

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ К.И.САТПАЕВА

Горный институт имени О.А. Байконурова
Кафедра «Открытых горных работ»



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ДИСЦИПЛИНЫ СТУДЕНТА

по дисциплине Ресурсосберегающие и малоотходные технологии на рудных
карьерах
для специальностей 050707 – Горное дело

Алматы 2010

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Ресурсосберегающие и малоотходные технологии на рудных карьерах» для студентов КазНТУ имени К.И.Сатпаева по специальности 050707 – Горное дело. Составители: доцент, канд. техн. наук Гурьевский Б.А., преподаватель Кожантов А. на основании Типовой учебной программы, утвержденной председателем Совета УМО по горным специальностям МО и Н РК, Алматы: КазНТУ, 2010. – 52 стр.

Составители: Гурьевский Борис Алексеевич,
доцент, канд. техн. наук
Кожантов Арыстан Узакбаевич,
старший преподаватель

Аннотация Учебно-методический комплекс по дисциплине «Ресурсосберегающие и малоотходные технологии на рудных карьерах» составлен для специальности «Горное дело» и соответствует по содержанию и объему всем требованиям и уровню подготовки специалистов данного профиля. Программа составлена в логической последовательности излагаемого материала. Теоретический материал подкреплен практическими заданиями. Предусмотрены необходимые при изучении курса текущие, рубежные и другие виды контроля для закрепления полученных знаний, умений и навыков. В системе обучения предусматривается полный учет интересов бакалавров, обеспечение их образовательных потребностей, улучшение качества учебно-методического обеспечения. В связи с этим нами разработан УМК в соответствии с содержанием ГОСО РК, квалификационной характеристикой, а так же на основании типового и рабочего учебных планов специальностей подготовки горных инженеров. Составленный УМК отвечает всем требованиям по содержанию преподаваемой нами дисциплины «Ресурсосберегающие и малоотходные технологии на рудных карьерах».

1 УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ – SYLLABUS

Данные о преподавателях:

Преподаватели, ведущий занятия:

*Гурьевский Борис Алексеевич, доцент, канд. техн. наук.
Кожантов Арыстан Узакбаевич, ст.преподаватель.*

Контактная информация 8 (327) 257-71-57, 3-38;

телефон

E-mail: http://www.arystan_2003@mail.ru <http://www.ntu.kz/>

Время пребывания

на кафедре «Открытых горных работ».

1.2 Данные о дисциплине:

Название Ресурсосберегающие и малоотходные технологии на рудных карьерах;

Количество кредитов 3 (три);

Место проведения кафедра «Открытые горные работы», Горно-металлургический корпус, ауд. № 9, 242, 244.

Таблица 1

Выписка из учебного плана

Курс	Семестр	Кре- диты	Академических часов в неделю					Форма контроля
			Лекции	Практ.занят ия /семин. занят.	СРС *	СРСП *	Всего	
2	4	3	2	1	3	3	9	Экзамен

1.3 Пререквизиты: Перечень дисциплины, предшествующих изучению дисциплины «Ресурсосберегающих и малоотходных технологии на рудных карьерах»

- а) Геологические дисциплины;
- б) Физика горных пород;
- в) Разрушение горных пород;
- г) Экология;

1.4 Постреквизиты: Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Ресурсосберегающих и малоотходных технологии на рудных карьерах» используются при изучении дисциплины:

- а) Экономика горного производства;
- б) Охрана труда;

- в)Технология и комплексная механизация открытой разработки месторождений полезных ископаемых;
- г)Управление состоянием массивов;
- д)Закономерность, нормативов и правовых актов недропользования.
- е)Безопасность жизнедеятельности;
- ж)Процессы открытых горных работ;
- з)Переработка и обогащение полезных ископаемых

1.5 Цель преподавания дисциплины: Цель преподавания дисциплины состоит в том, чтобы на основе современных достижений физики, химии, математики и геологических дисциплин вскрыть закономерности процессов и явлений, происходящих при разведке, разработке и первичной переработке полезных ископаемых, и создать научную базу для коренного изменения техники и технологии горного производства.

1.5.1 Краткое описание дисциплины: приобретение востребованных производством совокупности знаний, умений и навыков по рациональному природо- и землепользованию; полному и комплексному использованию минерально-сырьевых ресурсов недр, снижению капитало-, энерго- и трудоемкости открытых горных работ.

1.6 Перечень и виды заданий и график их выполнения

Виды заданий и сроки их выполнения

Таблица 2

Виды контроля	Вид работы	Тема работы	Ссылки на рекомендуемую литературу с указанием страниц
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Текущий контроль	Практические занятия по метод. указанию	«1.Основные методические положения технико-экономического нормирования потерь и разубоживания руд при добыче»	Гурьевский Б.А. «Нормирование потерь руды на карьерах и оценка технологических решений по рациональному использованию недр» Методические указания к практическим занятиям, Алматы: КазНТУ, 2003, с. 1–38. [3]
	Практические занятия	«2.Расчетный метод определения нормативных показателей потерь и разубоживания руд»	Гурьевский Б.А. «Нормирование потерь руды на карьерах и оценка технологических решений по рациональному использованию недр» Методические указания к практическим занятиям,

			Алматы: КазНТУ, 2003, с. 1–38. [3-7]
	Практические занятия	«3.Определение нормативных показателей потерь с использованием справочных материалов»	Гурьевский Б.А. «Нормирование потерь руды на карьерах и оценка технологических решений по рациональному использованию недр» Методические указания к практическим занятиям, Алматы: КазНТУ, 2003, с. 1–38. [3-7]
	Практические занятия	«4.Расчеты нормативных показателей с использованием табличных справочных материалов»	Гурьевский Б.А. «Нормирование потерь руды на карьерах и оценка технологических решений по рациональному использованию недр» Методические указания к практическим занятиям, Алматы: КазНТУ, 2003, с. 1–38. [7-10]
	Практические занятия	«5.Определение нормативных показателей с использованием графических справочных материалов»	Гурьевский Б.А. «Нормирование потерь руды на карьерах и оценка технологических решений по рациональному использованию недр» Методические указания к практическим занятиям, Алматы: КазНТУ, 2003, с. 1–38. [7-10]
<i>Рубежный контроль</i>	<i>Контрольная работа</i>	<i>Решение задач по пройденным темам</i>	
	Практические занятия	«6.Оценка технологических решений по улучшению использования недр »	Гурьевский Б.А. «Нормирование потерь руды на карьерах и оценка технологических решений по рациональному использованию недр» Методические указания к практическим занятиям, Алматы: КазНТУ, 2003, с. 1–38. [10-14]
	Практические занятия	«7.Выбор	Гурьевский Б.А.

