границ различных сортов горной массы на кровлю уступа, но с визуальной на дисплее правильности ведения горных работ экскаваторных забоях;

- отображение фактических границ уступов и забоев;

- автоматическое определение качественных характеристик горной массы, загруженной в транспортное средство, с указанием адреса разгрузки;

- учет количества перевезенной горной массы каждого выделенного сорта.

Схема контроля качества отработки рудных тел приведена на рисунке.

Приемник GPS определяет координаты ковша в горизонтальной плоскости (x, y) с высокой (до 1 м) точностью. Положение ковша с координатами (x, y) отображается на экране бортового компьютера, куда выведен сортовой план выемочного блока, в котором работает экскаватор. Машинист экскаватора, имея такую информацию легко ориентируется в пространстве и всегда может знать сорт руды, который он загружает в автосамосвал. Эти же координаты (x, y) передаются в момент загрузки ковша в Центральный компьютер, где с использованием алгоритма нелинейной интерполяции данных опробования ближайших скважин эксплуатационной разведки вычисляется содержание золота в каждом ковше экскаватора, а затем и в автосамосвале, который в зависимости от этой оценки направляется на определенный склад, а компьютер контролирует правильность выполнения маршрута.

Информационная база - аккумулирует следующие виды информации, которые необходимы для решения функциональных задач системы: оперативный месячный план горных работ; маркшейдерская информация (положение уступов, координаты разведочных скважин и др.); сортовые планы обрабатываемых выемочных блоков; контуры заходки каждого экскаватора (информация накапливается в реальном масштабе времени, а затем обобщается и периодически удаляется); таблица результатов сортировки руды для каждого экскаватора и автосамосвала; почасовой график качества добываемой руды для каждого экскаватора и карьера в целом; другие справочно-информационные данные.

Управление качеством рудопотока из карьера. Эта подсистема обеспечивает регистрацию результатов отгрузки руды от каждого экскаватора, в сумме по зонам и карьере в целом (качество и количество руды, отгружаемой в течение часа), ведет учет этих результатов нарастающим итогом и сопоставляет график реальных показателей с графиком оперативного плана добычных работ; прогнозирует ожидаемую динамику показателей рудопотока; в случаях отклонения реальных показателей от плановых – дает рекомендации о коррективах в развитии горных работ на отдельных участках и забоях карьера.

Контроль за соблюдением выемочных контуров. Эта подсистема и реализуется в каждом забое. В основе её организации лежит способ управления качеством рудопотока, включая селективную выемку руды по контурам, распределение и адресацию самосвалов с различными сортами руд. Подсистема состоит из трех важных процедур:

- процедуры определения (с помощью аппаратуры GPS) координат x,y, субвертикальной линии по забою, по которой движется ковш экскаватора в момент заполнения его горной массой;

- процедуры визуализации результатов экранные бортового (в кабине экскаватора) и экранные которого отражается: положение ковши загрузки, а так же сортовой план выемочного

- процедуры отображения по заявке дисплея экскаватора с указанием количества и нагруженной горной массы за заданный промежуток

Опираясь на имеющийся опыт. Можно ожидать доработки разработанной системы в практику и рунтау позволит: на 10-12% увеличить производительности технологического автотранспорта; и кратить потери и разубоживание руды и на личить выход товарной руды из рудно-пор карьера.

В завершение отметим, что доработка системы, АС «РУДА», САПР горного и представляют собой единую систему, позволяющую реализовать и реализовывать оптимальный режим работ с минимальными потерями и разубоживанием и решением практически всех учетных задач производства.



создатель и производитель стационарных и мобильных установок для демеркуризации линейных люминесцентных ламп предлагает свои услуги заинтересованным лицам

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ УСТАНОВКИ

| | |
|-----------------------------------------------------------|---------------|
| Степень извлечения ртути из стекла, % | 99,5 |
| Остаточное содержание ртути в стекле, мг/кг | 2,1 |
| Содержание ртути на алюминиевом ломе | не обнаружено |
| Производительность средняя, ламп/ч | 100 |
| Расход электроэнергии на 1 лампу, кВт | 0,1 |
| Стоимость демеркуризирующего реагента на 1000 ламп, долл. | 1,0 |
| Масса установки, т | 1,5 – 2,0 |

ОСНОВНЫМИ ДОСТОИНСТВАМИ УСТАНОВКИ СЭЛТА-1 ЯВЛЯЮТСЯ:

- непрерывность процесса демеркуризации ламп, что исключает необходимость периодического нагрева и охлаждения
- использование собственного вакуума лампы для ускорения отгонки наиболее трудно отделимой части от ртутной пленки стекла, прилегающим к люминофорному покрытию;
- отсутствие технологических газов, что позволяет вести процесс без специальной герметизации нагревательной камеры;
- отсутствие в технологии дорогостоящих реагентов;
- возможность переработки ламп с загрязненной внешней поверхностью;
- разделение продуктов переработки с получением ртутьсодержащего экологически безопасного шлама, стеклобитового лома;
- отсутствие контактов обслуживающего персонала со свободной ртутью;
- низкая стоимость установки и переработки ламп;
- простота обслуживания и высокая надежность эксплуатации.

На установке, эксплуатирующейся в г. Зарафшан, за 1,5 года было переработано около 130 тыс. люминесцентных ламп, что позволило решить проблему их утилизации не только для Навоийского горно-металлургического комбината, но и для региона в целом.

*Телефон для связи:
Узбекистан, Ташкент 8-371-1445630
Россия, Москва 8-095-4566031*



Практическое применение паспортизации руд для управления технологическим процессом сорбционного выщелачивания золота

УДК 622.7:08.

© Л. А. Кустова, Г. А. Коротовских 2000 г.



Л. А. Кустова,
начальник Цент-
ральной лаборато-
рии ГМЗ-2
Центральное РУ

Г. А. Коротовских,
зам. нач. ЦЗЛ
ГМЗ-2
Центральное РУ

Основной задачей паспортизации руд является составление прогнозной и оперативной характеристики руды, отгружаемой в переработку с карьера Мурунтау на ГМЗ-2. Паспортизация руд - это комплекс исследо-

ваний технологических проб, характеризующих участки добычи руды в плане горных работ.

Методика паспортизации руд играет роль экспресс-метода, позволяющего определить основные технологические показатели на отдельных переделах. Преимуществом схемы паспортизации является возможность варьирования параметрами процесса, изучения отдельных операций, изучения свойств реагентов, набора статистических данных. При моделировании изначально допускается, что работа лабораторных аппаратов, с периодической загрузкой рудной пробы, в ряде случаев отличается от работы промышленных аппаратов непрерывного действия.

руемым параметрам с использованием технических реагентов и оперативное движение проб по операциям [1, 2]. По результатам исследований составляется паспорт на технологическую пробу (табл.1).

Для паспортизации отбирается представительная проба с промышленным содержанием ценного компонента (на основании данных гамма - активационного анализа ЦЛГАА карьера Мурунтау). Существующая схема паспортизации руд (рис.1) предусматривает измельчение исходной рудной пробы в лабораторных стержневых мельницах до регламентируемого помола - 80 % содержания класса крупности - 0,074 мм, которая направляется на следующие операции. Исходная проба отбирается для химического анализа, гравитационный концентрат выводится из процесса и анализируется на содержание ценного компонента. "Хвосты" гравитации поступают на сорбционное выщелачивание, с предварительным испытанием на цианопоглощение. Гравитационное обогащение выполняется на лабораторном шлюзе, для извлечения свободного золота. Сорбционное выщелачивание моделируется в лабораторных пачуках с воздушным перемешиванием.

Фактор противотока анионита и пульпы имитируется трёхкратной заменой анионита, через равные промежутки времени. Параллельно проводится рациональный анализ, целью которого является определение фазового состояния золота в технологической пробе. Проведён ряд работ, подтверждающих необходимость гравита-

Форма паспорта на технологическую пробу

Таблица 1

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Данные геологической службы | | | | |
| Шифр и номер пробы | | | Горизонт, планшет | |
| Вещественный состав | | | | |
| Лабораторное моделирование | | | | |
| Содержание ценного компонента, г/т | Извлечение на гравитации, Егр, % | Циано-поглощение, г/т | Извлечение на сорбции, Есорб, % | Общее извлечение Е общ., % |
| Удельная производительность измельчения, т/м ³ час | | | | |
| Удельная производительность сгущения, т/м ³ сут. | | | | |

Важными условиями успешной паспортизации руд является формирование представительной технологической пробы, проведение исследований по регламенти-

ционного обогащения перед сорбционным выщелачиванием. Интенсивное растворение золота без предварительной гравитации наступает через 8 часов (с гравитацией через - 6 часов), общее извлечение при этом снижа-

ется на 3,7 %. Прогнозируемые показатели по извлечению золота на гравитации несколько превышают показатели реальной технологической переработки, в связи с различной крупностью обогащаемого материала.

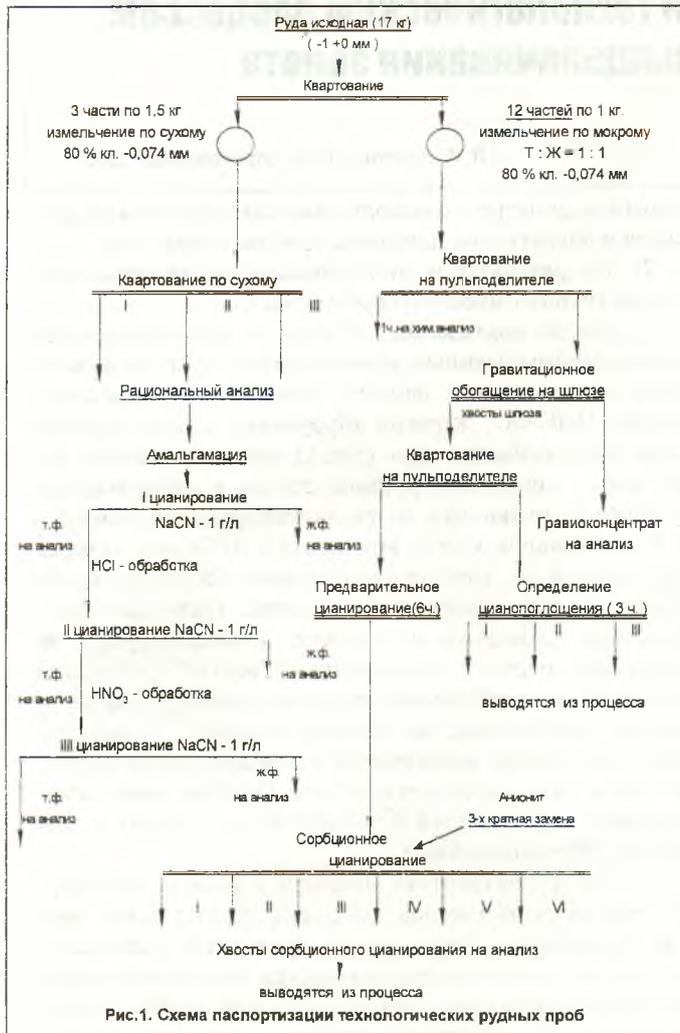


Рис.1. Схема паспортизации технологических рудных проб

Однако сопоставление достигнутых показателей по гравитации с результатами прогноза на основе паспортизации руд указывает на достаточную сходимость между ними.

В 1996 г. была опробована и внедрена методика по кинетике цианирования пульпы в лабораторных условиях. Она позволила проанализировать кинетику сорбционного цианирования пульпы "питания" сорбции в лабораторных условиях, в сравнении с реальной кинетикой сорбционного цианирования в технологическом процессе.

Сравнительная кинетика (рис.2) оправдывает выбор времени предварительного цианирования в схеме паспортизации руд.

Лабораторные исследования показали, что на стадии предварительного цианирования через 6 часов в жидкую фазу переходит 65-70 % золота из твердой фазы, что соответствует интенсивности растворения в реальном процессе трём часам предварительного цианирования.

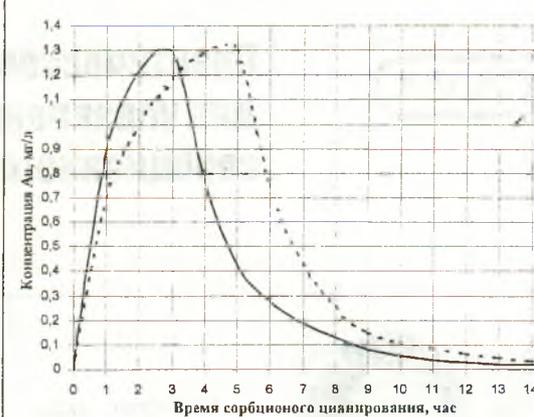


Рис.2. Кинетика сорбционного цианирования

— в реальном процессе - - - в лабораторных условиях

На основании паспортных данных, по ним работ и графику отгрузки на текущий месяц является справка по технологической характеристике отгружаемой на завод из карьера.

Опережающая паспортизация руд пр прогнозные технологические показатели по руд текущей добычи. Графическое сопоставление прогнозируемых и достигнутых показателей в 1997 году вызывает на надёжную корреляцию между ними.

Статистический набор данных по паспорту руд позволяет охарактеризовать причину технологической, связанную с изменением качества руды, и выдать оперативную рекомендацию технологического процесса.

В феврале 1997 года была отгружена руда с повышенным содержанием углеродсодержащих сланцев (более 5 %), в декабре этого же года - руда с повышенным содержанием цинка, железа и меди. В конце отгрузили руду с повышенным содержанием фракции. Во всех случаях остаточное содержание в твёрдых "хвостах" сорбции значительно превышает регламентированное значение.

При повышенном содержании углерода в руде в процессе сорбционного цианирования наряду с растворением золота наблюдается лота жидкой фазы углеродсодержащей части приводит к высокому содержанию золота в твердой фазе "голове" процесса и смещению растворения хвостового цианирования (рис.5).

Поскольку дополнительное цианирование пульпы при концентрации цианистого натрия в течение 24 часов не дало положительного результата, было проведено "жёсткое" цианирование пульпы, с концентрацией цианистого натрия. После 24 часов "жёсткого" цианирования золота в "хвостах" упало с 0,41 г/т до 0,20 г/т. Рекомендуется для снижения содержания в "хвостах" сорбции, проводить сорбционное цианирование с концентрацией цианистого натрия в 1 мг/л, при повышенной концентрации анионит (> 1 %).

В процессе сорбционного выщелачивания рудного материала с повышенным содержанием цинка, железа и меди имеют место вторичные процессы, обусловленные тем, что медь, цинк и железо в цианистых средах растворяются быстрее, чем золото, переходя в раствор, они образуют на активной поверхности золотин плёночные покрытия, тормозящие процесс дальнейшего растворения золота. Об этом свидетельствует резкое повышение кон-

упорности, которой является присутствие в нейстой фракции. Технологические исследования по влиянию причин увеличения содержания золота в "хвостах" сорбции показали, что идёт снижение извлечения в жидкую фазу за счёт сорбции золота хвостами цианирования (рис.6).

Лабораторные исследования показали, что увеличение загрузки смолы до 1 % способствует снижению содержания золота в "хвостах" сорбции. Технологически цианирование руд, содержащих глинистые соединения, заключается в понижении извлечения золота в раствор, что приводит к значительным потерям неотделимого металла. К снижению извлечения золота в раствор и увеличению расхода цианида приводит то, что тонкодисперсные глинистые минералы, обладающие большой удельной поверхностью, обладают заметной адсорбционной способностью по отношению к растворённому свободному цианиду. В



центрации цинка, железа и меди в жидкой фазе, на стадии предварительного цианирования.

Характер и механизм образования плёнок в присутствии в цианистых растворах комплексных анионов цинка, железа и меди примерно одинаков: отрицательно заряженные анионы металла такие как $Cu(CN)_3^{2-}$, $Zn(CN)_4^{2-}$, $Fe(CN)_6^{4-}$, адсорбируются поверхностью золота и тормозят процесс растворения.

Тормозящий эффект примесей возрастает в ряду: железо - цинк - медь. Поэтому, хотя в целом, растворение золота в "голове" процесса было удовлетворительным, в дальнейшем, течение всего сорбционного цианирования, идёт устойчивое торможение растворения: при небольшой концентрации золота в жидкой фазе - 0,019 мг/л, содержание золота в твёрдой фазе хвостов 0,23 г/т (рис.5).

Дополнительное цианирование хвостовой пульпы, при концентрации цианистого натрия 198 мг/л, в течение 24 часов не дало положительного результата. И только проведение дополнительного цианирования, а затем сорбционного цианирования в "жёстких" условиях при концентрации цианистого натрия 300 мг/л, позволило снизить содержание золота в хвостах с 0,23 г/т до 0,18 г/т. В этом случае рекомендуется: сорбционное цианирование проводить в более "жёстких" условиях, с концентрацией цианистого натрия 300 мг/л.

Следующим примером упорности руд приводящей к повышению содержания золота в "хвостах" сорбции, явилась сверхплановая отгрузка окисленной забалансовой руды с внешнего склада № 3, основной причиной

в случаях не рекомендуется увеличивать время цианирования, т.к. это приводит к дополнительным потерям



за счёт сорбции его хвостами цианирования. При шенной отгрузке глинистой руды рекомендуется дать регулировку процессов классификации и не затягивать циклы цианирования, своевременно, дать загрузку свежего анионита.

В 1998 году для паспортизации были представлены пробы с I, II и III рудных залежей, которые технологические показатели рудного материала с этих участков представлены в табл. 2, анализ показывает, что рудный материал с I, II и III рудных залежей технологичен и может перерабатываться по ГМЗ-2.

Накопленные статистические данные по паспортизации руд позволили сделать прогноз содержания золота в "хвостах" сорбции глубины рудного месторождения, который должен быть учтен при переходе горных работ на нижние горизонты карьер

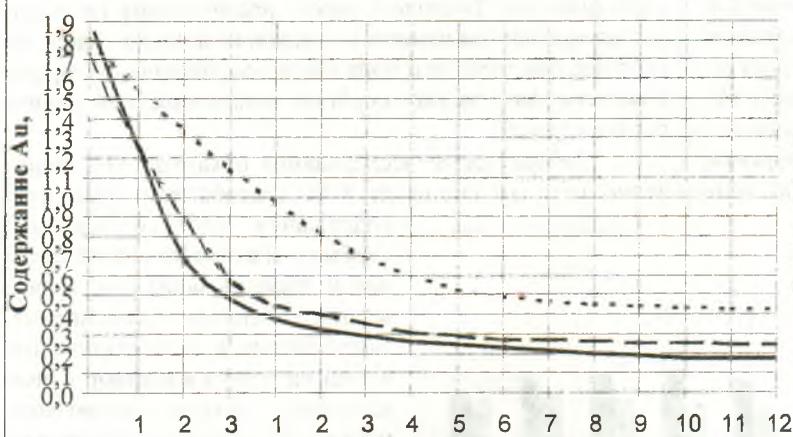


Рис.5. Кинетика растворения твердой фазы

— Рядовая руда
 - - - Руда с повыш. содержанием Zn, Cu, Fe
 ···· Руда с повыш. содержанием углеродсодержащих сланцев

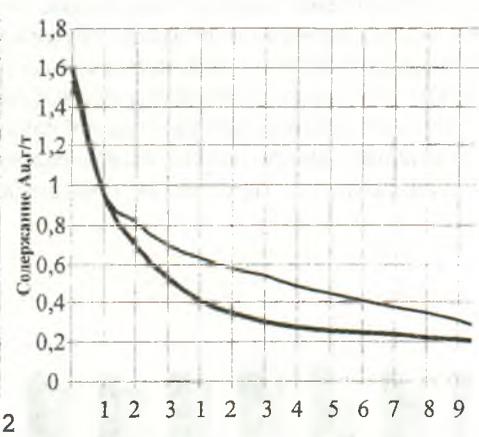


Рис.6. Кинетика растворения твердой глинистой руды

— Рядовая руда — Глинистая руда

Технологические показатели рудного материала

| Вид рудного материала | Содержание золота в исходной пробе в долях от бортового содержания | Общее извлечение золота, % | Удельная производительность измельчения, т/м ³ ч | Удельная производительность сгущения, т/м ² сут | S общ., % | S сульфидная, % | CO ₂ общ, % | СС орт, % |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------|-----------------|------------------------|-----------|
| I рудная залежь, проба с горизонта 240 м | 1,23 Сб | 92,7 | 0,13 | 4,52 | 0,50 | 0,47 | 0,66 | |
| II рудная залежь, проба с горизонта 225 м | 0,96 Сб | 92,4 | 0,12 | 4,52 | 1,20 | 1,15 | 0,66 | |
| III рудная залежь, проба с горизонта 335 м | 1,16 Сб | 94,0 | 0,12 | 4,19 | 0,60 | 0,58 | 0,87 | |
| Руда отгруженная на ГМЗ- 2 в 1997 г. | 1,325 Сб | 93,1 | 0,15 | 3,61 | 0,80 | 0,76 | 0,71 | |

Сб - современное бортовое содержание для товарной руды.

В перспективе намечается переработка забалансовых руд карьера Мурунтау, которые имеют значительные запасы золота и содержат повышенное количество глинистого и углистого материала. В этом случае паспортизации руд, несомненно, также повышается.

Список литературы:

1. Черняк А.С. Химическое обогащение руд. Москва, Недра, 1987 г.
2. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В. и др. Металлургия благородных металлов. Москва, Металлургия. - 1987 г.

Роль агломерации в процессе кучного выщелачивания золота

УДК 669.213:66.094.6

© Д. Е. Толстов



Д. Е. Толстов,
горный инженер
СП "Зарафшан -
Ньюмонт"

Технология кучного выщелачивания это одно из наиболее перспективных направлений в производстве золота в настоящее время. Внедрение этой технологии позволило вовлечь в производство бедные и забалансовые руды при сравнительно небольших капиталовложениях. Технология кучного выщелачивания золота состоит из горных работ, дробления руды, укладки руды на подушку выщелачивания, осаждения

золота, растворения золота рабочим раствором из продуктивного раствора и плавки золота.

Эффективность извлечения золота из руды в процессе кучного выщелачивания зависит от таких факторов, как крупность руды, концентрации растворителя,

сов на подушку выщелачивания (общая высота проблема хорошей проницаемости кучи выходит рудный план. В связи с этим был проведен значительный объем исследований по определению оптимальных параметров агломерации, в процессе которых изучалось влияние на ее качество таких факторов как количество цемента, времени агломерации и влажности исходного материала. Изучено также влияние этих факторов на качество выщелачивания золота. Полученные результаты были внедрены в производство и получили практическое подтверждение.

Исследования проводились в шести колоннах из которых заполнялась смесь руды, извести и цемента (соответственно 0; 1,0; 3,0; 4,0; 4,0; кг/т).

Для определения влияния количества цемента на фильтрационные способности агломерированного материала после выщелачивания золота в течение эксперимента определялось количество раствора, выходящего из колонны. Анализ полученных данных показал, что количество выходящего из колонны раствора следовательно и скорость фильтрации находится в прямой зависимости от количества цемента, добавленного в рудную массу (рис. 1).

График № 1 отражает зависимость количества выходящего раствора от количества добавленного цемента.

После сбора данных по дренажу все колонны были подвергнуты испытанию на максимальную плотность орошения. Для этого все дренажные шланги на выходе из колонн были перекрыты, колонны наполнены водой на 15 см выше поверхности руды. Этот уровень поддерживался постоянным за счет подачи в колонну раствора в количестве, равном его количеству, выходящему из колонны. По результатам данного эксперимента был выбран вариант № 3, который обеспечивает достаточную проницаемость материала на подушке выщелачивания.

На следующем этапе исследований было изучено влияние влажности рудной массы на качество агломерации материала.

Результаты приведены на рис. 2. Исходные данные выбраны исходя из принятого варианта предыдущего теста (известь – 1 кг/т, цемент – 3 кг/т).

Графики (рис. 2) отображают изменение количества агломерированного материала (в процентах от общего веса), оставшегося на поверхности сита стандартного размера после процедуры просеивания агломерированного материала различной влажности.

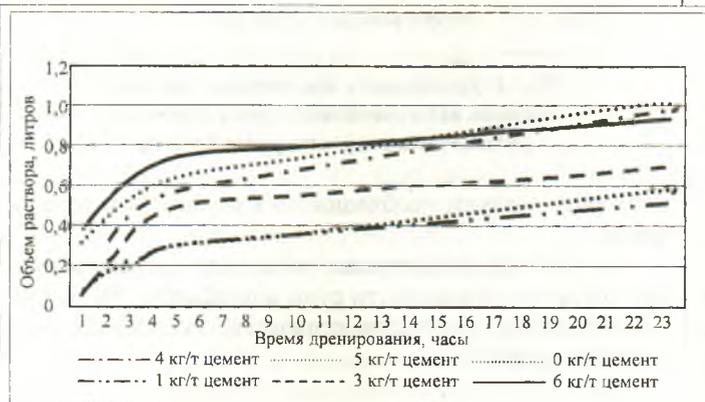


Рис. 1. Зависимости количества выходящего из колонны раствора от времени при различном количестве цемента в рудной массе

плотности орошения, агломерации и других.

Уникальность технологии кучного выщелачивания золота из балансовой руды карьера Мурунтау состоит в том, что на подушку выщелачивания укладывается руда очень мелкой фракции – 95 % размером 3,35 мм. При такой крупности дробления качество агломерации оказывает очень большое влияние на процесс выщелачивания золота, поскольку повышает фильтрационную способность материала уложенного в штабель. Особенно это важно для высоких штабелей. Агломерация позволяет равномерно распределить раствор внутри штабеля руды и этим самым повысить эффективность извлечения золота. Так как проектом предусмотрена отсыпка восьми яру-

Анализ полученных зависимостей показывает, что



Рис. 2. Зависимость агломерации от влажности

степень агломерации улучшается с повышением влажности руды, достигая оптимального значения при 6-8%. На основании этого влажность руды, подаваемой на подушку выщелачивания была увеличена с 2 до 6%. Образцы рудной массы, агломерированной при различной влажности, приведены на рис. 3.

В процессе проведения исследований было замечено влияние времени отведенного на агломерацию, ее качество. Поэтому было определено влияние времени агломерации на извлечение при оптимальном значении влажности укладываемого материала и при принятых значениях добавок извести и цемента (1 и 3 кг/т). Для этих целей были установлены три колонны с одинаковым составом добавок при постоянном проценте влажности материала. Переменным фактором в этом случае являлось время, проходящее с момента заполнения колонны агломерированной рудой до момента начала подачи раствора для выщелачивания (1, 24 и 72 часа). Результаты исследований представлены графически на рис. 4.



Рис. 3. Образцы руды, агломерированные при различной влажности

Изучение одного из основных показателей успешного применения технологии кучного выщелачивания

золота показывает, что правильный подбор параметров, влияющих на агломерацию, только увеличить скорость извлечения руды, но и в некоторых случаях. Применение результатов опытных работ кучного выщелачивания позволило следующим показателям:

- скорость фильтрации увеличилась в 2-3 раза, что позволило повысить скорость орошения кучи, и соответственно извлечения золота;
- значительно уменьшилась толщина слоя руды в штабеле после окончания орошения, что позволяет уменьшить риск плохой промывки нижних слоев кучи при многоярусном строительстве кучи;
- увеличилось поровое пространство кучи, давая большую возможность для притока

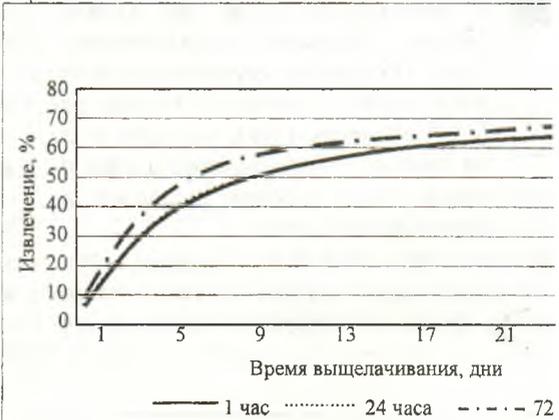


Рис. 4. Зависимость извлечения золота от времени выщелачивания при различных режимах агломерации рудной массы

кислорода воздуха, необходимого в процессе выщелачивания;

- лучшая агломерация позволила сократить остаточную влажность руды в штабелях, соответственно уменьшить количество золоторазтворителей в штабелях.

Методика контроля параметров биотехнологических процессов в технологических схемах бактериального выщелачивания золота

УДК 349.283:552.57

© И. Б. Насридинов 2000



И. Б. Насридинов,
канд. техн. наук
Нав. ГГИ

Истощение богатых зон месторождений полезных ископаемых заставляет горнорудные компании искать новые залежи и в то же время развивать новые способы разработки тех участков "старых залежей", где содержание ценного компонента ниже бортового.

На некоторых месторождениях низкое содержание минералов и малые запасы делают нерентабельной их эксплуатацию обычными способами. На этих залежах эффективно можно применять бактериальное выщелачивание, сущность которого заключается в совокупности использования специальных операций для извлечения ценных металлов из руд растворами, содержащими микроорганизмы, причем содержание ценного компонента в руде может изменяться от бортового до забалансового.

Этот процесс очень прост и продолжается в естественных условиях уже миллионы лет. При обнажении сульфидных руд на них воздействуют атмосферный кислород, вода и микроорганизмы, приводя к образованию, а затем к растворению окисленных продуктов.

Для количественной оценки результатов бактериального выщелачивания используется понятие - эффективность выщелачивания.

Чем больше металла извлекается из руды, тем выше степень извлечения и, следовательно, эффективность процесса. Процентное отношение количества растворенного металла к количеству металла, находящегося в руде, называется извлечением металла (F_m); процентное отношение степени извлечения металла в данном промышленном процессе к максимальной степени извлечения при оптимальных условиях (например, на лабораторной или экспериментальной установке) называется кинетической эффективностью (K_k); эффективность бактериального выщелачивания (K_b) - это произведение извлечения металла на кинетическую эффективность:

$$K_b = F_m \times K_k \quad (1)$$

величины F_m , K_k изменяются от 0 до 1.

Степень извлечения металлов (F_m) зависит от множества условий, важнейшими среди которых являются:

а) выщелачивающие растворы, содержащие микроорганизмы, должны максимально соприкасаться с поверхностью выщелачиваемого минерала;

б) необходимо обеспечить доступ газов для микробов (O_2 и CO_2) и окислителя процесса (O_2), к максимально большей части поверхности выщелачиваемого минерала.

Величина F_m является функцией многих переменных и в общем виде ее можно записать;

$$F_m = k(x, y, z, \dots) F_w F_p F_o,$$

где $k(x, y, z)$ - коэффициент, учитывающий влияние температуры, окислительно - восстановительного потенциала, типа руды и т.п.;

F_w - коэффициент, выражающей степень вскрытия руды;

F_p - коэффициент проницаемости руды;

F_o - коэффициент, выражающий степень обеспечения кислородом.

Таким образом, для успешного проведения бактериального выщелачивания необходимо обеспечить доступ кислорода к частицам минерала и для достижения оптимальной ее эффективности необходимо создать следующие условия:

1. Создать благоприятные условия для роста бактерий.
2. Обеспечить максимально полный контакт выщелачивающих растворов, газов и микроорганизмов с кристаллической решеткой окисляемых минералов.
3. Полно и беспрепятственно удалить ионы металлов из растворов выщелачивания.
4. Обеспечить равенство потока выходящих растворов, содержащих растворенные металлы, потоку растворов, закачиваемых на выщелачивание; сбор растворов необходимо производить в специальные отстойники.

На развитие микроорганизмов оказывают влияние как физические так и химические факторы.

Температура является самым важным физическим фактором, хотя при промышленном использовании бактериального выщелачивания трудно воздействовать естественный уровень температуры. Тем не менее, на подготовительной стадии работ очень важно оценить возможный диапазон изменения температуры в недрах руды.

Прежде всего, необходимо различать температуру окружающей среды, где ведутся разработки, с ее сутками и, особенно, сезонными колебаниями и температурой внутри измельченной руды. Бактериальное окисление максимально при температуре $35^\circ C$.

На подготовительной стадии работ необходимо тщательно проанализировать ситуации, которые чаще всего встречаются в промышленных условиях. Можно с уверенностью сказать, что в подземных условиях естественные условия являются наиболее благоприятными для развития микроорганизмов.

ным образом поддерживается стабильная температура на более высоком уровне чем на поверхности, поэтому вполне рентабельным оказывается подземное выщелачивание рециркулирующими растворами, температура которых может даже повышаться благодаря теплу, выделяемому при окислении сульфидов металла. Постоянная температура продуктивного раствора связана с термостатным эффектом рудной массы, но необходимо принимать во внимание тепло, генерируемое экзотермическим окислением сульфидов.

При проектировании технологических схем бактериального выщелачивания необходимо учитывать следующие факторы:

1. Воздушная конвенция играет важную роль в процессе выщелачивания измельченной руды.

2. Зоны измельченной руды, где происходят экзотермические окислительные реакции, становятся источниками тепла, поэтому с течением времени руды нагреваются, и любая модель выщелачивания должна учитывать температурную зависимость этого процесса.

3. Проницаемость руды и скорость подачи выщелачивающего раствора решительным образом влияют на степень выщелачивания металлов из руды.

Для оценки эффективности бактериального выщелачивания, необходимо знать, какие микроорганизмы присутствуют в изучаемой дробленой руде, подвергающейся выщелачиванию. Прогноз и контроль микрофлоры затруднен там, где нет достаточных экспериментальных данных. Однако существует несколько путей модификации состава микрофлоры во время промышленных операций, например, регулирование величины pH и Eh выщелачивающего раствора, изменение состава выщелачивающего раствора.

Иногда на концентрацию некоторых солей в выщелачивающем растворе воздействуют химические вещества, имеющиеся на месторождении.

Поэтому при подготовке питательной среды рекомендуется тщательно проанализировать воды, используемые для выщелачивающего раствора и вести постоянный контроль за ними, а также проводить в лабораторных условиях подготовку штаммов бактерий, применяемых при выщелачивании.

Подобные эксперименты позволят обнаружить токсичные для бактерий соединения или элементы.

Необходимым условием успешного бактериального выщелачивания является эффективная аэрация.

Поступление кислорода к участкам внутри дробленой руды, где проходят реакции окисления, осуществляется посредством двух транспортных механизмов - диффузией через взаимосвязанные пустоты гранул, которые можно считать порами огромной псевдочастицы, или растворением в выщелачивающем растворе. Диффузия является основным механизмом подачи кислорода во внутрь измельченной горной породы.

Эффективность бактериального выщелачивания пропорциональна степени вскрытия, степени смачивания и степени кислородообеспечения. Поэтому при подготовке к бактериальному выщелачиванию дробленой руды необходимо создать такие условия, чтобы эти три параметра были максимальными.

Большой объем сведений о степени естественности породы дают данные о ее пористости.

Пористость породы, обозначаемая безразмерным параметром p , представляет отношение общего пор к общему объему породы.

$$p = \frac{V_p}{V_t}$$

где V_p - объем пор в V_t ;

V_t - общей объем породы.

Воздух и выщелачивающие растворы должны быть доступны даже к самым отделенным труднодоступным частям дробленой руды. Для количественной оценки дробленой горной породы, с этой точки зрения, можно определить значения величин проницаемости естественной трещиноватости породы.

Проницаемость можно определить, как "способность пород пропускать через себя жидкости". Для оценки проницаемости необходимо знать взаимосвязь трещин. Дробленную руду можно рассматривать как агрегат рыхлых, более или менее пористых частиц с собственным разделением по размеру.

В зависимости от коэффициента проницаемости породы разделяются на непроницаемые ($k < 1,16 \times 10^{-6}$), слабо проницаемые ($1,16 \times 10^{-6} < k < 116 \times 10^{-6}$), средне проницаемые ($116 \times 10^{-6} < k < 5,8 \times 10^{-3}$), высокопроницаемые ($k > 5,8 \times 10^{-3}$ мс⁻¹). Установлено, что предельно низкий коэффициент проницаемости выщелачивания находится в интервале от 2×10^{-6} мс⁻¹.

Прежде чем приступить к конкретной разработке технологических схем бактериального выщелачивания необходимо провести предварительные исследования, чтобы оценить его рентабельность оптимальные технико-экономические условия.

Проводимые испытания в основном университетских и специальных исследованиях часто определяются методами бактериального выщелачивания. Пригодность бактериальному выщелачиванию и определяют метры этого процесса; кинетика растворения и выщелачивания полезного компонента; связанные с распределением по размеру частиц в раздробленной руде скорости орошения; оптимальная температура выщелачивания; концентрация серной кислоты, состав питательного раствора.

Эффективность процесса бактериального выщелачивания во многом определяется способом подачи выщелачивающих растворов.

Для правильного ведения процесса бактериального выщелачивания все основные технологические и микробиологические параметры должны быть строго контролироваться.

Технологический контроль сводится к контролю крупности исходного материала, плотности, скорости подачи пульпы, ее температуры, расхода воздуха.

Таблица
Основные контролируемые параметры процесса бактериального выщелачивания

| Параметры | Место контроля | Частота замера |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|
| Распределение частиц по крупности концентрата | Слив классификатора | Непрерывно или 1-2 раза в сутки |
| Производительность установки | Питание пачука 1 | То же |
| Плотность пульпы | Контактные чаны, пачуки | То же |
| Кислотность | То же | То же |
| Температура | То же | То же |
| Биомасса | Контактные чаны, пачуки оборотный раствор | 1 раз в смену |
| Активность раствора | То же | То же |
| Содержание основных компонентов в исходном концентрате | Питание пачука 1 | 1 раз в смену |
| Содержание основных компонентов в растворе | Контактные чаны, пачуки, | То же |
| Содержание двух и трехвалентного железа | То же | 1 раз в смену |
| Содержание основных компонентов в конечных продуктах | Остатки фильтров, оборотные растворы | То же |

Крупность подаваемого на выщелачивание концентрата или продукта определяется ситовым анализом, плотность пульпы определяется взвешиванием пробы определенного объема.

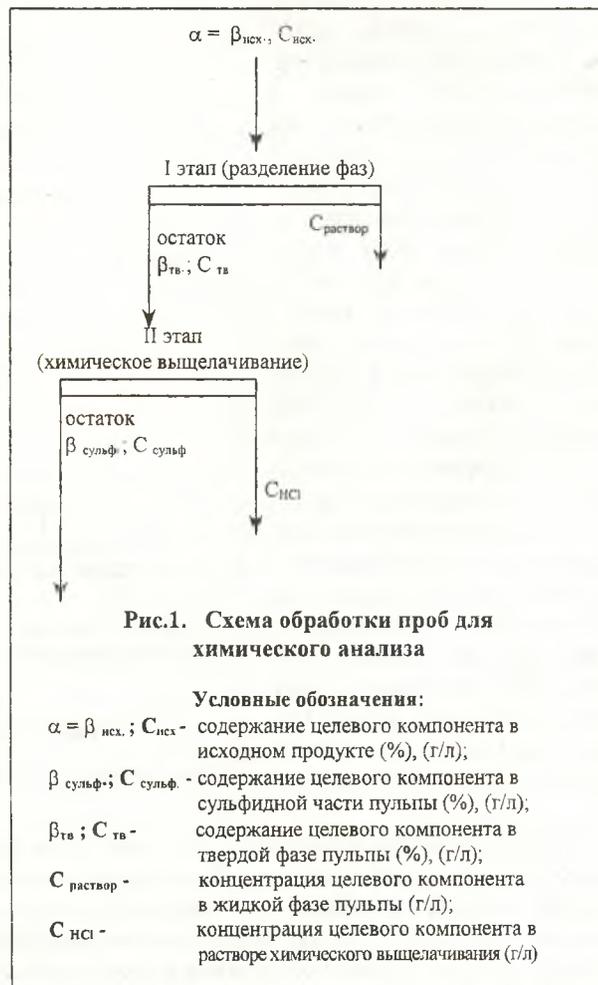
Температура и кислотность пульпы и оборотных растворов определяется автоматически. Один или два раза в смену измеряют окислительно - восстановительный потенциал жидкой фазы в выщелачивающих аппаратах и контактных чанах. Расход воздуха измеряют ротаметрами при подаче его в выщелачивающие аппараты.

При химическом контроле определяют химический состав исходного концентрата или продукта, а также твердых продуктов выщелачивания. Для оперативного контроля полноты и скорости выщелачивания определяют содержание выщелачиваемого металла в растворе. Определение содержания выщелачиваемого металла производят, как правило, в твердой и жидкой фазах. Наряду с этим должно осуществляться определение содержания в растворах двух и трехвалентного железа, входящих в состав большинства сульфидов. Кроме того, по содержанию двухвалентного железа в жидкой фазе можно судить об активности происходящих окислительных бактериальных процессов. Отсутствие двухвалентного железа в растворе свидетельствует о том, что бактерии имеют высокую окислительную активность. При определении таких элементов, как железо и мышьяк, следует учитывать, что они в зависимости от кислотности среды могут присутствовать не только в растворенной форме, но и в осадке в виде окисленных соединений. Определение этих форм производят после подкисления раствора и их перевода в растворенное состояние.

При микробиологическом контроле определяют количество биомассы (количество клеток в единице объема) и активность бактерий в растворе или в пульпе. Определение биомассы можно проводить, наряду с методом предельных разведений, экспрессным центрифужным методом или по белку. Определение биомассы и ее активности производят не только в контактных чанах и

аппаратах для выщелачивания, но и оборотных растворах.

Результаты измерений всех параметров технологического процесса фиксируются в специальном сменном журнале.



В табл. 1 приведены основные контролируемые параметры процесса бактериального выщелачивания, место контроля и рекомендуемая частота их замера.

Для контроля и управления процессом бактериального выщелачивания в отобранных пробах определяют содержание тяжелых металлов, серы и других элементов в твердой и жидкой фазах пульпы. На основании полученных результатов химического анализа производят расчет распределения (баланс) компонентов между твердой и жидкой фазами пульпы. Результаты зависят от правильности подбора проб из емкостей, их подготовки к проведению химических анализов и правильности самих анализов.

Проба, отбираемая в процессе бактериального выщелачивания, должна быть представительной всей массе отобранной пульпы как по составу жидкой, так и твердой фазы. На равномерность распределения твердой фазы по всей пульпе большое влияние оказывают следующие факторы: способ и интенсивность перемешивания, конструкция аппарата, крупность измельчения твердой фазы, разжижение пульпы и некоторые другие факторы. При выщелачивании, проводимом в пачуках с недостаточно интенсивным перемешиванием с пульпой, твердая фаза может неравномерно распределяться по пачуку: крупные и тяжелые частицы пульпы могут находиться в донной части пачука, мелкие и легкие - в верхней. Поэтому опробование пульпы в процессе бактериального выщелачивания сульфидного продукта необходимо проводить при ее интенсивном перемешивании; частичные пробы, слагающие среднюю пробу, отбирают из верхней, средней и донной части пачука. При крупности 100% класса - 0,074 мм отбираемая средняя проба пульпы должна содержать не менее 15 г твердой фазы.

Способ обработки отобранных проб зависит от их состава, условий выщелачивания. В процессе выщелачивания некоторых минералов, например, арсенопирита, пирита и других могут образовываться малорастворимые и нерастворимые соединения железа, мышьяка, которые составляют вновь образуемую твердую фазу

пульпы. Поэтому сульфидные продукты бактериальному выщелачиванию, можно на две группы; образующих и не образующих осадкообразование сульфидного продукта. Способ к осадкообразованию сульфидного продукта определяется эмпирически в каждом отделе. Для этого отобранную пробу обрабатывают для осадкообразующих продуктов (рис. 2).

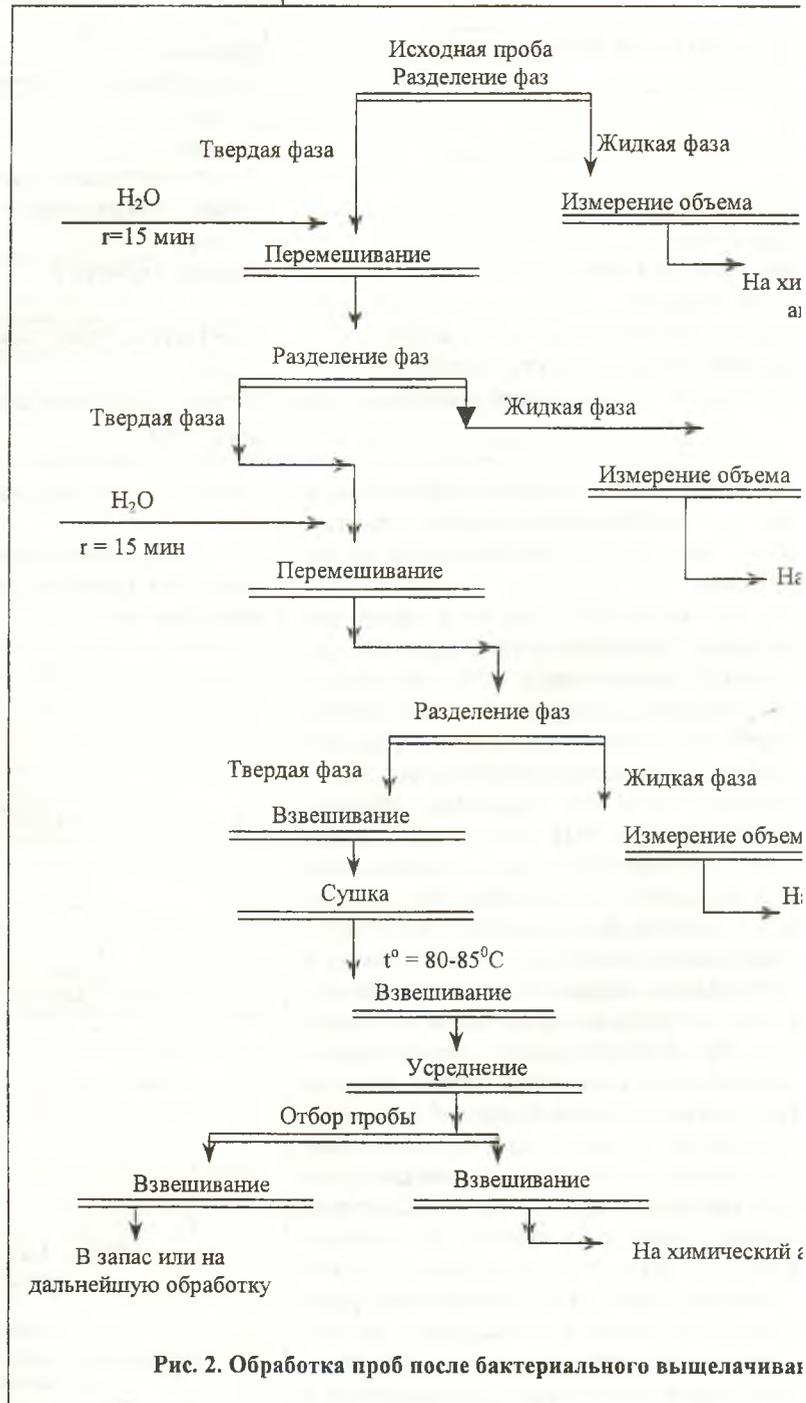


Рис. 2. Обработка проб после бактериального выщелачивания

полученным результатам анализов делают выводы о способности к осадкообразованию данного продукта.

Извлечение ценных компонентов из отвальных хвостов обогащительных фабрик АГМК

УДК 622.705.063.24

© М. А. Аскарлов, С.А. Абдурахманов, М.А. Мугалова 2000



М. А. Аскарлов,
канд. техн. наук
НавГИ



С. А. Абдурахманов,
док. техн. наук,
НавГИ

М. А. Мугалова,
(ассистент)
НавГИ

В настоящее время на территории г. Алмалыка на хвостохранилищах СОФ и МОФ АГМК накопились много миллионные тонны хвостов ($\approx 400 - 500$ млн.т) и занимают огромную посевную и пастбищную площадь, которые отрицательно влияют на экологию региона. Имеется тенденция к дальнейшему интенсивному росту объема этих хвостов.