	занятия	оптимальной высоты уступа»	«Нормирование потерь руды на карьерах и оценка технологических решений по рациональному использованию недр» Методические указания к практическим занятиям, Алматы: КазНТУ, 2003, с. 1–38. [14-15]
	Практические занятия	«8.Оценка приемов отработки контактов рудного тела методом вариантов»	Гурьевский Б.А. «Нормирование потерь руды на карьерах и оценка технологических решений по рациональному использованию недр» Методические указания к практическим занятиям, Алматы: КазНТУ, 2003, с. 1–38. [14-15]
	Практические занятия	«9.Выбор рационального варианта разработки блоков сложного строения»	Гурьевский Б.А. «Нормирование потерь руды на карьерах и оценка технологических решений по рациональному использованию недр» Методические указания к практическим занятиям, Алматы: КазНТУ, 2003, с. 1–38. [15]
	Практические занятия	«10.Определение экономического ущерба от сверхнормативных потерь и разубоживания»	Гурьевский Б.А. «Нормирование потерь руды на карьерах и оценка технологических решений по рациональному использованию недр» Методические указания к практическим занятиям, Алматы: КазНТУ, 2003, с. 1–38. [15-16]
<i>Рубежный контроль</i>	<i>Тестовые вопросы</i>	<i>Решение задач по пройденным темам</i>	
	Сдают итоги практических заданий	По темам подводим итоги семестра	
Итоговый	Экзамен;	Вопросы; по	

контроль	письменный	вариантам.	
----------	------------	------------	--

1.7 Список литературы

Основная литература:

1. Трубецкой К.Н., Шапарь А.Г. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии при открытой разработке месторождений. М.:Недра, 1993г. 271с.

2. Гурьевский Б.А. Нормирование потерь руды на карьерах и оценка технологических решений по рациональному использованию недр. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Ресурсосберегающие и малоотходные технологии на рудных карьерах» (для студентов специальности 190240 «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых»). Алматы: КазНТУ, 2003, с. 1–38.

3. Гурьевский Б.А. Методы определения рационального режима использования земель: Метод. указ., Алматы: КазПТИ, 1993г.-19с.

4. Ракишев Б.Р., Софрыгин В.П. Задачи по процессам открытых горных работ. Учебное пособие. Алматы, КазНТУ, 1999.

Дополнительная литература:

4. Кенжебеаев А, Шитарев В.Г., Акатаев С.А. Классификация и выбор методов нормирования количественных и качественных потерь при открытой разработке рудных месторождений. Алматы, 1995.

5. Подвиженский С.Н., Чалов В.И., Кравченко О.П. Рациональное использование природных ресурсов в горно-промышленном комплексе. М.: Недра, 1988

6. Сергеев И.В. Экономное использование материальных ресурсов в железорудной промышленности. М.: Недра, 1988

7. Ржевский В.В., Болотова Л.Е. Экология горного производства. М : МГИ, 1988г.

1.8 Контроль и оценка знаний

По кредитной технологии обучения и для дисциплины «Ресурсосберегающих и малоотходных технологии» на кафедре ОГР применяется рейтинговый контроль знаний студентов.

Для дисциплины устанавливаются следующие виды контроля:

1) Текущий контроль: Контрольные работы, коллоквиумы, практические занятия, семестровая работа, рефераты;

2) Рубежный контроль;

3) Итоговый контроль: письменный экзамен в 4 семестре.

Распределение рейтинговых систем контроля

№ вариантов	Вид итогового контроля	Виды контроля	%
	Экзамен	Итоговый контроль	100
		Рубежный контроль	100
		Текущий контроль	100

Сроки сдачи результатов текущего контроля должны определяться календарным графиком учебного процесса по дисциплине (таблица 2).

Количество текущих контролей определяется содержанием дисциплины и ее объемом.

Таблица 2

Календарный график сдачи всех видов контроля по дисциплине
«Ресурсосберегающие и малоотходные технологии на рудых карьерах»

Недели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Недельное количество контроля	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
Виды контроля	Р	ПЗ	Р	ПЗ	Р	ПЗ	Р	ПЗ РК	Р	ПЗ	Р	ПЗ	Р	ПЗ	Р РК

Виды контроля: ПЗ – практические занятия, Р – самостоятельная работа, РК – рубежный контроль.

Вид итогового контроля – экзамен (письменно)

Итоговая оценка по дисциплине определяется по шкале (таблица 3).

Таблица 3

Оценка знаний студентов

Оценка	Буквенный эквивалент	Рейтинговый балл (в процентах %)	В баллах
Отлично	A	95-100	4
	A-	90-94	3,67
Хорошо	B+	85-89	3,33
	B	80-84	3,0
	B-	75-79	2,67
Удовлетворительно	C+	70-74	2,33
	C	65-69	2,0
	C-	60-64	1,67
	D+	55-59	1,33
	D	50-54	1,0
Неудовлетворительно	F	0-49	0

Перечень вопросов для проведения контроля по модулям и промежуточной аттестации

Вопросы для проведения контроля по 1 модулю:

1. История развития горного дела, его основоположники;
2. Роль Казахстанских ученых в решении задач горного дела;
3. Основные положения закона об охране недр и недропользовании РК;
4. Добываемые полезные ископаемые и их качество;
5. Горные породы как объект разработки;
6. Элементы залегания угольных пластов и рудных тел, классификация их по мощности к углу падения;

7. Физико-механические свойства горных пород, классификация их по крепости;
8. Значение трещиноватости горных пород;
9. Характеристика скальных и полускальных, разрушенных, мягких и рыхлых горных пород;
10. Общая оценка пород разрушению;
11. Сущность и содержание открытых горных работ;
12. Этапы и периоды ОГР;
13. Основные производственные процессы ОГР;
14. Вскрышные и добычные работы. Понятие о коэффициенте вскрыши;
15. Карьер и его основные элементы;
16. Понятие об аэрологии карьеров;
17. Понятия об охране труда и экологии на карьерах.

Вопросы для проведения контроля по 2 модулю:

1. Сущность, условия применения подземного способа добычи полезных ископаемых;
2. Основная горнотехническая терминология при подземных работах;
3. Этапы разработки шахтных полей;
4. Горные выработки, назначение и проведение;
5. Способы выемки угля в очистных забоях;
6. Способы крепления очистных забоев;
7. Процессы подземного транспорта;
8. Общие сведения о способах вскрытия и системах разработки;
9. Особенности рудных месторождений;
10. Основные производственные процессы;
11. Отбойка руды, доставка;
12. Характеристика систем разработки.

Вопросы для проведения контроля по 3 модулю:

1. Виды строительных горных пород и их свойства;
2. Требования к сырью;
3. Особенности технологии разработки строительных горных пород;
4. Комплексное использование сырья;
5. Сущность геотехнологических способов добычи полезных ископаемых, основные понятия и определения;
6. Основные технологические процессы геотехнологии;
7. Сущность подводной добычи полезных ископаемых;
8. Схемы разработки полезных ископаемых под водой. Перспективы развития;
9. Роль обогащения полезных ископаемых;
10. Методы, процессы, операции, схемы обогащения;
11. Обоганительные фабрики, ГОК, и др.

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:

1. Место горнодобывающей промышленности как основной составляющей энергетического и сырьевого баланса страны в экономике Казахстана;
2. Проблемы и перспективы развития горного дела;
3. История развития горного дела, его основоположники;
4. Роль Казахстанских ученых в решении задач горного дела;
5. Передовой опыт отечественных и зарубежных ресурсосберегающих технологий разработки полезных ископаемых;
6. Добываемые полезные ископаемые и их качество;
7. Горные породы как объект горных работ;
8. Элементы залегания угольных пластов и рудных тел;
9. Физико-механические свойства горных пород;
10. Классификация горных пород по крепости;
11. Характеристика скальных и полускальных пород;
12. Характеристика разрушенных пород;
13. Общая оценка сопротивления горных пород разрушению;
14. Сущность и содержание открытых горных работ;
15. Этапы и периоды открытых горных работ;
16. Понятия о комплексной механизации ОГР;
17. Основные производственные процессы ОГР;
18. Вскрышные и добычные работы. Понятия о коэффициенте вскрыши;
19. Карьер и его основные элементы;
20. Уступ и его элементы и параметры;
21. Понятия от аэрологии карьера;
22. Сущность и содержание подземного способа добычи полезных ископаемых;
23. Понятие о шахте и шахтном поле. Этапы разработки шахтных полей;
24. Горные выработки – назначение и способы проведения;
25. Деление шахтного поля на крылья, горизонты, этажи, блоки, столбы;
26. Способы выемки угля в очистном забое;
27. Механизация очистных и проходческих работ;
28. Способы крепления очистных забоев;
29. Процессы подземного транспорта;
30. Способы и схемы вентиляции подземных выработок;
31. Общие сведения о способах вскрытия и системах разработки шахтных полей;
32. Особенности подземной разработки рудных месторождений в основные производственные процессы, характерные системы разработки;
33. Виды строительных горных пород и их свойства;
34. Особенности технологии разработки строительных горных пород, требования к сырью и готовой продукции. Комплексное использование сырья.
35. Сущность методов, основные понятия и определения добычи полезных ископаемых геотехнологическими способами;
36. Сущность технологии, схемы разработки, основные технологические процессы подводной добычи полезных ископаемых;
37. Обогащение полезных ископаемых, его роль в повышении их качества;

38. Понятия о гравитационном флотационном, магнитном, электрическом методах обогащения;

39. Типы обогатительных фабрик. Горно-обогатительные комбинаты.

1.9 Политика и процедура

Политика курса: 1. Не опаздывать и не пропускать занятия; 2. Внимательно отслеживать предлагаемый преподавателем сценарий занятия, активно участвуя в нем; 3. Работать в аудитории с отключенными сотовыми телефонами; 4. Самостоятельно заниматься в библиотеке и дома.

Нормы академической этики:

- дисциплинированность;

- воспитанность;

- доброжелательность;

- честность;

- ответственность;

- корпоративная культура и культура поведения в малых группах, создаваемых для выполнения отдельных видов работ.

Конфликтные ситуации должны открыто обсуждаться в учебных группах с преподавателем, с тьютором, а при их неразрешимости доводиться до сотрудников руководства института.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Тематический план курса

1. Цель и задачи дисциплины.

2. Роль горной науки на современном этапе.

3. Качество и ценность минерального сырья и готовой продукции горных предприятий.

4. Количественные и качественные потери полезного ископаемого, их оценка и нормирование.

5. Повторная открытая разработка месторождений, ранее отработанных подземным способом.

6. Формирование и открытая разработка техногенных месторождений.

7. Безотходные и малоотходные технологии комплексного использования минеральных ресурсов недр.

8. Состояние безотходного (малоотходного) производства в топливно-энергетическом комплексе.

9. Влияние усреднения и стабилизации качества на полноту извлечения запасов.

10. Технологические схемы получения готовых продуктов для стройиндустрии, металлургии, химической промышленности и сельского хозяйства из отходов.

11. Состояние безотходного производства при добыче, обогащении и переработке руд черных металлов.

12. Комплексное использование сырья и утилизация отходов добычи и переработки руд цветных металлов.

13. Утилизация отходов переработки горно-химического сырья и производства минеральных удобрений.

14. Доля материальных, энергетических и трудовых затрат в себестоимости горной продукции.

15. Уровень использования горного и транспортного оборудования на карьерах.

Распределение часов по видам занятий

Таблица 4

Наименование темы	Количество академических часов			
	Лекция	Практические занятия	СРСП	СРС
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Модуль 1				
Цель и задачи дисциплины, Назначение, содержание, направленность дисциплины, ее связь с другими дисциплинами. 1. Основные принципы и направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий. Природные ресурсы, их роль в развитии производительных сил общества. Продукция горной промышленности и ее ресурсоемкость.	2		3	3
2. Основные направления в области использования ресурсов недр. Роль горной науки на современном этапе, Минерально-сырьевая база Республики Казахстан и стран СНГ, состояние ее использования. Задачи рационального и комплексного использования минеральных ресурсов по стадиям их народно- хозяйственного освоения. Экономический кадастр минеральных ресурсов и отходов.	2	2	3	3
3. Принципы ресурсосбережения и малоотходности производства при ведении открытых горных работ. Качество и ценность минерального сырья и готовой продукции горных предприятий. Требования к качеству готовой продукции. Геологические, проектные и эксплуатационные кондиции на полезные ископаемые.	2		3	3
4. Особенности выполнения технологических процессов,	2	2	3	3