Ликвидация этих отвальных хвостов имеет большое значение с точки зрения экологии и экономики Республики Узбекистан. Имеются проекты и рекомендации переработки хвостов обогащительных фабрик как дешевое исходное сырье (т.к. они измельченные и складированные) в производстве кирпича, изоляционных материалов, флюсов, цемента и других видов стройматериалов. Однако Госкомгеология не имеет возможности принимать такие решения и проекты, так как эти хвосты содержат в определенных количествах цветные (свинец, цинк, медь, золото, серебро и др) и редкие (рений, селен, теллур, индий, осмий, кадмий, палладий и др) элементы. Вопрос извлечения цветных компонентов из хвостов обогащительных фабрик является необходимой задачей и актуальной проблемой.

В мировой практике известны примеры переработки флотационных хвостов с извлечением цветных благородных металлов и барита. На Канской, Кансайской, Кайрактинской, Квайсинской, Центральной фабриках СНГ переработки хвостов осуществляются по флотационным схемам, аналогичным на фабриках для переработки руды. Перед флотацией хвосты доизмельчают для вскрытия ценных минералов и освежения их поверхностей. Флотацией извлекается свыше 80% металлов [1]. На ряде обогащительных фабриках США доизвлечение минералов из песковой фракции осуществляется полностью в отдельном цикле с получением кондиционного концентрата (обогащительные фабрики "Чино", "Артур",

"Манто"). На фабрике "Толедо" (Финляндия) бед концентрат, полученный при перефлотации песковой фракции отвальных хвостов, объединяют с концентратом контрольной флотации основного процесса, доизмельчают и переочищают с получением конечного концентрата [2].

Если не учесть некоторых эпизодических опытов доизвлечения ценных компонентов, из хвостов АГМК до настоящего времени не были проведены целенаправленные исследовательские работы в этой области. В связи с этим, нами была поставлена цель разработки рациональной технологии извлечения ценных компонентов из отвальных хвостов СОФ и МОФ АГМК.

Лежалые хвосты СОФ и МОФ образовались в результате обогащения медно - молибденовых руд месторождений Кальмакир, Сары-Чеку, свинцово - цинковых руд месторождений Кургашикан, Алтын-Топкан, У Кулач. Как показали результаты химических и минералогических анализов, руды этих месторождений относятся к сульфидным и частично окисленным. Большая часть этих руд относится к вкрапленным и меньшая к массивным. Основные рудные минералы представлены халькопиритом, пиритом, борнитом, купритом, малахитом, сфалеритом, галенитом, церусситом, смитсонитом, каламитом, а нерудные - кварцем и полевыми шпатами, пироксенами и гранатами. Кальмакирские и Сары-Чекинские руды отличаются крупно - средне и тонко вкрапленностью сульфидов, Кургашинские руды - неравномерной вкрапленностью сульфидов, а Алтынтакопканские тонко вкрапленностью сульфидов и их тесным взаимным прорастанием. Исследования показали, что медно - молибденовые руды в составе главных минералов всегда содержат такие важнейшие компоненты, как галлий, золото, серебро, рений, осмий и т.д. Главный минерал свинца галенит содержит: золото, серебро, медь, цинк, индий, кадмий, селен. В сфалерите содержится в изомерной форме - кадмий, индий и галлий.

Наиболее важным методическим вопросом для разработки технологии комплексной переработки руд, тяжелых цветных металлов концентратов и отвальных хвостов является изучение вещественного и минерального состава исследуемых проб, формы нахождения ценных компонентов в них, характер их связи друг с другом. В связи с этим лежалые хвосты подвергались химическому, минералогическому, гранулометрическому анализу с использованием современных физических, физико-химических и химических методов анализов.

Хвосты представляют собой мелко - зернистые материалы. По результатам химического анализа содер-

жание оксидов колеблется в пределах: кремния 26 - 33%, алюминия 6,9 - 7%, железа 4,1 - 5,4%, кальция 25,5 - 27%, магния 15,2 - 15,7%, свинца 3,0 - 3,2%, бария 3,0 - 3,3%.

В табл. 1 представлен химический состав хвостов СОФ и МОФ

Таблица 1
Химический состав отвальных хвостов

| Отвальные хвосты | Содержание | | | | | | |
|------------------|------------|-------|------|------|------|------|------|
| | в г/т | | в % | | | | |
| | Au | Ag | Cu | Pb | Zn | Cd | S |
| МОФ | 0,23 | 0,573 | 0,35 | 0,11 | 0,12 | 0,19 | 2,46 |
| СОФ | 0,20 | 0,542 | 0,19 | 0,16 | 0,18 | 0,33 | 2,24 |

При пуске МОФ (1963 г.) кондиционными рудами считались руды с содержанием меди более 1%, а в данный момент фабрика работает с рудой с содержанием меди 0,3 ± 0,4%. Результаты химического анализа (табл.1) показывают: лежалые хвосты (МОФ и СОФ по содержанию меди являются готовыми к обогащению медными рудами.

Минералогический (фазовый) анализ показал, что медь, свинец и цинк на 60-80% теряются в виде сульфидов до 30% - в виде свободных зерен с преобладающим размером 5 мкм, остальная часть теряется в виде сростков и прежде всего с нерудными минералами размером 10 - 20 мкм.

Результаты гранулометрического (ситового) анализа показали (табл.2), что больше половины меди, свинца и цинка находится в классе 0,065 мм. Наблюдается

Таблица 2
Гранулометрический состав отвальных хвостов СОФ и МОФ

| Размер фракции | 1,00- + 0,065 | -0,065- +0,01 | 0,01- 0,005 | 0,005- 0,0001 | 0,001 |
|----------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|-------|
| Выход фракции СОФ, % | 28,48 | 47,60 | 7,52 | 9,92 | 6,48 |
| Выход фракции МОФ, % | 27,92 | 49,75 | 6,23 | 11,01 | 5,09 |

заметная концентрация по содержанию металлов в классах + 0,295 и + 0,208 мм.

Фазовый анализ фракций показал, что сульфидные минералы концентрированы в более крупных классах, а окисленные формы меди, свинца и цинка концентрируются в классе - 0,044 мм в виде труднофлотируемых частиц.

Проведенные анализы показывают, что потери свинца, меди и цинка в хвостах коллективного цикла, обусловлены с одной стороны, переизмельчением, с другой стороны - недораскрытием минералов. Это обусловлено тем, что использование в 1 стадии измельчения шаров 125 мм, работа операции классификации на высоких плотностях, отсутствие контроля плотности слива классификаторов, нарушение режима по содержанию готового класса в дробленой руде, особен-

но в осенне - зимний период, нестабильный мельниц рудой - все это приводит к нарушению измельчения и классификации.

Результаты химического, минералогич

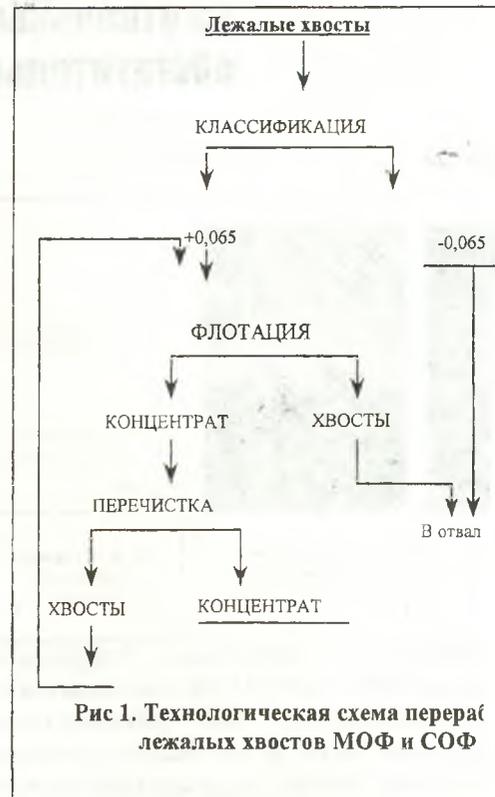


Рис 1. Технологическая схема переработки лежалых хвостов МОФ и СОФ

тогого анализом подсказывают, что измельченные компоненты (медь, цинк, свинец и др) вошедшие в технологическую схему следующие: деление крупной фракции от мелкой, песочной фракции на 80-88% класса - 0,075 мм, измельченной фракции извлечение полезных компонентов флотацией (рис.1).

Разделение крупной фракции (+0,075 мм) осуществлялось на лабораторном грохоте. В хвостах фракции хвостов МОФ и СОФ составляли соответственно. Результаты химического анализа показали, что 65-75% ценных компонентов переотквочный продукт (табл.3).

Была изучена зависимость степеней извлечения песочной фракции хвостов от продолжительности работы в шаровых мельницах. Результаты исследования показали, что для получения 85-90% класса - 0,075 мм, требуется 25-30 мин.

Извлечение полезных компонентов в подрешеточный продукт

| Хвосты | Содержание, % | | | | | | Извлечение, % | | | |
|--------|---------------|------|------|------|------|-----|---------------|------|------|------|
| | Cu | Zn | Pb | Mo | Au | Ag | Cu | Zn | Pb | Mo |
| МОФ | 0,86 | 0,28 | 0,28 | 0,04 | 0,65 | 1,3 | 70,1 | 67,2 | 74,3 | 72,4 |
| СОФ | 0,46 | 0,46 | 0,43 | - | 0,56 | 1,3 | 68,3 | 71,2 | 75,1 | - |

Доизмельченные песочные фракции МОФ и СОФ подвергались флотационной обработке в качестве базового параметра флотации расход Na_2S - 50 г/т, бутилового ксан

вспенивателя (т-80) - 50 г/т, продолжительность флотации 10-15 мин.

Для определения оптимальных параметров процесса флотации был использован математический метод планирования эксперимента. По выбранным оптимальным режимам флотации хвостов поставлены схемные опыты в замкнутом цикле, результаты которых приведены в табл. 4 и 5.

Результаты приведенных исследований показывают что при внедрении в производство дофлотации отных хвостов коллективного цикла флотации можно вывить сквозное извлечения свинца на 1,3 %, цинк 2,6%, меди на 1,6%, золота 2,3% и серебра на 1,98

Результаты флотационного обогащения хвостов МОФ

| Наименование продуктов | Выход, γ % | Содержание в % | | | | | | Содержание в % | | | | | |
|------------------------|------------|----------------|------|------|-------|------|------|----------------|------|------|------|------|----|
| | | Cu | Zn | Pb | Mo | Au | Ag | Cu | Zn | Pb | Mo | Au | Ag |
| Концентрат | 4,21 | 15,99 | 4,73 | 4,64 | 0,72 | 11,4 | 21,9 | 78,3 | 71,2 | 69,8 | 80,1 | 74,2 | 7 |
| Хвосты | 95,79 | 0,19 | 0,08 | 0,09 | 0,007 | 0,17 | 0,39 | 21,7 | 28,8 | 30,2 | 19,9 | 25,8 | 2 |
| Исх. матер | 100 | 0,86 | 0,28 | 0,28 | 0,038 | 0,65 | 1,3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |

Результаты флотационного обогащения хвостов СОФ

| Наименование продуктов | Выход, γ% | Содержание в % | | | | | | Содержание в % | | | | | |
|------------------------|-----------|----------------|------|------|----|------|-------|----------------|------|------|----|------|------|
| | | Cu | Zn | Pb | Mo | Au | Ag | Cu | Zn | Pb | Mo | Au | Ag |
| Концентрат | 6,33 | 5,18 | 5,24 | 4,92 | | 6,47 | 14,43 | 71,3 | 73,8 | 72,5 | | 73,2 | 70,3 |
| Хвосты | 93,66 | 0,14 | 0,12 | 0,12 | | 0,16 | 0,41 | 28,7 | 26,2 | 27,5 | | 26,8 | 29,7 |
| Исх. матер | 1000 | 0,46 | 0,45 | 0,43 | | 0,50 | 1,3 | 100 | 100 | 100 | | 100 | 100 |

Выводы

Изучен состав свойства лежалых хвостов МОФ и СОФ и форма нахождения ценных компонентов в них. В зависимости от этого принята технология извлечения меди, свинца, цинка, молибдена, золота и серебра, заключающегося разделением песковой фракции от шламов, доизмельчения песковой фракции и флотационного обогащения.

Список литературы:

1. Митрофанов С.И., Нован Р.Б. Комбинированные методы переработки окисленных и смешанных руд Комбинированные методы переработки окисленных и смешанных руд. М.Недра, 1970.
2. Справочник по обогащению руд (обогаительной фабрики) переработанное и дополненное Недра, 1984.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО РАСХОДА РАБОЧИХ РАСТВОРОВ ПРИ КУЧНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ ЗОЛОТА

УДК 669.213:66.094.6

© Д. Е. Толстов



Д. Е. Толстов, горный инженер СП "Зарафшан-Ньюмонт"

Штабели укладываемой руды при кучном выщелачивании золота могут достигать сотни метров в высоту, более двух километров в длину и километр в ширину. Различия в содержании золота в руде, минералогическом составе руд, размере частиц дробленой руды, в частности доли пылевой фракций, и, как следствие гидравлической

проводимости и другие параметры очень важны как они влияют на количество растворенного золота которое сосредоточено внутри штабеля. Относительное количество золота в штабеле в любой момент времени является очень важной задачей. Во-первых, в мировой практике не решен вопрос о стандартизации процедуры подсчета металлургического балласта в штабеле. Во-вторых, значение законов, влияющих на изменение количества выщелачиваемого золота в штабеле, помогает ответить на вопросы, возникающих при эксплуатации. Одним из таких важных вопросов относится подсчет

количества золота в незавершенном производстве, поскольку это сказывается на финансовом положении предприятия посредством отнесения этого количества в пассив предприятия. Значение закономерностей, влияющих на изменение количества золота в штабеле, позволяет управлять производством металла в моменты падения при увеличении его цены на рынке.

Одним из факторов, влияющих на эффективность процесса выщелачивания является содержание золота в продуктивном растворе, наиболее важным является плотность орошения поверхности штабеля уложенной руды. Важность этого фактора в том, что плотность орошения поддается регулировке, в то время как другие параметры (гранулометрический состав, агломерация, растворимость и др.) остаются недоступными для управления после укладки руды в штабель.

Для изучения этих факторов была выполнена работа по моделированию закономерностей процессов происходящих в штабеле руды. Моделирование помогает определить способы управления балансом между извлечением растворенного золота из подушки выщелачивания и поддержанием его содержания в продуктивном растворе. Процедура заключалась в лабораторном измерении скорости фильтрации потока раствора, коэффициента диффузии, выщелачивания золота и потребления цианида в колонне диаметром в один и высотой в десять метров. В результате были получены профили изменения

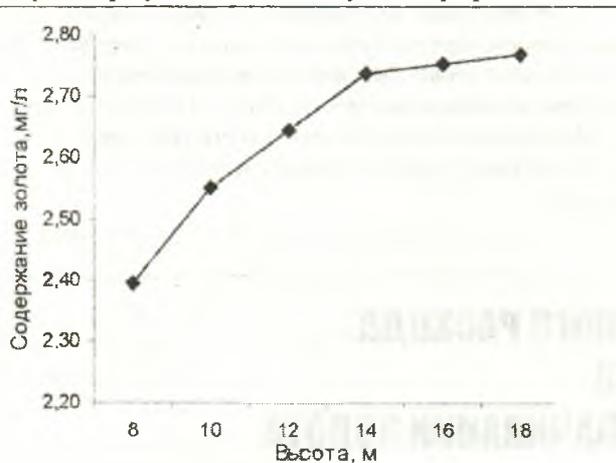


Рис. 1. Содержание золота в продуктивном растворе

концентрации золота, по которым были рассчитаны основные параметры для штабеля большого размера, где один из десятиметровых ярусов находится под орошением, в то время как новый ярус находится в стадии отсыпки на поверхность предыдущего.

Были получены результаты по времени прохождения раствора через штабель с рудой, содержанию золота в продуктивном растворе, влиянию высоты яруса отсыпки, высоты всего штабеля и другим факторам.

Все параметры были получены по результатам колонного теста и ассимилированы для 50-ти метрового штабеля с помощью программного обеспечения PdEase Finite Element Package (Macsuma. Inc. 1997).

При увеличении высоты яруса содержание золота в продуктивном растворе увеличивается до определенного предела, после которого дальнейшее увеличение вы-

соты отсыпки практически не приводит к приросту содержания золота в растворе (рис. 1).

Данная зависимость справедлива только для начального яруса (не для штабеля руды). Крутизна зависит от многих факторов, главными из которых является меняющаяся фильтрационная способность

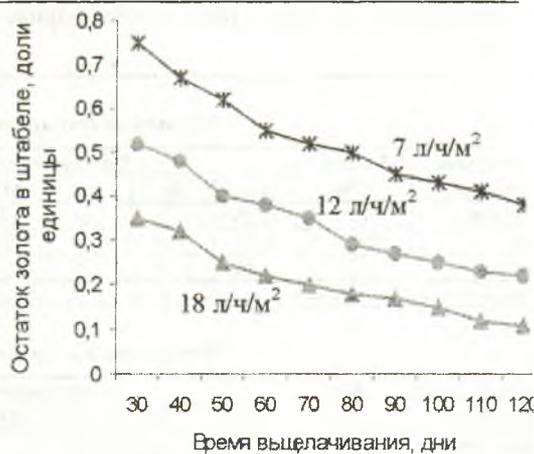


Рис. 2. Количество растворенного золота в штабеле

штабеле и профиль кривой извлечения.

После проведения тестов и обработки данных изменению плотности орошения были получены следующие зависимости. С течением времени, количество растворенного золота в штабеле уменьшается. Интенсивность вымывания золота повышается с увеличением плотности орошения (рис. 2). В тоже время, с уменьшением плотности орошения понижается содержание золота в продуктивном растворе (рис.3).

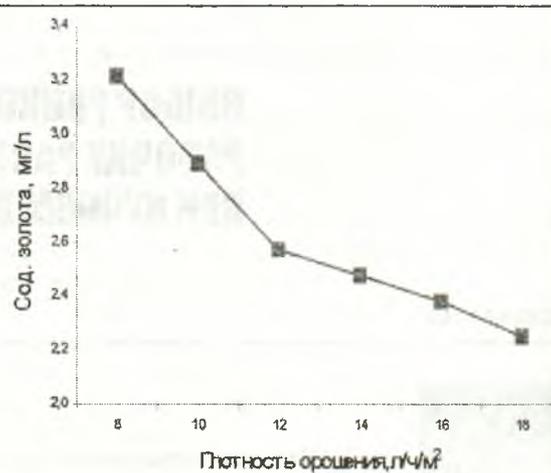


Рис. 3. Зависимость содержания золота в продуктивном растворе от плотности орошения

Кривые изменяются при выщелачивании десяти и более ярусов в штабеле.

Было установлено, что около двадцати процентов золота в растворе остается в отдельно взятом ярусе после тридцати дней орошения с плотностью орошения

12 л/ч/м², или через 120 дней для всего пятидесятиметрового штабеля.

Из данных исследования понятно, что на практике существуют противоречия в оптимальном выборе плотности орошения при различных условиях эксплуатации. С одной стороны, необходимо поддерживать максимально возможную концепцию золота в продуктивном растворе для последующего эффективного извлечения золота из раствора. С другой стороны, очень важно поддерживать как можно меньшее количество растворенного золота в уложенной руде, так как это золото считается незавершенным производством и косвенно сказывается на себестоимости продукции. Особенно это важно для штабелей с многоярусной отсыпкой, где количество золота, находящегося в жидкой фазе, часто достигает нескольких тонн. Одним из способов сокращения количества золота в жидкой фазе является уменьшением остаточной влажности руды, которая достигается правильным подбором параметров агломерации руды в процессе рудоподготовки и не поддается управлению после укладки руды в штабель.

Другим способом является изменение плотности орошения рудного штабеля. Этот способ, в отличие от предыдущего, поддается управлению в процессе эксплуатации штабеля и является наиболее эффективным. При применении данного способа наиболее важным является вопрос о выборе оптимальной плотности орошения, которая бы обеспечивала наиболее экономически выгодный режим выпелачивания. Выбор оптимальной плотности орошения зависит от конкретных условий эксплуатации и должен базироваться на основе производства максимального количества золота при наименьших затратах. Как видно из графиков на рис. 2, количество золота, вымываемого из штабеля, прямо пропорционально увеличению плотности орошения. В идеальном случае, максимально возможная плотность орошения будет являться наиболее выгодной с точки зрения увеличения производства золота.

Максимальная интенсивность орошения определяется двумя факторами, такими как коэффициент фильтрации мощностью завода по переработке раствора. Недостаток проницаемость руды в штабеле может ограничивать скорость подачи раствора либо привести к образованию капов внутри штабеля, что в обоих случаях снижает извлечение золота. Предположим, что фильтрация раствора в штабеле не является лимитирующим фактором. Тогда при максимальном использовании производительности существующего оборудования содержание золота в продуктивном растворе является определяющим фактором для его выпуска. Как видно из рис. 3, содержание золота в продуктивном растворе обратно пропорционально плотности орошения.

Использование максимальной производительности оборудования обусловлено экономическими соображениями. Безусловно, можно работать с более низкой производительностью, но при таком варианте для поддержания производства золота на том же уровне необходимо увеличить содержание золота в продуктивном растворе, что приведет (как отмечалось выше) к увеличению количества золота в штабеле. Даже с учетом того, что эффективность осаждения повышается с ростом содержания золота в продуктивном растворе, этот подход будет менее экономически привлекателен, так как сокращение затрат на переработку раствора не компенсирует дополнительную прибыль, получаемую с увеличения скорости выпелачивания. При прочих равных условиях, управляя параметром плотности орошения, можно добиться желаемого содержания золота в продуктивном растворе, тем самым, определяя производство необходимого количества золота.

Таким образом, использование взаимосвязи извлечения золота с плотностью орошения позволяет управлять выпуском золота, поддерживая его в конкретных условиях на рациональном уровне.



Экономико-математическая модель технологической системы ПТК в условиях перехода к рыночной экономике

УДК 338.45:622.3

© Г.А. Прохоренко, И.О. Улашев, Р.У. Давронбеков 2000 г.



Г. А. Прохоренко,
директор
Центрального РУ,
канд. техн. наук



И. О. Улашев,
док. эконом. наук
НавГГИ



Р. У. Давронбеков,
экономист
ТашГТУ

Как известно каждый регион насчитывает некоторое количество объектов, т. е. предприятий и их объединений, организаций и учреждений, которые и образуют производственно-территориальный комплекс (ПТК) региона [1]. В условиях рыночной экономики каждый объект, а также каждый трудящийся и, более того, каждый житель региона находится в своеобразных рыночных отношениях как между собой, так и с внешней средой, которой являются окружающие регионы [2].

Состояние любого ПТК может быть оценено системой критериев, к числу которых отнесены следующие среднерегиональные показатели: уровень рентабельности K_p , показатель темпа технического развития K_m , уровень социального благополучия K_c и уровень экологического неблагополучия K_e .

Уровень рентабельности оценивается общей рентабельностью производства ПТК региона, т.е. отношением суммарной балансовой прибыли всех предприятий к сумме их основных и оборотных средств,

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{\delta i}}{\sum_{i=1}^n (K_i + O_i)}, \quad (1)$$

и долей нерентабельного производства, т.е. отношение валового продукта (выручки) нерентабельных предприятий к общей выручке объектов региона т.е.

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n [d_{pi} (K_i + O_i)]}{\sum_{i=1}^n (K_i + O_i)}, \quad (2)$$

здесь

$$d_{pi} = \begin{cases} 1, & \text{если } \Pi_{\delta i} < 0, \\ 0, & \text{если } \Pi_{\delta i} \geq 0, \end{cases}$$

где i – индекс (порядковый номер) объекта ПТК; n – общее число исследуемых объектов в ПТК; $\Pi_{\delta i}$ – балансовая прибыль i -го объекта; K_i – основные средства i -го объекта; O_i – оборотные средства i -го объекта; D_{pi} – признак нерентабельности объекта; Σ – функция суммирования.

Показатель темпа технического развития оценивается отношением суммарного объема фактических капиталовложений к общей потребности в капиталовложениях на поддержание производственной мощности по всем объектам ПТК, т.е.

$$K_m = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\delta i}}{\sum_{i=1}^n K_{\delta ni}}, \quad (3)$$

а также отношением суммарного объема недоделанных к общей потребности в капиталовложениях, т.е.

$$K_m = \frac{\sum_{i=1}^n [d_{mi} (K_{\delta ni} + K_{\delta i})]}{\sum_{i=1}^n K_{\delta ni}}, \quad (4)$$

причем $d_{mi} = \begin{cases} 1, & \text{если } K_{\delta ni} > K_{\delta i}, \\ 0, & \text{если } K_{\delta ni} \leq K_{\delta i}, \end{cases}$

где $K_{\delta ni}$ – потребность в капиталовложениях на обновление производственной

мощности i -го объекта ПТК и его развитие на единицу времени (год);

$K_{\delta i}$ – фактический объем капиталовложений на единицу времени;

d_{mi} – признак недостаточности капиталовложений –му объекту ПТК.

Уровень социального благополучия определяется как отношение среднего дохода жителя региона к общерегиональному прожиточному минимуму, т.е.

$$K_c = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^n (Z_i \cdot \mathcal{C}_i) + \mathcal{C}_n \cdot Z_{\text{пенс}} \right\} / \mathcal{C}}{Z_{\text{мин}}}, \quad (5)$$

причем средний доход жителя региона определяется отношением суммарного фонда зарплаты и пенсий к численности населения региона \mathcal{C} , и долей \mathcal{C}_i населения, не получающего прожиточного минимума, т.е.

$$K_c = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (d_{ci} \cdot \mathcal{C}_i)}{0,5\mathcal{C}} - 0,5 \cdot \frac{Z_{\text{пенс}}}{Z_{\text{мин}}} \cdot \frac{\mathcal{C}_{\text{пенс}}}{\mathcal{C}}, \quad (6)$$

причем $d_{ci} = \begin{cases} 1, & \text{если } Z_i \geq 2 \cdot Z_{\text{мин}}, \\ 0, & \text{если } Z_i < 2 \cdot Z_{\text{мин}}, \end{cases}$

где Z_i – среднемесячная зарплата трудящегося i -го объекта ПТК;

\mathcal{C}_i – среднегодовая численность трудящихся;

$\mathcal{C}_{\text{пенс}}$ – численность пенсионеров в регионе;

$Z_{\text{пенс}}$ – среднегодовая пенсия пенсионера;

$Z_{\text{мин}}$ – минимальный прожиточный минимум в регионе;

d_{ci} – признак наличия прожиточного минимума семье.

Уровень экологического неблагополучия определяется отношением суммарного экологического ущерба по всем объектам региона, который определяется удельным экологическим ущербом на единицу произведенной продукции, к максимально допустимому экологическому ущербу для всего региона.

$$K_e = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i \cdot D_i)}{Y_{\text{max}}}, \quad (7)$$

и долей экологического ущерба от предприятий, превышающих допустимые нормы экологических нормативов в максимально допустимом объеме экологического ущерба, т.е.

$$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^n (d_{3i} \cdot Y_i \cdot D_i)}{Y_{\max}}, \quad (8)$$

причем

$$d_{3i} = \begin{cases} 1, & \text{если } Y_i \cdot D_i > Y_{i \max}, \\ 0, & \text{если } Y_i \cdot D_i \leq Y_{i \max}, \end{cases}$$

где Y_i – удельный экологический ущерб на единицу производимой i -м объектом продукции;

D_i – общий объем производимой i -м объектом продукции;

$Y_{i \max}$ – максимальный экологический ущерб, допустимый для i -го объекта ПТК;

Y_{\max} – максимальный экологический ущерб, допустимый для всего региона;

d_{3i} – признак превышения допустимого уровня экологического ущерба i -м объектом.

Формулы (1) – (8) являются относительными, поэтому представляется целесообразным свести указанные критерии к одному комплексному, т.е. сводному критерию, который должен учитывать эти критерии и отражать общий уровень благополучия ПТК региона.

Первые два критерия можно объединить, учитывая то, что за экологический ущерб на предприятии могут накладываться штрафные санкции, которые могут быть равны расходом на полную ликвидацию экологического ущерба (расходом на очистку сточных вод, на рекультивацию отработанных участков рудников и пр.). Поэтому сумма экологического ущерба может вычитаться из балансовой прибыли предприятия, т.е. вместо выражений (1) и (7) можно использовать выражение

$$K_n = \frac{1 + \sum_{i=1}^n (\Pi_{\sigma i} - Y_i)}{\sum_{i=1}^n (K_i + O_i)}, \quad (9)$$

которое будем называть коэффициентом эффективности производства, а для оценки темпа технического развития и уровня социального благополучия в ПТК региона можно использовать критерии (3) и (5).

При $K_c = 0$, которое соответствует полному отсутствию выплат зарплаты в регионе, является совершенно недопустимым и должно обращать комплексный критерий в 0. Аналогично, прекращение капитальных вложений на поддержание и развитие производства, чему соответствует значение $K_m = 0$, означает разрушение производственной структуры ПТК, что также недопустимо и должно обращать комплексный критерий в 0.

В качестве комплексного критерия эффективности ПТК можно использовать величину

$$K_3 = K_n \cdot K_m \cdot K_c \quad (10)$$

которую можно назвать эффективностью системы ПТК региона [3].

Система вместе с выражениями (10), (9), (3) и (5) представляет собой экономико-математическую модель, которая может использоваться для оптимизации систем ПТК региона:

$$K_3 = K_n \cdot K_m \cdot K_c \rightarrow \max,$$

$$K_n = \frac{1 + \sum_{i=1}^n (\Pi_{\sigma i} - Y_i)}{\sum_{i=1}^n (K_i + O_i)},$$

$$K_m = \frac{\sum_{i=1}^n (K_{\sigma i})}{\sum_{i=1}^n (K_{\sigma ni})},$$

$$K_c = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^n (3_i \cdot \mathcal{U}_i) + \mathcal{U}_n \cdot 3_{\text{пенс}} \right\} / \mathcal{U}}{3_{\min}},$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n \{d_{pi} \cdot (K_i + O_i)\}}{\sum_{i=1}^n (K_i + O_i)} < K_{p \max},$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n \{d_{mi} \cdot (K_{\sigma ni} + K_{\sigma i})\}}{\sum_{i=1}^n (K_{\sigma ni})} < K_{m \max},$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n (d_{ci} \cdot \mathcal{U}_i)}{0,5\mathcal{U}} + 0,5 \cdot \frac{3_{\text{пенс}}}{3_{\min}} \cdot \frac{\mathcal{U}_{\text{пенс}}}{\mathcal{U}} > 1 - K_{c \max},$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n (d_{3i} \cdot Y_i \cdot D_i)}{Y_{\max}} < K_{3 \max},$$

$$d_{pi} = \begin{cases} 1, & \text{если } \Pi_{\sigma i} < 0, \\ 0, & \text{если } \Pi_{\sigma i} \geq 0, \end{cases}$$

$$d_{mi} = \begin{cases} 1, & \text{если } K_{\sigma ni} > K_{\sigma i}, \\ 0, & \text{если } K_{\sigma ni} \leq K_{\sigma i}, \end{cases}$$

$$d_{ci} = \begin{cases} 1, & \text{если } 3_i \geq 2 \cdot 3_{\min}, \\ 0, & \text{если } 3_i < 2 \cdot 3_{\min}, \end{cases}$$

$$d_{3i} = \begin{cases} 1, & \text{если } Y_i \cdot D_i > Y_{i \max}, \\ 0, & \text{если } Y_i \cdot D_i \leq Y_{i \max}, \end{cases}$$

$$i = 1 \dots n,$$

Особенностью экономико-математической модели (11) является то, что она включает балансовую прибыль Π_6 , которая в условиях рыночной экономики определяется разностью выручки (валового продукта) предприятия и себестоимости продукции. В то же время выручка определяется произведением объема продукции на ее свободную (рыночную) цену, причем рыночная цена, спрос и предложение продукции связаны между собой кривыми эластичности «спрос – цена – предложение». Это означает, что применение предложенной экономико-математической модели позволяет в полной мере учесть влияние рыночного механизма на состояние и перспективы развития ПТК.

Список литературы:

1. Б.С. Лузин *Экономические проблемы развивающейся промышленности*, изд-ва МГТУ, 1999г.
2. Улашев И.О., Давронбеков Р.У. Районы территорий Навоийской области как экономический объект моделирования. Тезисы Республиканской научно-технической конференции «Традиционные технологии добычи и переработки полезных ископаемых – прогресс горной науки XXI в.». 25-27 мая 2000г. с 166.
3. Прохоренко Г.А., Улашев И.О., Давронбеков Р.У. *Экономические основы инновационной стратегии карьера Мурунтау. Тезисы докладов, Республиканской научно-технической конференции. «Нетрадиционные технологии добычи и переработки полезных ископаемых – прогресс горной науки XXI века».* Навои. 25-27 мая 2000г. с 159.

Новый подход к анализу чувствительности инвестиционных проектов

УДК 338.45:622.3

© Е.С. Иноземцева 2

Е.С. Иноземцева,
аспирант МГГА

Инвестор, рассматривающий возможности вложения финансовых ресурсов в определенный вид деятельности, должен принимать во внимание инвестиционные риски, сопутствующие осуществлению проекта.

Каждый проект подвержен влиянию условий, складывающихся в отрасли его реализации, что проявляется в снижении спроса или цены на продукцию, увеличении затрат, принятии органами власти нормативных актов, касающихся социальных и экономических сторон хозяйственной деятельности. Возникающая неопределенность вызывает неуверенность относительно будущего потока доходов инвестиционного проекта и, следовательно, неуверенность инвестора в получении дохода от инвестиций в данный проект.

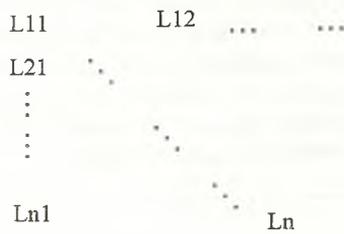
В настоящее время анализируют, как правило, чувствительность показателей финансово-экономической эффективности проекта к выбору ставки дисконта и динамике основных элементов денежного потока (факторов). Графическое отображение анализа чувствительности представляется в следующем виде:

- График зависимости NPV от ставки дисконта;
- Диаграмма зависимости NPV от элементов денежного потока (т.н. лучевая диаграмма).

При проведении анализа чувствительности восприимчивость NPV к изменению элементов денежного потока (факторов) рассматривает при определенной ставке дисконта. Предлагаем автором новый подход к анализу чувствительности позволяет инвестору рассматривать влияние факторов на NPV при любой выбранной ставке дисконта. Вместе с тем, базирующаяся на этом подходе обобщенная диаграмма чувствительности отражает совместное воздействие изменения ставки дисконта и элементов денежного потока на эффективность инвестиционного проекта.

Рассмотрим математическое обоснование данного подхода.

В качестве исходных данных имеем матрицу прямых элементов денежного потока по годам (Матрица 1):



где: i - количество элементов денежного потока

$i = [1 \div n]$;

j - срок реализации проекта (по годам),

$j = [1 \div m]$;

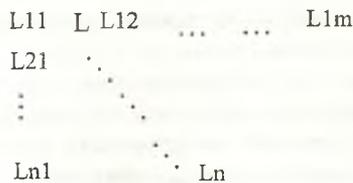
NPV - сумма элементов матрицы.

1. Для того, чтобы привести денежный поток к настоящему моменту времени (процесс дисконтирования), вводим некое значение ставки дисконта r , и трансформируем матрицу согласно формуле:

$$L_{ij} = \frac{lij}{(1+r)^j}$$

Результатом является матрица элементов денежного потока, продисконтированных по годам с фиксированной ставкой дисконта (Матрица 2):

2. Для дальнейшего анализа введем понятие «критическое изменение фактора», под которым подразумевается такое процентное изменение отдельного элемента потока, при котором NPV становится равным нулю.



Поскольку NPV является суммой элементов матрицы, строим систему уравнений (основываясь на данных матрицы 2), где количество уравнений равно количеству элементов денежного потока, а y_i - критическое изменение отдельного элемента денежного потока.

$$\begin{aligned}
 & \sum_{j=(1..m)} L_{1j} * y_{1j} + \sum_{i=(2..n)} \sum_{j=(1..m)} L_{ij} = 0 \\
 & \sum_{j=(1..m)} L_{1j} = \sum_{j=(1..m)} L_{2j} * y_{2j} + \sum_{i=(3..n)} \sum_{j=(1..m)} L_{ij} = 0 \\
 & \vdots \\
 & \sum_{i=(1..k-1)} L_{i1} + \sum_{j=(1..m)} L_{kj} * y_{kj} + \sum_{i=(k+1..n)} \sum_{j=(1..m)} L_{ij} = 0
 \end{aligned}$$

3. Из данной системы уравнений находим вектор элементов (Y_i), которые являются значениями критического изменения фактора при конкретной дискретно изменяющейся ставке дисконта. Таким образом, получаем, что критическое процентное изменение каждой составляющей потока является множителем диагональных элементов матрицы L_{ij} .

4. Повторение данной процедуры (шаг 1-3) последовательном изменении ставки дисконта позволит построить обобщенную диаграмму чувствительности которой отражено совместное влияние на NPV изменения ставки дисконта и элементов денежного потока.

Графическая интерпретация нового подхода к анализу чувствительности осуществляется следующим образом.

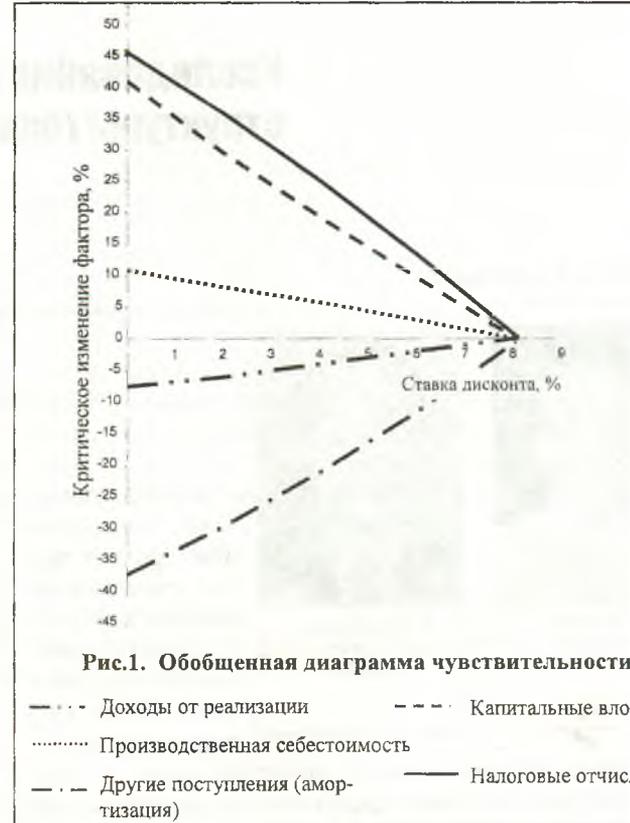


Рис.1. Обобщенная диаграмма чувствительности

- - - Доходы от реализации - - - Капитальные вложения
 Производственная себестоимость
 - . - Другие поступления (амортизация) — Налоговые отчисления

Ось OY – критическое изменение фактора, %.

Ось OX – ставка дисконта, %.

Каждое сечение оси OX дает срез критических значений факторов при данной ставке дисконта. Ближе значение критического изменения фактора (К к оси OX, тем большему риску подвергается проект изменении данного фактора.

С увеличением ставки дисконта риск факторов увеличивается. И при достижении ставки дисконта, равной IRR проекта, все линии КИФ сходятся к оси OX в данной точке.

По мнению автора, дальнейшее использование инвестиционных проектов обобщенной диаграммы чувствительности для анализа рисков обусловлено преимуществами:

1. Выбор ставки дисконта для анализа риска осуществляется самим инвестором.

2. Инвестор может рассматривать степень критичности каждого из элементов денежного потока при бранной им ставке дисконта.

3. Обобщенная диаграмма отражает совместное влияние на эффективность проекта изменения ставки дисконта и динамики элементов денежного потока.

Результатом анализа рисков по обобщенной диаграмме является ранжирование факторов по степени критичности. Наиболее критичные факторы, изменение которых сильнее других отражается на результативности проекта, следует подвергать более подробным исследованиям. Например, если самым

критическим фактором для конкретного проекта цена продукции, то в качестве подобных можно рекомендовать анализ цен на данную за последние несколько лет, составление трендового отслеживания текущих изменений в процессе реализации инвестиционного проекта.

Исследование и оценка качества элементов структуры горного производства

УДК 622.232.8.004:622.

© У. Инамов, Б.Р.Раимж



У. Инамов,
канд. техн. наук,
(ТашГУ)



Б.Р.Раимжанов,
док. техн. наук,
(НавГГИ)

Анализ процессов технологии (как предмет труда), процессов использования комплексной механизации (как средства труда) процессов функци-

онирования оператора (как исполнителя труда) и сфер использования конечной продукции показал достаточно широкую многовариантность в структуре предприятия. Этот факт приводит к предложению, что уровень качества функционирования горного производства также может меняться в широких пределах. Следовательно, оценка предприятия требует проработки многовариантных технологических решений в каждом технологическом звене.

Результаты анализа эксплуатации производственных мощностей горнодобывающей отрасли промышленности, в том числе горного оборудования, свидетельствуют, что их функциональный потенциал используется не полностью. Например, фактическая производительность карьерных экскаваторов обычно на 10 – 20 %, иногда и на 50% ниже расчетной. Коэффициент использования календарного фонда времени карьерных экскаваторов в период с 1965 по 1999 годы составляет 0,59 - 0,61. Длительные простои в этот период времени приходятся на плановые и внеплановые ремонты. Продолжительность ремонта превышает нормативы на 20-35%, что весьма заметно ухудшает показатели себестоимости, рентабельности, фондоотдачи и способствуют значительному снижению эффективности горного производства. Одна из главных причин этого явления заключается в многочисленных нарушениях сбалансированности процесса взаимодействия карьерных экскаваторов с забоем,

порождаемых объективными и субъективными. К объективным относятся стохастические физико - механические свойства горной масса, ухудшение показателей технического состояния горного оборудования. Субъективные причины недостаточного учета профессиональной подготовленности и деятельности оператора в рабочем процессе и его положение объясняется тем, что, к сожалению, не ставятся вопросы функционирования оператора рассматривались в действительности, проблемы взаимодействия такой логической цепи, "забой - экскаватор - оператор" рассматривались недостаточно полно.

Анализ методов оценки технических характеристик мест и неоднородность требований к различным условиям эксплуатации выявили необходимость их классификации наиболее совершенной их структуры

Технологический процесс выемки породы из забоя к экскавации II, процесса управления экскаватором И. выше процессы взаимодействуют между собой, определяющих характер технологических процессов: прерывистый / - - - / периодичности, периодической / ~ / периодичностью, непрерывный / + /.

Эти связи совместно с функциями технологических процессов образуют модель рабочего места PM_i на карьерах.

$$PM_i = \{П, С, И, -, \sim, \div\}$$

Для оценки степени совершенства структуры производства, а также эффективности функционирования рабочего места необходимо сравнение уровня его качества. Для этого методика оценки уровня качества отдельных элементов структуры производства и рабочих мест существующих методик. В основу положены работы профессорами Г.И. Солодом и др.

Каждый из показателей элементов структуры производства имеет свое значение, независимо от рассматриваемых параметров. Эти значения изменяются в определенных ограниченных пределах. Абстрагируясь от сущности показателей, отметим, что каждый из показателей качества A_{ij} изменяется в определенных пределах ΓA_{ij} назовем их полями допусков, под которыми следует понимать интервал значений размеров, ограниченный

или половина поля допуска

$$\Gamma/2 = A_{vij} - \bar{A}_{ij} = \bar{A}_{ij} - A_{nij}$$

Если зависимость между единичными показателями и уровнями качества по единичным показателям линейная, то k_{ij} при симметричном поле допуска считается по следующим формулам:

- для показателей, расположенных в верхней половине поля допуска;

$$k_{ij} = \frac{(A_{ij} - \Delta_{ij} - \bar{A}_{ij}) - (A_{ij} - \bar{A}_{ij} - \Delta_{ij})}{A_{ij} - \Delta_{ij} - \bar{A}_{ij}} = \frac{(0,5\Gamma_{ij} - \Delta_{ij}) - (A_{ij} - \bar{A}_{ij} - \Delta_{ij})}{0,5\Gamma_{ij} - \Delta_{ij}} = 1 - \frac{A_{ij} - \bar{A}_{ij} - \Delta_{ij}}{0,5\Gamma_{ij} - \Delta_{ij}}$$

между наибольшими $A_{ij \max}$ предельными размерами, т.е. алгебраическая разность между верхними и нижними

- для показателей, расположенных в нижней половине симметричного поля допуска

$$k_{ij} = \frac{(\bar{A}_{ij} - A_{nij} - \Delta_{ij}) - (\bar{A}_{ij} - A_{ij} - \Delta_{ij})}{\bar{A}_{ij} - A_{nij} - \Delta_{ij}} = \frac{(0,5\Gamma_{ij} - \Delta_{ij}) - (\bar{A}_{ij} - A_{ij} - \Delta_{ij})}{0,5\Gamma_{ij} - \Delta_{ij}} = 1 - \frac{\bar{A}_{ij} - A_{ij} - \Delta_{ij}}{0,5\Gamma_{ij} - \Delta_{ij}}$$

отклонениями. Границы полей допусков могут быть симметричными относительно номинального параметра или асимметричными типа "не более ... $R \leq R_{\max}$, не менее ... $R > R_{\min}$, а значения параметра должны находиться в заданных пределах $R_{\min} \dots R_{\max}$.

Сопоставить показатели можно по отношению к номинальным величинам, принятыми за базовые. Сопоставление данной величины с базовой этого же рода представляет собой оценку степени приближения рассматриваемого показателя к базовому, который не имеет размерностей. Установленные допуски на регламентированные параметры должны обеспечить нормальное функционирование данного объекта. Если считать, что базовый показатель является наилучшим значением, то отношение любой величины к этой наилучшей будет определять уровень качества каждого объекта по данному показателю. По уровню качества любых показателей, любых объектов можно судить о качестве самого объекта, независимо от особенностей показателя.

При оценке уровня качества параметров по единичным показателям, значения которых ограничиваются симметричными допусками Γ_{ij} , за базовые $A_{\sigma j}$ показатели принимаются номинальные значения, соответствующие середине поля допуска определяется как полусумма значений показателей качества параметров соответствующих верхней A_{vij} и нижней A_{nij} границами поля допуска Γ_{ij} ,

$$A_{\sigma j} = \frac{A_{vij} + A_{nij}}{2} = \bar{A}_{ij} \quad (2)$$

отклонение значения показателя в любую сторону от базового значения приводит к снижению уровня качества. Если значение рассматриваемого показателя A_{ij} выходит за пределы поля допуска, то уровень качества данного объекта k_{ij} по j -му единичному показателю равен нулю $k_{ij} = 0$, при значении показателя $A = \bar{A}_{ij} = k_{ij} = 1$

Инструментальный замер значений контролируемого показателя осуществляется с определенной погрешностью Δ_{ij} .