<p>обеспечивающих ресурсосбережение и малоотходность производства. Количественные и качественные потери полезного ископаемого, их оценка и нормирование. Меры по рациональному использованию недр геологического, горнотехнического, технологического, экономического, организационного, научного и правового направлений.</p>				
<p>5.Ресурсосберегающие и малоотходные технологии на рудных карьерах горных работ с применением комплексов мобильного оборудования. Повторная открытая разработка месторождений, ранее отработанных подземным способом. Объекты повторной добычи, определение их ресурсов, оценка целесообразности отработки. Технологии повторной открытой разработки в различных горно-геологических и горнотехнических условиях.</p>	2		3	3
<p>6.Классификация ресурсосберегающих и малоотходных технологических схем открытой разработки месторождений с применением комплексов мобильного оборудования. Формирование и открытая разработка техногенных месторождений. Состав и производство разведочно-оценочных работ, установление кондиций на техногенное минеральное сырье. Технологические методы разработки техногенных месторождений.</p>	2	2	3	3
<p>7.Рациональные условия и опыт применения ресурсосберегающих и малоотходных технологий с комплексами мобильного оборудования цикличного действия. Безотходные и малоотходные технологии комплексного использования минеральных ресурсов</p>	2		3	3

недр. Источники, масштабы и классификация горного и перерабатывающего производства. Сущность и значение безотходных технологий.				
Модуль 2				
1. Особенности и опыт использования ресурсосберегающих циклично-поточных технологий с применением колесных погрузчиков и традиционного оборудования. Состояние безотходного (малоотходного) производства в топливно-энергетическом комплексе. Количественная оценка отходов, их вещественный состав. Состояние и направления утилизации вскрышных пород и отходов углеобогащения и теплоэнергетики.	2	2	3	3
2. Технология горных работ с применением оборудования непрерывного действия в компактном исполнении. Влияние усреднения и стабилизации качества на полноту извлечения запасов. Технология усреднения руд в забоях, грузопотоках и на складах. Технология селективной выемки полезных ископаемых в сложноструктурных забоях.	2		3	3
3. Технология горных работ при разработке месторождений наклонными слоями. Технологические схемы получения готовых продуктов для стройиндустрии, металлургии, химической промышленности и сельского хозяйства из отходов. Карагандинского и Экибастузского угольных бассейнов.	2	2	3	3
4. Технология горных работ с использованием сил гравитации при осуществлении основных процессов. Состояние безотходного производства при добыче, обогащении и переработке руд черных металлов.	2		3	3

Количественная оценка и вещественный состав отходов; направления и состояние их утилизации для до извлечения черных, цветных металлов и изготовления стройматериалов.				
5.Ресурсосберегающие технологии выемки полезных ископаемых при разработке горизонтальных месторождений. Комплексное использование сырья и утилизация отходов добычи и переработки руд цветных металлов. Количественная оценка отходов, Направления, технологии и состояние комплексной переработки руд и отходов на примере предприятий цветной металлургии Республики Казахстан.	2	2	3	3
6.Нетрадиционные малоотходные технологии с внутренним отвалообразованием. Утилизация отходов переработки горно-химического сырья и производства минеральных удобрений. Организация рационального использования минеральных ресурсов недр в территориально-промышленных комплексах на базе крупных месторождений полезных ископаемых. Характеристика действующих ТПК (Павлодар-Экибастузский, Рудно-Алтайский) и возможности перспективных (Тургайский, Западно-Казахстанский) по комплексному использованию минерального сырья.	2		3	3
7.Технология горных работ с применением комбинированных видов транспорта. Доля материальных, энергетических и трудовых затрат в себестоимости горной продукции. Материалоемкость и энергоемкость горнодобывающей промышленности и пути их снижения.	2	2	3	3
8.Технология формирования	2	1	3	3

техногенных месторождений. Уровень использования горного и транспортного оборудования на карьерах. Причины простоев оборудования, система оперативного их учета и анализа. Пути повышения производительности оборудования.				
Всего (часов)	30	15	45	45

2.2 Конспект лекционных занятий

Модуль 1. Основные принципы и направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий.

Лекция 1. Роль природных ресурсов в развитии производительных сил общества.

Рациональное использование ресурсов недр с целью получения наибольшей пользы на длительном отрезке времени должно осуществляться в интересах не только современного общества, но и будущих поколений. Кроме того, учитывая негативное воздействие горного производства на окружающую среду, ее охрана должна быть активной. Надо не столько сберечь уже имеющиеся природные условия, сколько разумно преобразовывать окружающую среду в соответствии с потребностями человека и биосферы.

Исторически сложилось так, что горняки — ученые и инженеры-технологи — были заняты исключительно разработкой эффективных технологий добычи полезных ископаемых. Они не задумывались над тем, как предложенный ими процесс скажется на окружающей среде, какие изменения в ней вызовет. Такой подход казался естественным в ту пору, когда промышленное производство велось в небольших масштабах, а свободных земель было много. Проблема возникла в результате нарушения экологического равновесия вследствие загрязнения окружающей среды и нарушения земель в глобальном масштабе.

Эту проблему изучает наука экология — учение об эволюционно сложившихся процессах в природе, о единстве и взаимосвязи компонентов природы. Недостаток знаний предвидения всех последствий нашей деятельности порой приводит к серьезным отрицательным результатам. Поэтому знание основ охраны окружающей среды в современных условиях — одно из главных требований к подготовке высококвалифицированных специалистов для горной промышленности.

Охрана окружающей среды при разработке месторождении открытым способом — постоянно действующий процесс, необходимый до тех пор, пока существует горное производство. Производство совершенствуется и видоизменяется, изменяются и взаимосвязи природы с производством; это требует постоянного совершенствования знаний в области охраны окружающей среды.

Роль природных ресурсов в развитии производительных сил общества трудно переоценить. Природные ресурсы и труд являются необходимыми условиями существования человечества.

Степень эффективности использования природных ресурсов зависит от уровня развития производства. Совершенствование средств производства позволяет превращать одни и те же природные ресурсы из низкопродуктивных в высокопродуктивные.

Природные ресурсы делятся на *неисчерпаемые* и *исчерпаемые*. К неисчерпаемым относятся космические, климатические и водные. Исчерпаемые — ресурсы, которые расходуются в процессе их потребления человеком. Они разделяются на *возобновимые* и *невозобновимые*.

Возобновимые ресурсы характеризуются способностью восстанавливаться по мере их использования и включают почву, растительность, животный мир, поверхностные и подземные воды, почвенную влагу. Такие ресурсы воспроизводятся в естественных процессах, происходящих на Земле, и поддерживаются в некотором постоянном количестве, определяемом их ежегодным приростом и расходом. Темпы расходования таких ресурсов должны соответствовать темпам их восстановления при правильном природопользовании. Нерациональное использование возобновимых ресурсов может привести к тому, что последние могут стать невозобновимыми.

Одним из важнейших элементов природных ресурсов является почва, которая служит мощным регулятором кругооборота воды, аккумулятором солнечной энергии, средой, где происходят химические реакции, создается жизнь из мертвой неорганической материи.

Почва, вода и воздух превращают часть, солнечной энергии в биологическую продукцию. Почва занимает особое место. Отсюда то исключительное внимание, которого требует она к себе. Пахотные земли планеты составляют 10,4 % всей суши, луга и пастбища 19 %. Резервы для расширения пахотных земель незначительны, так как 60 % суши — это горы, пустыни, тундра, леса и 10 % — маломощные почвы. Кроме того, наукой и жизнью доказано, что для оптимального состояния биосферы нужны и болота, и пустыни, и луга, и леса в определенных соотношениях.

Использование невозобновимых ресурсов неминуемо ведет к истощению их запасов. К ним относятся богатства недр (полезные ископаемые), запасы которых совершенно не восстанавливаются или восстанавливаются сравнительно медленнее, чем происходит их использование человеком.

Минеральное сырье является основой развития индустрии. Вся черная и цветная металлургия, производство минеральных удобрений полностью основаны на сырье, извлекаемом из недр; около 80 % электроэнергии вырабатывается из энергетических полезных ископаемых, почти 3/4 продукции химической промышленности получают из минерального сырья или продуктов его переработки.

Мировое потребление минерального сырья возрастает на 4-5% в год. По оценкам специалистов годовые потребности в нем достигли 12 млрд.т. Такая ситуация требует опережающего темпа развития горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности. Требуемое опережение обусловлено тем, что с каждым годом запасы богатых руд истощаются. Приходится вовлекать в добычу все более бедные руды, с ухудшающимся качеством.

Снижение содержания полезных компонентов в сырье приводит к тому, что для получения того же количества готовой продукции требуется переработать больше горной массы.

Наряду с этим запасы месторождений полезных ископаемых, расположенных на небольшой глубине и в экономически развитых районах уменьшаются из года в год. То-есть горные работы переходят на все более глубокие горизонты на действующих предприятиях, Новые предприятия зачастую строятся в отдаленных, необжитых, климатически суровых районах, опускаются на дно морей. Это обуславливает постоянный рост себестоимости добычи и цен на минеральное сырье. За ростом цен следует удорожание всей промышленной продукции, энергии, жизни населения.

Нельзя забывать и того, что горнодобывающая промышленность является весьма ресурсоемкой. Ее трудоемкость характеризуется следующими цифрами: стоимость горнопромышленной продукции в странах СНГ составляет 9% в общем объеме ВВП, в тоже время горнопромышленном комплексе участвует 16% всех промышленных рабочих. В этой отрасли задействовано более 25% всех промышленно-производственных фондов. Фондоемкость здесь в 3,5 раза выше, чем обрабатывающей промышленности. Только на добычу, дробление и измельчение полезных ископаемых расходуется до 10% электроэнергии производимой в стране. О масштабах землеемкости можно судить по следующим данным: удельная землеемкость на миллион тонн добытого сырья в среднем составляет 215 га, а на миллион тонн самого полезного компонента – 753 га. Так земельный отвод ССГПО в Кустанайской области (без отвода для Качарского карьера) составляет около 5 тыс. гектар.

Еще одна немаловажная проблема. Из добытой горной массы используется не более 30-40% всего объема, а по рудам цветных металлов – до 2-3%. Поэтому во всем мире катастрофически растет количество отходов в виде вскрышных пород, хвостов обогатительных фабрик; шлаков, шламов металлургических производств; зол электростанций. Затраты на их складирование, хранение, на охрану окружающей среды от их вредного воздействия составляют до 40% от затрат на добычу и переработку руд. Кроме того горнодобывающие и смежные с ними отрасли промышленности являются самыми крупными источниками жидких и газопылевых отходов (до 70-80% всего объема вредных выбросов с учетом металлургических заводов, химических предприятий и ГРЭС). Потребление и загрязнение вод составляет десятки кубокилометров в год. К этому следует добавить нарушение природных ландшафтов (горы отвалов, ямы карьеров и др.), что существенно ухудшает условия жизни человека, произрастания растений и обитания животных.

Перечисленные факторы не просто суммируются: они действуют взаимосвязанно, «подгоняя» друг друга таким образом, что пропорциональное наращивание мощностей по добыче минерального сырья в принципе не позволяет угнаться за его дефицитом и инфляцией его качества если продолжать экстенсивно развивать эту отрасль. Тоже самое можно сказать в отношении борьбы с загрязнением окружающей среды.

Выходом из складывающейся ситуации является поиск принципиально новых подходов, основанных на интенсивном развитии горнодобывающей промышленности путем создания ресурсосберегающих и малоотходных технологий, обеспечивающих полное и комплексное использование ресурсов недр, рациональное природопользование, снижение капитало-, материало-, энерго-, и трудоемкости горных работ.

Литература 1осн. [1-16].

Контрольные вопросы:

1. Какие природные ресурсы являются возобновимыми?
2. Какие природные ресурсы являются невозобновимыми?
3. Какие природные ресурсы являются неисчерпаемыми?
4. Какие природные ресурсы являются исчерпаемыми?
5. Какова основная роль природных ресурсов?

Лекция 2. Основные направления в области использования ресурсов недр.

Рациональное использование многообразных видов ресурсов недр должно осуществляться с помощью комплекса существенно различных способов и технологий разработки.

В настоящее время известны предложения и практически разработаны решения по следующим сочетаниям:

- открытая разработка основной части месторождения с выщелачиванием полезных компонентов через скважины из глубокозалегающих маломощных или бедных его частей;
- подземная разработка угольных пластов с подземной газификацией пластов малой мощности и низкого качества либо шахтных целиков;
- подземная разработка основной части месторождения с доработкой маломощных, забалансовых частей и целиков с помощью химического и химико-бактериологического выщелачивания;
- многообразные варианты комбинированной разработки месторождений одновременно открытым и подземным способами, включая оригинальный открыто-подземный способ разработки, созданный для переходного этапа от открытых к подземным горным работам.

Перспективы этих сочетаний различны, однако все они направлены на ресурсосбережение. Многие из них позволяют одновременно сокращать затрачиваемые при разработке материальные, энергетические, трудовые ресурсы и экономить минеральные ресурсы за счет сокращения потерь полезных ископаемых в бортах карьеров, целиках, потолочинах между дном карьера и подземными выработками и др. Причем ресурсосбережение в настоящее время ограничено снижением потерь полезных ископаемых. Важной функцией некоторых сочетаний способов и технологий является экономия земельных и водных ресурсов, являющихся компонентами окружающей среды. Эта функция горных технологий иногда называется малоотходностью. Так как ресурсы земли и воды часто повреждаются и уничтожаются отходами горнообогатительного производства, малоотходность приобрела в настоящее время существенное значение и в ближайшей перспективе возможно явится определяющей при оценке и выборе способов и технологий.