Поле допуска контролируемого параметра:

$$\Gamma_{ij} = A_{vij} - A_{nij} \quad (3)$$

- или, обобщая формулы (5) и (6), получим формулу для определения уровня качества по единичным показателям при симметричном поле допуска и прямой зависимости между единичными показателями и уровнями качества по единичным показателям:

$$k_{ij} = 1 - \frac{|A_{ij} - \bar{A}_{ij} - \Delta_{ij}|}{0,5\Gamma_{ij} - \Delta_{ij}}$$

Если зависимость между единичными показателями уровня качества квадратичная, то расчет k_{ij} производится по формуле:

$$k_{ij} = 1 - \left(\frac{A_{ij} - \bar{A}_{ij} - \Delta_{ij}}{0,5\Gamma_{ij} - \Delta_{ij}} \right)^2$$

при одностороннем допуске показателей качества. В случае верхнего и нижнего расположения допуска Γ_{ij} относительно номинала, а также линейной зависимости между A_{ij} и k_{ij} , по аналогии с (7), получим формулу:

$$k_{ij} = 1 - \frac{|A_{\sigma j} - A_{ij} - 2\Delta_{ij}|}{\Gamma_{ij} - 2\Delta_{ij}}$$

а в случае квадратичной зависимости между A_{ij} и k_{ij} расчетная формула по аналогии с (8) будет иметь следующий вид:

$$k_{ij} = 1 - \left(\frac{A_{\sigma j} - A_{ij} - 2\Delta_{ij}}{\Gamma_{ij} - 2\Delta_{ij}} \right)^2$$

В случае, когда показатели, характеризующие объекты, изменяются в определенных пределах, ограничиваются допуском $\Gamma_{ij} = V_{ij \max} - V_{ij \min}$, за базовые принимаются номинальные значения параметров соответствующие минимальному значению параметров $V_{ij \min} = V_{\sigma j}$. Если отклонение значений показателя за пределами допуска Γ_{ij} , называется меньше $V_{ij \min}$, больше $V_{ij \max}$, то уровень качества данного объекта k_{ij} по j -му единичному показателю равен нулю $k_{ij} = 0$, значении показателя $V_{ij} = V_{ij \min} = V_{\sigma j}$, $k_{ij} = 1$.

При линейной зависимости между единичными определяющими показателями качества и уров...

качества по единичным показателям объектов находится в выражения:

таются показатели, обладающие наименьшими значениями, уровни качества.

$$k_{ij} = \frac{B_{ij\max} - \Delta_{ij} - (B_{ij\min} + \Delta_{ij}) - (B_{ij} - B_{ij\min} - 2\Delta_{ij})}{B_{ij\max} - \Delta_{ij} - (B_{ij\min} + \Delta_{ij})} = 1 - \frac{B_{ij} - B_{ij\min} - \Delta_{ij}}{\Gamma_{ij} - 2\Delta_{ij}}$$

при квадратичной зависимости по аналогии с (10)

$$k_{ij} = 1 - \left(\frac{B_{ij} - B_{ij\min} - 2\Delta_{ij}}{\Gamma_{ij} - 2\Delta_{ij}} \right)^2 \quad (12)$$

Разработав методику оценки уровня качества отдельных параметров и объектов в целом, можно сопос-

Рассчеты проводились для условий Алмалыкского ГМК.

Предлагаемая система оценки параметров - алгоритм соответствия элементам структуры производства, и в целом, обобщающей результаты расчета деятельности.

Уровни качества подготовленности забоев K_n

| | | | | |
|------------------------------------------------|------|------|------|------|
| Инвентарный номер экскаватора | 27 | 28 | 36 | 39 |
| d_{cp} (диаметр среднего куска горной массы) | 0,52 | 0,64 | 0,54 | 0,79 |
| K_n | 0,94 | 0,90 | 0,93 | 0,84 |

тавлять эти параметры и объекты между собой.

Задача разработки механизма оценки качества функционирования горного производства многовариантна в своей постановке может быть решена с помощью комплекса моделей, которые позволяют оперативно проводить оценку качества элементов структуры предприятия.

Таким образом, оценка качества структуры горного производства для самого себя может быть как инструмент управления также администрирования с целью выработки мобилизации всех ресурсов предприятия своих проблем.

Уровни качества экскаваторов

| | | | | | | |
|-------------------------------|----------|------------|----------|----------|-----------|----------|
| Экскаваторы рудника Кальмакыр | ЭКГ -4-у | ЭКГ-6,3 ус | ЭКГ - 8И | ЭКГ - 10 | ЭКГ -12,5 | ЭКГ - 15 |
| Уровень качества | 0,298 | 0,471 | 0,661 | 0,763 | 0,683 | 0,786 |

С помощью разработанного программного инструментария была проведена серия экспериментальных расчетов, (табл. 1...3). Номинальными значениями счи-

Основные выводы

1. Оценка качества различных элементов системы строится на логической основе, базирующейся на принципе.

2. Методика является прогрессивной и обеспечивает стимулирование элементов за счет ее значимости и совокупности в стратегическом и оперативном планировании контроля за эффективным осуществлением мероприятий с помощью системы изм-

Таблица 3

Уровни профессиональной подготовленности операторов (K_n)

| | | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Инвентарный номер экскаватора | 27 | 28 | 36 | 39 | 41 |
| Номер бригады экскаваторщиков | K_n | K_n | K_n | K_n | K_n |
| 1 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 1,0 |
| 2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 3 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 1,0 |
| 4 | 1,0 | 1,0 | 0,83 | 1,0 | 0,83 |

Установление взаимосвязи функциональных элементов структуры производства технологического процесса, средств механизации и профессиональной подготовленности специалистов

УДК 622.271

© Б.Р. Раимжанов, У. Инамов 2



Б.Р. Раимжанов,
док. техн. наук,
НавГТИ



У. Инамов,
канд. техн. наук,
ТашГУ

На основе известной классификации Г.И. Солода рассмотрим структуру технологического процесса добычи полезных ископаемых открытым способом.

В табл. 1 (верхняя часть) представлены структурообразова-

ния и систематизация по функциональному признаку технологического процесса добычи полезных ископаемых открытым способом.

Структурные формулы (1-3) построены по принципу вырождения двух структурных элементов и отражают лишь выполнение одного из трех функциональных подпроцессов.

В реальных условиях это могут быть участки горного производства, на каждом из которых выполняются соответствующие технологические процессы.

Структурные формулы (4-6) построены с учетом возможного вырождения лишь одного структурного элемента, а между оставшимися существует эпизодическая связь (-). Эту группу формул можно использовать для описания технологического процесса участка карьера, в котором функционирует два структурных элемента.

Режим выполнения функциональных процессов, описанных указанными формулами, требует согласования, так как структурой определена лишь последовательность выполнения работ. Функциональные процессы, отсутствующие в формулах (4-6), могут выполняться другими производственными подразделениями, не подчиненными рассматриваемым технологическим процессам. Наличие прерывистой связи между структурными элементами формул (4-7) совсем не говорит о том, что связанные функциональные процессы выполняются в одном месте (участок, предприятие). Принципиально функциональные процессы могут протекать на различных смежных предприятиях, связанных с технологическими процессами.

В структурных формулах (8-14) наряду с основной периодической $/\sim/$ связью существует и эпизодическая связь (11-13).

Основным видом связи в структурных формулах (15 - 24) является непрерывная связь $/\cdot/$, т.е. все форму-

лы построены на принципе совмещения структурных элементов. Однако в структурных формулах (1) имеет место вырождение структурных элементов в формулах (18 - 20) - согласование, в формулах (21 - 23) - сочленение. Следовательно, при соединении элементов в формулах (15 - 23) наряду с непрерывной возможна эпизодическая и периодическая связь. Лишь в формуле (24) имеют место непрерывные связи при функционально полном процессе, что соответствует поточному технологическому процессу.

Структура технологических процессов определяет разработку средств механизации, особенностей, очевидно, определяется наличием структурных элементов и видами связей между ними в соответствии с особенностями структурных формул технологических процессов.

Каждой структурной формуле технологического процесса добычи соответствует структурная схема технологического оборудования. Символы, обозначающие структурные элементы технологических процессов, можно использовать в качестве символов, обозначающих структурные элементы технологического оборудования. Связи между структурными элементами средств механизации процесса добычи могут быть технологическими кинематическими $/+ /$, конструктивными $/\cdot /$.

Под технологической связью по Г.И. Солода понимается взаимная логическая зависимость выполнения функциональных процессов в общем технологическом процессе добычи полезного ископаемого обособленными средствами механизации. Кинематическая связь рассматривает согласованность выполнения функциональных процессов в общем технологическом процессе добычи полезного ископаемого, указанными по паре средствами механизации, сохранившими способ обособленного выполнения своих функций. Конструктивная связь характеризует совмещенность и согласованность выполнения функциональных процессов в общем технологическом процессе добычи полезных ископаемых, увязанными по параметрам и координатам по действиям средствами механизации. Конструктивная связь характеризует совмещенность и согласованность выполнения функциональных процессов в общем технологическом процессе добычи полезных ископаемых, увязанными по параметрам и координатам по действиям средствами механизации. Конструктивная связь характеризует совмещенность и согласованность выполнения функциональных процессов в общем технологическом процессе добычи полезных ископаемых, увязанными по параметрам и координатам по действиям средствами механизации.

С использованием тех же принципов построения, что и в предыдущем параграфе, построены структурные формулы средств механизации и средств механизации процесса добычи полезных ископаемых открытым способом (1 (средняя часть)). Структурные формулы технологического оборудования процесса добычи горной массы разбиты на семь групп и четыре вида.

видуальными средствами. Проведенная систематизация показывает, что каждая последующая группа формул представляет собой одновременно и качественную ступень развития структуры схем и средств механизации технологического процесса добычи полезного ископаемого открытым способом, т.е. каждая последующая группа структурных формул описывает семейство машин, находящихся на более высокой ступени развития.

С использованием тех же принципов структурообразования получены структурные формулы профессиональной подготовленности операторов добычи полезных ископаемых на открытых горных работах, табл. 1 (нижняя часть). Структурные формулы профессиональной подготовленности операторов оборудования процессов добычи горной массы также разбиты на семь групп и четыре вида, характер взаимодействия процессов профессиональной подготовленности операторов поэтапный (>), параллельный (#), одновременный (⇔).

Первая группа формул включает вид обособленности подготовки, т.е. операторы, обладающие индивидуальными функциональными особенностями, осваивают механизацию процесса добычи горной массы. В связи с этим названы типовые индивидуальные особенности подготовленности операторов. Символы *b, m, n* обозначают структурные элементы исполнителей труда, операторов соответственно выемочного *B*, транспортного *T*, перерабатывающего *П* оборудования.

Вторая группа формул охватывает группы поэтапно увязанных между собой операторов, имеющих вид подготовки профессиональный, т.е. получивших соответствующие знания, навыки и умения.

Третья и четвертая группы объединяют поэтапно и параллельно увязанных между собой операторов, не сохранивших свои индивидуальные особенности. Они названы технически подготовленными операторами.

Пятая, шестая, седьмая группы формул описывают инженерную (политехническую) подготовленность операторов. В пятой группе представлены одновременно совместно объединенные операторы. В шестой - совместно увязанные и поэтапно согласованные операторы по подготовленности. В седьмой группе - поэтапно, согласованные, параллельно увязанные и одновременно, т.е. совместно объединенные операторы, имеющие индивидуальные особенности подготовленности исполнителей труда (операторов, специалистов), т.е. достигнута их полная гармонизация.

Результаты систематизации свидетельствуют, что каждая последующая группа формул представляет собой уровень развития профессиональной подготовленности операторов.

Для объективной оценки качества профессиональной подготовленности исполнителей труда (операторов, специалистов) выполнен анализ, систематизации и сформулированы предложения по совершенствованию процессов организации подготовки специалистов.

Исследования показывают, что стабильность труда рабочих мест в общем виде $PM = \{П, С, И, -, \sim, +\}$ или, в частности, $П \equiv B, С \equiv B, И \equiv b$, тогда $PM_0 = \{B, B, b, -, \sim, +\}$ - рабочее место оператора - ма-

шиниста оборудования определяется при прочих равных условиях, главным образом, принятым уровнем технологический производственного процесса / предмет труда $П = \{B, T, П, -, +\}$, профессиональной подготовленностью людей (исполнитель труда) $И = \{b, m, n, >, \#, \Leftrightarrow\}$ обслуживающих это оборудование или управляющих производственным процессом, с учетом качества экологии окружающей (природной) среды, где работает оборудование и люди, которые могут быть неодинаковыми для оборудования и людей (условия труда) - вредные, допустимые, комфортные.

Неравномерность работы задается принятой технологией и оборудованием, реализующими эту технологию. Анализ проведенных в последнее время работ показывает, что, исследуя качество подготовленности забоев, учитывали прежде всего качество оборудования и качество технологических процессов. При этом совершенно упускалось влияние человеческого (специального) фактора на качество рабочих мест. Этим фактором просто пренебрегали, что приводило не только к неточности оценки качества, но и к более серьезным последствиям, о которых академик К.В. Фролов сказал, что неучет человеческого фактора привел к экологическим и экономическим проблемам. Анализ работы горных предприятий с позиции инженерной психологии показывает, что человеческий фактор играет весьма заметную роль в формировании качества и эффективности труда рабочих мест на рудниках. В простейшей системе "оператор - забой - экскаватор", например, оператор в значительной степени определяет частоту включений машин, длительность непрерывной работы и простоев, скорость и ее изменчивость и, следовательно, график нагружения как электро-механического оборудования, так и деталей, узлов машин. Это определяет качество работы и ресурс экскаватора, его двигателей, аппаратуры управления и т.д.

В свою очередь, режим управления экскаватором зависит от характеристик оператора, которая зависит от объема и качества его знаний, навыков, умения, т.е. от его образования, опыта работы и условий труда.

Чтобы оценить влияние квалификации операторов на показатели работы экскаватора, в США был проведен эксперимент, рассматривалась работа радиоэлектронной аппаратуры ответственных установок, обслуживаемых операторами. Неправильные действия явились причиной 30% отказов аппаратуры, табл.2.

Таблица 2

Влияние квалификации операторов на уровень качества установок

| Обслуживающий персонал | Среднее время работы аппаратуры, состоящей из элементов, ч. | |
|------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| | п = 20000 | п = 90000 |
| Переменный состав | 0,74 | 1,7 |
| Техники | 10 | 22 |
| Инженеры | 70 | 155 |

Из таблицы следует, что при работе операторов, имеющих высшее образование, время безотказной работы аппаратуры примерно в 7 раз выше, чем у операторов со среднетехническим образованием, и в десятки раз выше, чем у переменного состава.

В связи с изложенным, обращает на себя внимание тот факт, что в США среди лиц, занятых в производстве, 44% составляют люди, окончившие вузы и колледжи; аналогичный показатель для СНГ - 11%. Повышение уровня профессиональной подготовленности и деятельности исполнителя труда путем углубления и расширения образования и овладения смежными специальностями способствует повышению качества труда рабочих мест на карьерах.

Следовательно уровень качества мест на карьерах будет определяться уровнем подготовленности забоя (технологией), става оборудования (техникой) и уровня деятельности исполнителя с окружающей (природной) среды труда.

Таким образом, технико-экономия, принимаемые при открытых разработках являются как взаимосвязанные элементы темы. Обобщения теоретических оснований и прогнозирования качества элементов производства, позволят устанавливать параметры и режимы эксплуатации в заданных условиях.

Сертификация рабочих мест и горного производства как фактор повышения эффективности функционирования предприятий отрасли

УДК 622.271:622.232.8.004

© У. Инамов, У.Ю. Да



У.Ю. Давронбеков,
канд. техн. наук
НавГТИ

У. Инамов,
канд. техн. наук
ТашГТУ

Для характеристики объектов разных рабочих мест принят подход по принципу абстрактного рассмотрения показателей, представляемых в удельных величинах, среди которых наилучшим следует

считать показатель, обеспечивающий минимум затрат параметров на единицу конечного результата функционирования системы.

Таким образом, для оценки качества рабочих мест необходимо уметь определять конечный результат их функционирования и знать затраты на его достижение - показатели качества, выраженные параметрами рабочих мест. Наиболее объективным показателем конечного результата функционирования является функциональная работа A_{ip} которая определяется уравнением:

$$A_{ip} = \lambda_{ip} \cdot T_i, \quad (1)$$

где A_{ip} - функциональная работа, МДж;

λ_{ip} - функциональный критерий i -го рабочего места, МНм/ч;

T_i - время функционирования i -го рабочего места, ч.

Решение уравнения (1) требует необходимость определения λ_{ip} , применение которого обеспечило бы достоверность анализа уровня качества рабочих мест и наиболее полного отражения функционального критерия используемых средств труда

$$\lambda_c : \lambda_c = Q_T \cdot U_p$$

где Q_T - техническая производительность
 U_p - расчетный интегральный па

полно характеризующий условия экспл
Оценка уровня качества рабочих м
по удельным значениям показателей
элементов P_{ij} системы одного функцио

$$q_{ij} = \frac{P_{ij}}{A_{ip}},$$

$$q_{bj} = \frac{P_{bj}}{A_{ip}},$$

где q_{bj} - базовое удельное значение j -
бующий минимума затрат используем
эксплуатацию одного рабочего места
нального назначения.

Подсчитанные по формуле (3) з
 q_{bj} заносят в таблицу - матрицу:

$$\{q_{ij}\} = \begin{matrix} & \begin{matrix} Q_{11} & Q_{12} & \dots & Q_{1j} & \dots & Q_{1m} \end{matrix} \\ \begin{matrix} Q_{21} \\ \dots \\ Q_{ni} \end{matrix} & \begin{matrix} Q_{22} & \dots & Q_{2j} & \dots & Q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{ni} & Q_{n2} & \dots & Q_{nj} & \dots & Q_{nm} \end{matrix} \end{matrix}$$

где m - количество удельных показателей
анализа;

n - количество i -ых рабочих мест
нального назначения.

Строка матрицы относится к однс
и состоит из значений удельных величине
метра, а каждый столбец показывает у

показателей качества по одному из j -ых параметров каждого рабочего места в совокупности.

Из всех полученных i -ых столбцов таблицы – матрицы выбираются минимальные значения удельных величин показателей качества и приписываются им соответствующие индексы:

$$\{q_{ij}\} = \{q_{b1} \ q_{b2} \ \dots \ q_{bj} \ \dots \ q_{bm} \} \quad (6)$$

Совокупность значений $\{q_{ij}\}$ представляет собой динамичную модель гипотетического эталонного рабочего места, обладающими наиболее высокими, уже достигнутыми в различных рабочих местах, но, как правило, не имеющими аналога в виде одного рабочего места свойствами, выраженные в удельных величинах показателей.

С физической точки зрения удельная величина характеризует затраты ресурсов, представленных показателями, на достижения конечного результата функционирования A_{ip} .

Степень приближения значений показателей совершенствуемого рабочего места к соответствующим базовым показателям, выраженных в удельных показателях, представляют собой уровень качества по единичным показателям:

$$k_{ij} = k_{i3} \cdot \frac{q_{ij}}{q_{bj}}, \text{ при } q_{ij} < q_{bj},$$

$$k_{ij} = k_{i3} \cdot \frac{q_{bj}}{q_{ij}}, \text{ при } q_{ij} > q_{bj}.$$

Таблица – матрица, составленная из значений по единичным показателям, позволяет наиболее наглядно представить направление совершенствования рабочего места, так как базовые значения качества по единичным показателям $k_{bi} = 1$, а уровень качества $k_{ij} < 1$. Чем меньше значения уровня качества по единичному показателю, тем больше рабочее место нуждается в совершенствовании за счет улучшения этого показателя, т.е. отсюда и начинается формирование уровня качества рабочего места. Однако значение уровня качества по единичным показателям не дают однозначной оценки рабочего места без оценки уровня качества K_{ipm} по комплексному показателю Q_i .

Для определения комплексного показателя определяют весомость уровней качества по единичным показателям в их совокупности и коэффициент участия каждого уровня качества по единичным показателям в их совокупности, а затем комплексный показатель при наиболее удобном квадратичном суммировании

$$K_i = \left[m \sum_{j=1}^m \left[k_{ij} \left(\sum_{j=1}^m k_{ij} - k_{ij} \right) \right]^2 \right]^{0,5} \cdot \left[(m-1) \sum_{j=1}^m k_{ij} \right]^{-1} \quad (7)$$

Изложенная методика позволяет сравнивать натуральные, относительные, удельные показатели качества рабочего места с учетом вида связи между его элементами. За основу принята методика разработанная профессорами Г.И. Солодом и Я.М. Радкевичем.

Принципиальная новизна безэкспертной оценки состоит в том, что рабочее место оценивается комплекс-

но, объективно, достоверно по техническим организационным факторам по следственности.

Конечный результат функционирования рабочего места A_{3p} мидующим образом:

$$A_{3p} = \lambda_{3p} \cdot T_i.$$

В частности, воспользуясь выражением определить функциональный критерий рабочего места на карьерах

$$\lambda_{3p} = \lambda_{3,},$$

где λ_3 – функциональный критерий карьера, МНм/ч;

$$\lambda_3 = Q_T \cdot K_F,$$

где Q_T – техническая производительность экскаватора, м³/ч;

K_F – коэффициент удельного сопротивления, МН/м².

$$A_3 = \lambda_3 \cdot T_i,$$

где A_3 – функциональная работа карьера

Находят удельный вес значений уровня технического состояния экскаватора по комплексному показателю качества q_{i3} .

| Показатели | Инвентарный номер | | |
|------------|-------------------|-------|-------|
| q_{ij} | 27 | 28 | 36 |
| q_{ic} | 0,083 | 0,095 | 0,085 |
| q_{in} | 0,085 | 0,097 | 0,088 |
| q_{ii} | 0,091 | 0,108 | 0,078 |
| q_{i3} | 0,062 | 0,073 | 0,064 |

Определяют базовые значения.

$q_{bj} = \{0,074; 0,078; 0,108; 0,055\}$.
Уровень качества по единичному

| Показатели | Инвентарный номер | | |
|------------|-------------------|------|------|
| k_{ij} | 27 | 28 | 36 |
| k_{ic} | 0.89 | 0.77 | 0.89 |
| k_{in} | 0.9 | 0.8 | 0.88 |
| k_{ii} | 0.84 | 1.0 | 0.72 |
| k_{i3} | 0.88 | 0.75 | 0.85 |

Уровень качества по комплексному показателю K_{ipm} .

| | | | |
|-----------|------|------|------|
| K_{ij} | 27 | 28 | 36 |
| K_{ipm} | 0.87 | 0.84 | 0.86 |

По результатам оценки каждое рабочее место относится к одной из трех категорий – удовлетворительно, но, подлежит рационализации, подлежащий ликвидации в соответствии с граничными значениями нормативно-технической документацией определенной необходимостью использования ресурсов.

Шкала выглядит следующим образом:

| | | |
|-------------------------------|---|----------------------------|
| сертифицировано | } | $0,85 < K_{ipm} \leq 1,0$ |
| номинальный уровень качества | | |
| подлежит рационализации | } | $0,65 < K_{ipm} \leq 0,85$ |
| допустимый уровень качества | | |
| подлежит ликвидации | } | $K_{ipm} \leq 0,65$ |
| недопустимый уровень качества | | |

К сертифицированным категориям относятся рабочие места, которые по своим показателям соответствуют лучшим мировым и отечественным достижениям или превосходят их.

К категории «подлежит рационализации» относятся рабочие места, которые находятся на уровне современных требований производства и соответствуют утвержденной технической документации.

К категории «подлежит ликвидации» относятся рабочие места, которые не отвечают современным требованиям, значительно уступают достигнутому уровню техники и технологии.

После оценки рабочих мест проводят анализ. Анализ дает информацию, в результате которой создается возможность на единой методологической основе более целенаправленно, в организационной увязке, разрабатывать или осуществлять различные мероприятия с учетом величины расходуемых ресурсов на единицу конечного результата функционирования системы, обеспечивающего эффективность горного производства.

Анализ функциональных элементов производится для рабочих мест одного функционального назначения.

Определяют нормативные значения показателей анализа. С этой целью вычисляют удельные величины q_{ij} показателей анализа P_{ij} принятых на предприятии отрасли. В качестве эксперимента выбраны следующие 16 показателей анализа.

Качества добытой горной продукции $K_{пр} = P_1$; прогрессивность технологического процесса $\Pi_{п} = P_2$; техническая оснащенность рабочего места $\Pi_{т} = P_3$; технологическая возможность оборудования (соответствие требованиям ППР/ $\Pi_{ппр} = P_4$ прогрессивность технологического оборудования $\Pi_0 = P_5$; теоретический уровень качества технологического оборудования $K_{13} = P_6$; уровень технического состояния экскаваторов $K_c = P_7$; уровень качества подготовленности забоя $K_n = P_8$; уровень профессиональной, интеллектуальной подготовленности и деятельности исполнителя труда $K_n = P_9$; показатель использования рабочего времени (доля времени производительной работы) экскаватора $K_b = P_{10}$; организаторский уровень, условие и безопасность труда, экология $K_{ye} = P_{11}$; фондоотдача $\Phi = P_{12}$; показатель энергоёмкости экскаватора

$\Xi = P_{13}$; показатель расхода на приобретение и эксплуатацию экскаватора $C = P_{14}$ (приведенных) затрат, который с учетом затрат труда, прямо или косвенно производством данной продукции как в конкретном предприятии, так и на других $C_{пр} = C^3 + E_H K$, C^3 - себестоимость 1 сум; E_H - нормативный коэффициент капиталовложений; K - удельные капитальные затраты $C^3 = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7$ где $C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7$ - затраты на буровые работы, взрывчатые работы по зарядке и забойке скважин, барит, экскаваторные работы, транспортное дробление горной массы, $C_{пр}$ - производительность экскаватора на 1 м³ емкости уровня качества i - го рабочего места показателю экскаватора $K_{bi} = P_{16}$; коэффициент функционирования рабочего места $A_{пр}$.

Подсчитанные значения величин таблицы - матрицу (5).

Из всех столбцов матрицы выбирают значения удельных показателей и нормативные значения

$$q_{ij}^H, q_{ij}^H = \min_{1 \leq i \leq n} \{q_{ij}\}.$$

Определяют уровень качества анализа по единичным показателям

$$k_{ij} = \frac{q_{ij}^H}{q_{ij}}$$

Уровень качества рабочих мест определяют по комплексному показателю (7).

Следует отметить, что многообразие решений и действий, обусловленное сложностью качества функционирования рабочего места в единую систему.

По результатам оценки и анализа разрабатываются мероприятия, направленные на совершенствование показателей их оценки. В качестве показателей анализа используются показатели анализа значения удельных показателей.

Рассчитываются уровни качества элементов структуры производства по комплексным показателям. Результаты представлены в таблице.

Результаты расчета уровней качества по единичным и комплексным показателям

| Наименование рабочего места | Уровень качества по единичным показателям k_{ij} | | |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------|-------|----------|
| | k_1 | k_7 | k_{16} |
| Экскаватор ЭКГ-12,5 Инв. Номер | | | |
| 27 | | 0.89 | |
| 28 | | 0.87 | |
| 36 | | 0.89 | |
| 39 | | 0.83 | |
| 41 | | 1.0 | |

Анализируя результаты расчета, например, что уровень качества на рабочих местах с инвентарными номерами 27 и 39 по показателю технического состояния K_7 и по K_i низкие.

Они не будут сертифицированы, а подлежат рационализации. Следовательно, мероприятия для рабочих мест с инвентарными номерами 28 и 39, должны быть направлены на повышение уровней качества K_7 . Рабочие места с инвентарными номерами 27, 46, 41 могут быть сертифицированы. Таким образом, можно обобщить результаты расчета в целом по горному производству.

Основные выводы:

- максимальное значение уровня качества рабочего места определяется максимальной реализацией уровня качества каждого функционального элемента, который достигается объективной оценкой соответствующих показателей;

- методология сертификации горного производства обращено не в основаны проверки, а в будущее. Показатели качества позволяют анализировать, регулировать деятельность любого производства. Оценка качества рабочего места должна быть как непрерывной, а не конечный итог.

В случае необходимости стратегия приводятся в соответствие с новыми требованиями по назначенному пути с учетом

Система управления качеством эксплуатации карьерных экскаваторов

УДК 622.271

© У. Инамов, У.Ю. Давронб



У.Ю. Давронбеков,
канд. техн. наук
НавГТИ



У. Инамов,
канд. техн. наук
ТашГТУ

В условиях стохастических меняющихся физико-механических свойств горной массы, вызывающих ухудшение показателей технического состояния горного оборудования, а также сложность достато-

чно полного учета профессиональной подготовленности и деятельности человека, участвующего в рабочем процессе машины, уровень качества рабочего места изменяется и реализуется не полностью. Уровень качества отдельных элементов $K_{i\phi}$ реализуемых при функционировании рабочего места, определяется из выражения

$$K_{i\phi} = R_i K_i,$$

где $R_i = 0 \dots 1$ - коэффициент реализации уровня качества отдельных элементов рабочего места;

K_i - уровень качества i -го элемента рабочего места по комплексному показателю

$$R_i = A_{i\phi} / A_{i\phi} = T_i \lambda_{ip} I_{im} / T_i \lambda_{i\phi},$$

где $A_{i\phi}$ - функциональная работа рабочего места с учетом связей между его элементами;

$A_{i\phi}$ - функциональная работа i -го элемента рабочего места;

$\lambda_{ip} I_{im}$ - функциональный критерий рабочего места лимитирующий по i -му элементу;

$\lambda_{i\phi}$ - функциональный критерий i -го элемента рабочего места.

Функциональный критерий рабочего места в юридической связи характеризуется функционированием критерием лимитирующего элемента (i -й элемент рабочего места, имеющий минимальный функциональный критерий, для которого $R_{i\phi} = 1$),

$$\lambda_{ip} = I_{im}(\lambda_{ps}, \lambda_c, \lambda_n).$$

Функциональный критерий рабочего места в юридической связи характеризуется равенством функциональных критериев всех элементов рабочего места. Поскольку при изменении условий в пределах допустимой области эксплуатации рабочего места функциональный критерий отдельных его элементов различным, λ_{ip} ограничивается критерием лимитирующего элемента.

$$\lambda_{ip} = I_{im}(\lambda_{ps}, \lambda_c, \lambda_n).$$

Рабочее место, имеющее между структурными элементами непрерывную связь, представляет собой точный технологический процесс, с использованием автоматизированных, роботизированных агрегатов. Функциональный критерий такого рабочего места равен функциональному критерию агрегата

$$\lambda_{ip} = \lambda_{psi}.$$

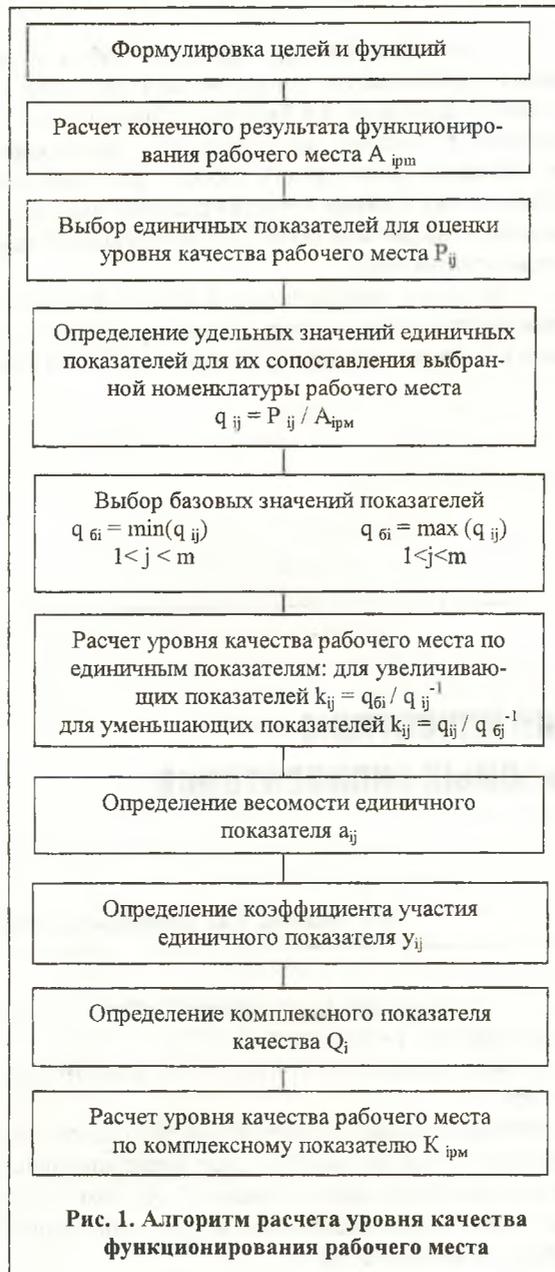


Рис. 1. Алгоритм расчета уровня качества функционирования рабочего места

Алгоритм методики расчета оценки качества функционирования рабочего места представлен на рис. 1.

Методика и результаты такой оценки способствуют определению параметров эксплуатации, обеспечивающих выбор рационального режима функционирования рабочих мест. Под рациональным режимом функционирования понимают комплекс технологических, технических, организационных факторов, обеспечивающих высшую эффективность эксплуатации рабочих мест в заданных условиях с минимумом удельных затрат на единицу конечного результата выполненной полезной работы.

За критерий оптимизации рационального режима функционирования рабочего места принята максимально возможная работа за весь период его эксплуатации с минимумом удельных затрат

$$A_{ip} = f(\Pi, C, \text{и}, K_{iz}, K_{itp}, K_{inr}) \rightarrow \max.$$

При максимальном значении A остальные критерии. Для оценки с функциональных элементов в целесообразно выполнять расчет уровня качества рабочего места по комплексному показателю

Максимальное значение уровня качества рабочего места определяется максимальной объективной с качества каждого функционального которое достигается объективной с вующих показателей. Данная формула уровень качества любых рабочих изводства в соответствии со структурой

Для построения модели зависимости результата функционирования A_{ip} от $K_{in}, K_{iz}, K_{itp}, K_{inr}$ был применен метод лиза. Было получено следующее уравнение $y = -378,22 + 12,62 x_1 - 28,57 x_2 + 99, + 0,54 x_5 + 1,91 x_6,$

где показатели: x_1 - подготовленность вое состояние экскаватора; x_3 - подготовленность и деятельность испол уровень качества карьерного экскав технологического процесса; x_6 - качество продукции.

Таким образом, использование работки теории количественной оценке основ теории аналитической сства по единичным и комплексным лляется базой для разработки системы тестации и сертификации рабочих ме

Принципиальная новизна без ции и сертификации состоит в том оцениваются комплексно, объективн техникo - технологическим, организ в следующей последовательности.

Количественный конечный ре рования, например, забойного работ выразить следующим образом

$$A_{зр} = \lambda_{зр} T_i.$$

В частности, можно определить критерий забойного рабочего места и

$$\lambda_{зр} = \lambda_3 + \Delta\lambda_3 + \Delta\lambda$$

где λ_3 - функциональный критерий к ра, МНм/ч;

$$\lambda_3 = Q_T K_F,$$

где Q_T - техническая производительность каватора, м³/ч;

K_F - коэффициент удельного соот МН/м²;

$\Delta\lambda_и$ - функциональный критерий профессиональной подготовленностью полнителя труда в процессе работы :

$$\text{тогда } A_{зр} = \lambda_3 T_i + T_i \Delta\lambda_3 + T_i \Delta\lambda_и,$$

$$\text{или } A_{зр} = A_3 + T_i \Delta\lambda_3 + T_i \Delta\lambda_и$$

где A_3 - функциональная работа каре $A_3 = \lambda_3 T_i.$

Находят удельные значения с ня технического состояния экскават ства подготовленности забоев $K_{и}$, нальной подготовленности и деятел

труда K_{ij} , уровня качества по комплексному показателю карьерных экскаваторов K_{i3}

| | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Инв. номер | 27 | 28 | 36 | 39 | 41 |
| q_{ic} | 0,083 | 0,095 | 0,085 | 0,087 | 0,074 |
| q_{ip} | 0,085 | 0,097 | 0,088 | 0,079 | 0,078 |
| q_{ii} | 0,091 | 0,108 | 0,078 | 0,094 | 0,067 |
| q_{i3} | 0,062 | 0,073 | 0,064 | 0,08 | 0,055 |

Определяют базовые значения:
 $q_{6j} = \{0,074; 0,078; 0,108; 0,055\}$

Уровень качества по единичным по

| | | | | |
|----------|------|------|------|--|
| K_{ij} | 0,89 | 0,77 | 0,89 | |
| K_{ip} | 0,9 | 0,8 | 0,88 | |
| K_{ii} | 0,84 | 1,0 | 0,72 | |
| K_{i3} | 0,88 | 0,75 | 0,85 | |

Уровень качества по комплексному

| | | | | | |
|-----------|-----------|------|------|------|---|
| K_{ipm} | K_{ipm} | 0,87 | 0,84 | 0,86 | 0 |
|-----------|-----------|------|------|------|---|

По результатам оценки, каждое ра проходит аттестацию и сертификацию.

Энергетический подход к расчету износа режущих органов землеройных машин

УДК 622.233

© С.М. Кадыров, Р.У. Шукуров

С.М. Кадыров,
засл. деят. науки,
чл. кор. УзАСХН,
докт. техн. наук
профессор ТАДИ

Р.У. Шукуров,
канд. техн. наук,
доцент ТАДИ

Рабочие органы землеройных машин работают в тя-

желых условиях, а их режущие органы подвергаются интенсивному абразивному изнашиванию. Процесс изнашивания рабочих органов землеройных машин можно представить как сложную систему, параметры состояния, свойства и внешние воздействия которой непрерывно изменяются в период эксплуатации и по поверхности контакта рабочих органов с абразивной средой. Форма рабочих органов при каждом состоянии узла описывается массивами дискретных точек на их поверхности.

В целях разработки методики прогнозирования величины и эпюры изнашивания зуба землеройной машины составлена математическая модель изнашивания режущих органов, позволяющая рассматривать как существующие, так и вновь проектируемые формы режущих органов из различных материалов.

Для составления математической модели процесса изнашивания использован математический аппарат численных методов. В основу численных методов решения задачи изнашивания положен анализ ряда дискретных состояний, через которые проходят поверхность трения в процессе эксплуатации. Известна начальная форма режущего органа $ZIS = crI^n$, описываемая функцией $WI = 0(p)$ и зависимости изнашивания материала режущего органа и коэффициента трения от энергетического состояния материала, а также удельной нагрузки $JIS(qIS)$, $M(qIS)$. Для решения задачи численным методом разобьем кривую, ограничивающую переднюю и заднюю

формы режущего органа, на ряд отрезков чвольно выбранный интервал с координатам точек:

$$PI = S \times d \times P$$

$$ZIS = C \times PI \times S$$

или

$$ZIS = WI = 0(PS).$$

Показатели, зависящие от формы режущих землеройных машин, равны: $C = 3,5$; $n = 1$ (для клиновидных зубьев).

Решение, которое может быть представлено форме конечных разностей

$$P_{zi}(p_i) = \sum_{j=1}^{M_{2i}} \Delta \Psi_i(p_{1,j}) H(p_i, p_{1,j}) \Delta p,$$

$$H_i(p_i, p_{1j}) = \sum_{R=1}^{M_3} \frac{2\rho_{1,j}}{\pi \sqrt{\rho_j^2 - 2\rho_1 \rho_{1,j} \cos \theta_{1R} + \rho_{1j}^2}} \cdot \arctg \frac{\sqrt{a_i^2 - \rho_j^2} \cdot \sqrt{a_i^2 - \rho_{1,j}^2}}{a_i \sqrt{\rho_j^2 - 2\rho_j \rho_1 \cos \theta_{1,R} + \rho_{1,j}^2}}$$

$$\Delta \Psi_i(p_{1,j}) = \frac{1}{\rho_{1,j}} \cdot \frac{Z_{ij} - Z_{i,j-1} - 1}{\Delta p} + \frac{Z_{i,j+1} + Z_{i,j-1} - 2Z_{ij}}{\Delta p^2}$$

где $\rho_{1,j}, \theta_{1,j}$ - полярные координаты фиксир точки в области «а»;

$M_{2,i} = a_i / \Delta p$ - целое число отрезков помеща на радиусе, «а» площади контакта;

$$M_3 = \frac{\pi}{2\Delta \theta} - \text{количество секторов, на котор}$$

бывается площадь контакта через конечный прои выбранный угол $\Delta \theta$.

Величина a_i определяется из условия:

$$P - \sum_{j=1}^{M_{2i}} \Delta \Psi_i(p_{1,j}) \rho_{1,j} \sqrt{(M_{2i} \Delta p)^2 - \rho_{1,j}^2} \Delta p \rightarrow \min$$

путем последовательного задания $M_2, i = 1, 2 \dots i$.

Учитывая, что вектор износа направлен по нормали к поверхности зуба, находим значение удельной нагрузки

$$P_{ij} = P_i(\rho_j) = P_{z,i}(\rho_j) \cos^2 \left(\arctg \frac{Z_{i,j} - Z_{i,j-1}}{\Delta\rho} \right) \quad (8)$$

и износ зуба в j - точке за шаг δt

$$\delta h_{i,j} = I(P_{i,j}) V_{\text{коп}} \rho_i \delta t. \quad (9)$$

Зная координаты профиля i - го состояния величину и направление вектора износа за один шаг в j - точке, нетрудно определить координаты профиля $i+1$ - го состояния.

В качестве шага принимаем малую величину износа зубьев $\delta h_j^{(n,m)}$ за малый конечный промежуток времени δt или величина этого времени [1]:

$$\delta h_{ij}^{(n,m)} = I_{ij}^{(n,m)} l_j^{(n,m)} n_j^{(n,m)} \delta t. \quad (10)$$

В выражении (10) можно принять $m = 0$ (т.е. износом грунта пренебрегаем), тогда уравнение (10) принимает следующий вид:

$$\delta h_{ij} = I_{ij} l_j H_j \delta t, \quad (11)$$

где δh_{ij} - малая величина износа;

I_{ij} - интенсивность изнашивания;

l - путь трения (путь резания или копания);

H - число взаимодействий (сопряженных) абразивных частиц, зубом в единицу времени (в зависимости от типа грунта);

δt - конечный малый промежуток времени (шаг износа);

j - номер узловой точки.

Решение задачи по определению давления на поверхности от нагрузки и формы режущего органа для каждого состояния осуществляется на основании закономерностей изнашивания, а элементарная нагрузка q 1S равна:

$$q \text{ 1S} = P / 4a \text{ 1S} \times b \text{ 1S} E \cos \left(\arctg \left(Z \text{ 1S} / PS \right) \right), \quad (12)$$

где E - модуль упругости (Юнга).

Форма режущего органа землеройных машин при каждом состоянии описывается дискретными точками на поверхности (I, S).

Шаг износа принимаем равным малой величине износа режущего органа за малый промежуток времени dt_k цикла, когда

$$dh_{is} = j l_s \times d V_k \times dt_k, \quad (13)$$

где $d V_k$ - скорость резания (копания);

dt_k - время резания (копания).

Глубина внедрения абразива в зависимости от нагрузки

$$h_{is} = q \text{ 1S} \times F/n \times dNm. \quad (14)$$

Площадь контакта единичного абразива равна $F = nd \wedge 2/4$

тогда:

$$h \text{ 1S} = q \text{ 1S} \times d / 4 Nm. \quad (15)$$

Определим (деформируемый) внедренный объем, приняв его в виде шаровых сегментов

$$dV = nh(R - 1/3h) \times Na \text{ 1}. \quad (16)$$

Интенсивность природы разрушения поверхности трения, может быть рассчитана по формуле:

$$J1S(2h \wedge 21S(d/2-1/3h1S) Na/r \times Aa1Np1EO / E \times AaldVt,$$

где: EO - исходная плотность внутренней энергии;

$E_{\text{тр}}$ - энергия трения;

E^x - критическая плотность внутренней энергии;

Q - количество тепла, выделяемое в процессе.

Исходная плотность внутренней энергии E_0 по существу является механической энергией, лированной в металле в форме остаточного напряжения

$$E_0 = (1-2\mu) \delta^2,$$

где, μ - коэффициент Пуассона;

δ - остаточное напряжение.

Напряженное состояние материала показателем его внутренней энергии. В процессе деформации, возникающие в поверхностном слое вследствие тепловых процессов могут способствовать разрушению материала (износу) [2]. Эти процессы связаны между собой двумя соотношениями

$$G = \frac{E}{2(\mu+1)} \quad \text{и} \quad D = \frac{E}{3(1-2\mu)},$$

где D - модуль всестороннего сжатия (модуль сдвига);

G - модуль сдвига.

Модули упругости E и G связаны соотношением

$$G = \frac{3}{8} E.$$

Если плотность энергии материала (энергетическое значение E^x , то происходит разрушение этого материала (объема). Критическая плотность энергии материала имеет свою критическую величину, достижение которой образует процесс разрушения.

Металлические тела разрушаются при накоплении внутренней энергии на единицу объема, достигает предельной величины. При этом критическая плотность энергии не зависит от условий, в которых происходит процесс и является величиной постоянной.

Критическая плотность энергии материала - это количество скрытой энергии, которое может быть накоплено на единицу объема материала до наступления процесса разрушения (это процесс ослабления и разрыва связей).

Плотность скрытой энергии материала представим в виде:

$$E_m = E_0 + \Delta E,$$

где E_0 - исходная плотность внутренней энергии;

ΔE - изменение плотности внутренней энергии материала, т.е. сколько энергии подведено к материалу извне.

Процесс пластической деформации и разрушения материалов представляет собой процесс взаимодействия двух противоположных и одновременно деформируемых объемов твердого тела.

рост плотности скрытой энергии ΔI_c различного рода дефектов и повреждений, накапливающихся в материале за счет работы внешних сил W и снижение (высвобождение) ее за счет различного рода релаксационных процессов протекающих внутри деформируемого элемента тела [3]:

$$W = \Delta I_c + q, \quad (22)$$

где q - эффект пластической деформации.

Накапливаемая в деформируемом элементе тела внутренняя энергия определяется суммой двух составляющих скрытой и тепловой:

$$\Delta U = \Delta U_c + \Delta U_t, \quad (23)$$

где, ΔU_c - изменение свободной энергии;
 ΔU_t - изменение тепловой энергии.

Если $\Delta U_t = 0$, то $\Delta U = \Delta U_c$ и происходит крупное разрушение, а если $\Delta U_c = 0$, то $\Delta U = \Delta U_t$ и происходит взрывное разрушение материала.

Дисперсный состав абразивной массы подчиняется логарифмически нормальному закону распределения. Поэтому:

$$d = (d_{\max} \times d_{\min})^{1/2}. \quad (24)$$

Энергия трения при абразивном изнашивании состоит из энергии вдавливания абразивных частиц в поверхность и энергии скольжения частицы:

$$E_{\text{тр}} = E_{\text{вд}} + E_{\text{ск}}. \quad (25)$$

Энергия вдавливания частиц в поверхность:

$$E_{\text{вд}} = N_a h - N_a^2 / 2 \pi R \cdot H_V, \quad (26)$$

где N_a - нагрузка на единичный абразив;
 h - глубина вдавливания.

Энергия скольжения частицы по поверхности трения при пластической деформации

$$E_{\text{ск}} = S l \sigma_T \quad (27)$$

где S - площадь поперечного сечения канавки скольжения;

σ_T - предел текучести материала режущего органа землеройных машин.

Число абразивных зерен, взаимодействующих с рабочей поверхностью режущего органа определяется по формуле:

$$N_a l = 4 A_a / n d^2 \times (B^2)^{1/3}. \quad (28)$$

В уравнении (19) необходимо учитывать соотношение твердостей материала и абразива, оцениваемое коэффициентом K_T :

$$K_T = H_V / H_a \sigma_p. \quad (29)$$

В выражении (22) должно отражаться влияние степени закрепленности абразивных зерен. Степень закрепленности абразива в грунте является степенной зависимостью с показателем степени $n = 1, 2, \dots, 3$.

Введен коэффициент закрепленности абразива:

$$K_{z.a.} = (G_r / G_{r \text{ эт}})^n, \quad (30)$$

где, $G_r, G_{r \text{ эт}}$ - твердости рассматриваемого и эталонного грунтов.

При отсутствии данных $G_r, G_{r \text{ эт}}$ коэффициент закрепленности в первом приближении можно найти по формуле

$$K_{z.a.} = (G_{cm} / G_{cm \text{ эт}}), \quad (31)$$

где $G_{cm}, G_{cm \text{ эт}}$ - сопротивление грунтов смятию.