Однако направления развития технологий должны изменяться в соответствии с изменением основных направлений комплексного освоения недр (КОН). Закономерным результатом дальнейшего развития содержания проблемы КОН является развитие исследований ресурсопроизводящих функций горного производства. В связи с этим необходимо остановиться на общих взглядах проблемы освоения минеральных ресурсов.

Существуют две категории природных ресурсов. Ресурсы, которые формируются достаточно быстро под действием солнечной энергии (древесина, животные, дождевая вода и т. п.), являются возобновляемыми. Минеральные ресурсы, к которым относятся любые потенциально или в настоящее время извлекаемые концентрации существующих в природе твердых, жидких или газообразных веществ, формируются очень медленно и в масштабах исторического времени существования человеческого общества считаются не возобновляемыми. Принято различать реально выявленные или идентифицированные ресурсы, которые можно уже сегодня добывать рентабельно, и потенциальные ресурсы, для использования которых требуется совершенствование технологий добычи и переработки.

В литературе тезису об ограниченности и не возобновляемости минеральных ресурсов иногда противопоставляют возможность ресурсопроизводящей деятельности человека. При этом имеются в виду косвенные способы производства ресурсов: разведка новых месторождений полезных ископаемых и разработка новых технологий, с помощью которых можно эффективно использовать ресурсы, считавшиеся ранее нерентабельными. В этом смысле большинство новых технологий, обеспечивающих существенное снижение затрат на добычу и переработку полезных ископаемых, связано с косвенным производством ресурсов.

В отличие от этого предлагаемое понятие "ресурсопроизводящие технологии" необходимо для обобщения прямых действий или дополнительных технологических процессов, в результате которых создаются новые ресурсы недр. Как правило, на это требуются дополнительные затраты, целесообразность которых должна быть обоснована с учетом ценности получаемого ресурса.

Анализ применяемых и предлагаемых технологий с позиций возможного производства ресурсов недр позволил выделить следующие ресурсопроизводящие функции: изменение условий залегания минеральных образований; изменение качества минеральных образований; изменение параметров, сроков формирования и состояния выработанного пространства.

Изменение условий залегания минеральных образований является наиболее распространенной ресурсопроизводящей функцией. Изменение положения различных минеральных образований относительно земной поверхности обычно происходит при формировании техногенных месторождений. Дополнительными действиями в данном случае являются селективная выемка, отдельное транспортирование и складирование различных попутных полезных ископаемых. Это связано с увеличением капитальных вложений на приобретение горного и транспортного оборудования. Так, по данным Гипроруды отдельная разработка и складирование части вскрышных пород

Качарского ГОКа приводят по сравнению с валовым складированием всех вскрышных пород к увеличению парка локомотивосоставов на 18%, отвальных экскаваторов на 30%, протяженности путей на 12%. Экономический механизм, обосновывающий необходимость этих дополнительных затрат, отсутствует. Его разработка, по-видимому, будет зависеть от правильной оценки создаваемых в этом случае ресурсов. Примером изменения условий залегания можно считать предложенный в МГИ акад. В. В. Ржевским способ повторной открытой разработки отработанных подземным способом участков Джекказганского месторождения, при котором выемку потерянных руд предлагается осуществлять открытыми работами после заполнения подземного выработанного пространства закладкой из медносодержащих отходов (хвостов) обогащения.

Схема производства ресурсов при изменении условий залегания минеральных образований сводится к следующему. Например, вмещающие рудные залежи породы, залегающие на глубине 300 м и более, являются потенциальным ресурсом для получения строительных материалов, так как в настоящее время не могут быть рентабельно отработаны как самостоятельное сырье. При их попутной разработке и раздельном складировании на поверхности они становятся реальным ресурсом и их запасы могут быть отработаны с получением прибыли.

Изменение качества минеральных образований происходит при их складировании с усреднением либо с использованием эффекта сегрегации. В перспективе также не исключено использование физико-химических воздействий на минеральные образования в недрах и на поверхности с целью улучшения их качества в процессе хранения.

Выработанное пространство при подземной и открытой разработке и продолжительном ведении горных работ может оставаться потенциальным ресурсом, так как его использование несовместимо с производством горных работ. Перевод этого ресурса из потенциального в реальный на ранних этапах разработки можно осуществить за счет изменения порядка разработки месторождения. Так, при вытянутых в плане карьерных полях интенсивная отработка отдельных участков поля по простиранию до конечной глубины карьера создает выработанное пространство, которое может быть использовано для размещения отвалов вскрышных пород при дальнейшей разработке месторождения.

С учетом сказанного ресурсопроизводящие технологии освоения недр можно определить как технологии, при применении которых, наряду с отработкой запасов полезных ископаемых, производятся целенаправленные изменения условий залегания и качества геогенных и техногенных образований, в результате чего создаются новые ресурсы недр в виде техногенных месторождений, выработанного пространства (полостей в недрах), водоемов и др. либо осуществляется перевод потенциальных ресурсов в реальные.

С помощью ресурсопроизводящих технологий может быть создан не один вид ресурса недр. Причем в процессе разработки произведенные ресурсы недр могут быть использованы. Так, в ИПКОН РАН начаты работы по созданию

ресурсопроизводящей технологии разработки применительно к условиям Лебединского месторождения. Суть ее заключается в том, что часть вскрышных пород и некондиционных руд предлагается временно складировать в выработанном пространстве Южно-Лебединского карьера. Иными словами, исследуется возможность создания техногенных месторождений в выработанном пространстве недр. При этом создаваемый ресурс - выработанное пространство - используется для формирования новых ресурсов в виде техногенного месторождения.

Использование отдельного ресурса недр не происходит изолированно от других ресурсов. Поэтому при оценке ресурсопроизводящих функций необходимо рассматривать общий баланс ресурсов, связанных с комплексным освоением недр. Этот баланс включает: 1) используемые минеральные ресурсы (извлекаемые полезные ископаемые и их потери); 2) затрачиваемые ресурсы (энергетические, материальные и трудовые ресурсы); 3) используемые и нарушаемые другие природные ресурсы, которые обычно являются также компонентами окружающей среды (нарушаемые земли, поверхностные и подземные воды); 4) произведенные ресурсы (техногенные месторождения, полости в недрах, водоемы и др.).