С учетом вводимых в расчет показателей форму (13) примет вид:

$$N_a l = 4 A_a i \times K_{z.a.} / n d^2 \times (B^2)^{1/3} \quad (32)$$

а формула (16) когда величина износа в единицу объема

$$V = \frac{1}{2} \Delta h b = \frac{1}{2} h^2 b \left(\frac{1}{\text{tg} \alpha} \pm \text{tg} j \right). \quad (33)$$

Увеличение ширины площадки износа по задне грани на Δd соответствует приращению изношенного объема.

$$dV = b \left[\Delta d + \frac{1}{2} (dh)^2 \left(\frac{1}{\text{tg} \alpha} \pm \text{tg} j \right) \right],$$

или

$$dV = b \left(\frac{1}{\text{tg} \alpha} \pm \text{tg} j \right) \left[h dh + \frac{1}{2} (dh)^2 \right]. \quad (34)$$

Пренебрегая вторым членом в квадратных скобках, весьма малым по сравнению с остальными членами выражения (34), можно записать, что объем изношенного инструментального материала:

$$dV = b h \left(\frac{1}{\text{tg} \alpha} \pm \text{tg} j \right) dh. \quad (35)$$

Попыткой связать изношенный объем режущего элемента материала с геометрией резца является зависимость:

$$V = \frac{R_1^2}{2} l_{\text{тр}} \frac{\sin \alpha \cos j}{\sin \beta} \cdot b, \quad (36)$$

где $l_{\text{тр}}$ - путь трения;

b - активная длина режущей кромки;

β - угол заострения.

$$R_1 = \sqrt{\frac{2R}{b \text{tg} \alpha}}. \quad (37)$$

Объем изношенного режущего органа равен:

$$V_{\text{изн}} = \frac{E_0 V_g + E_{\text{тр}} - Q}{E^*}, \quad (38)$$

где V_g - объем материала, подвергавшегося энергетическим изменениям; и численно равный внедренному объему абразивных частиц;

Q - энергия выделенной теплоты из режущего органа принимают ($Q \approx 0.93$).

Поскольку изнашивается энергонасыщенный объем материала, то очевидно выражение $E^* V_{\text{изн}}$ показывает фактически затраченную энергию на изнашивание. Тогда условия изнашивания:

$$E^* V_{\text{изн}} = E_m V_g, \quad (39)$$

$E_{\text{тр}}$ - энергия трения,

$E_m V_g$ - выражение характеризует энергетическое состояние материала;

$V_{\text{изн}}$ - объем изношенного материала режущего органа.

Энергия трения складывается из энергии внедрения и энергии сдвига, которые определяются из выражения:

$$E_{\text{тр}} = N h + S_{\text{сдв}}, \quad (40)$$

где h - относительное сближение;

S - площадь сечения сдвигающейся массы;

N - нормальная нагрузка, действующая на поверхность.

Интенсивность изнашивания режущих элементов рабочих органов землеройных машин определяется

$$I_S = (2h \wedge 21S(d / 2 - 1 / 3h1S) Na 1 EO + E_{тр} - Q) / (Ex Aa1Ktd Vt) \quad (41)$$

Зная координаты профиля I -го состояния, величину и направление вектора за один шаг в S - точке, нетрудно определить координаты профиля режущего органа $I_{\Delta} + I$ состояния.

Разработанная математическая модель позволяет рассчитать износостойкость режущих элементов землеройных машин (зубьев ковшей экскаваторов, наконечников рыхлителей и т.п.) различных типов в зависимости от геометрии, свойств конструктивных и упрочняющих материалов и абразивных сред, параметров нагружения и т.п.

Изнашивание в абразивной среде рабочих органов землеройных машин зависит от множества факторов, комплексно связанных между собой. Сложность этого процесса обусловлена непрерывно меняющимися силами по поверхности трения, неоднородностью разрабатываемой абразивной среды, сложностью динамики процессов контактирования и перемещения абразива.

Решение задачи на ЭВМ осуществляется методом «прогонки» приведенных выше уравнений при значениях

$$j = 1, 2, \dots, M_2;$$

$$i = 1, 2, \dots, M_1$$

где величина M соответствует предельному $S_{пр}$ состоянию зуба;

j = для определения параметров в j -ке;

i - для определения параметров i системы.

В общем случае алгоритм функции трения "зуб - грунт" включает в себя опции совместно протекающих процессов: трения зуба, контактного взаимодействия, режущих режимов работы и геометрия контакта изменяются с начальными, граничными условиями, механики взаимодействия (грунт) - абразив".

Разработанная методика расчета позволяет считать износостойкость режущих элементов машин различных типов в зависимости от геометрии, свойств конструктивных и упрочняющих материалов и абразивных сред, параметров нагружения и т.п.

Устанавливать нормы расхода режущих элементов, а также рекомендовать наиболее эффективные - технологический метод поочередности для конкретных условий эксплуатации.

Список литературы

1. Гриб В.В. Решение трибопроб: численными методами. Москва: Наука, 1988.
2. Крачельский И.В., Добычин К.М., Балов В.С. Основы расчетов на трение. М.: Машиностроение, 1988, с.525.
3. Махкамов К.Х. Прогнозирование трения машин на стадии проектирования. реферат док-р. дисс. Ташкент: 1994, с.2.

Эффективность методов повышения износостойкости зубьев экскаваторов

УДК 622.233

© С.М. Кадыров, Р.У.

С.М. Кадыров,
засл. деят. науки,
член. кор. УзАСХН,
докт. техн. наук,
профессор ТАДИ

Р.У. Шукуров,
канд. техн. наук,
доцент ТАДИ

Для поддержания землеройных машин в работоспособном состоянии необходимо регулярно заменять или ремонтировать пришедшие в негодность детали.

Как показывает опыт при эксплуатации машин количество расходуемых материалов и запасных частей пропорционально массе машин и составляет 120 % массы машин, из них на запасные части приходится 60-65 % [1].

Анализ работ ряда ремонтных предприятий показал, что при дефектовании 0,77 % деталей выбраковывается вследствие поломок, а 99,23 % по причине изнашивания [1].

На землеройных машинах основным видом изнашивания является абразивный.

Узлы и детали рабочих органов землеройных машин взаимодействующие с внешней средой отличаются низкой долговечностью по износу. Это связано с содержанием и эксплуатацией в условиях перерасхода топлива до 30 % [2]. Вследствие этого износ зубьев ковшей экскаваторов приводит к перерасходу энергии на разработку на 60÷100 % производительности на 10÷40 % [3]. Так повышение долговечности и эффективности работы режущих органов землеройных машин является актуальной задачей. Эксплуатирующиеся в составе Навои металлургического комбината (НГМК) экскаваторы ЭКГ-1- выполняют погрузку взор-

массы в транспортные средства для доставки в дальнейшую переработку. Режим работы круглосуточный. На ковшах экскаваторов ЭКГ-8И и ЭКГ-10 устанавливается по пять литых зубьев. Материал зубьев высокомарганцовистая литейная сталь 110Г13Л. Средний ресурс зубьев, в зависимости от крепости забоя, составляет от 60-200 часов. После изнашивания режущей части (предельный износ установлен в пределах 170-180 мм) зубья снимаются с ковша и отправляются на восстановление. Причиной окончательной выбраковки зубьев является поломка или значительный износ их хвостовых частей [4].

Проведенные обследования условий работы зубьев позволяет охарактеризовать их как весьма тяжелые. Ин-

В результате многократной перестановки и зубья приобретают обтекаемую форму со сглаженной площадкой износа. Ресурс зубьев, работающем в этом режиме несколько увеличивается, однако стоимость дополнительных трудовых затрат делает этот путь малозффективным.

С целью более глубокого изучения характера износа в лабораторных условиях было исследовано химическое состав материала образца, его микротвердость металла на поверхности площадки износа, наличие на ней наклепа.

Химический анализ проб металла фрагмента зуба следующие содержания элементов: углерод – 0,25%; марганец – 16,7%; кремний – 0,7%; фосфор – 0,018%; сера – 0,018%; молибден – 0,46%. По химическому составу исследованный металл соответствует стали 110Г13Л 2176-77.

Таблица 1

Физико-механические свойства пород карьера Мурунтау

| Характеристика пород | Переслаивающиеся метаморфизованные сланцы | Окварцованные углисто-слюдистые сланцы | Сильнокварцованные алевролиты, песчаники, кварциты и др. |
|--------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Плотность пород, т/м ³ | 2,53 | 2,6 | 2,70 |
| Коэффициент Пуассона | 0,205 | 0,220 | 0,199 |
| Модуль упругости Мпа 10 ⁴ | 6,5 | 6,6 | 6,9 |
| Абразивность, МГ | 39-40 | 40-48 | 48-59 |

тенсивное изнашивание рабочих поверхностей зубьев обусловлено высокой абразивностью (табл. 1) взорванной породы и большими удельными нагрузками, возникающими в процессе внедрения зубьев в разрабатываемый массив.

С наибольшей интенсивностью изнашивается режущая часть зуба, с наименьшей его хвостовая часть.

Проведенные наблюдения позволили установить следующий характер изнашивания зубьев. Через небольшой промежуток времени от начала эксплуатации на режущей части зуба образуется площадка износа, угловое положение которой относительно продольной оси зуба остается постоянным. По мере укорочения режущей части длина площадки износа увеличивается, достигая максимального значения при предельно допустимом износе острия зуба.

Одновременно с укорочением режущей части изнашивается и передняя поверхность зуба, но с гораздо меньшей скоростью. Задняя поверхность зуба при этом незначительно изнашивается.

Выполненные измерения партии изношенных зубьев, не подвергшихся восстановлению, показали, что при максимальном линейном износе режущей части $l_{пр} = 170-180$ мм, длина площадки износа $l_{\Delta} = 160-180$ мм, угол α между касательной к площадке износа и продольной осью зуба составляет 30-35°. Максимальный износ передней поверхности в хвостовой части зуба $\Delta_{max} = 25-30$ мм. Изнашивание боковых поверхностей в заметной степени происходит только у режущей части зуба. Несколько иной характер изнашивания наблюдается у зубьев, периодически переустанавливаемых в процессе эксплуатации. При переустановке производится поворот зубьев на 180° относительно их продольной оси, благодаря чему равномерно изнашивается обе рабочие поверхности зуба.

Микроструктура металла образца состоит из аустенита, величина зерна металла образца 3 балла. По величине зерна металл относится к группе крупнозернистого.

Твердость металла на площадке износа измерялась по всей ее длине. На рисунке приведена схема измерения твердости в различных точках площадки износа.

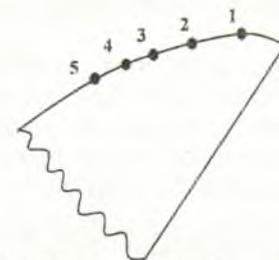


Рис. Схема измерения твердости на площадке износа

Получены следующие данные:

- точка 1 – НВ 286;
- точка 2 – НВ 232;
- точка 3 – НВ 201;
- точка 4 – НВ 208;
- точка 5 – НВ 206;

Для установления наличия наклепа на площадке износа из фрагмента зуба вырезан образец с участком площадки износа. Измерения показали, что в поверхностном слое толщиной 0,45 мм микротвердость составляет 645 кг/мм², а в сердцевине $H_c = 412$ кг/мм², что указывает на существование наклепа на изношенной поверхности.

Имеющиеся данные визуального осмотра и лабораторных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Ведущим видом в данном случае является абразивный износ, сопровождающийся пластическим оттеснением металла.

2. Причина изменения первоначальной формы зуба – микрорезание металла абразивными частицами.

3. Действующие в процессе работы зуба нагрузки не вызывают глубокого наклепа аустенита, а образующийся тонкий слой не может противостоять разрушающему действию абразивных частиц.

В заключение необходимо также отметить, что образование площадки износа и ее угловое положение относительно продольной оси зуба, является ключевым моментом при выборе наиболее эффективных методов повышения долговечности зубьев. Постоянное угловое положение площадки износа не зависит от свойств материала зубьев и изнашивающей среды, а определяется кинематическими особенностями рабочего оборудования экскаваторов ЭКГ-8И и ЭКГ-10.

Площадка износа представляет собой выпуклую поверхность и касательная к ней, по видимому, совпадает с касательной к траектории движения зуба, т.е. продольная ось зуба и касательная к площадке износа образуют действительный угол резания. Изменить угловое положение площадки износа не представляется возможным и поэтому предлагаемый метод повышения долговечности должен предусматривать упрочнение не только передней и задней поверхности зуба, а и всего материала режущей части.

Разработка породы показала, что износ опережает темп образующего наклепа, это подтверждается измерением твердости изношенных поверхностей, которые на 16-30 % ниже исходных.

Эксплуатационные испытания наплавленных зубьев проводились методом сравнения (укорочения). Для этого на ковш экскаватора кроме двух наплавленных зубьев были установлены три неупрочненных зуба. Наработка испытанных зубьев (ЭКГ-10 инв. № 55) составила 200 маш/ч.

После достижения величины линейного износа режущей части эталонных (неупрочненных) зубьев 170 мм испытания были прекращены. Соответствующие измерения изношенных зубьев показали следующие результаты (табл.2):

Таблица 2
Результаты измерений изношенных зубьев ЭКГ-10

| Линейный износ | Эталонных зубьев | Опытных зубьев (наплавленных) Т-590 |
|------------------------|------------------|-------------------------------------|
| Режущей части зуба, мм | 170-180 | 140-150 |

Полученное незначительное уменьшение износа режущей части опытных зубьев по сравнению с эталонными показывают, что применение наплавки для крупных зубьев ковшей вместимостью более 2,5 м³, как метода поверхностного упрочнения зубьев, ковшей карьерных экскаваторов оказался малоэффективным в связи с особенностями условий эксплуатации.

Среди большого количества используемых для восстановления органов ковшей экскаваторов ви электрошлаковая наплавка (ЭШН) имеет ряд особенностей ЭШН, а именно: технологичностью и качеством наплавки, возможностью наплавки за один проходом любой толщины, сравнительной биметаллического слоя или слоя чистого состава. Особенно ощутимы преимущества ЭШН перед другими способами, при наплавке крупных зубьев экскаваторов эффективность применения метода наплавки объемного упрочнения была подтверждена опытной наплавкой изношенных зубьев, выполненных на установке ЭШН.

На первом этапе для плавления выбрана сталь 110Г13Л. На втором этапе электрода была выбрана сталь 110Г13Л, которая оставалась такой же, как и в первом этапе.

Объемное упрочнение наплавленных частей было выполнено с помощью электрода. Опытные зубья подвергались обжигу до температуры t' = 840-860° в печи 3 часа и охлаждением в воздухе. Зубья получили высокий отпускной отпуск 420-470°, выдержки в печи 3 часа и охлаждением в воздухе. Второй комплект зубьев при температуре t' = 200-240° в печи 3 часа и охлаждением на воздухе.

После термообработки твердость режущей части зуба, проточенной на установке ЭШН, составила HB = 460.

Эксплуатационные испытания также проводились методом сравнения на одной установке на один ковш с эталонными, в которых были использованы два эталонных зуба, восстановленных на установке ЭШН.

| №№ п/п | Зубья экскаваторов ЭКГ- |
|--------|-------------------------------------------------|
| 1. | Наплавленные сталью 50Х отпуск (t' = 200-240°С) |
| 2. | Наплавленные сталью 50Х отпуск (t' = 420-470°С) |
| 3. | Наплавленные сталью в ЭШН 110Г13Л |
| 4. | Эталонные (новые) 110Г13Л |

Выводы и рекомендации:
экскаваторов ЭКГ-8И и ЭКГ-10:

1. Причиной низкой долговечности является интенсивный износ их режущей части высокой абразивностью среды.
2. Ведущим видом износа является абразивный износ, сопровождающийся пластическим оттеснением металла, микрорезанием металла абразивными частицами.

абразивными частицами поверхностей зубьев высокотвердыми частицами разрабатываемой породы.

3. Низкая износостойкость материала зубьев объясняется в данном случае тем, что не реализуется одно из главных физико-механических свойств высокомарганцевой стали 110Г13Л – способность к значительному упрочнению (наклепу) под действием усилий. Несмотря на ударный характер рабочих нагрузок в зоне контакта абразивных частиц с материалом зубьев имеет

место только локальное пластическое деформирование металла, которое не вызывает глубокого упрочнения аустенитной структуры закаленной стали 110Г13Л, а приводит к образованию тонких наклепанных поверхностных слоев, толщиной в 1,5-2,0 раза меньше средней глубины рисок, оставляемых абразивными частицами. При этом основной объем металла зуба изнашивается в неупрочненном состоянии, что и обуславливает низкую износостойкость стали 110Г13Л в рассматриваемых условиях работы. Разработка высокоабразивных взорванных пород износ опережает темп образующего наклепа, это подтверждается результатами измерений твердости изношенных поверхностей, которые на 16-30 % ниже исходной.

4. Для повышения износостойкости стали 110Г13Л необходимо проводить ее модифицирование в процессе плавки титаном с одновременным легированием ваннадием в соотношении: 0,04% Ti и 0,6-0,8 V.

5. Рекомендуется включить в технологический процесс изготовление зубьев двухкратный обжиг от температуры 800-830°C с медленным охлаждением со скоростью не более 25 град. Ч и последующей закалкой в воде с температурой 1050-1100°C.

6. В качестве операции восстановления изношенных зубьев на установке ЭШН выполнять объемное упрочнение режущей части зубьев путем приварки к телу изношенного зуба острия, изготовленного методомковки из сложнoleгированных сплавов систем: Fe-Cч-C-B; Fe-C- Cч-Ti - B; Fe-C- Cч-W-V и др., отличающихся повышенной износостойкостью и недефицитностью материалов по сравнению со сталью 110Г13Л.

7. Технологические методы повышения связаны с уменьшением первоначальной материала режущих элементов, за счет поверхностных слоев напряжений, противоположно относительно образующихся при трении, эк методы с уменьшением накапливаемой в сил трения, путем оптимизации режимов ррукторские методы – выбором оптимальной го емких материалов, соответствующих минности силы трения.

Заканчивая оценку возможности ожидатов внедрения технологии объемного упрщей части и ее приварки к телу зуба, следуе предложенная технология упрочнения режуев на установке ЭШН доказала возможность сплавления материала зубьев со сплавами дрных классов, что можно рассматривать как перспективности рекомендации по упрочненишей экскаваторов с применением новых наплриалов позволит значительно увеличить д обеспечить экономию легированных сталей и фективность производства.

Список литературы:

1. Рейш А.К. Износостойкость строитель машин. М.: Машиностроение, 1986, 184 с.
2. Аронов Э.Л. Повышение долговечности р нов почвообрабатывающих машин. (Обзо 60 с.
3. Кабашев Р.А. Грунтовые условия эксплуа роной техники в Казахстане. Алма-Ата, ТИ, 1989, 92 с.
4. Титлевский Е.М. и др. Ремонт карьерных ров. М.: Недра, 1992, 139 с.: Машиностр. 184 с.



Основные направления повышения эффективности использования гидравлических экскаваторов на карьере Мурунтау

УДК 622. 232

© У.Ю. Давронбеков, Н.П. Яценко



У.Ю. Давронбеков,
канд. техн. наук
НавГИ



Н.П. Яценко,
инженер - механик
Центральное РУ

С конца 1995 г. на карьере стали применяться гидравлические экскаваторы (ГЭ) ведущих мировых фирм: типа САТ 5230 фирмы «Caterpillar» США, типа EX 3500 фирмы «Hitachi»

Япония, типа RH 170 фирмы «O&K» Германия. В настоящее время на карьере используются экскаваторы объемом ковша до 20 м³ и автосамосвалы грузоподъемностью до 170 т. Внедрение новых моделей погрузочно-транспортных систем, сформированных из машин с единичной мощностью, позволяет сохранять высокие темпы добычи руды (за четыре года работы ГЭ оработано более 50 млн. м³ горной массы).

Рассмотрим эффективность эксплуатации экскаваторов в прошедшее время. За критерии оценки эффективности использования ГЭ примем время работы и простоя. Время простоев ГЭ складывается из времени з...

ваемого на проведение регламентных работ (РР), техническое обслуживание (ТО), планово-предупредительные ремонты (ППР), технологические работы (ТР) и аварийных простоев (АП).

Соотношение между вышеназванными величинами определяют коэффициент готовности K_r и коэффициент технического использования K_T , которые являются основными показателями надежности машин.

$$K_r = \frac{t_p + t_{tp}}{t_p + t_{tp} + t_{an}}, \quad (1)$$

$$K_T = \frac{t_p + t_{tp}}{t_p + t_{tp} + t_{an} + t_{to}}, \quad (2)$$

где t_p , t_{tp} , t_{an} и t_{to} – соответственно время работы, время технологических работ, время аварийных простоев и

время вспыхнувшего масла, что привело к отказу двигателя модуля. В настоящее время внимание уделяется мерам по снижению содержания инертной пыли на ГЭ увеличению

Не принимая во внимание итоги простоя ГЭ САТ 5290 N 01 составлено следующее заключение: для предотвращения аварийных простоев необходимо сделать вывод о доделке машины.

Для ГЭ САТ 5290 N 02 темп простоя составил в 1996 г. – 44%, 1999 г. – 186%. К столь длительным простоям привели следующие отказы: в 1996 г. обломы опорно-поворотного круга в количестве 71% всех простоев, 1997 г. – согнутый цилиндр ковша, потери 99%, 1998 г. – обрыв гидродвигателя ковша, потеря с радиатора системы охлаждения двигателя. Если отрыв болтов крепления опорной рамы отнести к классу случайных отказов гидроцилиндра ковша, радиатора двигателя. И, чтобы предотвратить простои машины в будущем, если иметь на складе запасные двигатель и гидроцилиндры обрыв болтов крепления опорной рамы произошел по причине ржавления болтов, попадания скрытым дефектом и т. д. Оба отказа ковша произошли при работе. Здесь, вероятно, присутствие с

Таблица 1

Коэффициент технического использования ГЭ в 1996-99 гг.

| | Коэффициент технического использования, K_T | | | | |
|---------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------------------------|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | Среднегодовое значение |
| N 01 САТ 5230 | 0,85 | 0,85 | 0,48 | 0,84 | 0,76 |
| N 02 САТ 5230 | 0,77 | 0,77 | 0,67 | 0,06 | 0,57 |
| N 03 EX 9500 | 0,90 | 0,78 | 0,66 | 0,64 | 0,75 |
| N 04 RH 170 | 0,88 | 0,83 | 0,55 | 0,47 | 0,67 |
| N 05 RH 170 | - | - | - | 0,89 | 0,89 |

технического обслуживания за рассматриваемый календарный отрезок t_k времени. В табл. 1 представлены коэффициенты технического использования ГЭ в 1996-99 гг.

Для определения в течении года надежности работы ГЭ определим базовый K_r , для которого $t_{an} = 0$, $K_r = 0,9$.

Сравнивая полученные значения K_r с базовым, выясняем, что потери рабочего времени ГЭ из-за аварийных простоев составляют около 20%. Следовательно, имеется резерв повышения производительности ГЭ. Использование в качестве показателя надежности только коэффициента технического использования машины не является достаточным условием, т. к. в силу горно-геологических условий карьера фактическая производительность ГЭ ниже технической.

Построим графики зависимости потерь рабочего времени ГЭ от срока эксплуатации в абсолютных величинах (рис. 1).

Графики наглядно показывают тенденцию к росту продолжительности простоев ГЭ. При этом темпы роста простоев ГЭ достаточно высокие: 1997г. – 40%; 1998 г. – 110%; 1999г. – 20%. Следует заметить, что в 1998г. случались пожары на ГЭ САТ 5290 N 01 и RH170 N 04, что привело к длительным простоям. Потери рабочего времени составили 79% и 69% соответственно. Пожар на ГЭ САТ 5290 N 01 произошел по причине попадания масла на выхлопной коллектор из лопнувшего маслопровода. Запаса инертной пыли в баллонах системы автоматического пожара тушения оказалось недостаточно для туше-

не правильные действия машиниста. Для ГЭ EX 3500 N 03 темп простоя составил в 1997 г. – 4% и в 1999 г. – 4%. При этом продолжительность простоя составила в 1997г. – 63% и в 1999г. – 63%. В каждом случае происходило уплотнение с последующим об-

Для ГЭ EX 3500 N 03 темп простоя составил в 1997 г. – 4% и в 1999 г. – 4%. При этом продолжительность простоя составила в 1997г. – 63% и в 1999г. – 63%. В каждом случае происходило уплотнение с последующим об-

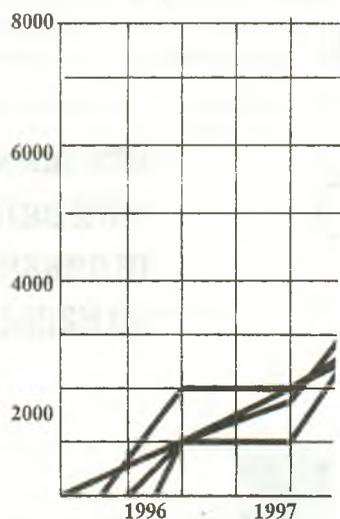


Рис.1. Зависимость потерь рабочего времени ГЭ от срока эксплуатации.
I-САТ 5290 N 01; II-САТ 5230 N 02; III-EX 9500 N 03; I-EX 3500 N 03

экскаватора по причине отказа двигателя составила в 1997г. – 63% и в 1999г. – 63%. В каждом случае происходило уплотнение с последующим об-

в гильзе цилиндра и невозможностью его дальнейшей эксплуатации. Столь значительные простои ГЭ по причине отказа гидроцилиндра рукояти предполагают необходимость разработки технических мероприятий, предупреждающих износ штоковых уплотнений до критического состояния, а также наличие на складе запасного гидроцилиндра с ремкомплектами уплотнений к нему. Это позволит производить замену гидроцилиндра на экскаваторе в забое с минимальными потерями времени. В 1998 г. на экскаваторе после выработки ресурса в 15 тыс. моточасов произвели замену гидромоторов хода и поворота, главных насосов, ремонт гидроцилиндров. Это заняло 83% простоев.

Для ГЭ RH170 N 04 темп роста продолжительности простоев составил в 1997 г. – 59% в 1998 г. – 165%, в 1999 г. – 19%. Основные отказы: 1996 г. – неисправности насоса смазки 40%, 1997 г. – гидродинамический удар двигателя – 71%, в 1998 г. – разгерметизация топливной системы двигателя – 63%, 1999 г. – износ втулок траков – 62%.

Наиболее узкое место – гидроцилиндр открывания ковша: смятие, срез резьбы и срыв вилки со штока цилиндра. Это 5-6 % ежегодных аварийных простоев экскаватора.

Здесь уместно вспомнить, что фирмой постоянно ведутся работы по модернизации изделий, которые не отвечают требованиям и надежности работы в процессе эксплуатации.

Таким образом, изучая причины простоев ГЭ и их влияния на продолжительность работы, можно управлять надежностью экскаватора в течение времени наступления допустимого и критического состояния изделия по количеству отработанных часов, своевременно меняя выработавшее изделие, мы резко снизим время аварийных простоев, незначительно повысив продолжительность работы между ремонтами. Для этого, в частности, необходимо:

- расширить ассортимент деталей и узлов запасных частей;
- увеличить номенклатуру и качество наплавки изделий боковые стенки и смен ковшей, ведущие колеса, траки, и т.д.;
- разработать и применять тесты по определению технического состояния изделий на данный момент.



Прогнозирование надежности карьерных экскаваторов, работающих в условиях карьера Мурунтау

УДК 622:621.879.002.5:62-192.002.237

© А.И. Клименко, У.Ю. Давронбеков, И.И. Итяков



А.И. Клименко,
начальник карьера
Мурунтау,
канд. техн. наук
Центральное РУ



У.Ю. Давронбеков,
канд. техн. наук
НавГТИ,

И.И. Итяков
нач. участка
карьера Мурунтау
Центральное РУ

Развитие техники на карьере Мурунтау за последние годы привело, с одной стороны, к значительному усложнению карьерного оборудования (переход от эксплуатации тросовых экскаваторов типа ЭКГ-4,6 к гидравлическим экскаватором с вместимостью ковша 17-18 м³), с другой стороны, выдвинули к этому оборудованию высокие требования в части обеспечения эффективности их использования и эксплуатации.

На современном этапе уровень развития требует обеспечения надежности оборудования. Одним из основных показателей его качества, надежности, уровня и эффективности.

Повышение эффективности использования карьерного оборудования возможно за счет сокращения времени простоев в неплановых ремонтах и аварийных отказах. Одним из путей достижения этой цели является рациональная организация ремонтных процессов.

В литературе [1] описана возможность проведения планово-предупредительных ремонтов с учетом законов распределения наработки на отказ техники. Теория надежности, базирующаяся на теории вероятности и математической статистике, использует критерий надежности и методы её обеспечения.

Практически на данное время, после сбора большого статистического материала при анализе и обработке данных надежность карьерного оборудования имеет большое значение. При недостаточно объективном исходном статистическом материале последующий анализ и выводы могут не только не дать положительного эффекта, но и привести к отрицательным результатам.

Имеющаяся на руднике Мурунтау система сборов данных, когда информация об отказах узлов карьерного оборудования от машинистов по радиосвязи передается диспетчеру карьера и горным мастерам, в полной мере не соответствует задаче сбора статистических данных. Необходимо система, обеспечивающая непрерывный сбор и обработку статистических данных по надежности работы отдельных машин. То есть, на каждую единицу карьерного оборудования, для фиксации о работе, принять оперативный журнал учета работы в течение каждой смены.

Обработка статистических данных об отказах узлов карьерного оборудования позволяет установить законы распределения и их параметры для наработки на отказ составляющих машину механизмов и подсистем. По данным, полученным на карьере Мурунтау, установлено, что для мехлопат типа ЭКГ-12,5 по закону Вейбулла распределены наработки на отказ подъемного, напорного и возвратного канатов. Наработки на отказ седлового подшипника, узлов механизма подъема и поворота, ковша, ходового механизма распределены по логнормальному закону. Зная законы распределения наработок узлов и их параметры, можно определить вероятности безотказной работы любого узла, исходя из его наработки после ремонта. Так, для узлов и подсистем, наработка которых распределена по логарифмически нормальному закону, вероятность: а) времени восстановления τ определяется из выражения [3].

$$f(\tau) = \frac{M}{\tau \sigma \lg \tau \sqrt{2\pi}} \exp \left[- \frac{(\lg \tau - m_{\lg \tau})^2}{2 \sigma_{\lg \tau}^2} \right], \quad (1)$$

где $M=0,4343$ – коэффициент перехода от натуральных логарифмов к десятичным; $m_{\lg \tau}$, $\sigma_{\lg \tau}$ – соответственно математическое ожидание и дисперсия десятичного логарифма; б) безотказной работы

$$P(t) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_0^t \frac{1}{g} \exp \left\{ - \frac{[\ln(g/m)]^2}{2\sigma^2} \right\} dv, \quad (2)$$

где $P(t)$ – вероятность безотказной работы узла на интервале наработок от 0 до t ; σ – среднее квадратичное отклонение; m – параметр логнормального распределения (медиана); g – коэффициент вариации. Для закона Вейбулла эти выражения выглядят соответственно:

$$f(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a} \right)^{b-1} \exp \left[- \left(\frac{t}{a} \right)^b \right], \quad (3)$$

$$p(t) = \exp \left[- \left(\frac{a}{t} \right)^b \right], \quad (4)$$

где a, b – положительные постоянные величины закона Вейбулла; t – текущая переменная.

Величина b определяет собой форму кривой распределения (рис.1). При $b > 1$ функции (3) и (4) характеризуют плотность распределения наработок до отказа и вероятность безотказной работы элементов, у которых часто встречаются скрытые дефекты, а износ длительное время не наступает.

При $b > 1$ распределение B экспоненциальное.

Величина a является вероятности безотказной работы $p(-1)=0,368$ (независимо от величин a, b изложены в р

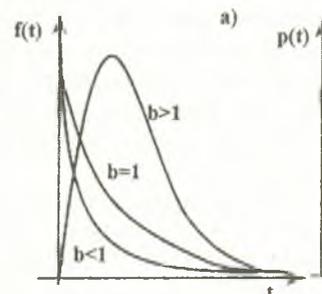


Рис.1. Распределение а- кривые распределения; вероятности безотказной

Для описания распределенных величин, например количества узлов карьерных экскаваторов эксплуатации (смену, сутки, неся биномиальные распределен

Биномиальное распределение величины X -числа k независимых испытаний, в каждом появлении события равно p .

Вероятность появления значений $X=k$ вычисляется по

$$P_n(k) = C_n^k p^k q^{n-k}$$

где $C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$ – число сочетаний (при этом k – ноль или целое больше n); $q = 1 - p$.

Вероятности того, что событие произойдет k раз; более k раз; не более k раз вычисляются по формулам:

$$P_n(0) + P_n(1) + \dots$$

$$P_n(k+1) + P_n(k+2) + \dots$$

$$P_n(k) + P_n(k+1) + \dots$$

$$P_n(0) + P_n(1) + \dots$$

Формула Бернулли количества запасных частей карьерного оборудования

Если число испытаний n велико, то формула Бернулли приближается к формуле Пуассона

$$P_n(k) = \frac{a^k}{k!} e^{-a}$$

Как известно распределение дискретной случайной величины X , описываемое формулой (6), называется распределением (законом) Пуассона.

По формулам (1) – (6) можно более обоснованно определять объемы плановых ремонтов, исходя из сроков и объемов предыдущих ремонтов каждого экскаватора, где $a = \mu p$ – среднее число появления события в n испытаниях вероятности безотказных работы, количества запасных частей определяемых из технологических и экономических соображений. Так, при вероятности безотказной работы узлов и механизмов $P(t) = 0,85$ возможно формирование трех групп узлов и механизмов на основании предельной наработки. В первую группу с предельной наработкой до 30 суток вошли следующие узлы и подсистемы экскаватора: двигателя и механизма подъема, ковш, напорный узел, подъемный и возвратный канаты. Ко второй группе с предельной наработкой до 60 суток можно отнести механизм поворота; механизм открывания днища ковша, ходовой механизм. Третью группу с предельной наработкой свыше 60 суток составляют седловой подшипник, сетевой и поворотные двигатели.

На основании проведенной группировки можно сформировать четыре различных по объему вида ремонтных воздействий: Г1 - осматриваются и подвергаются профилактике или ремонту узлы и механизмы, входящие в первую группу (периодичность – 1 раз в месяц);

Г2 – профилактике подлежат в первую и вторую (1 раз в 2 месяца); Г3 – ремонтируются узлы третьей групп (1 раз в 3 месяца); Г4- ремонту подлежат механизмы первой, второй, третьей групп (1 раз в 3 месяца). Это позволяет отказаться от текущего ремонта предусмотренного действующими нормативами сформировать полугодовой цикл ремонтных работ.

Организацию системы технологического живания (ТО) гидравлических экскаваторов типа 170 и EX 3500 также необходимо пересмотреть с законов распределения наработки на отказ с целью вязки системы ТО к конкретным условиям карьера.

Список литературы:

1. Бескровный Н.Т. Экономика и оптимизация надежности и ремонта горно-шахтного оборудования Недра, 1974. – С.96-98.
2. Шендеров А.И., Емельянов О.А., Один И. Надежность и производительность комплексов транспортного оборудования. М: Недра, 1976. – с.
3. Гетопанов В.Н., Рачек В.М. Проектирование надежности средств комплексной механизации. Недра, 1986- С 115-117.
4. Шор Я.Б., Кузьмин Ф.И. Таблицы для анализа контроля надежности. М, Советское радио, 1968.



Обоснование комплекта погрузочно-транспортного оборудования в цикличном звене ЦПТ в условиях карьера Мурунтау

УДК 622.271

© С.С. Коломников, У.Ю. Давранбеков 2000



С.С. Коломников,
нач. ПТО карьера
Мурунтау
Центральное РУ



У.Ю. Давранбеков,
канд. техн. наук
(Нав ГГИ)

Научно-технические проблемы интенсификации циклично-поточной технологии при открытой разработке сложно-структурных месторождений, прежде всего, относятся к цикличному звену и его взаимосвязям с

поточным звеном. Интенсификация на основании установленных корреляционных взаимосвязей качества подготовки массива к выемочно-погрузочным и транспортным работам в составе комплекса. Решение этой задачи позволит выбрать оборудование и определить параметры процессов горного производства, в наибольшей мере со-

ответствующие физико-технологическим характеристикам сложно-структурных месторождений и горно-технологическим условиям карьера.

Обоснование комплекта погрузочно - транспортного оборудования предполагает дальнейшую интенсификацию горных работ за счет более полного использования технических, материальных и трудовых ресурсов.

Для обоснования рационального сочетания погрузочно-транспортного оборудования в циклическом звене циклично-поточной технологии (ЦПТ) для условий карьера Мурунтау рассмотрены 36 вариантов экскаваторно-автомобильных комплексов. При этом учтено, что в условиях карьера циклично-поточная технология используется для транспортирования породы и руды суммарным объемом 25,6 млн.м³. Перегрузочные пункты комплексов ЦПТ для руды и вскрыши располагаются по глубине шагом 30 метров и находятся на горизонтах 465; 440; 405; 375 и т.д. Среднее расстояние транспортирования

Показатели работы автосамосвалов в комплексе с экскаваторами различ

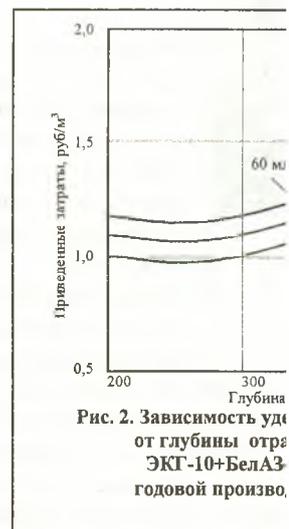
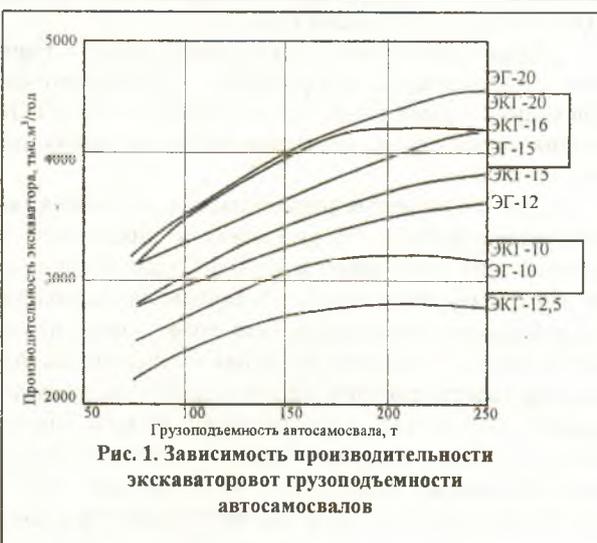
| Показатели | ЭКГ-10 | ЭКГ-12,5 | ЭКГ-15 | ЭКГ-16 | ЭКГ-20 | ЭГ-1 |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|--------|--------|--------|------|
| Количество партий загружаемых в кузов автосамосвала | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 |
| БелАЗ-549 ($V_k=46,8 \text{ м}^3$) | 6 | 5 | 4 | 4 | 3 | 6 |
| БелАЗ-7519 ($V_k=59,0 \text{ м}^3$) | 10 | 8 | 6 | 6 | 5 | 10 |
| БелАЗ-7521 ($V_k=91,0 \text{ м}^3$) | 13 | 11 | 9 | 8 | 6 | 13 |
| Объем горной массы в целике, отгружаемый в кузов автосамосвала, м^3 | 24 | 22,5 | 27 | 28 | 24 | 24 |
| БелАЗ-549 | 36 | 37,5 | 36 | 38,4 | 36 | 36 |
| БелАЗ-7519 | 60 | 60 | 54 | 57,6 | 60 | 60 |
| БелАЗ-7521 (250 т) | 78 | 82,5 | 81 | 76,8 | 72 | 78 |
| Коэффициент использования грузоподъемности | 0,83 | 0,78 | 0,94 | 0,97 | 0,83 | 0,83 |
| БелАЗ-549 | 0,85 | 0,89 | 0,85 | 0,91 | 0,85 | 0,85 |
| БелАЗ-7519 | 0,87 | 0,87 | 0,78 | 0,83 | 0,87 | 0,87 |
| БелАЗ-7521 (250 т) | 0,81 | 0,86 | 0,84 | 0,80 | 0,75 | 0,81 |

Таблица 2
Производительность экскаваторно-автомобильных комплексов

| Тип экскаватора | Марка автосамосвала | Коэффициент использования по времени | Годовая производительность экскаватора, тыс. м^3 |
|-----------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| ЭКГ-12,5 | БелАЗ-549 | 0,62 | 2200 |
| | БелАЗ-7519 | 0,62 | 2500 |
| | БелАЗ-7521 | 0,62 | 2800 |
| | (250 т) | 0,62 | 2800 |
| ЭКГ-10 | БелАЗ-549 | 0,67 | 2500 |
| | БелАЗ-7519 | 0,67 | 2800 |
| | БелАЗ-7521 | 0,67 | 3150 |
| | (250 т) | 0,67 | 2150 |
| ЭКГ-15 | БелАЗ-549 | 0,66 | 2800 |
| | БелАЗ-7519 | 0,66 | 3150 |
| | БелАЗ-7521 | 0,66 | 3600 |
| | (250 т) | 0,66 | 3850 |
| ЭКГ-20 | БелАЗ-549 | 0,6 | 3200 |
| | БелАЗ-7519 | 0,6 | 3600 |
| | БелАЗ-7521 | 0,6 | 4200 |
| | (250 т) | 0,6 | 4200 |
| ЭКГ-16 | БелАЗ-549 | 0,67 | 3150 |
| | БелАЗ-7519 | 0,67 | 3600 |
| | БелАЗ-7521 | 0,67 | 4200 |
| | (250 т) | 0,67 | 4200 |

определяется действующих пунктов (ДПП

В связи рудной зоны уступы одина производител дования целе погрузке вск погрузочно-тр качестве ост эффективность комплекса ц приведенных экономическ оборудования математическ транспортны) институте ВП При р «Единые норм



Удельные приведенные затраты по экскаваторно-автомобильному комплексу, сум/м³

| Марка автосамосвала | Глубина отработки, м | Тип экскаватора | | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|-----------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | | ЭКГ-10 | ЭКГ-12,5 | ЭКГ-15 | ЭКГ-16 | ЭКГ-20 | ЭГ-10 | ЭГ-12 | ЭГ-15 | ЭГ-20 |
| БелАЗ-549 | 200 | 6,852 | 7,530 | 6,168 | 5,850 | 7,494 | 6,822 | 5,940 | 6,084 | 7,000 |
| | 300 | 6,756 | 7,452 | 6,102 | 5,802 | 7,974 | 6,726 | 5,850 | 6,018 | 6,900 |
| | 400 | 8,196 | 9,000 | 7,458 | 6,978 | 8,904 | 8,166 | 7,098 | 7,374 | 8,100 |
| | 500 | 9,426 | 10,254 | 8,508 | 7,998 | 10,050 | 9,366 | 8,118 | 8,424 | 9,300 |
| БелАЗ-7519 | 200 | 6,156 | 6,264 | 6,120 | 5,826 | 6,594 | 6,132 | 6,288 | 6,042 | 6,150 |
| | 300 | 6,090 | 6,210 | 6,096 | 5,730 | 6,528 | 6,066 | 6,228 | 6,018 | 6,120 |
| | 400 | 7,542 | 7,596 | 7,560 | 7,086 | 7,998 | 7,518 | 7,560 | 7,482 | 8,100 |
| | 500 | 8,808 | 8,748 | 8,148 | 8,226 | 9,222 | 8,784 | 8,898 | 8,664 | 8,900 |
| БелАЗ-7521 | 200 | 6,630 | 6,912 | 7,164 | 6,780 | 7,002 | 6,606 | 6,960 | 7,164 | 6,600 |
| | 300 | 6,510 | 6,792 | 7,020 | 6,648 | 6,876 | 6,486 | 6,756 | 7,020 | 6,600 |
| | 400 | 7,860 | 8,220 | 8,580 | 8,106 | 7,740 | 7,836 | 8,250 | 8,580 | 8,000 |
| | 500 | 9,060 | 9,270 | 9,786 | 9,288 | 9,372 | 9,036 | 9,456 | 9,786 | 9,000 |
| (250 т) | 200 | 7,740 | 7,596 | 7,278 | 7,602 | 7,740 | 7,716 | 7,596 | 7,206 | 8,100 |
| | 300 | 7,182 | 7,512 | 8,436 | 7,500 | 7,452 | 7,428 | 7,506 | 7,110 | 7,800 |
| | 400 | 8,688 | 8,958 | 10,020 | 9,090 | 10,020 | 9,054 | 9,042 | 8,616 | 9,700 |
| | 500 | 9,888 | 10,152 | 11,424 | 10,398 | 10,410 | 10,386 | 10,272 | 9,816 | 11,100 |

Таблица 4

Энергозатраты на выемочно-погрузочные работы гидравлическими экскаваторами

| Оборудование | Емкость ковша, м ³ | Производительность, тыс. м ³ /мес | Расход дизтоплива, кг/м ³ | Энергозатраты, МДж/м ³ |
|--------------|-------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| CAT-5230 | 15 | 370 | 0,218 | 0,92 |
| EX-3500 | 14 | 350 | 0,262 | 1,10 |
| RH-170 | 15 | 360 | 0,240 | 9,00 |
| CAT-992 | 10 | 155 | 0,243 | 1,00 |

Таблица 5

Энергозатраты на перевозку горной массы автосамосвалами

| Марка автосамосвала | Грузоподъемность, т | Фактический расход дизтоплива на 100 км пробега, л | Энергозатраты, МДж/м ³ (L _{тп} =1,0 км) |
|---------------------|---------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| CAT-5230 | 15 | 370 | 0,92 |
| EX-3500 | 14 | 350 | 1,10 |
| RH-170 | 15 | 360 | 9,00 |
| CAT-992 | 10 | 155 | 1,00 |

горные работы» и рекомендации заводов-изготовителей по техническому обслуживанию и ремонту карьерных автосамосвалов. Для работающего на карьере оборудования использованы результаты хронометражных наблюдений, по результатам которых определены скорости движения автосамосвалов, время погрузочно-разгрузочных операций и т.д. Данные по загрузке автосамосвалов при различном сочетании вместимости ковша экскаватора и кузова автосамосвала приведены в табл. 1, а технико-экономические показатели работы в табл. 2.

При анализе взаимосвязи годовой производительности экскаваторов с грузоподъемностью автосамосвала (рис. 1) для большинства экскаваторов (кроме ЭКГ-12,5; ЭКГ-15) выявлена тенденция снижения интенсивности роста производительности, начиная с автосамосвала грузоподъемностью 180 т.

Это связано с тем, что для экскаватора данный транспортный сосуд настолько велик, что процесс погрузки становится как бы непрерывным. Количество загружаемых ковшей достигает 6-10 штук (табл. 1). Дальнейшее увеличение транспортного сосуда становится

нецелесообразным наращивания прности не происх

Анализ технико-экономических показателей работы экскаваторно-автосамосвального комплекса (табл. 4, 5) показывает, что наиболее эффективным по приведенным затратам являются комплексы, состав которых включает в себя экскаваторы и автосамосвалы. Поэтому с учетом различных работ в карьере наиболее эффективны серийного изготовления этого оборудования

в сочетании с мощными самосвалами грузоподъемностью 110-250 т.

На рис. 2 для комплекса ЭКГ-10+БелАЗ-549 приведены графики изменения приведенных затрат в зависимости от глубины горных работ для различной продолжительности карьера по горной массе. Анализ графиков показывает, что при точности расчетов около 10% по сравнению с базовым вариантом, эксплуатация комплекса ЭКГ-12,5+БелАЗ-7519, еще 19 вариантов комплексов являются экономически выгодными. Показателем является использование дополнительных комплексов, в частности, производительности труда и энергии в погрузочно-транспортном звене. В табл. 4 и 5 приведены значения производительности труда и энергозатрат для сравниваемых вариантов.