Для оценки ресурсопроизводящих функций технологий необходимо использовать следующее соотношение перечисленных видов ресурсов, которое может быть названо коэффициентом производства ресурсов недр:

$$K_{п.р.-н} = P_{п} / (P_{и} + P_{з} + P_{н}), \quad (1)$$

где $P_{п}$ - стоимость произведенных ресурсов; $P_{и}$, $P_{з}$, $P_{н}$ - стоимость соответственно использованных, включая потерянных, затраченных и нарушенных ресурсов.

Ориентировочная оценка ресурсопроизводящих функций применяемых технологий с помощью коэффициента производства ресурсов недр показала, что его значения существенно меньше единицы. По-видимому, в ближайшей перспективе речь может идти лишь о частичном производстве ресурсов недр.

Ресурсосберегающая и природоохранная деятельность также характеризуется величиной $K_{прн}$, так как при этом изменяется значение знаменателя в предложенном выражении соотношения ресурсов.

Первоочередными задачами нового перспективного направления создания научных основ ресурсопроизводящих технологий комплексного освоения недр - являются:

-поиск и научное обоснование новых эффективных способов производства ресурсов недр;

-разработка механизма экономической оценки ресурсопроизводящей деятельности, которая связана с совершенствованием методов оценки различных видов ресурсов;

-оптимизация и нормирование показателей ресурсопроизводства.

Литература 1 осн. [7].

Контрольные вопросы:

1. Укажите основные проблемы комплексного освоения недр (КОН)?
2. Чем характеризуется понятие «ресурсопроизводящие технологии»?

3. Какими действиями сопровождается добыча попутных полезных ископаемых?

4. Укажите схему производства ресурсов при изменении условий залегания минеральных образований?

5. С помощью чего могут быть созданы различные виды ресурсов недр?

Лекция 3. Принципы ресурсосбережения и малоотходности производства при ведении открытых горных работ.

Малоотходность производства и ресурсосбережение являются основными направлениями решения проблемы рационального природопользования. Особую актуальность эта проблема имеет для горнодобывающих отраслей промышленности, на долю которых приходится 70% всех природных ресурсов; 40% общих капиталовложений, 30-35% производственных фондов, 20-30% фонда заработной платы, более 60% железнодорожных перевозок, около 70% затрат на производство энергии.

При ведении открытых горных работ только часть вовлекаемой в разработку горной массы используется как полезное ископаемое (от 2 до 50%). В связи с увеличением глубины залегания разрабатываемых месторождений его доля в общем, объеме постоянно уменьшается.

Принято считать, что вскрышные породы в отвалах не являются отходами производства и их необходимо рассматривать как техногенные месторождения строительных материалов и других полезных компонентов. Такие же суждения высказываются и по поводу выработанных пространств карьеров, поскольку их используют в качестве водоемов и в других целях. С таким же успехом можно не рассматривать в качестве отходов стружку металла, образующуюся при обработке заготовок, поскольку она используется в последующем.

В этой связи отходами производства будем считать все то, что образуется как побочный продукт при добыче полезных ископаемых, не используется как продукт труда и отторгается в окружающую среду. Следствием этого является повреждение отдельных или всех компонентов окружающей среды: ландшафта, почв, растительного мира, атмосферы и водных ресурсов.

Ландшафтные повреждения при производстве открытых горных работ сводятся к появлению техногенных образований в виде внешних отвалов, возвышающихся над окружающей территорией, и глубоких выемок в земной коре. Степень повреждения в значительной мере зависит от типа разрабатываемого месторождения и условий его залегания. При разработке горизонтальных и пологих месторождений, как правило, отвалы размещаются в выработанном пространстве карьера, поэтому незаполненными остаются только остаточные выработки (разрезная траншея), и во внешние отвалы укладываются вскрышные породы только при строительстве карьеров. Таким образом, после рекультивации внутренних отвалов повреждения ландшафта будут минимальными. Исследованиями ДГИ доказано, что и в этом случае имеются резервы для уменьшения площади нарушаемых территорий, если карьерное поле вскрывается капитальными траншеями внутреннего заложения на первоочередном участке, обрабатываемом по простирацию залежи с

одновременным формированием разрезной траншеи для второго участка, подготавливаемого к разработке вкрест простирания залежи. Такая схема вскрытия обеспечивает на каждом карьере существенное сокращение площади земель, нарушаемых горными работами.

При разработке крутых месторождений с использованием традиционных технологий ландшафтные повреждения особенно значительны. После отработки современного карьера на глубину 300 м в недрах земной коры остается выемка объемом до 250 млн. м³ и около 500 га площади на борту карьеров заняты отвалами вскрышных пород. Если на расстоянии 6-10 км (экономически целесообразная дальность перемещения пород железнодорожным транспортом) не ведутся открытые разработки, то отработанный карьер так и остается незасыпанным вскрышными породами, естественным путем заполняется подземными водами и превращается в некультуренный водоем. Использование его в каких-то других целях зачастую невозможно из-за высокой степени минерализации вод. Отвалы же, особенно в засушливых зонах, надолго остаются источниками пыления, пока естественным путем их склоны не зарастут, как правило, сорными травами.

В этой связи возможны два направления реализации принципов малоотходности производства при разработке крутых месторождений. При освоении группы таких месторождений необходимо предусматривать поочередную их отработку и использование выработанного пространства первоочередного карьера для размещения вскрышных пород последующих. Такой подход к решению проблемы обеспечивает приемлемую малоотходность при минимальных производственных затратах на предотвращение отрицательных последствий для окружающей среды. В Кривбассе, например, такой путь использован при засыпке отработанного карьера № 1 НКГОКа. Второе направление базируется на реализации принципов технологии внутреннего отвалообразования при разработке крутых залежей. Выполненными исследованиями в ИПКОН РАН, ИГТМ АН Украины, ОППРЭ ИТМ АН Украины и КГРИ обосновано несколько вариантов такой технологии.

Один из них предусматривает деление рабочего пространства на три зоны. В первой складированы вскрышные породы, во второй ведутся подготовительные работы, а в третьей осуществляются выемка вскрышных пород и добыча полезного ископаемого. В последующем назначение этих зон поочередно меняется, заскладированные вскрышные породы повторно переэкскавируются и перемещаются в зону, где завершены на данном этапе добычные работы. При достаточных размерах рабочего пространства часть вскрышных пород остается на конец отработки в выработанном пространстве карьера.

Другой вариант предусматривает отработку крутой залежи послойно несколькими этапами. На первом этапе после достижения карьером необходимой глубины горные работы развиваются горизонтально в направлении к противоположной границе карьерного поля. Вслед за продвижением горных работ в выработанном пространстве складированы вскрышные породы. При подходе к этой границе внутреннее отвалообразование приостанавливается и начинается постепенная углубка карьера на глубину второго этапа отработки.