При выполнении расчетов использованы графики работы гидравлического оборудования и автосамосвалов в карьере Мурунтау (табл. 4, 5), а энергозатраты на работу электрических мехлопат получены путем расчета с использованием разработанной математической модели. Результаты расчетов представлены в табл. 4, 5.

Анализ результатов показывает, что при оптимальных условиях работы с точки зрения энергозатрат

Результаты расчета энергозатрат экскаваторно-автомобильных комплексов ($L_{тр} = 1,0$ км)

| А/с | Экскаваторы | | | | | |
|------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | ЭКГ8И Ек=8м ³ | ЭКГ-10 Ек=10м ³ | ЭКГ-12,5 Ек=12,5м ³ | ЭКГ-15 Ек=15м ³ | Cat-5230 Ек=15м ³ | EX-3500 Ек=14м ³ |
| Белаз-7509 | 10,7 | 10,9 | 11,1 | 11,2 | 9,9 | 11,9 |
| БелАЗ-7519 | 14,9 | 15,1 | 15,3 | 15,4 | 14,1 | 16,1 |
| CAT-785 | 11,2 | 11,4 | 11,6 | 11,7 | 10,5 | 12,5 |
| HD-1200 | 11,7 | 11,9 | 12,1 | 12,2 | 10,9 | 12,9 |
| R-170 | 11,7 | 11,9 | 12,1 | 12,2 | 10,9 | 12,9 |

более предпочтительными являются следующие погрузочно-транспортные комплексы:

- экскаватор CAT-5230 + автосамосвал CAT-785В;
- экскаваторы ЭКГ8И, ЭКГ-10, ФРП CAT-992 + автосамосвал БелАЗ7509;
- экскаватор CAT-5230 + автосамосвал R-170 и HD-1200.

Данные по энергозатратам подтвердили целесообразность осуществленного в последние годы технического перевооружения на автосамосвалы грузоподъемностью 140-170 т и гидравлические экскаваторы с вместимостью

ковша 15-17 м³. Разраструктурного месторожд рациональных параметр комплексов может оказ ров, разрабатывающих ния, в частности для об комплексов.



Повышение ремонтной и надежности узлов и агрегатов горного оборудования карьера Мурунтау

УДК 622.271:233

© Е.Н. Саломатин, Н.А. Павлов, А.В. Андрущенко



Е.Н. Саломатин, горный инженер-механик карьер Мурунтау, Центральное РУ



Н.А. Павлов, горный инженер-механик карьер Мурунтау, Центральное РУ



А.В. Андрущенко, инженер-электрик карьер Мурунтау, Центральное РУ

необходимым оборудованием позволяет повысить надежность и ремонтной способности горного оборудования. В связи с различиями в конструктивных особенностях узлов и агрегатов горного оборудования, эксплуатируемых на карьере Мурунтау, необходима разработка мероприятий по повышению надежности и ремонтной способности этих узлов.

В связи с различиями в конструктивных особенностях узлов и агрегатов горного оборудования, эксплуатируемых на карьере Мурунтау, необходима разработка мероприятий по повышению надежности и ремонтной способности этих узлов.

1. Редуктор ходовых валов ЭКГ-10, ЭКГ-8ус.

Применяемые в редукторе ходовых валов шестерни с $z=13$ и $z=6,2$ и ведомой $z=61$ и $z=23$ в редукторах к одному виду шестерни $z=12$ и $z=23$

Ремонт горных машин позволяет сохранять их в состоянии готовности к эффективному использованию. Централизация и специализация ремонтных работ имеет высокие технико-экономические показатели. Оснащение

$z=14\text{ м}=6,25$; 2-я ступень
 $z=60\text{ м}=6,25$; 2-я ступень.

2. Подшипник седловой экскаватора ЭКГ-8и унифицирован для применения его на экскаваторе ЭКГ-10. Линейные размеры посадочного места седлового подшипника напорной оси компенсируются дополнительными шайбами. В корпусе седлового подшипника вырезан проём для опорного ролика.

3. Шестерня венцовая опорно-поворотного механизма $z=140\text{ м}=30$ экскаватора ЭКГ-10 эксплуатируется на экскаваторе ЭКГ-8и.

4. Редуктор подъёмной лебёдки экскаваторов ЭКГ-10 исполнения чертёж №3536.09.00.000 и редуктор чертёж №3554.0900.000 приведены к одному виду чертёж №3554.09.00.000, для чего из редуктора чертёж №3536.09.00.000 изъяты крышки в сборе с комплектующими изделиями шестернями ведущими, подшипниками и крышками в сборе заменены распорными трубами, а размеры торсионов увеличены по длине.

5. Нижняя секция стрелы ЭКГ-10 применяется на ЭКГ-8и, т.к. она на конструктивно изготовлена надёжней и не подвержена разрушению в процессе эксплуатации. На верхней секции стрелы ЭКГ-8и на оси головных блоков устанавливаются правый и левый полублоки подъёмного каната, аналогично устанавливаемым на ЭКГ-10.

6. Крепление редукторов поворота ЭКГ-15 производства "Крастяжмаш" унифицировано к применению на экскаваторах ЭКГ-15 производства "ИжПо".

7. Универсальные коронки для гидравлических экскаваторов EX3500 HITACHI и RH-170 O&K, разных фирм-изготовителей.

8. При помощи переходных втулок, устанавливаемых в отверстия поворотной платформы главных валов редуктора поворота экскаватора ЭКГ-15 производства ИжПО, унифицированы к применению валов ЭКГ-15 производства Крастяжмаш.

Производительность буровых станков СБШ-250 МНА-32 заводского исполнения не отвечает требованиям производства. Поэтому перед ремонтными службами рудника была поставлена задача произвести ряд технических мероприятий, которые обеспечили бы, при соответствии требованиям безопасности, резкое увеличение производительности буровых станков. Для сокращения затрат рабочего времени на подготовительные операции была произведена реконструкция гидравлической схемы, которая заключается в замене насосов Н-403Е, производительностью 35 л/мин и 35Г12-24 М, производительностью 105 л/мин на более производительные типа НШ-100 (100 л/мин) и НШ-250 (250 л/мин) с соответствующей заменой гидрораспределителей Р203-АЛ-2-24 и Р203-АЛ3-34 с производительностью соответственно 80 и 160 л/мин на Р203-АЛ-14-44 с пропускной способностью до 350 л/мин., увеличена ёмкость гидробака.

Для бурения взрывных скважин глубиной 12.5 м без наращивания штанг была произведена модернизация мачты серийного бурового станка СБШ-250 МНА-32: увеличена длина мачты станка на 6 метров; кратность

полиспастной системы с 4^х до 6^{ти} кратности дополнительных блоков при сохранив цилиндры подачи; увеличении длины стрелы в метрах и модернизация его с 3^х-чашечный.

Станок, переоборудованный в карьере, модернизированной удлинен в эксплуатацию в августе 1995 года. За станком в породах с категорией по бурению пробурено более 80,0 тыс. м. скважин.

С приобретением современных экскаваторов ёмкостью ковша 17-20 м³, вложения к ремонтным службам карьера: качественное перевооружение технического цеха. Разработаны технологии и процессы, позволяющие либо изготавливать детали гидравлических экскаваторов, и срок их эксплуатации за счет ремонтных работ. Мобильность ремонтного оборудования возможность производить ремонт и обслуживание в забоях горных машин.

В результате этого предприятие издалось от закупок за рубежом сменных элементов (СЭК) гидравлических экскаваторов, т. к. и выпускаемые на предприятии не уступают по ходимости, а по стоимости значительно. Табл. 1 приведено сравнение стоимости сменных элементов ковшей на примере EX3500 HITACHI.

Сравнение стоимости и ходимости сменных элементов

| Изготовитель | режущий элемент | цена \$ | Ходимость час |
|--------------|------------------------|---------|---------------|
| HITACHI | коронка | 963.72 | 200 |
| | протектор центральный. | 1234.27 | 1000 |
| | протектор правый. | 1234.27 | 1000 |
| | протектор левый. | 1234.27 | 1000 |
| HGMK | коронка | 182.25 | 280 |
| | протектор центральный. | 304.38 | 2500 |
| | протектор правый. | 320.13 | 2500 |
| | протектор левый. | 320.13 | 2500 |

Особого внимания заслуживает смена ковшей гидравлических экскаваторов, и специалистами рудника, наиболее актуальным способом в том, что взамен фирменной футерпластинами из дорогостоящей стали HARI устанавливаются футеровочные решетки из стали, что позволяет достигнуть эффекта самореза за счет снижения скорости движения по стенкам ковша при попадании ее в футеровочных решеток. Эффективность данного способа оценить на примере ковша экскаватора O&K

После ввода в эксплуатацию экскаватора 245 000 м³ горной массы и фирменная футер

сложно-выбора бильных карьер-орожде-рудных

г. обо-шовой) мон-целе-зация, вато-енно-зато-техни-уни-Г-4у, ходя-вал-стер-ска-

лее изнашиваемых местах ковша пришла в негодность, подвижную стенку ковша пришлось заменить. При оборудовании того же ковша футеровочными ячеистыми решетками экскаватор отгрузил около 1 000 000 м³ горной массы. Стоимость одного комплекта фирменной футеровки ковша около 40 000 \$ USA.

В настоящее время ковши всех экскаваторов карьера защищены данным способом. Те же работы, по футеровке ковшей, для защиты их от износа абразиво-содержащими элементами горной массой, выполняются на ковшах электрических экскаваторов типа ЭКГ, что позволяет увеличить их срок эксплуатации в 1,4-1,5 раза.

Для мобильного технического обслуживания гидравлических экскаваторов в забоях приобретено специализированное оборудование:

- топливо-маслозаправщик японской фирмы "MARUMA", адаптированный специалистами к топливным и масляным магистралям экскаваторов и позволяющий одновременно производить заправку всех емкостей экскаватора, а также собирать отработанные масла;

- автономная моечная машина для мытья гидравлических экскаваторов горячей водой с применением моющих средств;

- расточной станок для расточки соосных отверстий, позволяющий работать в паре с наплавочным автоматом.

На базе автомашины ЗИЛ смонтирован экипированный автомобиль, оснащенный компрессором, генератором, емкостями для масел и смазки, установкой очистки отработанного масла. Эти автомашины и установленное на них оборудование позволяет оперативно и самое главное автономно, без дополнительных источников энергии, производить ремонт и техническое обслуживание гидравлических экскаваторов непосредственно в забоях.

Кроме того, смонтирован на автомобиле ЗИЛ установка по масла, позволяет использовать целей, например для заправки экскаваторов.

Особо стоит выделить одного цеха - участок наплавки. Здесь производится наплавка зуба ковша под слоем флюса до 1. В качестве материала, восполняемого объема зуба, применяются фрагменты в переплавку. Данный эффект в 1998г. от одной 5 млн. сум при количестве восстановленных зубьев наплавкой. Первоначально становления наплавкой только 3 разработанная институтом имени ЦРГО (1 оборудования) и на одной из ус: восстановление гребней траков 1 ческих экскаваторов.

Здесь же смонтирована и ра кильного литья УШ-159А, предн плавки бронзовой стружки и лит киль заготовок втулок. В первом планируется запуск установки ц По предварительным подсчетам о дут в состоянии перекрывать 30 % ка в изготовлении бронзовых заго: пусе наплавки на базе токарного с рочного полуавтомата ведется в шенных деталей-тел вращения (оо лики и т.п.).

С.М. ше У.И. ше на А.И. Пр таб С.С. по Ц.Е. ре оё А.И. пр И. ба И. дл 3. дл

В. ю Е. оз В. ш Е. ж Н б А п О н Б ж в Р Т м Е С



Повышение надежности работы тиристорных преобразователей при индукционной плавке металлов

УДК 621.926:66.046.5

© 1



А.Р. Рахимов
электромеханик
карьера «Фосфориты»
Центральное РУ

Индукционная плавка металла является завершающей стадией процесса аффинажа золота и серебра на гидрометаллургическом заводе №2 (ГМЗ-2). Значительные объемы выпуска готовой продукции обуславливают повышенные требования к надежности работы оборудования, задействованного в этом процессе, по-

скольку даже небольшие отказы в е но усложняют плавку продукции. Д жения аварийности при индукционн: ГМЗ-2 нами выполнен анализ пото: вующего оборудования. Поскольку тельного изучения было установлен зов связано с тиристорным преобраз: основное внимание было сосредоточ

Оборудование, обеспечиваю металл, включает:

- тиристорный преобразователь частоты (ТПЧ) типа ТПЧ - 320 - 0,5 /250 - 2,4 - 3 УХЛ 4;
- индукционную тигельную электропечь (ИСТ) типа ИСТ - 0,16/0,25 - ИЗ, предназначенную для расплавления металла;
- конденсаторные батареи ЭСВП - 1 - 2,4, предназначенные для повышения коэффициента мощности оборудования.

ТПЧ предназначен для питания токами средней частоты индукционной печи, конструктивно состоит из выпрямителя, реактора и инвертора, размещенных в одном шкафу и имеющих водяное охлаждение.

Основные технические данные ТПЧ указаны в табл. 1.

В соответствии с объемами производства две установки (ТПЧ №1 и №3) предусмотрены для плавки полупродуктов (выходная частота 2400 Hz); одна (ТПЧ №2) для плавки чистого золота (выходная частота 1000 Hz) и одна (ТПЧ №5) для плавки серебра (выходная частота 2400 Hz).

Для повышения гибкости технологической схемы плавления металлов предусмотрен резервный ТПЧ - 4, который автоматические выключатели позволяет практически мгновенно подключить вместо любого отказавшего оборудования.

Для определения количественных показателей надежности ТПЧ и ИСТ нами проведен анализ по изучению характера и повторяемости отказов в процессе их работы. При этом осуществлен сбор и обработка информации за последние 2 года эксплуатации.

- 2. Отказ силового выключателя
- 3. Отказы по вине эксплуатанта
- 4. Выход из строя блоков выпрямителя и инвертора
- 5. Обрыв шинпровода - 3,4%
- 6. Межвитковое замыкание инвертора
- 7. Срыв водоохлаждаемых шлангов
- 8. Отказ конденсаторной батареи

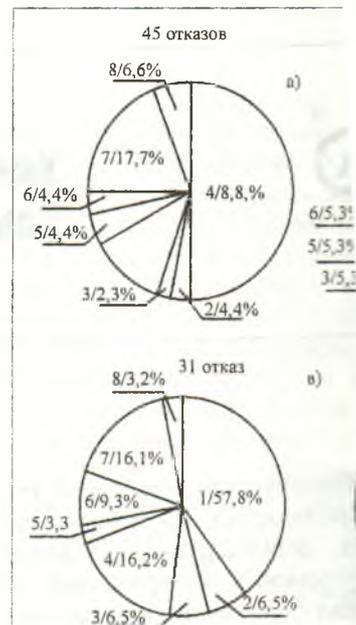


Рис. 1. Распределение отказов ТПЧ-1 и ИСТ-1 (а), ТПЧ-3 и ИСТ-3 (в), ТПЧ-2 и ИСТ-2 (б)

Таблица 1

Основные технические данные ТПЧ

| № пп | Параметры | Нормы | |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------|
| 1 | Номинальная мощность на выходе, кВт | 320 | |
| 2 | Напряжение на выходе (действующее значение), V | 800 | |
| | - номинальное значение | | |
| | - допустимый диапазон изменения | | |
| 3 | Номинальное напряжение на входе, V | 380 | |
| 4 | Допустимый ток на входе, не более, а | 630 | |
| 5 | Номинальный расход воды, м ³ /ч | 2,0 | |
| 6 | Базовая мощность на выходе, кВт, при частотах на выходе, кГц: | 320 | |
| | | 0,8 - 1,0 | 250 |
| | | 1,96 - 2,4 | |
| 7 | Номинальный ток на выходе (основная гармоника), А | 630 | |
| 8 | Допустимый диапазон изменения тока на выходе, %, наибольшего, при частотах на выходе, кГц | 10 - 100 | |
| | | 0,8 - 1,0 | 10 - 80 |
| | | 1,96 - 2,4 | |
| 9 | КПД при номинальном напряжении и базовой мощности, не менее, %, при частотах на выходе, кГц | 94 | |
| | | 1,0 | 93 |
| | | 2,4 | |
| 10 | Масса, кг, не более | 800 | |

Систематизация имеющихся отказов ТПЧ и ИСТ позволила классифицировать их по видам и причинам возникновения (рис.1):

- 1. Превышение температуры в системе охлаждения ТИП - 46,2%.

Общее количество отказов по интенсивности использования максимальное на плавке полупродуктов и минимальное на плавке серебра.

Анализ распределения отказов показывает, что прогрессирующее повышение температуры в системе охлаждения шлангов (63,3%). Так же отмечается относительно низкая эффективность охлаждения.

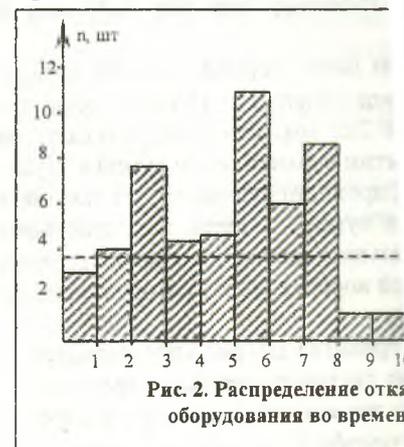


Рис. 2. Распределение отказов оборудования во времени

1,

раз)
198
в
шир
нен

GR
ютс
выс
ров
сов.
зем.
коор
ясь
чет
ник
как
заде

пер
нази
коор
точн
стоя
выч
заде
ла с
при
ется
зада
коор
мни
ные

звол
орди
люб
разу
поп
При
зем
тем
лени
стис
осно
вест
тавл

вани
дан
орди
кото
испо
ные
(или
шая
случ
шим
отоб
бра
т.д.

4

Этот вывод подтверждается и распределением отказов во времени: в летние месяцы количество отказов существенно увеличивается (рис.2).

Для уменьшения влияния температурного фактора на надежность работы оборудования система охлаждения дополнена теплообменником. Кроме того, для задержания механических примесей в охлаждающей воде в настоящее время внедряется фильтр - сепаратор.

Таким образом, проведенны определить менее надежные узлы рующих отказов оборудования и : дежности. При этом установлено, ' ность отдельных систем и агре влияние оказывает температурны щей среды, что должно учитывать образом.



УДК 621.926.085:622.73

Уменьшение трудоемкости ремонта барабанных грохот



Н. Х. Кенжаев,
инженер-механик
РМУ ГМЗ-2
Центральное РУ

Цилиндрические барабанные грохоты применяются для мокрого грохочения, дезинтеграции руд коренных и россыпных месторождений, содержащих большое количество шламов и глины. На гидрометаллургическом заводе № 2 грохо-ты ПБГ-1,5 типа.

Техническая характеристика барабанного грохота ПБГ-1,5:

| | |
|---------------------------------------|---------|
| Производительность, м ³ /ч | - 600 |
| Размеры барабана, мм: | |
| Диаметр | - 1500 |
| Длина | - 3500 |
| Частота вращения, об/мин | - 10;18 |
| Мощность электродвигателя, кВт | - 4 |

Применяются они для отделения пульпы от щепы и резиновой крошки размером (более 2 мм).

Барабанные грохоты имеют довольно простую конструкцию и, вращаясь с небольшой частотой (10-20 об/мин), не вызывают больших нагрузок на поддерживающие конструкции. Работают они без вибрации и толчков.

Грохот состоит из рамы, корыта, привода и барабана выполненного в виде спирали Ø 1500 мм, обмотанной сеткой с ячейками 2x2 мм. Его устанавливают на металлическом перекрытии верхней части зумпфа. Пульпа поступает на грохот, проходит сквозь сетку и попадает через сливную точку в зумпф, а щепы под действием вращательно-поступательного движения спирали грохота движется к разгрузочной воронке, через которую попадает в сборный контейнер.

Сливная точка 1 грохота (см. рис.) представляет собой сквозной короб из листового металла 5 мм, который приварен сверху ко дну корыта 2, а снизу - к перекрытию верхней части зумпфа 3.

В результате длительных наблюдений было установлено, что существующая конструкция корыта грохота

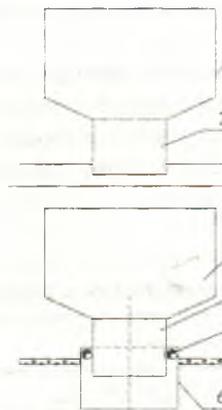


Рис. Узел сливной точки до (реконструкции барабанного грохота)

- 1-корыто грохота, 2 - слив
- 3-металлическое перекрытие
- 4-сливной патрубков, 5 - сальниковое уплотнение, 6-направляющий патрубок
- 7-ж/б перекрытие зумпфа

- короткий срок эксплуатации
- интенсивный абразивный износ;
- высокая трудоемкость ремонта
- повышенный коррозионный износ

Для устранения отмеченных недостатков предложены следующие мероприятия:

1. Заменить металлическое перекрытие зумпфа железобетонное 7, в котором установить сливной патрубков 6.

2. Сливной патрубков 4 грохота установить в направляющем патрубке 6.
3. Между стенками направляющих патрубков установить сальниковое уплотнение.

Внедрение указанной конструкции грохота позволило увеличить межремонтный период грохота в 3 раза, а также сократить трудоемкость аварийных ремонтов на 2



Анализ работы мельниц ММС 70x23 А для определения эксплуатационной надежности

УДК 621.926.085:622.73

© И. Х. Кенжаев 20



И. Х. Кенжаев,
инженер-механик
РМУ ГМЗ-2
Центральное РУ

Для определения эксплуатационной надежности мельниц ММС 70-23А был проведен сбор первичных данных о работе мельниц за 1995-1999 гг. Источниками получения информации послужили ежемесячные сводки по простоям мельниц и данные оперативных журналов механической службы цеха. Данные заносили в таблицы и построили гистограмму распределения простоев мельниц по различным причинам: механическим, электрическим, технологическим, и из-за КИПиА. Согласно этой гистограмме более 78% простоев происходит по механическим причинам, по электрическим – 12,7%, по технологическим – 8,4% и из-за КИПиА – 0,7%. Для сравнения составили таблицы и построили аналогичную гистограмму простоев мельниц за 7 месяцев 2000г. По ней видно, что простои по механическим причинам выросли почти до 83%, по электрическим, причинам составляет 11,4%, по технологическим – 5,2%, из-за КИПиА – 0,5%. В результате своевременного обеспечения запасными частями, ремонтными материалами, повышения качества выполнения текущих ремонтов простои по электрическим, технологическим причинам и из-за КИПиА значительно сократились. Чтобы объяснить увеличение простоев по механическим причинам провели более детальный анализ. Построили гистограмму распределения времени простоев по механическим причинам из-за отказов отдельных узлов.

По ней видно (рис. А), что простои из-за отказов привода составляют 30,4%-почти третья часть всех простоев мельниц, причем больше половины этого времени уходит на центровку и обтяжку привода. По замене брони простои составляют 28,1%, но эта проблема была частично решена группой ОГМ в конце 1998г. при введении нескольких рац.предложений по изменению конструкций элементов брони и способа их крепления. Простои мельниц из-за подшипников (14,5%) остаются актуальными и по сегодняшний день.

По гистограмме (рис. Б) видно – простои из-за подшипников мельниц составляют уже более 43%, что сви-

детельствует о недопустимо низкой надежности шипникового узла. Так же все это взаимосвязано с простоями из-за маслосистемы (8,6%). Внутренние подшипники, на которые опираются цапфы, имеют битовую заливку (Б16), в ней имеются полости и трещины для подачи масла системы гидроподпора. При различных нарушениях в подаче масла, температура подшипника резко возрастает, в следствии чего, на битовой заливке получают задиры, что приводит к длительной остановке мельницы для последующего шабрения подшипников. Все эти простои связаны с использованием недостаточно очищенного отработанного масла. Текания масла через уплотнения подшипникового узла где войлочные прокладки заменены на кошку.

На втором месте по продолжительности простоев находится привод (23,2%), что указывает на его не-

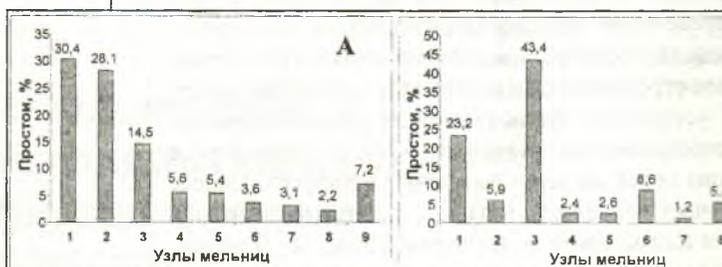


Рис. Гистограммы распределения простоев мельниц ММС70x23А

из-за отказов отдельных узлов в 1995-1999гг.

1-привод, 2-бронь, 3- подшипники, 4- барабан, 5- цапфа загр./разгр., 6 – маслосистема, 7 – решетка, 8 – бутара, 9 – остальные узлы

точную надежность, но в связи с переходом на при уменьшились на 7,2%.

На основе проведенного анализа надежности мельниц ММС 70x23А приходим к выводам:

- наименее надежны подшипниковый узел и система смазки;
- их работоспособность следует рассматривать во взаимосвязи;
- требуется совершенствование конструкции подшипникового узла и системы смазки.



Переезд через рельсовые пути для большегрузных карьерных автосамосвалов

УДК 622.611

© З.А. Радер



З.А. Радер,
зам. директора
Центрального РУ



А.Н. Черсанов,
начальник УЖДТ
Центральное РУ

При одновременном использовании в карьерах железнодорожного и автомобильного видов транспорта в местах пересечения транспортных коммуникаций требуется устройство переездов через рельсовый путь. Существующими строительными нормами и правилами предусмотрено устройство таких переездов для автосамосвалов грузоподъемностью не более 50 т. В этом случае конструкция переезда через рельсовые железнодорожные пути включает основание, шпалы с уложенными на них рельсами и плиты настила, расположенные на обочинах, в межрельсовом пространстве и междупутье железнодорожного пути [1].

Недостаток этой конструкции в том, что переезд не способен пропускать тяжелый автомобильный транспорт грузоподъемностью более 50 т. Это связано с тем, что основание, выполненное в виде насыпного балласта, имеет недостаточную несущую способность. В результате при движении большегрузных транспортных средств под действием инерционных сил, возникающих при торможении или ускорении, происходят смещения (уводы) укрепленного участка пути в горизонтальной плоскости, приводящие к разрушению сооружения. Это объясняется тем, что опорные элементы с плитами настила находятся в «плавающем» положении относительно основания. Поэтому была поставлена задача создать конструкцию переезда через рельсовые пути, обеспечивающую высокую эксплуатационную надежность при пропуске большегрузного транспорта, в частности, автосамосвалов грузоподъемностью более 50 т, эксплуатируемых при открытой разработке полезных ископаемых.

Для этого было предложено основание выполнить в виде монолитной подушки, а опорные элементы – в виде соединенных в пакеты металлических балок, нижняя часть которых замоноличена в подушку. При этом

пространство между свободными концами балок заполняется насыпным балластом, а плиты на верхних торцах балок [2].

Благодаря тому, что сооружение имеет развитую в глубину объемно-пространственную структуру (его элементы способны воспринимать поперечную деформацию) существенно уменьшаются горизонтальные и вертикальные нагрузки на опорные элементы в этом месте. Кроме того, они выполнены в виде монолитных металлических балок, заданных

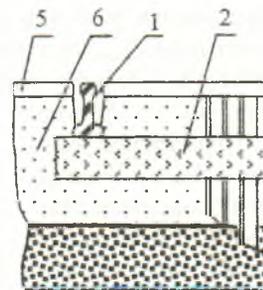


Рис. Схема железнодорожного переезда для большегрузных автосамосвалов

основание и воспринимающих нагрузки от деформации на изгиб.

Переезд через рельсовые пути выполняется следующим образом (см. рис. 1), закрепленными на шпалах 2 ж/д пути размещено основание, выполненное из бетонной или железобетонной подушки 1.

В подушку замоноличены монолитные металлические балки 4, выполненные в виде собранных из пакетов сорбитовых рельсов. Пакеты сорбитовых рельсов большого линейного размера (длины рельсового пути 1). На верхних торцах балок 4 горизонтально закреплены плиты настила 5, набранные также в плоские пакеты сорбитовых рельсов. Пространство между балками 4 заполнено балластом 6 из щебня.

Переезд функционирует следующим образом: при движении большегрузного транспортного средства в направлении стрелки А, в направлении движения массы движущегося транспортного средства передается на верхние торцы балок 4, железобетонную подушку 1, которая передает нагрузку на основание 1 и рассредоточивается в виде

массиве. Такое распределение нагрузки придает сооружению свойства демпфирования, чем достигается его устойчивость к разрушению и предотвращается деформация рельсов пути. Горизонтальные составляющие сил нагрузки (силы увода), возникающие при динамичном поступательном движении самосвала через переезд, воспринимаются плитами 5 настила и передаются на вертикальные металлические балки 4 в качестве изгибающих сил, стремящихся отклонить эти балки вправо. Деформацией изгиба в пределах зоны упругости материал балок 4 помогает сохранять балластный слой, заполняющий пространство между свободными от заделки частями балок. Благодаря этому происходит полная релаксация балок после снятия нагрузки.

Переезд предлагаемой конструкции ре-
году на 2-х путном железнодорожном пу-
рунтау и успешно используется для дви-
свалов грузоподъемностью 136-170 т.

Список литературы:

1. Писаревич Н.Н. *Строительство ж/д
мобильных промышленных дорог.* М.: Стр.
С. 145-147.
2. *Предварительный патент № 5265,
государственным патентным ведомством Рес-
публики Узбекистан на изобретение № JH DP 9700529.
«рез рельсовые пути» // Прохоренко Г.А.,
Радер З.А., Черепанов А.И.*



НАВОЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ

проводит большую работу по созданию и внедрению уникальных технологий и оборудованию коммерческих предложений готовой продукции, материалов, технологий и услуг НГМК имеет богатый опыт и обладает в промышленном масштабе:

- ионообменной технологией гравитационно-сорбционного извлечения золота из пульпы;
- технологией безреагентного скважинного выщелачивания урана;
- совместно с американской компанией «Ньюмонт» - технологией кучного выщелачивания золотых руд.

**Наш адрес: г.Навои, ул. Навои, 27, тел. 8-43622-5-6739
УПРАВЛЕНИЕ НГМК**



**Организация прогноза
и оперативного контроля
пылегазового режима
глубоких карьеров**

УДК 622.807:614.7.

© В.Н.Сытенков, А.Н.Бойко



В.Н.Сытенков,
главный инженер,
докт. техн. наук
Центральное РУ



А.Н. Бойко,
зам. главного инженера
Центральное РУ

Увеличение объ-
емов, интенсивно-
сти и глубины гор-
ных работ в соче-
тании с такими
метеорологически-
ми факторами, как
штиль и темпера-
турная инверсия,
при которых тур-

булентный воздухообмен выработанного пространства карьера с окружающей средой затрудняется, неизбежно ведут к сверхнормативному загрязнению атмосферы карьеров. Одновременно обостряется проблема загрязнения окружающей среды пылегазовыми выбросами горных предприятий. Для своевременного принятия мер,

обеспечивающих безопасность персонала к регулированию поступлений пыли и газов в среду необходима разработка надежных и методов прогноза и контроля пылегазового режима. При этом достоверность и полнота информации процесса образования, накопления и переноса конкретных горно-геологических и природных условиях должна быть обеспечена природоохранной работой месторождения. Основу метода подхода к организации прогноза и контроля пылегазового режима карьера составляет иерархическая система «окружающая среда – карьер» в которой карьер по отношению к окружающей среде рассматривается в качестве единого источника выделения, а по отношению к человеку – в качестве среды обитания. Известные методы мало пригодны для оперативного применения, требуют значительных затрат времени

варительное наблюдение за климатическими явлениями и адаптацию к различным климатическим и горнотехническим условиям. Методы контроля содержания примесей в воздухе представлены широким набором методик и приборного оформления. Однако все они требуют значительных материальных и трудовых затрат, а разрыв во времени между отбором проб и получением результатов анализов позволяет лишь констатировать свершившийся факт, исключив из практики работы своевременную реализацию решений по активному воздействию на пылегазовую ситуацию [1]. Поэтому усилия были направлены на разработку такого комплекса методов прогноза и контроля качественных и количественных параметров атмосферы карьеров, который на основе оперативной информации обеспечивает своевременное принятие мер по снижению пылегазовой нагрузки на окружающую среду и персонал карьеров.

В настоящее время для прогноза загрязненности атмосферы карьеров и распространения примесей в окружающей среде предлагаются статистическая и численно-математическая модели движения воздушных масс и закономерностей переноса примесей [2]. Сравнительный анализ этих двух видов моделей показал, что методы математического моделирования целесообразно использовать для долгосрочного, а статистические методы – для краткосрочного прогноза.

Вместе с тем, анализ особенностей формирования атмосферы карьеров и распространения примесей в окружающей среде требует соответствия методов прогноза методам и средствам управления пылегазовым режимом карьеров, то есть, прогноз должен быть адресным, ориентированным на вполне определенные управленческие

решения. Это требование обусловливает методы и средства управления карьеров применимы на раз пространственных и временных участках «воздушная среда», поскольку они охватывают промежуток времени: вания карьера и его отдельные периоды (долгосрочный прогноз, ориентированный на внедрение технологии горно-транспортных суток до нескольких месяцев (с ориентированный на внедрение воздействия на пылегазовый режим до суток (краткосрочный прогноз) применение управленческих решений характера). Виды прогноза пылевых и решаемые при этом задачи

Оперативный контроль должен быть своевременной и достоверной и тенденциях изменения загрязненности карьера, воздуха рабочих мест и фильтро-вентиляционных установках пыли и газов в окружающей карьеров предопределили ряд требований к средствам оперативного должно обеспечиваться [4]:

- проведение замеров в любой периодичностью, в том числе для человека местах карьера стностей;
- получение результатов на

Виды прогноза и их взаимосвязь с методами управления пылегазовым режимом карьеров

| Иерархический уровень прогноза | | Задачи прогноза | Методы управления пылегазовым режимом |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Временной | Пространственный | | |
| Долгосрочный прогноз (на весь срок существования карьера с выделением характерных этапов в его развитии) | 1. Окружающая среда. 2. Выработанное пространство карьера. | 1. Определение концентрации и зоны распространения примесей в окружающей среде. 2. Оценка загрязненности атмосферы карьера при его развитии во времени и пространстве с учетом использования различных технологий. | Технологические приемы на основе последовательного логически менее опасных горных работ. Технические приемы управления экологически менее транспортной те |
| Среднесрочный прогноз (от нескольких суток до нескольких месяцев) | 1. Окружающая природная среда. 2. Выработанное пространство карьера. | 1. Определение продолжительности периода сверхнормативных выбросов загрязняющих окружающую среду. 2. Определение продолжительности периода сверхнормативного загрязнения атмосферы карьера. | Технические приемы управления экологически менее транспортных средств. Организационные приемы на основе перераспределения во времени и пространства |
| Краткосрочный прогноз (от нескольких часов до суток) | 1. Выработанное пространство карьера. 2. Рабочие зоны карьера. | Определение времени накопления примесей в атмосфере карьера до предельно допустимых концентраций. | Технические приемы управления экологически менее транспортных средств защиты оборудования очищения. Организационные приемы на основе изменения интенсивности работ. |

процессе или сразу после выполнения измерений;

- возможность автоматизации процесса обследования выработанного пространства и ближайших окрестностей карьера;
- небольшая трудоемкость проведения замеров и обслуживания измерительных средств;
- проведение замеров без захода человека в загрязненные зоны;

был предложен и реализован комплекс и средств (табл.2), основу которого составили передвижная лаборатория с комплексами, переносных и автономных анализаторов, газовые дозиметры одноразового применения.

Таким образом, прогноз и оперативный контроль пылегазового режима карьеров рассматривает элемент управления системой «окружающая среда»

Комплекс средств оперативного контроля пылегазового режима карьера Мурунтау

| Контролируемый объект | Задача оперативного контроля | Требования к средству контроля | Средство оперативного контроля |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Исходящая струя карьера | Определение поступлений пыли и газов в окружающую среду. | Измерения с любой периодичностью и в любой последовательности, в том числе в недоступных для человека местах; автоматизация процесса измерений и обработки результатов. | Лазерная станция |
| Выработанное пространство карьера | Определение уровня загрязненности атмосферы карьера с выделением зон повышенной концентрации примесей, определение местоположения и времени образования инверсионных слоев. | Проведение замеров без захода человека. Получение результатов сразу после выполнения замера. | Лазерная станция |
| Рабочее место | В кабине горной машины | Получение результатов на месте в любой момент времени. Доступность для понимания и наглядность отображения информации. Возможность использования работниками без специальной подготовки. | Пассивные газовые дозиметры и тест-билеты одноразового применения |
| | Вне кабины горной машины | Сравнение фактического времени работы в загрязненной атмосфере с допустимым и определение эффективности работы средств индивидуальной защиты. | |

- доступность для понимания и наглядность отображения информации;
 - возможность применения работниками карьера без специальной подготовки.
- Оперативный контроль пылегазового режима карьеров решает следующие задачи:
- контроль поступления пыли и газов в окружающую среду;
 - измерение загрязненности атмосферы карьера с выделением зон повышенной концентрации примесей;
 - измерение загрязненности воздуха на рабочих местах карьера;
 - определение эффективности работы фильтро-вентиляционных установок;
 - сравнение фактического времени работы человека в загрязненной атмосфере с допустимым;
 - изучение дисперсионного состава пыли в воздухе рабочих зон;
 - своевременный прогноз неблагоприятной санитарно-гигиенической обстановки в атмосфере карьера.
- С учетом изложенных требований и задач для оперативного контроля пылегазового режима карьера Мурунтау

– человек», в которой карьер одновременно является в качестве единого источника загрязняющей среды и временной среды обитания. При этом прогноз и оперативный контроль должны охватывать все иерархические уровни указанной системы на протяжении всего срока существования карьера.

Список литературы:

1. Сытенков В.Н. Управление пылегазовым режимом глубоких рудных карьеров на сложно-структурных месторождениях. – Диссертация на соиск. ученой степени канд. техн. наук. – Москва, МГРИ, 1993. – 42 с.
2. Лепешкин С.М. Разработка комплекса прогноза и контроля качества атмосферы с целью обеспечения пылегазовым режимом карьеров. – Автореферат диссертации на соиск. ученой степени канд. техн. наук. – МГТИ, 1994. – 23 с.
3. Правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. – Ташкент: Узбекистан, 1995. – 126 с.
4. Сытенков В.Н. Научные основы управления пылегазовым режимом карьеров // В сб. «Теория и практика месторождения Мурунтау открытым способом». – Ташкент: Фан, 1997. – С. 141-153.



Решение проблем охраны труда в НГМК

УДК 622.807:614.7

© Е.А. Толстов, В.И. Савицкий, А.Н. Бойко



Е.А. Толстов,
главный инженер
НГМК,
докт. техн. наук



В.И. Савицкий,
заместитель глав-
ного инженера
НГМК по ОТ



А.Н. Бойко,
зам. главного инженера
Центрального РУ

Навоийский горно-металлургический комбинат – основа концерна Кызылкумредметзолото, представляет собой многопрофильное энерго и металлоемкое промышленное предприятие, которое, помимо разведки, добычи и производства золота, урана, плавикового шпата, строительных материалов, мраморной продукции, включает в себя производство серной кислоты, ювелирных, трикотажных и текстильных изделий, машиностроительной и бытовой продукции, а с 1998 года ведет добычу, измельчение и отгрузку фосфоритной муки на Самаркандский и Кокандский химические заводы.

Подразделения комбината оснащены современным горно-транспортным, металлургическим, буровым, геологоразведочным, строительным, машиностроительным, металлообрабатывающим и аналитическим оборудованием, а также современной вычислительной техникой, средствами автоматизации и контроля условий труда. На комбинате внедрены новейшие системы управления качеством выпускаемой продукции, современные технологии производства урана, золота, металлорежущей и иной продукции.

Стабилизации работы в комбинате способствовали реформы, которые планомерно и последовательно проводило руководство Республики и помощь, оказанная государством комбинату. Сохранить производственный потенциал и оснастить в течение пяти лет все промышленные предприятия комбината новой техникой и передовыми технологиями стало возможным благодаря взвешенной политике правительства по реорганизации политической и экономической систем Узбекистана. Это позволило в определенной мере решить проблемы охраны труда.

Трудовой Кодекс Республики Узбекистан установил гарантии осуществления права трудящихся на охрану труда и обеспечивает единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателя-

ми и работниками. В соответствии с Законом Узбекистан «Об охране труда» работа с труда Навоийского горно-металлургическ (НГМК) по обеспечению здоровых и безопас на рабочих местах направлена на реше социально-экономических, организацион ских, санитарно-гигиенических и лек тических проблем.

Решение этого комплекса проблем име тир – обеспечение безопасности, сохране работоспособности человека в процессе т главных принципов хозяйственного рукои ство производственно-технических вопро области охраны труда.

В соответствии с нормативными акта Узбекистан усилена деятельность служб окружающей среды и контроля за радиа новкой на территории деятельности комб гающих жилых поселках. Эти службы и специальных организаций постоянно п воздействия производственных объекто среду, разрабатывают и контролируют роприятий по охране окружающей сред запланированных мероприятий позвол соблюдение нормативов, установленны дой Республики Узбекистан по выброса ходам производства. Радиационная обст ламы санитарно-защитных зон промыш НГМК характеризуется как благоприятна

Разработанная и внедренная «Сист охраной труда» явилась всеобъемлющ определяющим основные и приоритетн создания системности в работе и контро по охране труда, обязанности, права и руководителей всех звеньев и исполнит цию и обеспечение безопасности высок ного труда.

Плановость и системность являются териями, взятыми за основу работы по у ной труда. Организация работы по охра основными функциональными обяза охраны труда НГМК и состоят в плани зации выполнения приоритетных меро ровании хода работ на основе контроля коллективов и отдельных работников з ложительных результатов.

Рудоуправления, заводы и другие структурные подразделения НГМК име вах службы охраны труда, которые обс динированное решение вопросов по ох

сти труда. Методическое руководство службами подразделений осуществляет отдел охраны труда НГМК.

На основе анализа результатов работы по охране труда, определения основных приоритетных направлений разрабатывается и утверждается план работы по охране труда, одним из направлений которого является проведение комплексных и целевых обследований подразделений комбината, технологических переделов и производств исходя из травмоопасности и их сложности. Результаты обследования, которые проводятся с участием главных специалистов и представителей инспекций оформляются актом-предписанием и проведением итоговых совещаний по окончании обследования. По итогам работы за год проводится анализ причин происшедших несчастных случаев и информация направляется на проработку в подразделения. На постоянном контроле находятся акты предписания, мероприятия включенные в Соглашение по охране труда Коллективного договора по результатам расследования несчастных случаев и др.

Несмотря на столь сложное и разноплановое производство, которым является комбинат, система, в определенной мере, обеспечивает безопасность производства и снижение травматизма.

Значительно изменившийся подход к расследованию несчастных случаев и, самое главное, принятие мер к непосредственным виновным, а не наказание всех (как практиковалось ранее) снизу доверху повысило персональную ответственность исполнителей всех уровней и дало дополнительный импульс на снижение уровня травматизма. Динамика травматизма за период 1990-2000 гг. представлена на рис. 1.

нить эту ситуацию еще и сменой раб
вину, то станет очевидным насколько
стояла перед производством в решени
са. В этом вопросе руководство пре
подготовки кадров очень оперативн
лись на подготовку, переподготовку
фессионального уровня как рабочих,
технических работников, где вопрос
безопасного производства работ было
значение. Важным аспектом в повы
ального потенциала инженерно-техни
сыграло, как ни странно, отсутствие в
кистан своей нормативно-правовой ба
ла поручена разработка правил, поло
ций. Специалисты успешно выполнил
новременно повысив свои знания и
практическом применении этих докум
вести их до исполнителей в условиях п
веденная в течении 1996 года в масшт
тестация рабочих мест позволила еще
штабы производства, дать оценку усл
чески обоснованными методами, узна
более слабые звенья в цепи факторов вс
организм трудящихся.

Большой объем исследований са
ческих условий труда на рабочих мест
работниками Промышленно-санитарной
ческой лабораториями, входящими в Це
раторию контроля условий труда и охра
среды Центрального рудоуправления, п
вить обоснованный план-мероприятий



Рис. 1. Динамика травматизма за период 1990-1999 гг.

В последнее десятилетие исходя из объективных и субъективных причин практически полностью произошла замена специалистов, которые должны на высоком техническом уровне внедрять в производство разрабатываемые планы, технические решения и вести технологический процесс сложнейшего производства. Если допол-

санитарно-гигиенических условий труда на
тах, который находится на контроле ад
профсоюзного комитета и трудящихся, од
тересованных в улучшении санитарно-гиги
ловий труда и здоровья работающих.

Учитывая, что итоги аттестации непосредственно влияют на льготы, предоставляемые трудящимся и затраты предприятия на их финансирование, то переоценить их трудно.

Однако дальнейшее улучшение условий труда, снижение травматизма требует индивидуального подхода к решению задач со многими известными и неизвестными факторами. Неизвестными потому, что в производственном процессе постоянно возникают вопросы, которые ранее были скрыты проблемами, более важного характера.

На первый план выходят вопросы повышения культуры производства, а следовательно нового уровня профессиональной подготовки исполнителей, внедрения более совершенных технологий и менее травмоопасной техники. Поставляемое оборудование зарубежных фирм один из этих примеров. Однако, до полного технического перевооружения довольно долгий путь и придется эксплуатировать уже установленное оборудование и технологии. Важным значением в этих условиях является подготовка производства, организация безопасного производства работ, квалификация технического линейного персонала и исполнителей, их ответственность моральная и психологическая, настроенность на работу в условиях воздействия производственных факторов. В этом плане особое значение должно отводиться индивидуальному подходу и ответственности исполнителей.

Анализ причин происшедших несчастных случаев на производстве в 1999 году показывает, что 70,5% из них произошли из-за личной неосторожности, 17,6% - из-за низкого уровня подготовки рабочего места, а 33% с рабочими в возрасте до 23 лет, т.е. не имеющих достаточного опыта работы на производстве, следствием которого является пониженное чувство опасности производственной среды.

Кроме производственной среды со сложными производственными факторами существует и играет значительную роль социальный фактор, значение которого нельзя недооценивать и необходимо рассматривать его в общей концепции задач обеспечения безопасности труда и снижения травматизма. Что имеется в виду. Сутки состоят из 24 часов, из них 8-12 часов рабочая смена, проезд на работу и с работы, т.е. практически половина. И здесь более менее известно чем заняты трудящиеся и есть нормативная база регламентирующая этот временной промежуток времени, это - Трудовой кодекс, Правила внутреннего трудового распорядка, Правила безопасности и инструкции. Вторая же половина суток, выходные дни, практически остается вне зоны воздействия и мало известна, за исключением общих тенденций. Эти вопросы еще предстоит изучить, так как они оказывают значительное влияние на подготовку организма к трудовому процессу (дню) и найти методы и формы воздействия, а вернее создать атмосферу на предприятии, чтобы человеку труда крайне невыгодно было бы получить травму, либо подвергнуться опасности рядом работающего. Семейное положение, жилищный вопрос с его бытовыми условиями, отдых до и после рабочей смены, влияние родных, другие социально - бытовые условия, которые в значительной мере влияют на психологическое состояние

и готовность организма к встрече средой, техническим надзором и от человеческими отношениями членов ду собой. В этом плане особое значение индивидуальному подходу и ответвлений, которые могут и должны снцию защитных функций организма возможности даже случайно подвер получения травмы.

Остается недостаточно изученныегетического состояния человеческогорование опасной ситуации и появленияв имеют очевидную связь с оснлогическими чертами характера челми, а также влияние на организмных геофизических факторов. Сдеуглубленный анализ производствелЦентральном рудоуправлении покачастные случаи происходили в наные дни по геофизическим фактораисходили в критические дни биордавших.

Следовательно, учет и анализс травматизма, разработка и выполнроприятий по их устранению вэ позволяють добиться положительнпрофилактике без особых трудовитрат.

Важной задачей в повышении тепроизводственного опыта являетсяще вопросы организации и безо работ. Повышению квалификации- технических работников уделяекак одному из основных аспектоионализма, культуры производстности создания ситуаций приводяние проводится как с отрывом, таизводства в учебных Центрах, сочень высокий статус подготовкис

Основным направлением выбрпо наиболее сложным и опаснпроцессам, специальностям и пронием и эксплуатацией объектов Г и.т.д. При этом эффективность обкая.

Хотелось бы отметить вопрос, ем, и найти поддержку в его решвание. Средства в Учебные Центчение по профессии и на предвостальные виды обучения нормопределены, но вопрос финансирВероятно настало время этот прсделить статьи финансирования.]надо бы рассматривать вопрос нтивными документами определелопределены программы и время - время их проводить, как оплачивлено, а следовательно и отношен их в основном формальное и эфнизкая. Мастер должен выдать з:

на рабочих местах, т.е. он должен раньше начать и позже закончить свой рабочий день по сравнению со своими подчиненными, а ведь сегодня понятие ненормированный рабочий день отсутствует. Выход - в четком определении кто, когда, где проводит инструктажи и наряд, как это финансируется, по какой статье, кому и как эта работа оплачивается.

Однако есть проблемы, которые решить пока невозможно.

Какие бы критерии оценки экосистемы Центральных Кызылкумов мы не принимали, качество природной Среды для человека на территории производственных объектов, городов, поселков НГМК будут оставаться жесткими. Изменить экологические возможности региона до уровня допустимого для человека - невозможно.

Для нас стало очевидным, что стаж работы на горных

приступили Минтруда, Минздрав, Главврач Узбекистана. Все сказанное не говоря о вопросах охраны труда решены полностью помощи Республиканских структур по определению качественной спецодежды, обуви и уточнения принятых законов и постановлений и комментариев к ним.

Восхищены тем, что в нашей Республике мгновенно обеспечены красивой, добротой авиаторы. Уверены, что на предприятии можно изготовить СИЗО, СИЗ, приборы производственных факторов, спецодежду и средства защиты, сохранив валюту на другие цели.

Ждем появления в Республике Комитета Центра в решении проблем охраны труда. Принятия Нормативных основ.



и металлургических производствах должен быть ограничен законодательно. Какие бы средства защиты мы не применяли, вопрос влияния напряженности физического труда, перепады температуры воздуха на рабочем месте, этиологии человеческого организма и перенесенные заболевания остаются недостаточно изученными и с учетом влияния производственных факторов на организм человека с его неуклонным самостарением не могут обеспечить сохранения его защитных функций противостояния с производственным фактором.

Динамика профессиональных заболеваний в НГМК за период 1990 - 1999 гг. представлены на рис 2.

Производительно без нанесения вреда здоровью могут трудиться работники в течении 10-15 лет. Это определено и закреплено Законом о льготном пенсионном обеспечении. Однако вопросы ротации работников горно-металлургических производств остаются законодательно не решенными и вопрос вывода трудящихся отработавших во вредных условиях, стаж необходимый для выхода на пенсию на льготных условиях остается открытым. Это предстоит решить объединенными усилиями законодателей, научных учреждений Республики и предприятий. Есть надежда, что к решению этой проблемы

Готовы принять участие в Республиканской комиссии по проблемам охраны труда и ознакомления с системой работы по охране труда сложилась за десятилетия в НГМК.

Выводы:

1. Разработанная, отработанная и внедренная система управления охраной труда в НГМК обеспечивает высокий уровень безопасности при работе в горно - металлургическом производстве.
2. Вопросы внесения изменений в закон и нормативную базу должны быть рассмотрены с учетом интересов, как государства, так и предприятия.
3. Внедрение на предприятиях учета биологического состояния человеческого организма позволяет прогнозировать формирование ситуаций истощения физического состояния организма.



Определение интегральных характеристик пылегазовыделения карьером

УДК 622.807:614.7

© В.Н. Сытенко



В.Н.Сытенков,
главный инженер,
докт. техн. наук
Центральное РУ

В процессе разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом вредные примеси выносятся за пределы выработанного пространства и рассеиваются по окружающей территории. Количество пыли и газов, поступающих из карьера в окружающую среду, должны быть определены на основе следующих теоретических предпосылок.

Карьер рассматривается как единый равномерно распределенный по площади источник вредных веществ, интенсивность выбросов которых в окружающую среду в общем случае определяется по уравнению:

$$G = (C_{\text{ср.исх}} - C_{\text{ср.вх}}) V_{\text{возд.}} \quad (1)$$

где G - интенсивность пылегазовыделения карьером как единым источником, мг/с;

$C_{\text{ср.исх}}$, $C_{\text{ср.вх}}$ - средние значения концентрации примесей соответственно на исходящей и входящей струях воздуха, проветривающего выработанное пространство, мг/с;

$V_{\text{возд.}}$ - количество воздуха, проветривающего карьер, м³/с.

Количество воздуха, участвующего в проветривании карьера, определяется по формуле [1]:

$$V_{\text{возд.}} = V_n (b_{1k} h + \Delta V k_n L_2 b_{2k}), \quad (2)$$

где V_n - скорость ветра на поверхности карьера, м/с;

b_{1k} , b_{2k} - средняя ширина карьера по поверхности перпендикулярно направлению ветра, соответственно, для участков расширения и сужения воздушного потока в пределах карьера (определяется по плану карьера и его сечениям в направлении ветра), м;

h - высота приземного слоя воздуха, участвующего в проветривании карьера, м;

ΔV - коэффициент, учитывающий изменение скорости поверхностного ветра в пределах карьера, $\Delta V = 0,6-0,7$;

k_n - коэффициент, учитывающий турбулентную структуру воздушного потока, $k_n = 0,129$;

L_2 - характерный размер площадки сужения ветрового потока над карьером (второго участка) в направлении ветра, м.

Зная высоту h приземного слоя воздуха, участвующего в проветривании карьера, можно определить средние концентрации $C_{\text{ср}}$ примесей во входящей и исходящей струе:

$$C_{\text{ср}} = \frac{1}{h} \int_0^h C_i(z) dz,$$

где z - высота измерения концентрации примесей в земном слое воздуха (изменяется от 0 до h), м.

Экспериментальными исследованиями [2] установлено, что концентрация примесей C_i в слое воздуха изменяется по экспоненциальному закону:

$$C_i(z) = A \exp(-\eta z),$$

где A , η - коэффициенты, значения которых определяются экспериментально.

Если концентрации примесей измеряются в том слое на высоте $z = 1,5$ м, то

$$C_{1,5} = A \exp(-1,5\eta).$$

На верхней границе слоя воздуха, участвующего в проветривании карьера, концентрация примесей

$$C_h = A \exp(-h\eta).$$

Совместное решение уравнений (5) и (6) дает:

$$A = \exp \frac{h \cdot \ln C_{1,5} - 1,5 \ln C_h}{h - 1,5},$$

$$\eta = \frac{\ln C_{1,5} - \ln C_h}{h - 1,5}$$

Подставляя выражение (4) в (3), получаем для расчетов среднего значения концентрации по всему слою воздуха, проветривающего карьер

$$C_{\text{ср}} = \frac{A}{h\eta} (1 - e^{-h\eta}).$$

Используя полученную формулу (9), соответствующую для исходящей и входящей струй воздуха, проветривающего карьер, после подстановки в (1) получаем

$$G = \frac{V_{\text{возд.}}}{p} \left[\frac{A_{\text{исх}}}{\eta_{\text{исх}}} (1 - e^{-h\eta_{\text{исх}}}) - \frac{A_{\text{вх}}}{\eta_{\text{вх}}} (1 - e^{-h\eta_{\text{вх}}}) \right].$$

В качестве примера рассмотрим организацию проветривания карьера Мурунтау.

Геометрические параметры карьера Мурунтау

| Направление ветра | Средняя глубина карьера по направлению ветра, м | Средняя длина карьера по направлению ветра, м |
|-------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| С | 190 | 1850 |
| СВ | 205 | 2425 |
| В | 195 | 2860 |
| ЮВ | 200 | 2410 |
| Ю | 190 | 1850 |
| ЮЗ | 205 | 2425 |
| З | 185 | 2860 |
| СЗ | 200 | 2410 |

Для этого карьера по восьми румбам были сделаны разрезы и определены геометрические параметры выработанного пространства (табл.1, 2). На входящей и исходящей воздушной струе карьера были выбраны

Геометрические параметры слоя воздуха, проветривающего карьер Мурунтау

| Направление ветра | Длина площадки расширения воздушного потока, м | Длина площадки сужения воздушного потока, м | Высота проветриваемого слоя, м | Ширина карьера на участке расширения воздушного потока, м | Ширина карьера на участке сужения воздушного потока, м |
|-------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| С | 835 | 1015 | 108 | 2593 | 2250 |
| СВ | 725 | 1700 | 94 | 1375 | 1840 |
| В | 1120 | 1740 | 144 | 1400 | 1544 |
| ЮВ | 575 | 1835 | 74 | 1300 | 1820 |
| Ю | 490 | 1360 | 63 | 1916 | 2750 |
| ЮЗ | 465 | 1960 | 60 | 1630 | 2025 |
| З | 640 | 2265 | 83 | 1460 | 1745 |
| СЗ | 600 | 1810 | 77 | 1615 | 1890 |

размещения измерительных пунктов. Во избежание попадания в рециркуляционную зону измерительные пункты на наветренном борту карьера размещались от верхней бровки на расстоянии, равном 2÷3 высотам уступа.

Таблица 3
Интенсивность пылевыведения карьером Мурунтау

| Направление ветра | Скорость ветра, м/с | Температура воздуха, °С | Концентрация пыли, мг/м³ | | Количество воздуха, проветриваемого карьером, 10⁵ м³/с | Интенсивность пылевыведения карьером, 10⁵ мг/с |
|-------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| | | | на исходящей струе | на входящей струе | | |
| ЮЗ | 1,5 | 10,2 | 2,4 | 1,2 | 6,46 | 1,98 |
| ЮЗ | 2,2 | 10,4 | 1,6 | 0,6 | 9,48 | 2,67 |
| СВ | 5,8 | -1,0 | 1,4 | 0,2 | 22,74 | 8,26 |
| СВ | 6,5 | -0,2 | 1,4 | 0,2 | 25,48 | 9,25 |
| СВ | 8,5 | 13,2 | 1,2 | 0,8 | 33,30 | 3,70 |
| СВ | 7,0 | 16,0 | 0,8 | 0,4 | 27,40 | 3,42 |
| Ю | 2,2 | 12,5 | 1,2 | 0,2 | 9,55 | 3,02 |
| Ю | 2,8 | 13,2 | 1,2 | 0,2 | 12,15 | 3,84 |
| СВ | 1,6 | 7,2 | 1,8 | 0,2 | 6,50 | 2,98 |
| СВ | 0,8 | 8,2 | 1,4 | 0,5 | 3,14 | 0,80 |
| СВ | 1,2 | 9,4 | 0,4 | 0,1 | 4,70 | 0,56 |
| В | 0,8 | 0 | 0,8 | 0,1 | 3,63 | 0,88 |
| В | 1,5 | 0 | 0,6 | 0,4 | 6,40 | 0,42 |
| В | 3,3 | -1,8 | 1,7 | 0,4 | 14,10 | 5,06 |
| Ю | 1,6 | 3,6 | 0,7 | 0,4 | 6,94 | 0,67 |
| В | 1,5 | 4,8 | 0,7 | 0,1 | 6,40 | 1,36 |
| ЮВ | 1,5 | 5,6 | 0,5 | 0,1 | 5,64 | 0,87 |
| В | 3,6 | 6,8 | 0,9 | 0,1 | 15,37 | 4,15 |
| Ю | 3,2 | 2,2 | 0,8 | 0,1 | 13,90 | 3,11 |
| Ю | 3,5 | 4,0 | 0,2 | 0,1 | 15,20 | 0,70 |
| С | 2,8 | -2,4 | 0,4 | 0,1 | 13,22 | 1,57 |
| С | 4,6 | 32,2 | 0,7 | 0,2 | 21,70 | 3,67 |
| СЗ | 3,0 | 35,0 | 0,8 | 0,2 | 12,30 | 2,47 |

Скорость ветра на поверхностных площадках карьера измерялась каждые полчаса ручным чашечным анемо-

метром типа МС-13, жестко закрепленный на металлической стойке высотой 2 м. При этом по ветру контролировалось направление ветра, которое на плане карьера.

Отбор проб воздуха проводился переносными воздухоудками ПРВ-1М от входящей и исходящей струях. Продолжительность одной пробы составляла не менее 25 минут. В работе использовались аналитические аэрозольные фильтры типа АФА-ВП-20. Взвешивание образцов на ботанных фильтрах проводилось на анализаторе ВЛА-200 после двухчасовой выдержки в э-

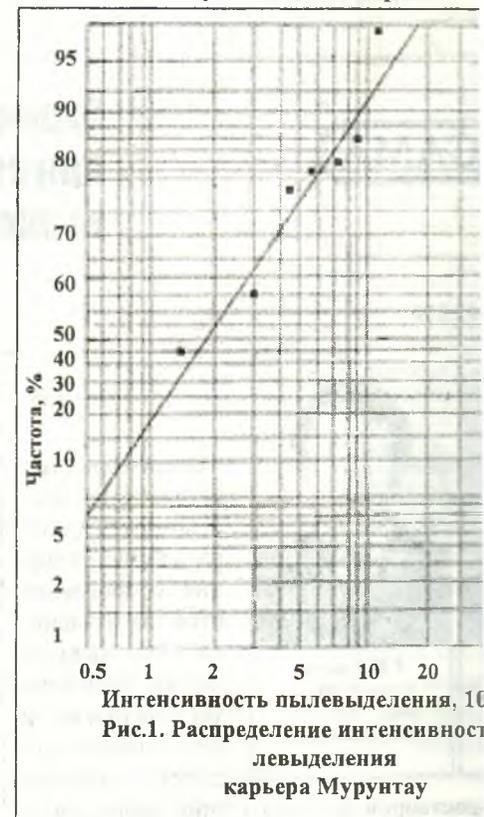


Рис.1. Распределение интенсивности пылевыведения карьера Мурунтау

Концентрация пыли определялась расчетным путем, учитывалось приращение массы а-

фильтра от осевших частиц пыли, производительность воздуходувок и продолжительность отбора пробы.

Результаты измерений и расчетов приведены в табл.3, анализ которых показывает, что интенсивность пылевыведения карьером Мурунтау изменяется от $0,42 \cdot 10^5$ до

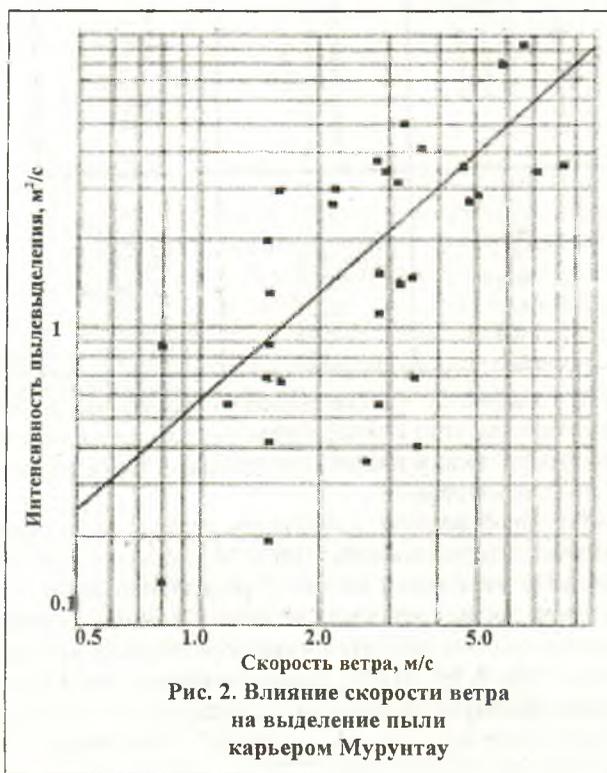


Рис. 2. Влияние скорости ветра на выделение пыли карьером Мурунтау

$9,25 \cdot 10^5$ мг/с, характеризуется медианным значением $M_e \approx 1,8 \cdot 10^5$ мг/с (рис.1) и логарифмическим стандартом $\sigma_d = 0,365$.

Рассматривая взаимосвязь интенсивности пылевыведения карьером в окружающую среду со скоростью ветра (рис.2), можно сделать вывод о том, что между ними существует прямая зависимость, имеющая вид степенной функции:

$$G = b_0 V_{\text{д}}^{b_1} \quad (11)$$

где b_0, b_1 - коэффициенты, определяемые экспериментально при определении взаимосвязи интенсивности пылевыведения карьером и скорости ветра.

Обработка полученных результатов методом наименьших квадратов для карьера Мурунтау позволяет получить следующие значения коэффициентов:

$$b_0 = 0,585 \cdot 10^5 \text{ и } b_1 = 1,2.$$

Аналогичный подход может быть применен для определения выбросов из карьера в окружающую среду других примесей, загрязняющих его атмосферу.

Список литературы:

1. Бересневич В.П., Михайлов В.А., Филатов С.С. Экология карьеров: Справочник.-М.: Недра, 1990. – 280
2. Иванов И.И. Геометрический режим и естественный воздухообмен карьеров. – М.:Недра, 1982. – 173 с.



Охрана окружающей среды при скважинном подземном выщелачивании урана

УДК 622.807:622.272

© Е.А. Толстов, Г.Н. Глотов 2000



Е.А. Толстов,
главный инженер
НГМК,
докт. техн. наук



Г.Н. Глотов,
главный геолог,
канд. техн. наук
Рудоуправление 5

Обработка месторождений способом подземного выщелачивания сопровождается загрязнением окружающей среды. Основными причинами и источниками являются: проливы

технологических растворов при нарушении целостности технологических средств (грубопроводов, оголовков скважин и плангов) и выполнении различных операций (выбросы при чистке и прокачке скважин, инфильтрация из отстойников и накопителей и т.п.); разбрызгивание

растворов при откачке эрлифтами; шлам и керн при ремонте скважин, остаточные растворы в недрах эксплуатационных участков и растекание их в смежные надбурные водоносные горизонты через скважины «окна» в водоупорах, ограничивающих рудоносный горизонт. При этом основные объекты загрязнения – атмосферный воздух, почвы, поверхностные и, главным образом, подземные воды [1].

Охрана атмосферного воздуха. Воздушная среда примыкающая к эксплуатационным участкам ПВ и цех переработки растворов, может загрязняться долгоживущими радиоактивными аэрозолями вследствие ветровой эрозии производственных площадей, загрязненных площадок ПВ. Кроме того, в процессе чистки скважин образуется тонкодисперсный радиоактивный аэрозоль, переносимый ветром по промплощадке и за ее пределами. В связи с этим размещение всех служебных, производственных сооружений, жилых поселков и объектов социальн. культуры производится только с наветренной сторо-

по отношению к контуру эксплуатационных участков (с учетом господствующего направления ветров).

Охрана почвенного покрова. В районе с пустынным и полупустынным климатом на участках подвижных и полуподвижных песков с наветренной стороны от контура отработки возводятся параллельные валы из местного грунта и покрываются закрепляющим материалом. Все технологические скважины оборудуются оголовками, исключая пролив растворов при их переполнении. Сброс растворов при чистке и прокачке скважин осуществляется в специальные емкости для отстоя и последующего возврата в скважины.

На случай пролива на поверхность растворов на обрабатываемой площади предусматривается размещение временных складов извести и закрепляющих материалов. Пролитые нейтрализуются, поверхность очага закрепляется и присыпается.

По завершении эксплуатационных работ на участке производится геофизическая съемка поверхности, выявляются очаги загрязнения и на основании полученных данных осуществляется рекультивация поверхности участка. Основными способами являются: в районе развития слабых грунтов – снятие и захоронение загрязненного слоя, в районе развития ценных почв – снятие и захоронение почвы, вспашка на глубину 40 – 50 см.

До начала этого процесса устьева часть колонны скважины ликвидируется путем обрезки ее на глубине не менее 1 м от поверхности и цементации.

На всех отмеченных участках проводится биологическая рекультивация: вносятся удобрения и восстанавливается растительный покров. Такие участки вводятся в эксплуатацию не менее чем через один вегетационный период с тем, чтобы в почве начала восстанавливаться первоначальная структура и расселяться микрофлора.

Охрана поверхностных вод.

Для защиты поверхностных водообъектов предусматриваются соответствующие инженерные сооружения (нагорные каналы, обводные каналы, дамбы, переходы и др.), исключая их загрязнение и обеспечивающие организованный отвод паводковых, талых и ливневых вод, защиту технологического оборудования и коммуникаций.

При наличии в районе рудника ПВ (в пределах санитарной зоны) постоянных водообъектов создаются пункты контроля качества воды, которые располагаются в трех зонах по площади: внутриконтурной (по контуру балансового оруденения); приконтурной (на 20-метровой полосе, примыкающей к внутриконтурной); региональной (примыкает к приконтурной).

Отстойники растворов ПВ с высадившимися взвесями следует рассматривать как загрязненные водоемы.

По окончании действия отстойников донные осадки хоронятся на месте, если они не могут быть перетаны в случае промышленного содержания поле компонента.

Охрана подземных вод. Экзогенные эпигенетические месторождения урана располагаются, как правило, в областях транзита подземных вод артезианских бассейнов. В объеме рудовмещающих водоносных горизонтов рудные залежи этих месторождений занимают ничтожно малую долю (тысячные и десятитысячные доли %). меньшими являются объемы горнорудной массы, временно находящиеся в отработке. Соответствующие запасы подземных вод относительно общих запасов вод артезианских бассейнов подвергающихся техногенному воздействию. Поскольку процесс ПВ осуществляется в замкнутом цикле, то существенного изъятия из оборота этих запасов не происходит. Степень загрязнения подземных вод в значительной мере зависит от применяемой схемы подземного выщелачивания (табл. 1) [2].

Таблица

Изменение химического состава пластовых вод при скважинном подземном выщелачивании

| Компоненты | Концентрация, мг/л | | | |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
| | Природные воды | | Технологические растворы | |
| | Кислотная схема | Минирегентная схема | Кислотная схема | Минирегентная схема |
| pH | 7,7÷8,3 | 7,6÷8,0 | 1,0÷1,5 | 7,0÷7,7 |
| Уран | 0,7÷1,0 | 1,34÷1,36 | 1,0÷9,0 | 1,5÷8,0 |
| Сухой остаток | 3000÷5000 | 4800÷5200 | 19000÷27000 | 5000÷5400 |
| SO ₄ ²⁻ | 800÷2550 | 1717÷ 1719 | 12000÷25200 | 1950÷1952 |
| Fe ³⁺ | 0÷ 0 | 0÷0 | 1300÷3350 | 1,8÷2,0 |
| Fe ²⁺ | 0÷0 | 0÷0 | 400÷1000 | 0÷0 |
| Al ³⁺ | 0÷0 | 0,1÷0,3 | 300÷950 | 1,4÷1,6 |
| NO ₃ ⁻ | 0÷6,0 | 0÷0 | 50÷200 | 0÷0 |
| Ca ²⁺ | 130÷350 | 248÷250 | 400÷600 | 394÷396 |
| Mg | 70÷130 | 174÷176 | 1200÷1650 | 219÷221 |
| Cl ⁻ | 700÷1200 | 1455÷1457 | 1000÷2000 | 1453÷1455 |
| Na ⁺ + K ⁺ | 650÷830 | 1249÷1251 | 1600÷4700 | 1159÷1161 |
| HCO ₃ ⁻ | 170÷250 | 195÷197 | 0÷0 | 314÷316 |

Процессы подземного выщелачивания по серно-кислотной схеме приводят к существенному ухудшению экологического состояния подземных вод рудовмещающих горизонтов на рабочем участке. Содержание большинства из 27 опробованных компонентов на участках подземного выщелачивания значительно превышает ПДК. К ним в первую очередь относятся составляющие растворителя – ионы SO₄²⁻, H⁺, продукты выщелачивания – уран, железо, алюминий, марганец, некоторые тяжелые металлы и другие токсичные элементы, технологические продукты переработки – нитраты и др. Особенно высокая контрастность загрязнения отмечается по сульфатам – в 20 раз и более, алюминию и урану – в сотни раз, железу и бериллию – в тысячу раз.

При использовании карбонатной схемы с окислителем в процессах подземного выщелачивания изменения

концентраций исходных компонентов пластовых вод происходит намного слабее, и экологическое состояние вод рудовмещающих горизонтов хотя и ухудшается, но значительно в меньшей степени, чем при применении кислотной схемы. Общая минерализация растворов повышается незначительно, поэтому концентрации карбонатов, кальция, аммония, хлора, сульфата, урана, молибдена и остальных компонентов не претерпевают существенных изменений.

При использовании миниреагентной схемы выщелачивания продуктивные растворы имеют слабощелочную реакцию (рН = 7,6-8,0), минерализация пластовых вод повышается на 8-12% (табл. 2).

Таблица 2
Изменение химического состава пластовых вод при минералогическом выщелачивании

| Компоненты | Концентрация, мг/л | |
|-----------------|------------------------------|--------------------------|
| | Природные воды | Технологические растворы |
| Mn | 0 | $(1\pm 3) \cdot 10^{-3}$ |
| NH ₃ | 0,6±0,8 | 0 |
| Cu | $(1\pm 3) \cdot 10^{-3}$ | 0,04±0,05 |
| Zn | $(4\pm 6) \cdot 10^{-3}$ | 0,35±0,37 |
| Pb | $(2\pm 4) \cdot 10^{-3}$ | 0,13±0,15 |
| As | $(2\pm 4) \cdot 10^{-3}$ | 0,01 |
| Be | $< 1 \cdot 10^{-5}$ | $(1\pm 3) \cdot 10^{-3}$ |
| Mo | 0,04±0,06 | 0,3±0,5 |
| Se | 0,14±0,16 | 2,0±2,2 |
| Sr | 5,3±5,5 | 5,3±5,5 |
| Ni | < 0,1 | 0,22±0,24 |
| Co | < 0,1 | 0,16±0,18 |
| Cd | $(1,4\pm 1,6) \cdot 10^{-3}$ | 0,001 |
| Ba | < 0,1 | < 0,1 |
| Cr | < 0,06 | 0,02 ± 0,04 |
| Y | - | 0,001 |
| Ra-226 | 1×10^{-10} | $7,3 \times 10^{-10}$ |

Изменения рудовмещающих пород изучались после девяти месяцев эксплуатации опытной ячейки ПВ-92 (на месторождении Кендыктыбе), при достижении коэффициента извлечения 0,65 и значения Ж:Т=3,48. Для этого было пробурено 37 контрольных скважин (при площади работающей ячейки 2176,8 м²) с отбором керна по всей мощности водоносного горизонта. В процессе проведения исследований установлено, что минералогический состав песков изменился незначительно уменьшилось среднее содержание карбонатных минералов (доломит, сидерит, кальцит) от 1,89% до 1,41% и суммы глинистых минералов (монтмориллонит, гидрослюда, каолинит) от 4,49% до 3,5%, за счет чего в песках увеличилась обломочная составляющая от 87,26% до 93,28%. Из новообразований следует отметить наличие гипса и гетита.

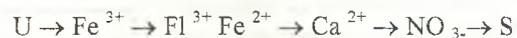
Результаты лабораторных исследований свидетельствуют о незначительном выщелачивании таких элементов как железо, алюминий, кальций, магний, натрий и калий. Контроль за составом продуктивных растворов позволил определить прямую корреляцию содержаний бикарбонат-иона и урана.

В 1998 году на месторождении Сугралы проведены опытные технологические работы по минтреат-схеме, но при подаче серной кислоты с концентрацией 0,3 г/дм³ и технического кислорода в концентрации 0,23-0,30 г/дм³. Поступление дополнительного кислорода, по сравнению с используемой технологией, при интенсификации выщелачивания урана до значительных средних показатели сернокислотного выщелачивания. Общая минерализация выросла в два раза, за счет увеличения содержания макрокомпонентов SO₄²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺ и HCO₃⁻.

Наиболее яркое различие сернокислотного и миниреагентного выщелачивания (МРВ) проявилось при рассмотрении их влияния на окружающую среду. Это, прежде всего, загрязнение поверхностных грунтов и пластовых подземных вод.

Загрязнение пластовых вод определяется растеканием растворов за контуры работных блоков (СПВ – до 50-100 м, МРВ – до 30 м), которое локализуется устойчивой депрессией в виде воронки по рядам откачных скважин.

Зональность основных макрокомпонентов загрязнителей в пластовых водах имеет следующий вид:



Остальные компоненты, в том числе и нуклиды, распространены в пределах сульфидной ореолы, по развитию которой можно судить об общем загрязнении водоносных горизонтов. Минерализация (степень загрязнения) определяется исходной концентрацией рабочих растворов, снижением содержания загрязняющих элементов обусловлено химическим взаимодействием в растворах и отложений, слагающих рудовмещающие породы.

В США изучалась возможность восстановления химического состава пластовых вод после ПВ как кислотными так и карбонатными и бикарбонатными растворами в промышленных масштабах. Натуральные эксперименты выполнены на предприятиях «О», «Иригари», «Бруни». За время выщелачивания в растворах значение рН изменилось от 6,3 до 1,4, концентрация сульфат-иона – от 1,8 – 1,9 г/дм³ до 7,0-8,0 г/дм³, урана – от 0,1-0,4 мг/дм³ до 40-50 мг/дм³, ванадия – от 0 до 0,1 мг/дм³.

Восстановление химического состава пластовых вод началось с нейтрализации растворов известковой впитательной фильтрации и обратного осмоса.

В течение года удалось привести значения концентраций большинства компонентов, в том числе ванадия, железа, селена, мышьяка, рН, сульфат-иона, для чего потребовалось произвести более 100 объемов растворов.

Однако последующие исследования показали наличие загрязненных зон.

Степень загрязнения недр при использовании миниреагентного выщелачивания вполне сопоставима с традиционной технологией.

результатами техногенного восстановления состава пластовых вод, полученных в США.

Для восстановления исходного качества подземных вод, загрязненных при подземном выщелачивании известны ряд способов, к которым относятся: дистилляция, электродиализ, обратный осмос, реагентное осаждение, ионный обмен, вымораживание, захоронение в глубокие горизонты, геохимическая деминерализация [3].

Из всех вышеперечисленных способов наиболее перспективным является геохимическая деминерализация, то есть восстановление подземных вод на месте их залегания с использованием сорбционно-емкостных свойств пород, так как все остальные требуют весьма больших затрат на их осуществление и большинство из них не апробированы в условиях ПВ. Метод естественной деминерализации к тому же весьма продолжителен по времени (десятки лет).

В связи с этим Петуховым О.Ф., Прозоровым Л.Б., Когай М и др. был исследован способ очистки от загрязнителей поверхности и подземных вод, названный электросорбционной технологией. Принципиальная сущность этого способа заключается в необратимом связывании компонентов – загрязнителей в толще глин водоносных горизонтов, в которые загрязненные растворы (промывочные или остаточные) ступают под воздействием электроосмоса при наложении постоянного электрического тока.

Известно [4], что глины обладают высокими сорбционными и катионообменными свойствами и при прохождении через них загрязненных растворов происходит обменная сорбция, в результате которой катионы металлов связываются глинами, а замещенные ими эквивалентные количества кальция, магния и натрия не являются токсичными. При этом ионы кальция дополнительно связывают в труднорастворимые соединения сульфат – ионы, арсенат – ионы и селенат – ионы. Таким образом растворы очищаются от большей части загрязнителей как катионной, так и анионной формы.

Связывание загрязнителей в глинах достаточно прочное и в естественных условиях их обратное поступление в водоносные горизонты практически исключается.

Принципиальная схема электросорбционной очистки загрязненной поверхности заключается в следующем: компоненты – загрязнители в верхнем почвогрунтовом слое переводятся промывкой земель в раствор. Между поверхностью и подстилающими глинами создается электрическое поле постоянного тока с помощью электродов, расположенных на поверхности и в глинах, подключением их к источнику постоянного тока, в результате чего создается поток растворов в глины. Расположение катода в глинах, а анода на поверхности промывного участка создает поток промывной воды совпадающей по направлению с гравитационным.

Поскольку водонасыщение рабочего слоя глин приведет к уменьшению осмотического потока, то снизится со временем и интенсивность очистки. Кроме того, благодаря электролитическим эффектам анионная часть и, прежде всего сульфат – ионы, будут перемещаться против потока промывки. Эти нежелательные эффекты

устраняются путем перемены полярности электродов. При этом очищенные от катионов тяжелых металлов растворы будут двигаться из глин вверх, вынося катионы кальция, которые взаимодействуя с анионами SO_4^{2-} и другими будут связывать их в труднорастворимые соединения. Затем цикл повторяют.

Тем самым достигается дополнительно сокращение расхода промывной воды, так как получается многократная промывка с очисткой на глинах одним и тем же объемом воды.

Лабораторные эксперименты позволили установить оптимальный диапазон напряженностей электрического поля и удельного расхода воды. Опыты проводились в колонках, заполненных образцами загрязненных почв с глинистой подложкой, сверху и снизу устанавливались электроды, пропускали воду при различных напряжениях на электродах и контролировали концентрацию основных загрязнителей в отбираемых аликвотах. Напряженность электрического поля $E = 0,1 - 0,5$ В/см обеспечивала эффективную очистку промывного раствора.

Удельный расход воды определялся отмывкой образцов почв в колонках со снятием кинетических выходных характеристик по результатам анализов отбираемых после пропускания каждого объема воды аликвот. Опыты показали, что удельный расход в 5-6 поровых объемов загрязненного слоя обеспечивает достаточно полную отмывку (около 80-90%) водорастворимых загрязнителей.

Сопротивление пород при изменении влажности и минерализации определенные вольтампермерными измерениями составляли $0,8 - 2,5$ Ом/м.

Для рекультивации загрязненных в загрязненном водоносном горизонте и в глинистых породах водоупоров или глинистых пропластках размещаются в скважинах специальные электроды, подключаемые к источнику постоянного тока.

Необходимыми и недостаточными условиями осуществления электросорбционной очистки остаточных растворов от загрязнителей являются:

- наличие глинистых минералов (водоупоров) необходимой мощности с относительно высокими сорбционно – емкостными показателями, контактирующими с ореолом остаточных растворов;
- создание электрического поля постоянного тока между раствором и глинами определенной напряженности для обеспечения направленного потока растворов в слой очистителя – глин водоупоров.

Известно, что наибольшей сорбционной емкостью из пород обладают глины [4], имеющие катионообменную емкость (КОЕ) $1,2 - 2,0$ г-экв/кг, а анионообменную емкость (АОЕ) $1,0 - 1,5$ г-экв/кг.

Исследованиями установлено, что глины месторождений учкудукского типа обладают весьма высокими значениями статической обменной емкости как по катионам, так и по анионам и, следовательно, с успехом могут играть роль очистителей остаточных растворов ПВ.

В табл. 3 представлены данные по очистке реальных остаточных растворов ПВ на глине в динамическом режиме (пропущен I об./об.).

Таблица 3

Результаты очистки остаточного раствора ПВ в динамике (H=0,2м, t_{обр} = 96 ч.) с использованием электросорбционных технологий

| Элемент | Концентрация, мг/л | | |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Исходная | Остаточная | ЦДК |
| Сульфат | 16250 | 480 | 500 |
| Нитрат | 425 | 2 | 45 |
| Железо (+3) | 835 | 0,02 | 0,3 |
| Железо (+2) | 320 | 0,03 | 0,3 |
| Кадмий | 0,46 | 1x10 ⁻³ | 1x10 ⁻³ |
| Свинец | 12,9 | 1x10 ⁻³ | 3x10 ⁻² |
| Ртуть | 0,8 | 2x10 ⁻⁴ | 5x10 ⁻⁴ |
| Селен | 0,015 | 1x10 ⁻³ | 1x10 ⁻³ |
| Кальций | 370 | 890 | Не нормируется |
| Магний | 125 | 480 | |
| Натрий | 126 | 502 | |
| Калий | 102 | 250 | |

Для создания направленного потока раствора через глины использовали плоские нержавеющей электроды, расположенные сверху и снизу колонки с глиной, напряженность была 0,2 В/см.

Опыты, проведенные в динамических условиях, убедительно подтверждают вывод о высоких сорбционно – емкостных свойствах глин и о целесообразности их применения в качестве очистителя в ЭСТ.

Электроосмос достаточно хорошо изучен [4] и широко применяется для осушения (обратные рассматриваемому нами процессы) торфяников, глинистых пород, водоупорных толщ.

При этом было установлено, что на процесс электроосмоса существенное влияние оказывает дисперсность грунта – чем крупнее частицы, составляющие грунт, тем выше требуется напряженность и плотность тока для осуществления электроосмоса. Коэффициент электроосмотической активности значительно увеличивается в области более узких пор, характеризуя таким образом, большую эффективность использования электроосмоса для высокодисперсных грунтов, какими и являются глины.

Определение необходимой мощности глинистого водоупора (глинистого пропластка), обеспечивающего связывание всего количества компонентов – загрязнителей, может быть произведено по следующей формуле, вытекающей из уравнения материального баланса:

$$N_{гг} = N_{эл} = \frac{S_3 \cdot m_3 \cdot W \cdot C_3}{a_{гг} \cdot S_{гг} \cdot \gamma_{гг}}$$

где S₃ – площадь ореола загрязнения, м²;

m₃ – мощность ореола загрязнения (водоносного пласта), м;

W – активная пористость, отн.ед;

C₃ – концентрация загрязнителей в растворе, г-экв/м³;

a_{гг} – динамическая обменная емкость глин по загрязнителям, г-экв/кг;

S_{гг} – площадь глинистого водоупора или пропласта, м²;

γ_{гг} – объемный вес глин, кг/м³.

Динамическая обменная емкость глин (a_{гг}) определяется в лабораторных условиях по методике приведенной в работе [5].

При проведении работ следует определиться и с выбором лимитирующего элемента – загрязнителя. В каждом конкретном случае он определяется отдельно, как правило, по аниону и катиону. Например, для остаточных сернокислых растворов ПВ рекомендуется лимитирующим анионом – загрязнителем считать сульфат – ион, а катионами – железо и металл.

Весьма важным условием успешного осуществления ЭСТ – рекультивации подземных вод является надежный электрический контакт между электродом и глиной, электродом и остаточным раствором, то он не вызывает особых осложнений, поскольку осуществляется «напрямую», через фильтр в обсаженной скважине. Требуется лишь замер уровня песка в скважине и ее распескование при необходимости. Для осуществления контакта между электродом и глиной мы рекомендуем осуществлять перфорацию обсадной колонны, при этом наилучшие показатели обеспечивает перфорация «проколом», осуществляемая сконструированным во ВНИИВ-зрывгеофизика пневматическим перфоратором.

Предварительно в интервале между фильтром и участком перфорации эксплуатационной колонны создается «мост». Если очистку ведут на верхнем водоупоре, то на расчетной высоте над верхней границей фильтра внутри эксплуатационной колонны устанавливается пробка с опорой на забой.

Если в качестве очистителя используют нижний водоупор, то на расчетную глубину проводят добуривание скважин, вводят электроды и проводят верхний тампонаж, например, заливкой глинистым раствором.

По результатам исследований выполненных под руководством д.т.н Прозорова Л.Б., можно сделать следующие основные выводы и предложения.

1. Теоретическими и лабораторными исследованиями обоснована практическая возможность и целесообразность применения в определенных природных условиях предприятий ПВ, электросорбционной технологии (ЭСТ) для рекультивации загрязненных поверхностей и подземных вод. Сущность ЭСТ заключается в необратимом связывании компонентов – загрязнителей в глинистых породах в их естественном залегании, в которые загрязненные растворы проникают в результате электроосмоса при наложении электрического поля постоянного тока. Необходимыми и достаточными условиями осуществления ЭСТ являются: наличие глинистых пород необходимой мощности и создание электрического поля между раствором и глинами.

2. Разработана технология электросорбционной очистки поверхности от техногенного загрязнения, которая заключается в следующем: производится реагентная промывка загрязненных участков для перевода в раствор компонентов – загрязнителей и между поверхностью и подстилающими почвогрунтовым слоем глинами создается электрическое поле постоянного тока определенной

напряженности. В результате возникающего при этом электроосмоса растворы проходят в глинистые породы, где катионы – загрязнители необратимо связываются глинами, а замещенные катионами ионы кальция связывают в труднорастворимые соединения анионы – загрязнителей.

В результате лабораторных и натуральных опытных исследований установлены оптимальные значения основных технологических параметров электросорбционной технологии рекультивации поверхности.

3. Разработана технология электросорбционной рекультивации подземных вод. Лабораторными исследованиями определены состав, физико-химические свойства и сорбционно-емкостные характеристики глин водоупоров изучаемых месторождений. В результате натуральных опытных работ определены оптимальные параметры электросорбционной технологии рекультивации подземных вод, которые были положены в основу исходных данных для проектирования и проведения опытно – промышленных работ. Полученные результаты показывают, что электросорбционная технология может успешно применяться для очистки остаточных растворов ПВ в рудных горизонтах, восстанов-

ления качества подземных вод смежных водоносных горизонтов, загрязненных растворами ПВ и для ликвидации загрязнения грунтовых вод при растекании растворов ПВ и хвостохранилищ.

Список литературы:

1. Учкудукский тип урановых месторождений Республики Узбекистан // Каримов Х.К., Бобоноров Н.С., Толстов Е.А. и др. Ташкент. Фан. 1996, -334с.
2. Толстов Е.А. Физико-химические технологии освоения урана и золота в Кызылкумском регионе при рациональном использовании ресурсов. Монография. М.: Изд. Дом «Руда и металлы», 1999. – 279 с.
3. Садыков Р.Х. Охрана окружающей среды при подземном выщелачивании за рубежом. М.: ЦНИИАтоминформ, 1986, №77 (322), с. 48-49.
4. Жинкин Г.Н., Калганов В.Ф. Электрохимическая обработка глинистых грунтов в основаниях сооружений. М.: Стройиздат, 1980, -114с.
5. Толстов Е.А., Прохоренко Г.А., Дж. Браунли и «Кучное выщелачивание золота из балансовой руды карьера Мурунтау на совместном предприятии «Зарафшан-Ньюмонт». Цветные металлы. №7. 1999. С. 53-56.



Экологическая и техническая безопасность горно-перерабатывающего производства

УДК 622.807:577.4

© Н.А. Зинько, Н.Б. Кузембаев 2000 г.



Н.А. Зинько,
главный инженер
Северное РУ

Н.Б. Кузембаев,
зам. главного
инженера
Северное РУ

Жара и пыльные бури летом, резкие падения температуры зимой, загрязнение воздуха от производственных выбросов, все это в совокупности оказывает воздействие на

человека, определяет необходимость уделять серьезное внимание вопросам охраны труда, обеспечению безопасности в экстремальных условиях Кызылкумского региона, где ведется разработка крупного месторождения золота Кокпатас.

Руды месторождения Кокпатас частью окисленные, а на 65 % от общего количества – сульфидные, представлены пиритом и арсенопиритом, содержание последних в рудах от 5 до 20 %, содержание двуоксида кремния в этих рудах 43 – 54 %, мышьяка – 0,96 – 1,38.

Месторождение обрабатывается открытым способом, при этом принята общеизвестная технология горных

работ: буровзрывные операции осуществляются с помощью буровых станков, выемка горной массы – экскаваторами, а транспортировка ее на отвалы – автосамосвалами. Руда с месторождения доставляется на площадку ГМЗ-3 железнодорожным транспортом в думпкарах.

Пылеподавление проводится путем полива автодорог, орошения горной массы гидромониторами на базе БелАЗов.

Одним из источников загрязнения атмосферного воздуха является тротил, который образует огромное количество ядовитых газов при производстве взрывных работ, для его уменьшения используется аммиачно-селитренное ВВ.

Освоение месторождения Кокпатас началось в 1991 году. Бурение скважин производится станками СБШ-250, СБУ-100; экскавация ведется экскаваторами ЭКГ-5А, ЭКГ-8И; перемещение грунта – бульдозерами на базе трактора К-700; перевозка большегрузными автосамосвалами типа БелАЗ-548.

Применение вышеперечисленных машин и механизмов на горном комплексе связано с воздействием на работающих высоких виброакустических нагрузок, обусловленное спецификой производства. Так в результате фактических замеров уровней шума и вибрации на рабочих местах горнодобывающего комплекса установлено:

1. На рабочих местах бульдозера на базе трактора К-700, автосамосвала БелАЗ-540 и в кабинах экскаваторов ЭКГ-5А, ЭКГ-8И имеют место превышения предельно допустимого уровня шума, которые составляют бульдозер – 8 дБА, БелАЗ-548 – 2 дБА, ЭКГ-5А, ЭКГ-8И- 3-1 дБА.

2. Превышение допустимого уровня виброскорости на экскаваторах при разных технологических циклах работы составляет 5-12 дБ.

По типам ЭКГ эти превышения равны:

- на сиденье экскаватора ЭКГ-5А – 5 дБ в октавной полосе с частотой 8 гц по оси Y;
- на сиденье экскаватора ЭКГ-4,6 – 6 дБ в октавной полосе с частотой 16 гц по оси X;
- на сиденье экскаватора ЭКГ-8И – 6 дБ в октавной полосе с частотой 16 гц по оси X, Y, при проведении тяжелых вскрышных работ – 12 дБ достигается в октавной полосе с частотой 8 гц.

3. На рабочем месте водителя автосамосвала БелАЗ-548 превышение скорости по нормам транспортной вибрации составляет – 2 дБ в октавной полосе с частотой 8 гц по оси Z.

4. На рабочем месте бульдозериста К-700 максимальное превышение уровня виброскорости достигает – 8 дБ с частотой 8 гц.

Учитывая высокую степень изношенности находящегося в эксплуатации оборудования, не соответствие их требованиям санитарных правил, предприятием был взят курс на замену горнотранспортного оборудования, выпускаемого в странах СНГ, на зарубежное, более совершенное, соответствующее по своим технико-экономическим показателям Европейскому стандарту. Начиная с 1997 г. по настоящее время внедрены на карьерах Кокпатаасского месторождения 9 гидравлических экскаваторов типа RH-40E, CAT; фирм ООК, «Катерпиллер»; 10 буровых станков ROC-860 фирмы Atlas Copco; тяжелые бульдозеры, грейдеры фирмы Komatsu.

Гидравлические экскаваторы и буровые установки по сравнению с прежними механизмами более мобильны, компактны и легче по весу, в них созданы комфортные условия для обслуживающего персонала, они надежны и высокопроизводительны.

Гидрометаллургическая переработка кокпатаасской руды производится на ГМЗ-3, который включает следующие переделы:

- дробление (крупное) руды в конусной дробилке ККД 1500/180 Грц;
- ленточным конвейером руда попадает в бункер, а оттуда на мельницы для измельчения в две стадии шаровыми мельницами и мельницами самоизмельчения;
- затем в спиральных классификаторах проводится классификация;
- сепарация, концентрация, доизмельчение;
- сгущение и цианирование, сорбция растворов на смоле и т.д.

Основными источниками выделения загрязняющих веществ является на ГМЗ-3:

- прием, дробление, транспортировка, загрузка руды – пыль рудная;

- цианирование и сорбция рудной пульпы – цианистые соединения;

- известковое хозяйство – пыль негашеной извести;
- сернокислотное производство – диоксид серы и аэрозоли серной кислоты.

Одним из источников загрязнения атмосферного воздуха является хвостохранилище для сброса цианосодержащих пульп.

В целях защиты окружающей среды от загрязнений производственными отходами предусмотрено их улавливание и обезвреживание, сбор и утилизация. К таким мероприятиям относятся функционирующие устройства местных отсосов от рабочих мест и оборудования, выделяющих пыль, пары, газы с последующей очисткой вентиляционных и технологических выбросов. На всех узлах перегруза, пересыла установлены форсунки увлажняющие воздух.

В рабочей зоне отделений цианирования, сорбции и регенерации, на складе цианидов установлены приборы «Миндаль» непрерывного контроля содержания цианиона в воздухе, который автоматически предупреждает об опасности (превышении ПДК) световой и звуковой сигнализацией.

Технологические процессы в производственных помещениях характеризуются выделением тепла, влаги, газов, пыли, паров и других технологических вредностей.

Для создания нормальных условий труда во всех цехах установлена приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением. Предусмотрено снижение уровня шума установки оборудования на виброопоры, а также путем изоляции в отдельные помещения наиболее шумных участков от других подразделений; в технологии используются мельницы с безредукторным приводом.

В целях улучшения условий труда и техники безопасности предприятием проводятся такие мероприятия, как:

- механизация производственных процессов с тяжелыми условиями труда, степень механизации труда составляет 69,7 %, удельный вес численности рабочих, занятых ручным трудом – 15,6 %; рабочих, занятых наладкой и ремонтом оборудования – 14,7 %;
- механизация погрузочно-разгрузочных работ, транспортировка тяжелых грузов к рабочим местам;
- вентиляция и отопление помещений;
- мойка и чистка оборудования перед ремонтом;
- водоснабжение для бытовых нужд и уборочных работ, канализация.

Все трудящиеся обеспечены спецодеждой и СИЗ, имеются бытовые помещения, производится стирка спецодежды, соблюдается питьевой режим путем установки сатураторов, питьевых бачков, фонтанчиков; летом в жаркий период года все рабочие места обеспечиваются пищевым льдом.

Анализ показывает, что 60 – 80 % несчастных случаев происходит по вине самих пострадавших, не выполнивших по тем, или иным причинам, требования правил техники безопасности. В сущности, от каждого рабочего требуется немного – знать инструкции по охране труда и четко и пунктуально их выполнять. Но знания и дисци-

плинированность не приходят сами по себе. Это результат длительного воспитания у рабочих уважительного отношения к требованиям безопасности. В этой связи мы обращаем внимание на три основных фактора:

- обучение, повышение профессиональной подготовки;
- контроль условий труда на рабочем месте; состояние здоровья работников; о причинах и возможных сроках наступления профессиональных заболеваний;
- создание обстановки нетерпимости к нарушениям правил техники безопасности; неминуемость наказания лиц, допустивших нарушения охраны труда.

Основная задача службы охраны труда видится в организации и координации работ по охране труда всего предприятия, контроль за соблюдением законодательных и иных правовых актов по охране труда, совершенствование профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний.

С первого и до последнего дня на предприятии каждый рабочий проходит, в той или иной форме, обучение безопасным методам труда. Вводный инструктаж – уже элемент такой учебы. Учебой является также предварительное обучение в учебном комбинате, наряду с обучением по профессиям, проведение первичных, повторных, внеплановых инструктажей.

Много дает оперативная, своевременная информация на нарядах о всех имевших место авариях, несчастных случаях на производстве.

Согласно ст. 17 Закона Республики Узбекистан «Об охране труда», все работники предприятия проходят предварительный, при поступлении на работу и ежегодный медицинский осмотр в соответствии с приказом № 400 от 22. 07. 1992 г. Министерства Здравоохранения РУз.

Вредных производственных факторов среды и трудового процесса, способных вызвать профессиональную патологию, временное или стойкое снижение работоспособности на нашем предприятии достаточно.

Действующее в Республике законодательство предоставляет определенные льготы и компенсации за работы с особо вредными и особо тяжелыми условиями труда в виде повышенной оплаты и право на пенсию с уменьшением общеустановленного возраста.

Так называемые по Списку №№ 1, 2, 3, как показывает практика, многие работники, выработавшие льготный стаж, продолжают работать во вредных и тяжелых условиях труда в ущерб своему здоровью и доводят дело до профзаболевания.

На наш взгляд необходимо по каждой отрасли промышленности в зависимости от характеристики и продолжительности воздействия вредных производственных факторов конкретно по профессиям устанавливать предельный, льготный стаж работы, после выработки которого, дальнейшее пребывание работника во вредных условиях могло бы определяться по результатам ежегодного медосмотра инженерно-врачебной комиссии предприятия. Закрепление такого положения законодательно и внедрение в практике значительно снизило бы

количество профбольных, сохранило бы здоровье многим работникам.

В целях обеспечения систематического контроля санитарно-гигиенических условий труда, в том числе радиационной обстановки, на рабочих местах, а также за загрязнением окружающей среды в регионе с 1988 г. на предприятии функционирует служба контроля условий труда и охраны окружающей среды (ЛКУТ и ООС). Благодаря ее работе осуществлена оценка условий труда и проведена аттестация рабочих мест.

На предприятии проводится большая работа по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, - на всех пылящих участках установлены укрытия с местными отсосами. Для очистки запыленного воздуха используются циклоны типа СИОТ, с эффективностью пылеулавливания 90 %.

Совершенствование профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний – первейшая обязанность службы охраны труда. Вот уже много лет на предприятии составляется и строго соблюдается график проверок состояния охраны труда и техники безопасности в подразделениях. Притом, в зависимости от сложности производства, проверки бывают от 2-х до 4-х раз в год каждого подразделения. По каждому выявленному нарушению правил охраны труда выясняется: почему оно было допущено: в результате халатности в работе или имеются технические или организационные причины; делается все, чтобы подобный случай не повторился.

В обследовании принимают участие специалисты отделов и служб управления, инспектора гортехнадзора, котлогазового надзора, технические инспектора, СЭС. После проверки составляется акт, в котором указываются все выявленные нарушения правил техники безопасности и конкретные сроки их устранения. По итогам проверок издаются приказы с наложением дисциплинарных взысканий на виновных лиц. В своей работе отдел ТБ обращает внимание на качество инструкций, нормативных документов, технических паспортов, технологических карт.

Очень важно проводить высококвалифицированное расследование происшедших несчастных случаев и аварий, делать анализ и правильные выводы.

Оправдал себя КТУ – оценка состояния уровня безопасности на рабочих местах, механизмах, который проводится ежемесячно.

Служба охраны труда предприятия работает в тесном контакте с медсанчастью МСЧ-2, которая ежедневно информирует администрацию о всех несчастных случаях на производстве. Своевременно получаемая информация позволяет избежать недоразумений, связанных с оформлением документов о несчастных случаях.

Следует сказать, что мы находим взаимопонимание со ВТЭКом г. Зарафшана при определении степени утраты профессиональной трудоспособности вследствие трудового увечья или профзаболевания наших трудящихся.

В заключении несколько слов о смешанной ответственности, когда в случае вины пострадавшего возмещение ущерба ему выплачивается в пониженном разме-

ре. В нашей практике смешанная ответственность последнее время широко применяется. Там, где имеет место грубое нарушение правил безопасности со стороны пострадавшего администрация определяет степень вины работника и работодателя, обращается в Профсоюз с целью получения согласия на смешанную ответственность.

Конечно работодатель обязан создавать здоровые безопасные условия труда, внедрять самые совершенные средства техники безопасности, направленные на предупреждение производственного травматизма и

обеспечение санитарно-гигиенических условий, печивающих предотвращение возникновения профессиональных заболеваний работников.

Однако, работники обязаны строго соблюдать требования действующих инструкций и других регламентирующих документов. В этом смысле применение смешанной ответственности безусловно повышает ответственность исполнителей.



Организация работ по охране труда на руднике Мурунтау

УДК 622.271:331.82

© А.Н. Бойко, П.А. Шеметов, А.У. Ширинбаев 20



А.Н. Бойко,
зам. главного
инженера
Центрального РУ



П. А. Шеметов,
главный инженер
карьера Мурунтау
канд. техн. наук
Центральное РУ



А.У. Ширинбаев
горный инженер
карьера Мурунтау
Центральное РУ

Основной задачей трудового коллектива рудника Мурунтау является добыча золотосодержащей руды при безусловном обеспечении безопасности производства работ. В целях предупреждения производственного травматизма и аварий в работе, а также других нарушений на руднике разработана функциональная структура по охране труда и технике безопасности (рис.1), которая включает в себя четкое распределение функциональных обязанностей по охране труда и технике безопасности (ОТиТБ), начиная от начальника рудника и до рабочего.

На руднике действует ступенчатый метод контроля и Совет по укреплению дисциплины на производстве, согласно принятой в НГМК "Системе управления охраной труда". Совет по укреплению дисциплины на производстве осуществляет работы по профилактике и предупреждению травматизма и аварий. Совещания Совета по укреплению дисциплины на производстве, проводятся еженедельно в присутствии всех главных специалистов, начальников отделов, служб, цехов и участков, на которых рассматривается состояние охраны труда за неделю (сообщение работников службы ОТиТБ по результатам служебного контроля); проверяется выполнение ранее принятых решений и мероприятий по охране труда; намечаются технические и организационные мероприятия

по предупреждению травматизма и аварий в работе слушаются отчеты начальников участков и цехов состоянии охраны труда на их участках; обсуждаются результаты комплексных обследований, проверок, и водимых представителями вышестоящих организаций инстанций и намечаются меры по устранению обнаруженных нарушений; доводятся до сведения участии совещания руководящие материалы по ТБ, принимаются решения по обеспечению их выполнения, а также принимаются предложения и замечания главных специалистов. Решения, по рассмотренным на совещании вопросам, оформляются протоколом, с указанием сроков и ответственных за выполнение принятых мероприятий.

На руднике разработана и действует структурная схема обучения работников безопасным приемам и методам работы (рис.2).

Большое внимание уделяется профессиональному обучению рабочих рудника и повышению квалификации рабочих, специалистов и инженерно-технических работников в Учебном центре рудоуправления. Обучаются по рабочим специальностям курсовым и индивидуальными методами, 250-300 человек в год. Организованы курсы повышения квалификации специалистов на право руководства горными работами, работников служб охраны труда. Силами специалистов рудника создан тематический видеофильм "Охрана труда на открытых горных работах", служащий для обучения трудящихся.

Основным вредным фактором, воздействующим на организм человека при работе в условиях карьера Мурунтау, является кварцевая пыль с содержанием двуоксида кремния от 10 до 70%. Для нормализации условий труда на рабочих местах разработаны мероприятия, включающие в себя диагностику и контроль за состоянием атмосферы в карьере, снижение воздействия вредных факторов на работников, снижения загрязнения атмосферы карьера и улучшения условий труда на рабочих местах (рис.3). Технические мероприятия по снижению запыленности имеют два направления: снижение пыли в

ТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

| | | |
|----------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Начальник рудника | ⇒ | Организация бытовых условий для трудящихся. Снабжение. Пожарная безопасность. Организация производства и обеспечение кадрами. |
| Главный инженер | ⇒ | Организация работы по обеспечению технической и экологической безопасности на карьере. |
| Главный геолог | ⇒ | Обеспечение производственного-технического бюро достоверной геологической информацией влияющей на безопасность работ. (структура массива, прочность, обводненность и т.д.) |
| Главный маркшейдер | ⇒ | Контроль за соблюдением проектных параметров. Обоснование безопасных параметров элементов карьера (уступ, берма, отвал и т.д.) |
| Электромеханическая служба | ⇒ | Обеспечение технически исправного состояния оборудования. Организация безопасной эксплуатации категорийного оборудования (краны, котлы, электроустановки и т.д.) |
| Производственно-техническое бюро | ⇒ | Разработка проектов, паспортов и другой технической документации в соответствии с существующими нормами. |
| Бюро учета и обучения кадров | ⇒ | Подбор и обучение персонала. |
| Геомеханическое бюро | ⇒ | Районирование прибортольного массива по степени устойчивости, прогноз объема и последствий возможных деформаций, контроль за состоянием бортов, отвалов и развитием деформационных процессов изучение особенностей строения массива, с целью организации безопасного ведения работ. |
| Отдел труда | ⇒ | Разработка штатного расписания, обеспечивающего безопасное выполнение работ. Должностные инструкции. Квалификационные требования к персоналу. |
| Отдел ТБ и ОТ | ⇒ | Обучение и проверка знаний по безопасности труда. Участие в разработке инструкций и положений. Координация и контроль обеспечения технической и экологической безопасности |
| Начальник участка | ⇒ | Обеспечение условий для безопасного и ведения работ (Проекты, планы, паспорта, инструкции, средства защиты, обучение навыкам и приемам работы, выдача наряда, контроль за соблюдением нарядной системы.) |
| Горный мастер | ⇒ | Обеспечение безопасного выполнения наряда. Инструктаж работников. Контроль за соблюдением норм и правил ТБ во время работы. |
| Исполнитель | ⇒ | Выполнение работ с соблюдением норм и инструкций. Применение установленных средств защиты и безопасных приемов при выполнении работы |

Рис.1. Функциональная структура управления технической безопасности на руднике Мурунтау

атмосфере рудника за счет обработки автодорог пылесвязывающими составами или водой; защита органов дыхания человека средствами индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) и средств коллективной защиты органов дыхания (СКЗОД).

В качестве СИЗОД используются респираторы типа "Лепесток" и "Юлия", а также "Нива" (носимый источник воздухообеспечения автономный). В качестве СКЗОД используются СПГО (система пылегазоочистки) и СГЗ (система газозащиты).

Использование СКЗОД позволило стабилизировать содержание пыли в кабинах горных машин (экскаваторов, буровых станков, автосамосвалов), которое не превышает ПДК. С мая 1997 г. на руднике введен индивидуальный компьютерный учет рабочего времени пребывания трудящихся в неблагоприятных условиях труда. По окончании каждого месяца руководители участков по данным из журнала выдачи нарядов заполняют бланки "Сведения по условиям труда", где отражают фактическое время пребывания индивидуально каждого работника и класс условий труда. Заполненные бланки визиру-

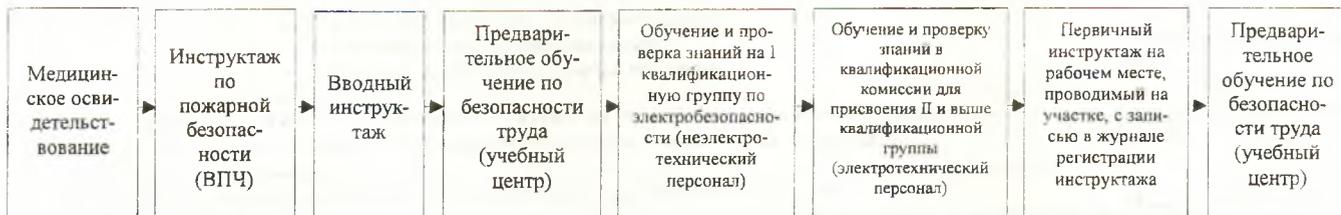
ются в службе ОТиТБ, в бюро труда и заработной платы и утверждаются у начальника рудника (главного инженера), после чего сдаются в отдел кадров, где оператор ЭВМ заносит их в компьютер. Сами бланки хранятся ОК, в архиве.

Новые возможности для решения вопросов охраны труда и безопасности на горном производстве дает в настоящее время на руднике технология с использованием системы определения пространственного местоположения (технология GPS). Сначала в 1999 г. внедрена и эксплуатируется I очередь этой системы, позволяющая управлять автотранспортом и вести учет объемов перевозимой горной массы. Технология GPS дает возможность специалисту (геологу, диспетчеру, маркшейдеру) в обычных условиях видеть на экране компьютера созданный объект (данном случае карьер) с положением всего горного транспортного оборудования при любых его перемещениях. При помощи мобильных комплектов установленных на горных и транспортных машинах через спутник ведется непрерывное определение координат оборудования в трехмерном пространстве. Вся информ-

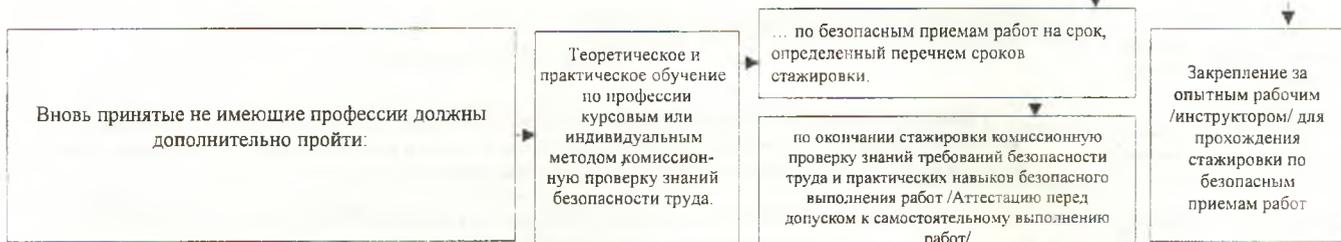
ция накапливается и обрабатывается в центральном компьютере, по сети передается на компьютеры пользователей и в виде команд по цифровым радиоканалам на горное и транспортное оборудование. Эффективность использования технологии GPS обеспечивается сокраще-

Как известно, одним из основных показателей в области охраны труда является уровень производственного травматизма. Анализ травматизма, исходя из состояния биологических ритмов организма пострадавшего показывает, что 19,3 % несчастных случаев произошло в нулевы

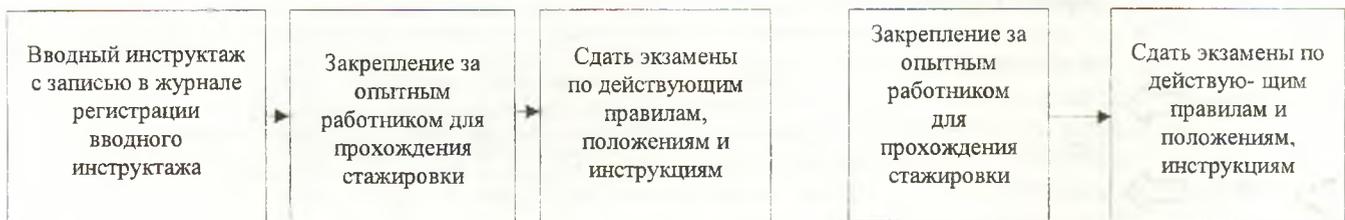
Вновь принятые, имеющие профессию должны пройти:



Переводимые с участка на участок Переводимые из получившие II профессию цеха в цех проходят при обучении проходят:



ИТР вновь принятые на предприятие должны пройти:



ИТР переводимые с одной должности на другую должны:

Студенты учебных заведений, учащиеся ПТУ перед прохождением производственной практики должны пройти:

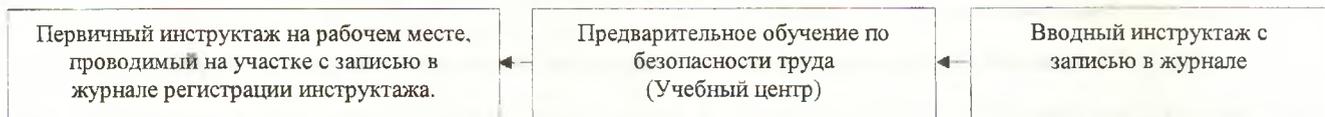


Рис.2. Структурная схема обучения персонала карьере безопасным методам и приемам работы

нием трудозатрат на геолого-маркшейдерских работах (съемка и выноска сортового плана не нужна, машинист наблюдает положение своего экскаватора на мониторе мобильного комплекта). Повышается качество обработки рудных блоков, снижаются простои машин, увеличиваются объемы и скорость перемещения горной массы. В плане охраны труда и безопасности производства из чашки карьера (особо вредные условия труда) выводятся в нормальные условия 24 человека (в основном женщины), улучшаются условия труда машинистов экскаваторов, участковых геологов и маркшейдеров; уменьшается риск ДТП в условиях недостаточной видимости, система предупреждает водителя об опасном сближении с другим транспортным средством; в дальнейшем имеется возможность вести более точный учет пребывания конкретных работников во вредных условиях труда и, в конечном счете, автоматизировать эту операцию.

дни, когда понижена защищенность работника от опасности, а при наличии у пострадавшего хотя бы одного отрицательного полупериода биоциклов допущено 47 % травм.

Анализ травматизма на руднике за период с 1985 по 1998 год позволяет установить некоторые особенности. Максимальный уровень травматизма отмечается у рабочих основных профессий и ремонтных служб (соответственно 22,4 % и 49,5 %). Распределение несчастных случаев по возрасту показывает, что с увеличением возраст пострадавших частота травматизма снижается. При распределении травм в зависимости от стажа работы по профессии наибольшее число их зарегистрировано группе молодых рабочих в возрасте до 25 лет - 38,8 % проработавших на производстве менее трех лет - 60 %.

Среди причин несчастных случаев первое место заняли неосторожные и рискованные действия пострадавших; далее следуют технические и организационные

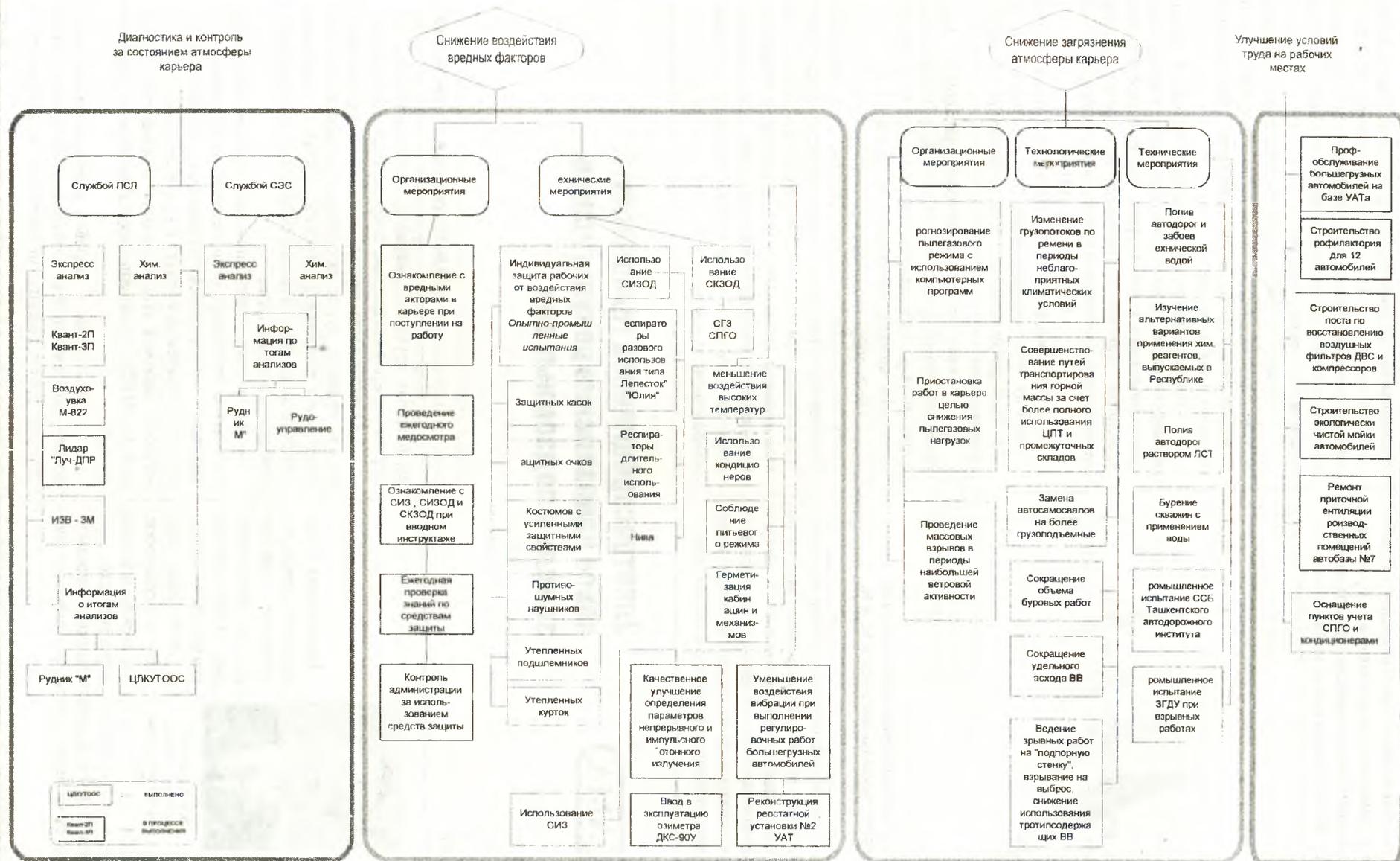


Рис. 3. Мероприятия по нормализации условий труда на рабочих местах

причины; недостаточный контроль руководителей работ; низкая трудовая дисциплина; недостаточная обученность и работа пострадавшего не по специальности; неблагоприятные санитарно-гигиенические условия.

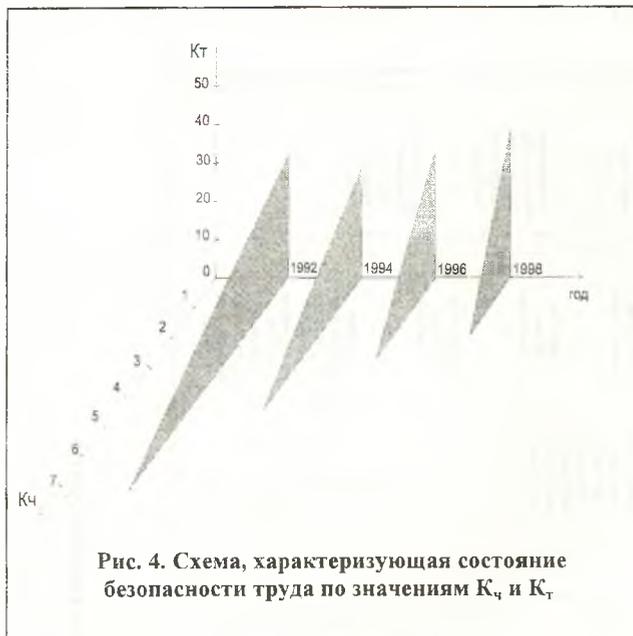


Рис. 4. Схема, характеризующая состояние безопасности труда по значениям $K_{\text{ч}}$ и $K_{\text{т}}$

Максимальное число несчастных случаев выявлено во вторую смену, когда проводятся основные работы по ремонту экскаваторов и буровых установок. Динамика травматизма по месяцам отличается неравномерностью и отсутствием какой-либо закономерности. Распределение травм с учетом травмирующего фактора показало, что

большинство их произошло в результате: падения предметов и человека - 31,8 %; электротравмы - 21,2 %; вреждениа машинами и механизмами - 20,0 %; паде с высоты - 14,1 %; травмы верхних и нижних конечностей - 9,4 %; прочие - 3,5 %.

Начиная с 1992 г., уровень травматизма снизился, о чем свидетельствует схема, характеризующая состояние безопасности труда по значениям коэффициента частоты и тяжести (рис. 4).

Таким образом, установлена зависимость травмоопасности работ от квалификации, стажа работы и возраста работника и характерно, что преимущественной причиной травматизма являются не опасные условия сами по себе, а опасные и рискованные действия людей.

Выводы по статье:

1. Система работы по охране труда на руднике Мурунтау обеспечивает безопасность персонала и может быть рекомендована для применения на горнопромышленном производстве.

2. Анализ производственного травматизма выявляет характерные травмоопасные факторы, на которые должны быть направлены усилия по их нейтрализации или уменьшения негативного воздействия.

Целесообразно проведение дальнейшего исследования по разработке и применению при управлении безопасностью персонала. Для сопоставления уровня травматизма при производстве различных работ и в различные периоды деятельности предприятий целесообразно использовать комплексный показатель, объединяющий такие частные показатели, как коэффициент частоты и коэффициент тяжести.



Электросорбционная технология – новое направление рекультивации земель и подземных вод

УДК 502.55:628.51

© О.Ф. Петухов, В.А. Груцинов 200



О.Ф. Петухов,
САЗ НИПИПТ

В.А. Груцинов,
нач. отдела охраны окружающей среды
НГМК

Имеющиеся в настоящее время технические решения [1] по рекультивации техногеннозагрязненных земель и подземных вод, сложны технически, трудоемки и весьма дорогостоящи.

Так, традиционный метод дезактивации и рекультивации земель предусматривает снятие загрязненных сло-

ев, погрузку грунта в самосвалы, транспортировку и захоронение его в специально сооруженных могильниках.

Очистка загрязненных подземных вод производится, как правило, путем их откачки на поверхность и последующей реагентной очисткой. Расчеты показывают, что стоимость такой очистки сопоставима со стоимостью основного производства.

В качестве принципиально нового направления рекультивации земель и подземных вод ученые называют «электро-рекультивацию» («electro-rectification») [2], причем приоритет в разработке отдельных технических приемов этой технологии принадлежит ученым из САЗ НИПИ Промтехнологии Республики Узбекистан [3, 4, 5].

1. Десорбция – перевод сорбированных почвенных ионов – загрязнителей в растворимое состояние. Это достигается путем реагентной промывки загрязненных

мель. Для очистки подземных вод эта операция проводится с целью очистки пласта.

2. Создание направленного движения ионов (частиц) загрязнителей путем наложения постоянного электрического поля заданной напряженности и конфигурации.

3. Сорбционное концентрирование загрязнителей в сравнительно малом объеме сорбента, расположенного у электродов.

Поскольку эта технология связана не только с электрокинетическими, но и сорбционными (десорбционными) явлениями, она и получила название электро-сорбционной технологии (ЭСТ).

Подробно рассмотрим каждую стадию этой технологии.

Следовательно, полнота промывки почв будет зависеть от многих факторов: природы ионов загрязнителей и их концентрации, состава почв, химического состава промывного раствора и т.д. [7]. Поэтому реагент и оптимальные условия промывки определяются в каждом конкретном случае. В табл. 1 приведены данные по промывке различных почв, от некоторых катионов-загрязнителей.

В табл. 2 приведены результаты исследований по отмывке загрязненных ураном красных суглинков различными реагентами; условия отмывки – статические, Т:Ж = 1:50, время – 1 час.

Как видно из результатов табл. 2, наилучшие показатели по отмывке урана из исследованных растворителей обеспечивает применение раствора хлорида железа концентрации 0,1 М.

Расход реагента растворителя в реальных условиях определяется только необходимостью перехода загрязнителей в подвижное состояние и составляет 1-2 объема на объем загрязненной почвы.

2. При разработке электрических параметров ЭСТ, надо иметь в виду, что при наложении постоянного электрического поля на систему раствор – почва (грунты)

протекают следующие электрокинетические явления: электролиз, электроосмос и электрофорез [8]. В зависимости от зарядов почвы (как правило, она заряжена отрицательно) и ионов – загрязнителей вектора движения последних имеет разные направления. В табл. 3 приведена классификация электрокинетических явлений по направлениям движения загрязнителей.

Как видно из табл. 3, наиболее эффективно применение ЭСТ для очистки почв и подземных вод от катионов, т.к. вектора движения основных составляющих – электролиза и электроосмоса совпадают. Наиболее медленно очистка будет проходить для нейтрально заряженных загрязнителей, например, таких как нефтепродукты.

Важнейшим параметром для электроосмоса и электрофореза является электрокинетический потенциал (E_k), поскольку подвижность (M_0) жидкости и частиц в этих процессах прямопропорциональна E_k и обратнопропорциональна коэффициенту вязкости жидкости (η):

$$M_0 = \frac{E_k \cdot D}{4 \cdot \pi \cdot \eta} \quad \text{м}^2/\text{В} \cdot \text{сек},$$

где D – диэлектрическая постоянная раствора.

Величина E_k является однозначной характеристикой поверхности раздела твердой фазы в равновесии с раствором данного состава и концентрации.

В табл. 4 отражены данные по кинетике изменения E_k и pH глины при контакте их раствором состава, pH = 3,0; концентрация металла 1 мг/л, ионная сила 0,01, $\eta=0,01$. Данные получены

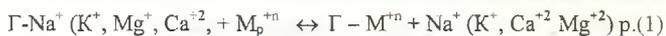
Результаты по промывке почв

Таблица 1

| № п/п | Катионы загрязнители | Тип почвы | Реагент и концентрация | Литература |
|-------|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|------------|
| 1 | Sr^{+2} | Каолин | KNO_3 , 0,1 М | [7] |
| 2 | Cs^{+2} | Среднесуглинистая | NH_4NO_3 , 1,0 М | [7] |
| 3 | $\text{Pb}^{+2}, \text{Cu}^{+2}$ | Бентонит | HNO_3 , 0,05 М | [8] |
| 4 | Hg^{+2} | Серозем | HNO_3 , 0,02 М | [8] |
| 5 | Se, Te | Каолин | AlCl_3 , 0,02 М | [9] |

1. Стадия десорбции – реагентная промывка почв. Рассматривая почвы как природные сорбенты [6], можно констатировать, что ионы – загрязнители, сорбированные глинистыми минералами, находятся как в фиксированной, прочно закрепленной, так и в обменной, легко подвижной формах, между которыми существует равновесие.

Ионообменное равновесие между противоионами глины $\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Ca}^{+2}, \text{Mg}^{+2}$ и катионами металлов – загрязнителей (M^{+n}) в растворе («р») описывается уравнением:



Для песчаных почв с поверхностью S надо иметь в виду и абсорбционный механизм связывания катионов загрязнителей [6], который описывается уравнением:



Результаты по отмывке красных суглинков
Исходное содержание урана – 228 мг/кг

Таблица 2

| № п/п | Реагент | Концентрация, м | Полнота отмывки (десорбция), % |
|-------|----------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| 1 | H_2O | - | 0 |
| 2 | $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ | 0,01 + 0,01 | 54,87 |
| 3 | | 0,1 + 0,1 | 61,31 |
| 4 | | 0,25 + 0,25 | 62,28 |
| 5 | | 0,05 + 0,05 + 0,05 | 61,56 |
| 6 | $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ + Na цитрат | 0,1 + 0,1 + 0,1 | 62,23 |
| 7 | FeCl_3 pH(3) | 0,05 | 80,1 |
| 8 | | 0,10 | 86,8 |
| 9 | | 0,15 | 86,9 |
| 10 | NH_4NO_3 | 0,1 | 3,2 |

для щелочных и щелочноземельных бентонитовых глин методом электрофореза.

Основными задаваемыми и регулируемыми электрическими параметрами ЭСТ являются напряженность электрического поля, плотность тока и время процесса.

Влияние этих факторов на очистку красных суглинков от урана приведено в табл. 5. Исследования проводились на укрупненной лабораторной вертикальной цилиндрической ячейке диаметром 6,3 см; вес загрязненной почвы 240 г; удельный насыпной вес 1,08 г/см³; исходное содержание металла 227,5 мг/кг, расстояние между электродами 10 см. В качестве промывного раствора десорбата использовали 200 мл 0,1 М NaNO₃ + 0,1М Na₂CO₃ + 0,1 М нитрата натрия.

Поскольку десорбат образует с металлом отрицательно заряженные комплексы, направление движения загрязнителей осложнено тем, что вектора направления электролиза и электрофореза противоположны вектору электроосмоса (см. табл. 3).

3. Перешедшие в растворимое (подвижное) состояние в результате отмывки ионы – загрязнители при наложении постоянного электрического поля будут концентрироваться у электродов. Третьей стадией ЭСТ является концентрирование и прочное связывание загрязнителей в малом объеме и их последующее удаление.

При этом надо иметь в виду, что в результате электролиза воды и минеральных солей (Na, Na₂SO₄ и др.) в области анода образуется кислота, а в области катода – щелочь. Это обстоятельство отрицательно сказывается как на скорости движения ионов – загрязнителей, так и приводит в отдельных случаях к их осаждению в осадок за счет химических реакций. Разработанные нами и опробованные в промышленных испытаниях «электроды-сорбенты» позволяют успешно решать возникшие проблемы [9]. Техническая сущность этих электродов состоит в том, что стержень стального электрода помещают в капсулу, изготовленную из водонепроницаемого материала, например, брезента. В капсулу загружают сорбент, после чего капсулу помещают в скважину. Сорбент подбирают в зависимости от того, в капсулу какого электрода (анода или катода) его будут помещать, а также с учетом химической природы ионов – загрязнителей. В анодную капсулу загружают сорбент, дающий щелочную реакцию, для нейтрализации избытка кислоты (например, известь, бентонит, ионообменную смолу в ОН - форме). В катодную капсулу загружают сорбент, дающий кислую реакцию, для нейтрализации избытка щелочи (например, катионит или глину в Н⁺ - форме).

Таблиц
Классификация электрокинетических явлений по направлениям движения загрязнителей для отрицательно заряженных почв

| | Подвижность ионов (частиц, порядок), м ² /В сек | Векторы движения | | |
|--------------|------------------------------------------------------------|------------------|--------------|------------------------|
| | | Катионов, М+n | Анионов, А-n | Нейтральные частиц, С0 |
| Электролиз | 5 · 10 ⁻⁸ | ⊕ → ⊖ | ⊕ ← ⊖ | - - |
| Электроосмос | 5 · 10 ⁻⁹ | ⊕ → ⊖ | ⊕ → ⊖ | ⊕ → ⊖ |
| Электрофорез | (1-3) · 10 ⁻¹⁰ | ⊕ ← ⊖ | ⊕ ← ⊖ | ⊕ ← ⊖ |

Таблиц
Кинетика изменения E_к потенциала и рН глин

| Время контакта фаз | Щелочной бентонит | | Щелочноземельный бентонит | |
|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| | рН | E _к (мВ) | рН | E _к (мВ) |
| 5 мин | 3,2 | 17,3 | 3,3 | 15,6 |
| 30 мин | 3,2 | 24,5 | 3,3 | 16,0 |
| 3 часа | 3,2 | 16,4 | 3,3 | 22,7 |
| 1 сутки | 3,2 | 18,3 | 3,3 | 18,9 |
| 3 суток | 3,2 | 15,4 | 3,3 | 19,5 |

Таблиц
Результаты по очистке почвы в лабораторных условиях методом ЭСТ. Исходное содержание металла 227,5 мг/кг

| № п/п | Время электрокинетической очистки, час | Напряженность, В/см | Плотность тока (max) мА/см ² | Остаточное содержание металла, мг/кг | Степень очистки почвы, % |
|-------|----------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 20 | 1,0 | 6,8 | 184,96 | 18,7 |
| 2 | 36 | 1,0 | 6,7 | 158,11 | 30,5 |
| 3 | 72 | 1,0 | 6,6 | 132,41 | 41,8 |
| 4 | 72 | 2,0 | 14,9 | 90,55 | 60,2 |
| 5 | 140 | 2,0 | 14,9 | 48,46 | 78,7 |
| 6 | 140 | 2,5 | 21,7 | 36,47 | 84,1 |

Список литературы:

1. Мосинец В.Н., Шестаков В.А. и др. Охрана жгущей среды при проектировании и эксплуатации руд. М.: Недра, 1981. С. 179-183.
2. R. Lageman, W. Pool, G. Seffinga. Electro-Reclamation and practice. Chemistry, 1989. № 18. P. 585-590.
3. Петухов О.Ф. и др. Способ очистки остатков растворов ПВ. А.С. № 1513990, 1988.
4. Петухов О.Ф., Козай М. и др. Способ удаления сичных соединений из верхних горизонтов почвы. А.С. № 496, 1988.
5. Петухов О.Ф., Козай М. Э.С.Т. рекультивации земных вод и земельных площадей. Горный журнал, 1991, С. 125.
6. Дж. Дрисер. Геохимия природных вод. М.: Мир, С. 97-100.
7. Кокотов Ю.А. Попова Р.Ф. и др. Сорбция доломитовых продуктов деления почвами. Радиохимия, 1961, « 203-205.
8. Петухов О.Ф., Козай М. и др. Способы очистки загрязненных почв. А.С. № 1653 345, 1989.
9. D.C. Grant. ALC13 restoration of «leach uranium Mining engineering. 1984. V. 36, № 10, p. 1427 – 1431.



Организация системы противопожарной защиты горно-транспортного оборудования карьера Мурунтау

УДК 622.233:622.82

© Н.А. Павлов, М.Ю. Гандзюк 2000 г.



Н.А. Павлов,
горный инженер
карьер Мурунтау
Центральное РУ



М.Ю. Гандзюк,
горный инженер-механик
карьер Мурунтау
Центральное РУ

Используемое на карьерах горно-транспортное оборудование является пожароопасным. Для возникновения возгорания существуют следующие факторы:

- оборудование имеет большое количество легко воспламеняющихся жидкостей (масла, топливо) находящиеся в процессе работы под большим давлением;
- наличие на машинах узлов и агрегатов достигающих высоких температур во время эксплуатации оборудования;
- эксплуатация горно-транспортного оборудования при максимальных нагрузках;
- большой объем огневых работ при ремонтах оборудования.

Эксплуатация горно-транспортного оборудования в глубоких карьерах, таких как карьер "Мурунтау" имеет свои особенности в плане противопожарной защиты, а именно:

- удаленность объектов защиты друг от друга и от специализированных подразделений пожарной защиты;
- большое количество технологических дорог в карьере;
- постоянное изменение местонахождения объектов защиты в карьере;
- недостаточность персонала на горных машинах для качественной борьбы с возникшим возгоранием.

На сегодняшний день абсолютной защиты от возгораний не существует, а, учитывая выше оговоренные особенности как горно-транспортного оборудования, так и глубоких карьеров возникает ряд организационных и технических проблем, которые необходимо решить, чтобы добиться максимально возможной защиты оборудования от пожаров, необходимо решить следующие задачи:

- изменения в конструкциях горно-транспортного оборудования позволяющих уменьшить число мест на машинах с высокими температурами, увеличить надеж-

ность узлов и деталей оборудования содержащих легко воспламеняющиеся жидкости;

- надежная и быстродействующая схема оповещения при возникновении пожара;
- максимально быстрая доставка средств пожаротушения и персонала к очагам возгораний;
- специальная подготовка персонала пожарной защиты для тушения пожаров на горно-транспортном оборудовании;
- высокоэффективные средства тушения больших объемов легко воспламеняющихся жидкостей;
- способы ограничения распространения огня (например, в случае разлива легко воспламеняющихся жидкостей на землю необходимо возводить предохранительные валы);
- профилактика и соблюдение противопожарного режима.

Решение всех этих, и многих других проблем, для обеспечения максимальной пожарной безопасности горно-транспортного оборудования требует значительных материальных затрат и времени, надежность их функционирования во многом зависит от субъективного фактора. Однако все это не сравнить с материальными последствиями пожара.

С вводом в 1995г. на карьере Мурунтау в эксплуатацию гидравлических экскаваторов, задача по обеспечению пожарной безопасности только усложнилась.

Уровень пожароопасности гидравлических экскаваторов гораздо выше, чем на каком либо другом оборудовании карьера, поэтому было принято решение оборудовать все гидравлические экскаваторы работающие на карьере системой автоматического пожаротушения производства фирмы "ANSUL". Этим преследовались две цели:

- обеспечить максимальную пожарную безопасность экскаваторов;
- изучить возможности систем пожаротушения "ANSUL" на горно-транспортном и другом оборудовании.

Анализ опыта эксплуатации систем "ANSUL" и возгораний на гидравлических экскаваторах показывает, что:

- системы "ANSUL" эффективны, автономны и не требуют специального оборудования для монтажа и технических обслуживаний;
- срок службы элементов и компонентов систем "ANSUL" составляет 12 лет, что соизмеримо со сроком эксплуатации оборудования;

- системы "ANSUL" позволяют свободно изменять их конфигурацию под любой вид, как мобильного, так и стационарного оборудования;

- огнеподавляющие вещества систем "ANSUL" позволяют успешно бороться практически с любыми классами пожаров;

- система производит автоматическое отключение двигателей машины при возникновении возгорания;

- главным условием при монтаже этих систем на гидравлических экскаваторах является то, что при возникновении возгорания система должна подавать огнеподавляющее вещество не только на очаг возгорания, но и в зоны возможного распространения огня. Как в случае с возгоранием на экскаваторе CAT 5230 (27.06.1998 г.), когда после возгорания в двигательном отсеке и выброса огнеподавляющей смеси, пожар возобновился на поворотной платформе в районе механизма поворота. Причина - недостаточное количество огнеподавляющей смеси.

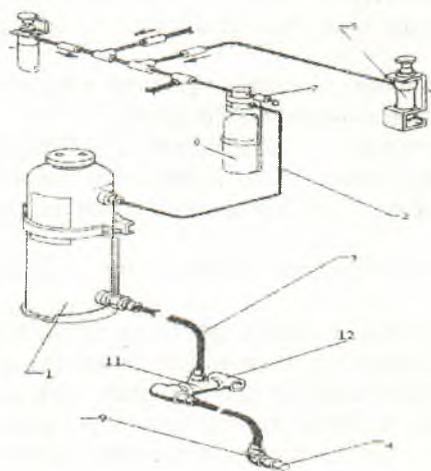


Рис. 1. Система автоматического пожаротушения LT-A-101 "ANSUL"

Поэтому специалистами карьера Мурунтау было сделано предложение в фирму "ANSUL" дооборудовать экскаваторы CAT 5230 дополнительной (double system) дублирующей системой пожаротушения, работающей только в ручном режиме. Причем добавочная смесь должна подаваться в те же линии и через те же форсунки, что и основная огнеподавляющая смесь.

Детекционный кабель, как элемент обнаружения очагов возгорания, более эффективен и надежен в сложных климатических условиях, чем датчики, которые при высоких температурах окружающей среды пересыхают, при попадании влаги замыкаются, что приводит к ложным срабатываниям системы (имели место три ложных срабатывания системы на экскаваторе EX 3500 HITACHI №03). По этой причине система автоматического пожаротушения на экскаваторе EX 3500 HITACHI № 03 переоборудована на детекционный кабель.

Система автоматического обнаружения и тушения огня "ANSUL" предназначена для тушения, возникших по каким либо причинам возгораний оборудования.

Данная система не обеспечивает защиты оборудования от возгорания, а только позволяет их обнаруживать

и ликвидировать. Во избежание возникновения пожаров на горно-транспортном оборудовании основным видом противопожарной защиты является профилактика и соблюдение противопожарного режима. Необходимо не допускать накопления отходов воспламеняющихся жидкостей и веществ, которые могут способствовать возникновению и распространению огня в потенциально пожароопасных зонах. Меры, ежедневно применяемые на горно-транспортном оборудовании:

1. Проверять все маслопроводы, топливопроводы на порезы, потертости и износ.

2. Проверять герметичность всех трубопроводов.

3. Подтягивать соединения.

4. Осматривать и очищать отсеки двигателей.

5. Проверять регулировку тормозов - особенно, если тормоза перегреваются в нерабочем положении.

6. Осматривать все точки возможного возгорания (двигатель, выхлопной коллектор, турбо нагнетатель и т.д.), убедиться, что топливо и маслопроводы не соприкасаются с этими точками.

7. Устранять все течи топлива и масел.

8. Удалять грязь и огнеопасные отходы. Удалять налет и остатки ГСМ. Производить очистку машины горячей водой.

9. Проверять электропроводку и соединения на надежность крепления, целостность изоляции.

10. Запрещается курение в любом месте машины, кроме кабины оператора.

Основными компонентами системы автоматического пожаротушения LT-A-101 "ANSUL" (рис.1) на гидравлических экскаваторах карьера Мурунтау являются:

1. Емкости с сухим химикатом FORAY на основе первичного кислого фосфата аммония. FORAY эффективен при тушении пожаров возникающих в обычных горючих материалах, таких как дерево, ткань, бумага и пластмассы, а также в воздушно-испарительных смесях, на поверхностях огнеопасных жидкостей, таких как бензин, смазка, масла и спирты. На карьере системы оборудованы емкостями LT-A-101 model 30 вмещающими 11,3 кг. сухого химиката.

2. Шланги азотной (газовой) линии диаметром 1¼^{II} - предназначены для запуска системы и подачи давления в емкости с сухим химикатом.

3. Шланги напорных линий - предназначены для подачи огнетушащей смеси в зоны возгорания. Представляют собой гидравлические шланги диаметром 1½^{II}, 3¼^{II} или 7/8^{II}. Для всех линий системы должны применяться шланги, отвечающие требованиям спецификации SAE 100R5 или минимум SAE 100R1 с диапазоном рабочих температур от -54°C до 121°C. (SAE стандарт ассоциации американских инженеров).

4. Распылительные насадки (форсунки) 3-х типов C-1/2^{II}, V-1/2^{II}, F-1/2^{II} с различной зоной распыления. Формы насадок и их количество выбирается в зависимости от места возникновения возможного возгорания, возможного объема огня и конструктивных особенностей машины. Распылительные насадки должны быть всегда закрыты резиновыми колпачками

во избежание механических повреждений и забивания грязью.

5. Картриджи с азотом для ручного и (или) автоматического запуска системы **LT-R-5**. Количество картриджей может быть 2-4 шт. в зависимости от исполнения системы. Если установлена простая автоматическая система, то картриджей 2, один в кабине оператора, второй в районе входной лестницы. Если установлена двойная система, то картриджей 4, два в кабине оператора, два в районе входной лестницы.

6. Картриджи с азотом для подачи давления в ёмкости с сухим химикатом **LT-A-101-30** весом 11.3 кг – по 1 на каждую ёмкость.

7. Предохранительный клапан – для сброса давления в газовой линии. Установлен на последнем картридже с газом **LT-A-101-30**.

8. Система **CHECKFIRE** и патрон (рис. 2) предназначена для автоматического обнаружения очага возгорания, автоматической оценки степени возгорания и автоматического тушения пожаров для автоматической остановки двигателей машины в случае возгорания, а также для самоконтроля всей системы пожаротушения. Патрон предназначен для проведения в действие автоматической системы пожаротушения и представляет собой электрически приводимый в действие аппарат, содержащий в себе небольшой пиротехнический заряд.

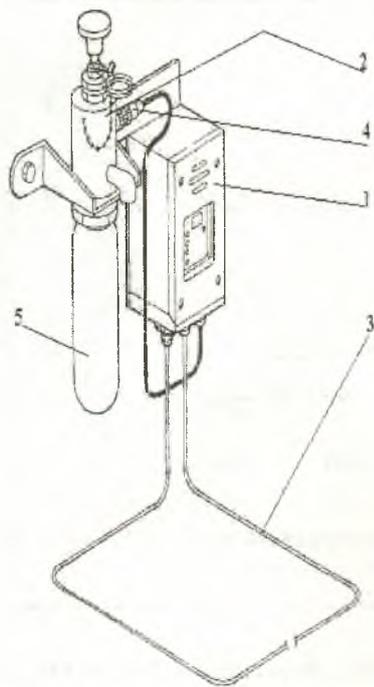


Рис. 2. Система **CHECKFIRE**

1. Отсек управления
2. Ручной – автоматический привод
3. Детекционный кабель
4. Патрон
5. Газовый картридж **LT-5-R**

9. Трубные угольники, редукционные, соединительные и распределительные тройники для соединения и разводки шлангов по экскаватору (поз. № 9,11,12).

При обнаружении и визуальной оценке очага возгорания оператор может запустить систему вручную, для чего выдёргивает кольцо и ударяет по красной кнопке на картридже **LT-5-R**, расположенном в кабине оператора. При этом иглой-ударником пробивается мембрана в картридже **LT-5-R** и газ (азот) через отверстие в игле-ударнике поступает в газовую линию. Далее посредством давления газа (азота) пробиваются мембраны в картриджах **LT-F-101-30**, и газ поступает в ёмкости с сухим химикатом. Под действием давления газа сухой химикат «разжижается» и возрастает давление в ёмкости. При достижении определённого давления выдавливается мембрана в нижней ёмкости с сухим химикатом и последний подаётся в шланги и далее через форсунки на очаги возгорания и в зоны возможного распространения огня.

Главным отличием автоматического тушения от ручного является наличие элементов обнаружения очага возгорания, это могут быть тепловые датчики, либо детекционный кабель.

Принципиально система работает следующим образом: при возникновении очага возгорания и достижения в месте возгорания температуры 187°С плавится изоляция детекционного кабеля, и электрическая цепь замыкается. При замыкании цепи электрический сигнал от литиевых батарей подаётся на патрон. Под действием электрического тока в патроне срабатывает пиротехническое устройство. Под действием давления газа приводится в действие механизм ударника и пробивается мембрана в азотном картридже **LT-5-R** и азот, через отверстие в игле-ударника поступает в газовую линию. Далее происходят те же процессы, что и при ручном запуске системы.

Для эффективной и надёжной работы и постоянной защиты оборудования от возгораний предусматривается инспекция, т.е. «быстрая проверка» работоспособности, которая проводится каждые 250 моточасов работы лицом ответственным за техническое состояние машины. Перед проведением инспекции необходимо убедиться в том, что возможные очаги возгорания не изменились, и не появилось дополнительных. То же самое необходимо сделать и с зонами возможного распространения огня. Если такие очаги и зоны появились, то их необходимо ликвидировать, и только после этого приступать к инспекции.

Таким образом, данная система может быть установлена на каждой единице горно-транспортного оборудования, что практически полностью решит задачу максимально возможного обеспечения пожарной безопасности.



Выбор обеспыливающих растворов для пылеподавления на дорогах карьера Мурунтау

УДК 622.271:628.511

© В.А Дудрицкий, Э.Х. Халикулов 2000 г.



В.А. Дудрицкий,
горный инженер
карьер Мурунтау
Центральное РУ,



Э.Х. Халикулов,
зам. гл. инженера
карьер Мурунтау
Центральное РУ

Основным вредным фактором на карьере Мурунтау является свободная двуокись кремния, содержание которой в пыли, в зависимости от места про-изводства работ, колеблется от 10 до 70%. При этом до 80% пыли образуется на автодорогах

по мере уплотнения, выступает под движущимся автотранспортом на поверхность покрытия, препятствуя его разрушению в течении 4-6 недель. Взаимосвязь содержания пыли в воздухе рабочей зоны с обработкой автодорог 10% раствором ЛСТ представлена на рисунке. Для сокращения затрат на пылеподавление за счет применения местного сырья в 1997-1998 гг. были проведены опытно-промышленные испытания обеспыливающего технологического раствора № 1 (ТР-1) лаборатории «НВЛ-ХОЛ» Ташкентского автодорожного института и водорастворимой дисперсии ВРД-01 Ферганского института полимерных материалов. Целью испытаний был поиск альтернативных вариантов замены ЛСТ, выпускаемого за пределами республики. Сравнительные данные по связующим веществам для обработки автодорог представлены в таблице.



карьера протяженность которых превышает 50 км. Для уменьшения пылеобразования используются обеспыливающие растворы - лигносульфонаты технические (ЛСТ). Применение водной эмульсии ЛСТ в условиях жаркого климата исключает пылеобразование при движении автосамосвалов и значительно сокращает затраты на поддержание технологических автодорог. Это связано с тем, что водная эмульсия ЛСТ обладает специфическим связывающим действием, которое проявляется в течение длительного времени. Специфика действия ЛСТ заключается в том, что пропитав дорожное полотно, эмульсия,

дисперсия ВРД-01 Ферганского научно-исследовательского института полимерных материалов на основе спиртовой барды с добавкой поверхностно-активного препарата ВРП-1 при исследовании показала более высокие адгезионные и когезионные свойства и практически является аналогом ЛСТ производимого за пределами республики. Основу ВРД-01 составляет спиртовая барда и гидролизный лигнин, что является отходами химической промышленности.

Таблица

Сравнительные данные по связывающим веществам для обработки автодорог различных фирм-производителей

| Показатели | ЛСТ ЦБК г. Правдинск, | ТР-1 НВЛ-ХОЛ г. Ташкент, Узбекистан | ВРД-01 ФНИИПМ г. Фергана, Узбекистан |
|---------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Плотность, г/см ³ | 1,1 | 1,16-1,18 | 1,1-1,12 |
| Вязкость, с | 20,0 | нет данных | 14,0 |
| Предел прочности при растяжении, МПа | 0,4 | 0,2 | 0,4 |
| pH | 4,5 | 8-10 | 7 |
| Время высыхания, ч | 1,5-2 | 2,5 | 1,0 |
| Экологическая чистота | имеется | нет данных | имеется |
| Расчетная стоимость (без транспортных расходов), сум/кг | 6,1 среднее за 1996-1997 гг. | 30-40 | 15-20 |

Для промышленного производства ВРД-01 Ферганский завод Фурановых соединений имеет незагруженные производственные мощности, на которых, практически без дополнительных капитальных затрат, возможно налаживание выпуска ВРД-01 в необходимых количествах для горной промышленности Республики, что позволит отказаться от импортных закупок.



Оперативное прогнозирование физико-химических показателей воды рек Амударья и Зарафшан математическими методами

УДК 622.73

© Т.Ш. Имомов 2000 г.



Т.Ш. Имомов,
начальник ПТО
ОЭС ВВС,
Центральное РУ

Основными водными артериями Республики Узбекистан являются реки Амударья и Сырдарья, образующие их в разрезе областей - Зарафшан, Чирчик, Кашкадарья, Сурхандарья и ряд других небольших рек. Они характеризуются различными гидрологическими режимами и качественными показателями воды, изменяющимися в широких пределах, как по временам года, так и по

отдельным сезонам.

Существенное влияние на качество поверхностных вод оказали водохозяйственные мероприятия, проведенные для орошаемого земледелия. Наблюдениями за ди-

намикой изменения качественных показателей воды реки Амударья, установлено ее значительное ухудшение за последние десятилетия по ряду показателей, в частности, увеличены солесодержание, сульфаты и хлориды, что соответственно отражается на ее коррозионной активности.

На протяжении длительной эксплуатации систем водоснабжения были замечены частые коррозионные разрушения трубопроводов [1], преждевременный износ водопроводящего тракта гидромеханического и другого оборудования, вследствие чего началось снижение расчетных параметров этих систем. Для предупреждения подобных процессов, при установлении требуемых доз реагентов по стабилизационной обработке воды, крайне необходима оценка физико-химических, в том числе коррозионных показателей транспортируемой воды и ее прогнозирование.

Поскольку содержание сухого остатка является суммой его составляющих макроэлементов, для сравнения на рис.1 представлен график его изменения в воде рек Амударья и Зарафшан по месяцам года. Величина сухого остатка в воде реки Зарафшан по сравнению с водой реки Амударья колеблется в небольших (712-1084 мг/л) пределах. Резкие колебания сухого остатка в Амударьинской воде связаны с сезонными изменениями температурного режима и общего расхода воды в реке.

Для оценки коррозионной активности воды реки Амударья выполнены расчеты по определению основных показателей: индекса Ланжелье I_H , коррозионных показателей P_1 и P_2 , характеризующих влияние хлоридов и сульфатов на коррозионную способность воды (табл.1).



Рис.1. График изменения сухого остатка воды рек Амударья (1) и Зарафшан (2) по месяцам года

Таблица 1

Значения стабилизационных и коррозионных показателей речной воды Амударья

| Наименование показателя | Месяцы года | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| | Годы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1. Индекс Ланжелье, J _n | 1987 | 0,25 | 0,24 | 0,43 | 0,30 | 0,17 | 0,05 | 0,15 | - | 0,43 | 0,27 | 0,51 | 0,40 |
| | 1988 | 0,06 | 0,22 | 0,48 | 0,53 | 0,30 | 0,48 | 0,59 | 0,63 | 0,62 | 0,65 | 0,53 | - |
| | 1997 | 0,60 | 0,47 | 0,69 | 0,67 | 0,58 | 0,71 | 0,74 | 0,48 | 0,71 | 0,59 | 0,70 | 0,55 |
| | 1998 | 0,55 | 0,50 | 0,54 | 0,65 | 0,65 | 0,56 | 0,55 | 0,86 | 0,50 | 0,62 | 0,65 | 0,50 |
| 2. Коррозионный показатель, П ₁ | 1987 | 0,78 | 0,72 | 0,69 | 0,68 | 0,88 | 1,09 | 0,88 | 0,63 | 0,85 | 0,84 | 0,93 | 0,90 |
| | 1988 | 0,69 | 0,81 | 0,70 | 0,75 | 0,94 | 0,89 | 1,05 | 1,04 | 0,72 | 0,86 | 0,79 | - |
| | 1997 | 0,93 | 0,90 | 0,78 | 0,81 | 1,15 | 0,57 | 0,88 | 1,03 | 1,0 | 0,96 | 1,11 | 0,98 |
| | 1998 | 0,85 | 0,80 | 0,72 | 0,77 | 1,03 | 0,51 | 1,18 | 1,38 | 0,86 | 0,93 | 1,0 | 0,97 |
| 3. Коррозионный показатель, П ₂ | 1987 | 0,177 | 0,135 | 0,112 | 0,126 | 0,174 | 0,245 | 0,255 | 0,166 | 0,181 | 0,136 | 0,21 | 0,189 |
| | 1988 | 0,173 | 0,157 | 0,122 | 0,138 | 0,180 | 0,195 | 0,223 | 0,232 | 0,137 | 0,140 | 0,11 | - |
| | 1997 | 0,190 | 0,160 | 0,14 | 0,11 | 0,18 | 0,14 | 0,23 | 0,26 | 0,21 | 0,18 | 0,5 | 0,23 |
| | 1998 | 0,19 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,17 | 0,22 | 0,27 | 0,28 | 0,23 | 0,17 | 0,18 | 0,18 |

Таблица 2

Результаты коррозионных испытаний

| РН | Характеристика исходной воды и режим стабилизации обработки | Дата испытаний | Показатели качества воды | | | | Коррозионная активность мг/см ² | Скорость коррозии |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------|-------------|--------------|-------|--------------------------------------------|-------------------|
| | | | Щ, мг-экв/л | Ж, мг-экв/л | Са, мг-экв/л | t, °C | | |
| 8,05 | г.Зарафшан 1.Водопроводная вода, без обработки | 5,6.04.90 | 2,5 | 11,5 | 6,85 | 20,5 | 0,58 | 2,15 |
| 9,21 | 2.Водопроводная вода, D _n =20 мг/л СаО + D _{тпФ} =2,5 мг/л Р ₂ О ₅ | 8.04 | 3,2 | 12,4 | 7,4 | 17 | 0,23 | 0,86 |
| 8,86 | 3.Водопроводная вода, D _n =15 мг/л СаО + D _{тпФ} =2,5 мг/л Р ₂ О ₅ | 10.04 | 3,0 | 12,2 | 7,2 | 21 | 0,26 | 0,96 |
| 8,8 | 4.Водопроводная вода, D _n =10 мг/л СаО + D _{тпФ} =2,5 мг/л Р ₂ О ₅ | 11.04 | 2,7 | 11,9 | 7,1 | 20,5 | 0,24 | 0,9 |
| 8,07 | 5.Осветленная речная вода, поступающая на ВОС 3-н, без обработки | 9.04 | 2,6 | 12,4 | 7,0 | 17,5 | 0,6 | 2,24 |
| 8,07 | 6.Осветленная речная вода, поступающая на ВОС 3-н, без обработки | 10.04 | 2,6 | 12,4 | 7,0 | 17,5 | 0,68 | 2,53 |
| 8,25 | пос.Сазакино 7.Осветленная речная вода, поступающая в водоводы АДЗ, без обработки | 18,19.04 | 2,6 | 10,5 | 6,4 | 18 | 0,70 | 2,59 |
| 9,0 | 8.Водопроводная вода, D _n =20 мг/л СаО + D _{тпФ} =2,5 мг/л Р ₂ О ₅ | 20.04 | 3,0 | 10,4 | 5,8 | 18 | 0,18 | 0,66 |
| 9,0 | 9.Водопроводная вода, D _n =15 мг/л СаО + D _{тпФ} =2,5 мг/л Р ₂ О ₅ | 20.04 | 2,8 | 10,0 | 6,0 | 20 | 0,175 | 0,65 |
| 8,86 | 10.Водопроводная вода, D _n =10 мг/л СаО + D _{тпФ} =2,5 мг/л Р ₂ О ₅ | 21.04 | 2,9 | 10,4 | 6,0 | 17 | 0,23 | 0,86 |

Таблица 3

Результаты карбонатных испытаний

| Дата испытаний | Характеристика исходной воды и режим стабилизационной обработки | Показатели состава воды | | | | | | | | | | Стабилизационные характеристики | |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|----------|-------|-------------------------------|-----|------|------|-------|------------------------------------------------|-------|
| | | исходная вода | | | | | после ввода CaCO ₃ | | | | | | |
| | | рН | Щ | Ж | Са | t, °C | рН | Щ | Ж | Са | t, °C | показатель стабильн. С _щ , мг-экв/л | mCaCO |
| мг-экв/л | | | | | мг-экв/л | | | | | | | | |
| 6.04.90 | г Зарафшан Водопроводная вода, без обработки | 8,01 | 2,5 | 11,6 | 6,9 | 16,2 | 7,78 | 2,4 | 11,5 | 6,8 | 22,0 | +0,10 | +5,0 |
| 8.04.90 | Водопроводная вода, D _щ =20 мг/л+ D _{тпф} =2,5 мг/л P ₂ O ₅ | 9,21 | 3,2 | 12,4 | 7,4 | 17 | 7,85 | 2,1 | 11,3 | 6,2 | 18,5 | +1,10 | +55,0 |
| 19.04.90 | пос. Сазакино Осветленная речная вода, поступающая в водоводы АДЗ, без обработ. | 8,25 | 2,6 | 10,5 | 6,4 | 18 | 7,9 | 2,4 | 10,3 | 6,05 | 19,0 | +0,20 | +10,0 |
| 20.04.90 | Осветленная речная вода, обработанная D _щ =20 мг/л СаО+ D _{тпф} =2,5 мг/л P ₂ O ₅ | 9,0 | 3,0 | 10,4 | 5,8 | 18 | 7,93 | 1,9 | 9,6 | 5,05 | 20,0 | +1,1 | +55,0 |
| 10.04.90 | Осветленная речная вода, обработанная D _щ =15 мг/л СаО+ D _{тпф} =2,5 мг/л P ₂ O ₅ | 9,0 | 2,8 | 10,0 | 5,7 | 18 | 7,99 | 2,0 | 9,3 | 5,0 | 19,5 | +0,8 | +40,0 |
| 1.04.90 | Осветленная речная вода, обработанная D _щ =10 мг/л СаО+ D _{тпф} =2,5 мг/л P ₂ O ₅ | 8,86 | 2,90 | 10,4 | 6,0 | 17 | 7,98 | 2,2 | 9,7 | 5,4 | 18 | +0,67 | +35,0 |

Таблица 4

Значение коэффициентов аппроксимации для определения содержания главных ионов и других показателей воды за месяц

| Ионы и другие показатели воды (y) | Значения коэффициентов аппроксимации | | | | | | | Коэффициент корреляции, R ² |
|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------------------|
| | a ₀ | a ₁ | a ₂ | a ₃ | a ₄ | a ₅ | a ₆ | |
| Кальций | 9,6839 | -8,4512 | 5,1227 | -1,366 | 0,1754 | -0,0107 | 0,0002 | 0,9707 |
| | 6,7044 | -5,5912 | 4,9615 | -1,5846 | 0,2246 | -0,0146 | 0,0004 | 0,9884 |
| Магний | 10,135 | -7,7587 | 5,0913 | -1,446 | 0,1955 | -0,0125 | 0,0003 | 0,9043 |
| | 5,0152 | -5,225 | 5,0628 | -1,6699 | 0,2411 | -0,0159 | 0,0004 | 0,9528 |
| Сульфаты | 18,939 | -18,561 | 11,689 | -3,2151 | 0,4272 | -0,0271 | 0,0007 | 0,9193 |
| | 10,92 | -11,407 | 10,442 | -3,3593 | 0,4779 | -0,0311 | 0,0008 | 0,9807 |
| Хлориды | 3,8491 | -3,4939 | 2,126 | -0,5701 | 0,0742 | -0,0046 | 0,0001 | 0,9227 |
| | 11,37 | -13,827 | 11,318 | -3,5239 | 0,4982 | -0,0327 | 0,0008 | 0,9549 |
| K+Na | 8,1023 | -6,5604 | 4,2374 | -1,1714 | 0,1534 | -0,0034 | 0,0002 | 0,9493 |
| | 7,1802 | -9,5749 | 6,8742 | -2,0014 | 0,2722 | -0,0174 | 0,0004 | 0,9901 |
| Сухой остаток | 1694,4 | -1376,2 | 870,06 | -239,03 | 31,355 | -1,9442 | 0,0459 | 0,9489 |
| | 1822,2 | -2070,6 | 1679,3 | -520,17 | 73,124 | -4,7614 | 0,1171 | 0,9706 |
| Жесткость | 20,006 | -16,444 | 10,26 | -2,8063 | 0,3685 | -0,0229 | 0,0005 | 0,9526 |
| | 10,729 | -9,2623 | 9,158 | -3,0339 | 0,4376 | -0,0287 | 0,0007 | 0,9751 |
| Щелочность | 6,9207 | -3,9723 | 2,6006 | -0,7386 | 0,0973 | -0,0059 | 0,0001 | 0,9899 |
| | 1,3198 | 1,4843 | -0,4559 | 0,0479 | -0,0016 | - | - | 0,9669 |
| Температура | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 8,9373 | -10,329 | 4,5775 | -0,3651 | -0,0245 | 0,0036 | -0,0001 | 0,999 |

зачение: в числителе - р. Зарафшан, в знаменателе - р. Амударья

В системах водообеспечения при положительном индексе насыщения вода обладает низкой коррозионной способностью, при отрицательном - она повышено коррозионноспособна. Следовало бы отметить, что для систем горячего водоснабжения, применяющих воду с по-

казывают, что осветленная речная (Амударьинская) вода, поступающая в магистральные водоводы, отличается высокой коррозионной активностью, которая определена равной 0,70 и 0,58 мг/см, что значительно выше установленного значения по классификации Рейзина. При этом скорость коррозии стали Ст3 в осветленной речной воде составляла в среднем 2,59 мм/год, а в водопроводной 2,15 мм/год. По 10-ти бальной шкале ГОСТ 13819-68 коррозионное поведение стали в обоих случаях оценивается 8 баллами, металл характеризуется как «малостойкий». Применение стабилизационной обработки воды дозами 15 и 20 мг/л CaO и триполифосфатом дозой 2,5 мг/л P₂O₅ позволяет снизить скорость коррозии стали в осветленной речной воде с 2,59 мм/год до 0,65-0,66 мм/год, т. е. в четыре раза, а при дозе извести 10 мг/л CaO - в три раза (0,86 мм/год). При известковании водопроводной воды дозами 10,15 и 20 мг/л CaO с присадкой ГПФ Na 2,5 мг/л P₂O₅ скорость коррозии стали снижалась с 2,15 мм/год, соответственно до 0,86; 0,96 и 0,90 мм/год, т.е. получен примерно одинаковый результат эффективности стабилизации в 2,2-2,5 раза.

По результатам карбонатных испытаний (табл.3) осветленная речная и водопроводная вода склонны к отложению, вода пересыщена карбонатом кальция. Показатель стабильности в обоих случаях положительный и составляет соответственно +0,1 и +0,2 мг-экв/л, при этом потенциал осаждения $\mu_{CaO_3} = +5,0$ и +10,0 мг/л. Применение таких доз извести, с целью наращивания карбонатной пленки обеспечивает потенциал осаждения карбоната кальция μ_{CaO_3} от 35 до 55 мг/л. Присадка триполифосфата натрия способствует равномерности распределения и высаживания карбонатной пленки по поверхности металла, а также способствует созданию более прочных отложений.

Эффективность ингибирования коррозии в системах водоснабжения можно достичь путем установления оптимальных доз реагентов, но при этом требуются дос-

таб.3) осветленная речная и водопроводная вода склонны к отложению, вода пересыщена карбонатом кальция. Показатель стабильности в обоих случаях положительный и составляет соответственно +0,1 и +0,2 мг-экв/л, при этом потенциал осаждения $\mu_{CaO_3} = +5,0$ и +10,0 мг/л. Применение таких доз извести, с целью наращивания карбонатной пленки обеспечивает потенциал осаждения карбоната кальция μ_{CaO_3} от 35 до 55 мг/л. Присадка триполифосфата натрия способствует равномерности распределения и высаживания карбонатной пленки по поверхности металла, а также способствует созданию более прочных отложений.

Эффективность ингибирования коррозии в системах водоснабжения можно достичь путем установления оптимальных доз реагентов, но при этом требуются дос-

Таблица 5
Значения коэффициентов аппроксимации для определения содержания главных ионов воды в зависимости от величины сухого остатка

| №№ п/п | Ионы (y) | Коэффициенты аппроксимации | | Коэффициент корреляции, R2 |
|--------|------------|----------------------------|----------------|----------------------------|
| | | b ₀ | b ₁ | |
| 1 | Кальций | 0,1187 | 0,0051 | 0,9719 |
| | | 1,1077 | 0,0037 | 0,9875 |
| 2 | Магний | 0,1832 | 0,0062 | 0,9651 |
| | | -0,2318 | 0,0039 | 0,9879 |
| 3 | Сульфаты | 0,4754 | 0,0091 | 0,9489 |
| | | 0,3065 | 0,0074 | 0,9901 |
| 4 | Хлориды | 0,1273 | 0,0018 | 0,9094 |
| | | -0,7615 | 0,0066 | 0,9966 |
| 5 | K+Na | -0,3149 | 0,0053 | 0,9802 |
| | | -0,091 | 0,0029 | 0,9659 |
| 6 | Щелочность | -0,7499 | 0,0056 | 0,8873 |
| | | 1,322 | 0,001 | 0,879 |

ложительным индексом насыщения и содержанием ионов Cl⁻ и SO₄²⁻ от 50 до 100 мг/кг, вода характеризуется повышенной агрессивностью [2]. В слабобуферных водных системах с повышенным содержанием хлоридов и сульфатов индекс насыщения не коррелируется с коррозионностью воды. В этом случае коррозионную активность воды могут характеризовать параметры П₁ и П₂, отражающие влияние хлоридов и сульфатов.

Как видно из табл.1 величина индекса Ланжелъе имела постоянно положительное значение и изменялась в пределах 0.05-0.74, что указывает на склонность воды к отложениям. Достаточное содержание кальция, который относится к ингибирующим ионам воды, подавляет агрессивное воздействие хлоридов, о чем свидетельствует величина показателя П₁, равная 0.63-1.38 мг-экв/л. Однако, значение показателя П₂, наоборот, свидетельствует о существенном вкладе в коррозионный процесс совместного присутствия в значительных концентрациях хлоридов и сульфатов, т.е. можно с достаточной достоверностью считать, что транспортируемая по водоводу вода является не коррозионной по I_H и П₁. Судя по значениям П₂ ее следует отнести к повышенной коррозионности, при этом наблюдается возрастание коррозионности воды в марте-апреле и снижение в июле - августе, т. к. при коррозионной активности воды должны соблюдаться условия П₁<0,5 и П₂<0,35 мг-экв/л.

Результаты расчетов тех же параметров воды реки Зарафшан показывают ее неагрессивность по отношению к углеродистой стали.

Данные, полученные в процессе коррозионных и карбонатных испытаний [3] и представленные в табл.2 и табл.3, также

Таблица 6
Значения коэффициента аппроксимации по определению величины общей жесткости в зависимости от содержания главных ионов воды

| №№ п/п | Ионы (z) | Коэффициент аппроксимации | | Коэффициент корреляции, R2 |
|--------|---------------|---------------------------|----------------|----------------------------|
| | | b ₀ | b ₁ | |
| 1 | От хлоридов | 0,8278 | 5,3656 | 0,8806 |
| | | 1,7847 | 1,1351 | 0,9879 |
| 2 | От сульфатов | 0,5335 | 1,1376 | 0,928 |
| | | 0,6247 | 1,0142 | 0,9903 |
| 3 | От магния | 0,4516 | 1,7416 | 0,9723 |
| | | 1,3781 | 1,9117 | 0,9927 |
| 4 | От кальция | 0,4526 | 2,1167 | 0,9789 |
| | | -1,3185 | 2,0369 | 0,9923 |
| 5 | От щелочности | 2,7633 | 1,7787 | 0,9189 |
| | | -7,2029 | 6,7263 | 0,9013 |
| 6 | От K+N | 1,4818 | 2,0272 | 0,943 |
| | | 1,4264 | 2,4602 | 0,9438 |

товерные сведения об изменении вышеперечисленных параметров коррозионных показателей воды.

Пользуясь общеизвестным методом наименьших квадратов [4], статистическими и опытными данными за 1978-1998 гг. нами сделана попытка по определению закономерности изменения основных физико-химических показателей воды для рек Амударья, Зарафшан по времени, также в зависимости от содержания сухого остатка и общей жесткости.

Содержание ионов Ca^{+2} , Mg^{+2} , $\text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$, Cl^{-} , SO_4^{2-} , Щ, сухого остатка, величины жесткости воды и температуры за прогнозируемый месяц математически описываются по формуле:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6,$$

где x – порядковый номер (1...12) прогнозируемого месяца;

a_i – коэффициенты аппроксимации, $i = 1 \div 6$ (таб. 4).

В табл.5 представлены значения коэффициентов аппроксимации для определения содержания главных ионов в зависимости от изменения сухого остатка, а в табл. 6 для определения величины общей жесткости в зависимости от содержания главных ионов воды, выражаемые по следующей формуле:

$$y = b_1z + b_0,$$

где b_i – коэффициенты аппроксимации (табл. 5 и 6);

z – величина сухого остатка или содержание главных ионов.

Оценка физико-химических качеств воды, на наш взгляд, целесообразна для каждого источника водоснабжения крупных региональных систем. Как уже было

отмечено, коррозионное качество транспортируемой воды является одним из основных факторов снижения их эффективности.

Таким образом, вышеприведенные аналитические выражения, полученные на основе математического анализа, позволяют оперативно прогнозировать динамику изменения физико-химических показателей воды рек Амударья, Зарафшан и обеспечивают правильный выбор оптимальных методов и способов стабилизационной обработки этих вод.

Список литературы:

1. Дустмурадов С.Д., Имомов Т.Ш. Энергоснабжение Кызылкумского региона и проблемы эксплуатации его системы // Горный вестник Узбекистана. 1998. №2 с.77-79.
2. Коррозия и защита химической аппаратуры .т.3 Коррозия под действием теплоносителей и хладагентов. Под ред. А.М.Сухотина, М.:Химия, 1970. 308 с.
3. Отчет о НИР. Исследование оптимальных режимов технологии обработки воды / Научн.рук. А.И. Егоров, ответ. испол. П.Ф. Ипатов и др. - М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1983. 50с.
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся. М.: Недра, 1986. 521 с.



Опыт утилизации ртутьсодержащих люминесцентных ламп

УДК 577.4.

© Н.Г. Зайцев, А.В. Кочетов, Т.И. Мехтиев 2000 г.



Н.Г. Зайцев
директор Ассоциации
содействия
предпринимательству
«СЭЛТА»



А.В. Кочетов
начальник
ЦЛ КУТ и ООС
Центральное РУ,

Т.И. Мехтиев -
начальник Центрального
ремонтно-мех. цеха
Центральное РУ

Проблема утилизации люминесцентных ламп типа ЛБ и ЛД и ДРЛ различных типоразмеров и выработавших свой ресурс стояла в Республике Узбекистан весьма остро. Общеизвестна высокая токсичность

люминесцентных ламп в случае нарушения их герметичности, т. к. в каждой лампе содержится до 120 мг металлической легко испаряющейся ртути (вещество, относящееся к 1 классу опасности - весьма токсичное). Это количество потенциально может заразить до 100 тыс. м³ воздуха. Пары ртути легко переносятся в приземной слой, часть ее растворяется и усваивается растениями, попадает в водоемы. Таким образом, регионы городов и поселков, если лампы выбрасываются на свалку, постепенно превращаются в районы экологического бедствия, а жители систематически подвергаются ртутному отравлению.

В целях исключения бесконтрольного обращения с люминесцентными лампами и ликвидации их вредного влияния, Кабинетом Министров Республики Узбекистан было принято Распоряжение № 395-ф от 12 октября 1992 года и Государственным комитетом по охране природы

издал приказ № 96 от 16 ноября 1992 года, направленные на организацию централизованного складирования отработанных ламп и разработку технологии их демеркуризации.

Поскольку лампы имеют различную конструкцию в 1995 году АСП «СЭЛТА» (г. Ташкент) с привлечением специалистов бывшей лаборатории вакуумной металлургии ртути института СредАзНИИПРОЦВЕТМЕТ была выполнена конструкторская разработка опытно-промышленной установки «СЭЛТА-1» для демеркуризации люминесцентных ламп типа ЛБ и ЛД различных типоразмеров, а для демеркуризации ламп типа ДРЛ было решено выполнить конструкторскую разработку силами Центрального рудоуправления с привязкой ее к установке по переработке ламп типа ЛБ, ЛД.

Работа проводилась по классической схеме: разработка научно-теоретических основ, лабораторные испытания, изготовление опытно-промышленного образца. При этом в процессе проведения исследований было установлено, что:

1. Замкнутые гидрометаллургические циклы с переводом ртути из ламп в раствор и последующим ее извлечением из растворов сорбентами не обеспечивают демеркуризации стекла до требуемой степени. Ее остаточное содержание в стекле составляло в среднем 50 мг/кг, что в 25 раз больше ПДК. Причем эта ртуть не извлекалась из измельченного стекла даже 50 % раствором азотной кислоты.

Это явление объясняется тем, что истинная вакуумная плотность стекла достигается, начиная с 50-го молекулярного слоя. Поэтому в стекле бывшей в эксплуатации лампы эти 50 молекулярных слоев представляют собой своеобразную губку, пропитанную ртутью.

Таким образом, продолжение работ в этом направлении не привело бы к достижению требуемых показателей демеркуризации ламп по содержанию ртути в стекле.

2. Пирометаллургические методы извлечения ртути из ламп нагревом в вакууме сложны в аппаратном оформлении и предполагают периодичность технологического процесса, требующего специальных способов передачи тепла для нагрева ламп в вакуумированной камере.

Кроме этого, было установлено, что капля ртути, нагретая в вакууме до 600°C и находящаяся в неподвижном состоянии, окружена слоем «жидкость-пар», составляющие компоненты которого находятся в динамическом равновесии, в связи с чем, ее удаление из камеры затруднено и растянуто во времени. Поэтому совершенствование уже имевшегося опыта термообработки ламп в вакууме с его проблемами конденсации ртутных паров, улавливания люминофора и т.д. в наших условиях представлялось мало привлекательным.

Таким образом, для создания конкурентоспособной установки для демеркуризации люминесцентных ламп в обоих случаях имелись принципиальные препятствия.

Поставленная цель исследований была достигнута путем сочетания термической десорбции ртути из стекла, которая происходит при особом режиме нагрева отрабо-

танной лампы, и химической реакции паров ртути с ренгеном, в результате которой образуется экологически безопасное соединение метацинобарит.

Найденные технические решения, направленные на реализацию предложенного способа демеркуризации люминесцентных ламп, привели к созданию установки, которой в процессе разрушения ламп происходит только связывание металлической ртути, но и разделен различных продуктов переработки, что позволяет получать вторичное сырье: ртутьсодержащий шлам, стеклобой, алюминиевый лом.

Кроме того, при проведении технологического процесса удалось избежать сбросов и выбросов вредных веществ в окружающую среду, поскольку демеркурирующий раствор, связывающий ртуть в шлам, циркулирует в замкнутом цикле, а технологические газы не образуются. Тем не менее, согласно требованиям ртути безопасности установка работает при разряжении до мм водного столба, что обеспечивает постоянный приток в нее воздуха через различные технологические зазоры. Этот воздух, отсасываемый из установки, подвергается контрольной очистке в специальной колонке, где ртуть, проходя через специальные насадки, поглощается раствором демеркуризатора, циркулирующим в обих контуре установки, а ртуть связывается в шлам, который в отстойнике объединяется со шламом основного технологического процесса.

В целях оперативного определения качества меркуризирующего раствора был разработан простой в употреблении индикатор, определяющий концентрацию активного вещества с точностью до 0,1 г/л, что позволяет отказаться от дорогостоящего инструментального контроля технологического процесса.

В 1998 году согласно разработанному проекту специалистами Центрального рудоуправления НГМ (Зарафшан) была изготовлена и запущена в эксплуатацию на территории опытного цеха ГМЗ-2 опытная промышленная установка по демеркуризации люминесцентных ламп.

Установка СЭЛТА-1 состоит из следующих основных частей:

- загрузочной кассеты;
- нагревательной печи трубчатой конструкции;
- устройства непрерывной подачи ламп из кассеты через нагревательную печь в зону разрушения;
- системы подачи активных растворов в зону разрушения и демеркуризации ламп;
- устройства для измельчения и разделения продуктов переработки (стекло, доколи);
- системы очистки воздуха;
- контейнеров для сбора продуктов переработки;
- рамы для размещения узлов и агрегатов.

Основные технологические показатели работы установки:

| | |
|--------------------------------------|---------------|
| Степень извлечения ртути из стекла | 9 |
| Содержание ртути на алюминиевом ломе | не обнаружено |
| Производительность средняя | до 140 л/ч |

Режим работы непрерывный
 Температура демеркуризации 400-420°C
 Стоимость демеркуризирующего реагента ~ \$ 1,0 на 1000 ламп
 Стоимость демеркуризации одной лампы ~\$ 0,25
 Вес установки (в зависимости от комплектации) 1,5-2,0 т.

Основными достоинствами установки «СЭЛТА-1» являются:

- непрерывность процесса демеркуризации ламп, что исключает необходимость в периодическом нагреве и охлаждении печи;
- использование собственного вакуума лампы для ускорения отгонки части ртути, сорбированной слоем стекла, прилегающем к люминофорному покрытию;
- отсутствие технологических газов, что позволяет вести процесс без специальной герметизации нагревательной печи;
- отсутствие в технологии дорогостоящих реагентов;
- возможность переработки ламп с загрязненной внешней поверхностью;
- разделение продуктов переработки с получением ртутьсодержащего экологически безопасного шлама, стеклообя и алюминиевого лома;

- отсутствие контактов обслуживающего персонала со свободной ртутью;
- низкая стоимость установки и переработки ламп;
- простота обслуживания и высокая надежность в эксплуатации;

- возможность изготовления в передвижном варианте.

На установке, эксплуатирующейся в городе Зарафшане, с 1998 года по настоящее время было переработано около 150 тысяч ртутьсодержащих люминесцентных ламп, что позволило решить проблему утилизации для Навоийского горно-металлургического комбината. В конце 1999 года конструкторская разработка на демеркуризационную установку для переработки ламп типа ДРЛ была выполнена и передана в производство.

Таким образом, создана и внедрена в производство установка по переработке ртутьсодержащих люминесцентных ламп, обеспечивающая переработку, получение экологически безопасных отходов, пригодных для использования в качестве вторичного сырья.



Критерии оценки воздействия пылегазовых выбросов карьеров на окружающую среду

УДК 622.807:614.7.

© О.Л. Бальбердин, А.В. Кочетов 2000 г.



О.Л. Бальбердин,
 начальник МСЧ-3
 Центральное РУ



А.В. Кочетов
 начальник
 ЦЛ КУТ и ООС
 Центральное РУ

Одно из наиболее опасных последствий деятельности горных предприятий – загрязнение воздушного бассейна и возможное изменение геохимического баланса региона под воздействием пылегазовых выбросов карьеров.

Академик В.И. Вернадский полагал, что между живой и неживой природой существует постоянное динамическое равновесие, нарушение которого может привести к непоправимым последствиям.

Для нормального функционирования живых организмов (человека, животных, растений) необходимы, по крайней мере, 100 элементов, которые контролируют разнообразные биохимические реакции, оказывают вли-

яние на ход и направленность физиологических процессов. Содержание большинства из этих элементов в организмах ничтожно (10^{-3} % и ниже), однако, даже незначительное снижение или повышение их концентрации по сравнению с физиологически необходимым уровнем может способствовать развитию различных патологических процессов [1]. Кроме того, активное вмешательство человека в природу приводит к загрязнению окружающей среды чуждыми для ее естественного состояния химическими веществами, воздействие которых наносит, в конечном счете, непоправимый вред живым организмам. Например, известно, что заболеваемость населения в индустриальных зонах с тяжелой и химической промышленностью в 1,5 раза выше, чем в зонах, где такая промышленность отсутствует. Районы размещения крупных горно-обогатительных комбинатов не являются в этом плане исключением [2].

Анализ результатов исследований в различных областях науки показывает, что в качестве критериев оценки степени воздействия пылегазовых выбросов карьеров на окружающую среду могут быть использованы:

- темпы пылевого загрязнения земель;
- изменение геохимического баланса почвы;

- содержание микроэлементов в тканях живых организмов;
- ухудшение здоровья населения;
- состояние растительности.

Темпы пылевого загрязнения земель оказывают наибольшее влияние в районах, где мощность почвенного слоя менее 30 см, поскольку такие районы характеризуются низкой экологической устойчивостью к запылению. В районах с мощностью почвенного слоя 100 см также отмечается повышенный ущерб от запыления земель. Поскольку в этих случаях значительно снижается качество, а следовательно и ценность загрязненных почв, то темпы пылевого загрязнения земель можно с достаточной достоверностью определить по темпам снижения качества почв, то есть, по величине их разубоживания привносимым пылевым материалом.

В ряде случаев в зонах интенсивного техногенеза анализом почвенных образцов могут быть выявлены участки техногенной геохимической среды. В связи с тем, что предельно-допустимые концентрации для металлов в почве практически не определены, в качестве критерия для оценки степени загрязнения таких участков могут быть применены их кларковое содержание в загрязненном слое [4]. Так, например, спектральным анализом почвенных образцов в районе расположения Лебединского и Стойленского горно-обогатительных комбинатов установлено превышение в 1,5-4,0 раза кларкового содержания таких элементов, как медь, цинк, кобальт, свинец, ванадий и некоторых других. Однако, выраженных тенденций к увеличению концентрации указанных элементов по мере приближения к промышленной зоне комбинатов не выявлено.

Проведенными исследованиями [5] не выявлено прямой зависимости содержания микроэлементов в организме с их концентрацией в гидрогеологической среде. Однако, в настоящее время такая взаимосвязь между концентрацией вредных химических элементов в окружающей среде с их содержанием прежде всего в костях и волосах человека все-таки установлена [6]. К сожалению, разработанные нормативы содержания тех или иных элементов в окружающей среде, не учитывают процесса их накопления в организме человека при многолетнем контакте с, казалось бы, низкими (ниже предельно допустимых нормативных значений) концентрациями химических веществ в воде, воздухе и почве. Так, например, известно, что стронций при длительном поступлении в организм в малых количествах может замещать в костях кальций, что приводит к заболеваниям опорно-двигательного аппарата.

Биологические объекты исследований, такие, как кровь и моча, отражают быстрые, кратковременные увеличения содержания различных элементов при их большом поступлении в организм человека, но применявшиеся до последнего времени спектрофотометрический и флуориметрический методы анализов не давали четких ответов о концентрации многих элементов (бериллий, свинец, золото, уран, стронций, медь). Разработанный в настоящее время метод на основе масспектрометрического анализа с ионизацией для определения содержания элементов в волосах человека позволяет наиболее быстро

и точно ответить на вопрос, какой из них является главным вредным фактором в рассматриваемом случае. Приведенные с использованием разработанного метода следования волос горнорабочих на некоторых горно-предприятиях Узбекистана, Казахстана и России и твердили возможность эффективного решения этой задачи [6].

Продолжающееся ухудшение состояния здоровья населения связано, в том числе и с трансформацией внешней химической среды, влияющей на состояние организма и поведение человека, а также его способности переносить и нормально функционировать в условиях хронического воздействия токсических веществ [7]. Причем это влияние многогранно. Поэтому поиск общепринятых универсальных критериев комплексных индивидуальных и популяционных оценок состояния здоровья человека как основного реципиента загрязнения окружающей среды привел к необходимости признания категории "здоровье" в формулировке Устава Всемирной организации здравоохранения, определяющей его как состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только как отсутствие болезни [8]. Таким критерий такой комплексной оценки должен отвечать определенным требованиям и обеспечивать:

- оперативность получения и сопоставимость данных о состоянии здоровья людей;
- доступность для практического применения;
- учет принципа единства триады психического, социального и физического здоровья.

В качестве такого критерия комплексной оценки состояния здоровья предложено [8] использовать Единый Статус здоровья (ЕСЗ), представляющую собой сотую часть года (3,65 дня или 0,274% продолжительности жизни) и характеризующую время, в течение которого жизненный потенциал человека был снижен (то есть время, в течение которого человек признан больным в зависимости от продолжительности болезни выделены степеней тяжести ущерба, нанесенного здоровью):

Ущерб здоровью:

1. Легкая степень - до 10 дней (3 ЕСЗ).
2. Средняя степень - до 40 дней (11 ЕСЗ).
3. Тяжелая степень - до 90 дней (25 ЕСЗ).
4. Очень тяжелая степень с полной реабилитацией - до 150 дней (43 ЕСЗ)

Ухудшение здоровья:

5. Инвалидность 3-ей группы - до 120-180 дней (50 ЕСЗ).
- 6-7. Инвалидность 1-2-ой группы - более 50 ЕСЗ.
8. Потеря жизни.

Состояние растительности может в ряде случаев выступать в качестве критерия оценки степени загрязнения окружающей среды, поскольку некоторые виды растений обладают повышенной чувствительностью к определенным химическим веществам. Так, например, акация обладает повышенной чувствительностью к окислительным веществам, а люцерна не повреждается фтористого водорода, а люцерна не повреждается. Поэтому для использования растений в качестве экологических критериев состояния окружающей среды среди них должны быть выделены растения-индикаторы.

Растения, являясь более чувствительными к загрязнению, чем животные и человек, интенсивно накапливают элементы-загрязнители в своих тканях [9], по отклонениям содержания которых от их нормальных значений можно сделать вывод о наиболее опасных вредных примесях.

Таким образом, анализ исследований в области оценки воздействия пылегазовых выбросов карьеров на окружающую среду показал, что единого подхода к выбору критериев не выработано, что связано с комбинированным и сочетанным воздействием вредных факторов. Тем не менее, для оценки такого воздействия на человека может быть рекомендован масс-спектрометрический анализ его волос.

Список литературы:

1. Подлесная А.И. Современные тенденции в химической экологии // Медицина труда и промышленная экология. - 1993.- №7-8.- С.27-32.
2. Драгун Б.Т. Проблемы проектирования подземного горно-обогажительного комбината /Технологические и экологические проблемы создания горнопромышленных комплексов // Тезисы докл. Первого Всесоюз. симпоз.- Владикавказ: СКГМИ, 1990.- С.25-26.
3. Горлов В.Д. Расчет величины запыления земель, прилегающих к отвальному массиву //Горный журнал. - 1990.-№ 7.- С.52-54.
4. Папичев В.И., Номеров Г.Б. Экологические проблемы развития открытых горных разработок // Горный журнал. - 1992.- №9.-С.49-52.
5. Чиковани Т.К. Заболеваемость гемобластозами населения основных гидрогеологических зон Грузии. - Дисс. на соиск. уч. степени канд. биолог. наук. - Тбилиси: ТГМИ.-1991.
6. Накопление химических элементов в организме горнорабочих как один из критериальных показателей загрязнения окружающей среды / Кротов В.А., Балыбердин О.Л., Цыбина М.Л и др. //Тезисы докладов Межреспубликанской научно-практической конф. "Экология, технология и экономика разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых". - Ташкент. - 15-17 июня 1993 г. - С.60-61.
7. Филиппов В.Л. Экологическая психиатрия - актуальная проблема современной профилактической медицины // Медицина труда и промышленная экология. - 1993.- №7-8.- С.21-25.
8. Лебедев Г.П., Филиппов В.Л. Методические подходы к комплексной оценке ущерба здоровью, наступившего под влиянием неблагоприятных факторов среды обитания // Медицина труда и промышленная экология. - 1993.- №7-8.- С.9-14.
9. Страус В. Промышленная очистка газов: Пер. с англ. - М: Химия, 1981.- 616 с.