Затем направление развития горных работ меняется на противоположное. При этом вскрышные породы при разносе бортов разрабатываются по полному технологическому циклу, а заскладированные ранее породы переэкскавируются в выработанное пространство второго этапа по мере подвигания фронта горных работ. На последующих этапах последовательность отработки повторяется. При благоприятных условиях применение такой технологии обеспечивает возможность разместить в выработанном пространстве до 80% объема вскрышных пород и тем самым уменьшить на 250-300 га площадь отвода земель под внешние отвалы.

Примерно такие же результаты обеспечивает применение открыто-подземного способа разработки крутых залежей. В этом случае на отработанном до конечной глубины участке карьера складированы вскрышные породы, а под ним начинается производство подземных работ. В результате подработки внутреннего отвала на освободившееся место складированы вскрышные породы карьера.

Рассмотренные выше технологии могут обеспечить восстановление нарушенного ландшафта и возвращение землепользователям нарушенных территорий в состоянии, близком к природному. Применение же традиционных технологий приводит к невозполнимым потерям плодородных почв и необратимым ландшафтными повреждениям, поскольку существующая практика проектирования и эксплуатации предусматривает ликвидацию горного предприятия после отработки месторождения, а законодательство о восстановлении нарушенных территорий не имеет четких регламентаций для подобных ситуаций.

Почвы, как один из важных компонентов окружающей среды, при производстве открытых горных работ повреждаются весьма значительно. В настоящее время для их съема не создана специальная техника, поэтому разработка почв ведется валовым способом. При этом разрушается их структура и допускаются значительные их потери. При хранении почв в буртах происходит со временем всевозрастающая их деградация. В дальнейшем при отгрузке из буртов и использовании для рекультивации или землевания снова допускаются их потери. Исключить из технологического цикла перечисленные операции практически невозможно, поэтому основная задача сводится к сокращению сроков хранения почвы в буртах и уменьшению их потерь. При разработке горизонтальных и пологих месторождений существующие сроки хранения могут рассматриваться как удовлетворительные, при разработке же крутых месторождений сроки хранения неприемлемы и поэтому снимаемые почвы должны использоваться для землевания других территорий. В настоящее время это не делается, и в результате, например, в Кривбассе за период 30 лет потеряно около 60 млн. м³ чернозема. При производстве открытых горных работ на территории, занятой под карьер и отвалы, вся растительность уничтожается, и никакой альтернативы этому не существует. Следовательно, в районах с редкими видами растительности единственным направлением уменьшения отрицательного воздействия на окружающую среду является их трансплантация на рекультивированных площадях, хотя опыта таких работ в настоящее время не

накоплено. Можно прогнозировать, что одним из условий для отчуждения земель под открытые разработки в ближайшее время будет обязательное выполнение таких работ, поскольку общим требованием станет возвращение земель после временного их использования в состоянии, аналогичном природному, поэтому пути решения этой проблемы требуют научного обоснования.

Из других природных ресурсов, на которые весьма существенное влияние оказывает производство открытых горных работ, следует отметить поверхностные и подземные воды. Их воздействие проявляется прежде всего в образовании депрессионной воронки, обуславливающей понижение уровня подземных вод на значительной территории и локальное соединение верхних водоносных горизонтов с нижними. Эти аномалии с часто непредсказуемыми последствиями образуются в районе карьера при применении технологий как с внешним, так и с внутренним отвалообразованием, поскольку и в последнем случае вскрышные породы размещаются в выработанном пространстве валовым способом и естественная гидрогеологическая связь нарушается, создавая "черные дыры". Вторая часть проблемы заключается в том, что во время эксплуатации карьера из него постоянно откачиваются смешанные воды и сбрасываются в поверхностные водоемы либо непосредственно, либо через отстойники. И в первом, и во втором случае значительно изменяется гидрогеологический режим территории, а в ряде случаев отрицательные последствия могут носить межрегиональный характер. Зачастую затраты на снижение антропогенного воздействия токсичных и высокоминерализованных карьерных вод становятся весьма значительными, поскольку существующие технические решения основаны на весьма энергоемких способах деминерализации или на строительстве капиталоемких водоводов для разбавления сбрасываемых вод до допустимых концентраций солей. Все эти способы не являются оптимальными, они направлены не на устранение причин, а на борьбу со следствием. В этой связи поиск альтернативных решений следует вести в направлении, обеспечивающем локализацию карьерной выемки от водоносных горизонтов. Несмотря на значительные разовые затраты, которые требуются для реализации таких способов, эколого-экономический эффект будет весьма значительный.

Как уже отмечалось, проблема загазованности глубоких карьеров существенное влияние оказывает на общие показатели работы предприятия и в ряде случаев является причиной значительных потерь материальных ресурсов из-за простоев. Общие принципы уменьшения выбросов пыли и вредных газов известны, однако из-за недостаточной их эффективности на практике главным направлением является использование индивидуальных средств защиты. Вместе с тем состояние атмосферы в карьере может быть значительно улучшено путем целенаправленного использования эффектов естественного воздухообмена за счет рационального расположения выемки, вскрывающих выработок и отвалов, а также прогрева южных участков борта. В этих случаях эффект будет достигнут при минимальных затратах средств и ресурсов.

Высокие показатели ресурсосбережения и малоотходности производства могут быть достигнуты при осуществлении основных и вспомогательных технологических процессов, если в их основу положен принцип: экологическая чистота тем выше, чем меньше затрачивается работы на достижение конечной цели. Реализация этого принципа достигается путем целенаправленного использования природных сил, перемещения грузов по кратчайшему расстоянию, уменьшения объемов выемки и т. п.

Непосредственное ресурсосбережение при вовлечении в эксплуатацию минерального сырья обеспечивается за счет увеличения полноты выемки полезных ископаемых из недр, качественной их переработки и комплексного использования, добычи попутных полезных ископаемых и использования отходов производства. Это направление обеспечивает комплексное уменьшение отрицательного воздействия на окружающую среду, поскольку его реализация приводит к снижению интенсивности отработки как данного месторождения, так и в целом недр земли. Так, в Кривбассе по укрупненным оценкам уменьшение объемов добычи на 1 т приведет к сокращению площадей отчуждаемых земель на 0,03 - 0,04 м², площадей подтопленных территорий на 0,03 - 0,05 м², сбрасываемых шахтных вод (с минерализацией 20 кг/т) на 1,05 м³ и карьерных вод (с минерализацией 0,7 кг/т) на 0,11 м³, выбросов пыли в атмосферу на 2 - 2,5 кг, выбросов ядовитых газов на 1,4 - 1,8 кг. Приведенные данные убедительно свидетельствуют о несовершенстве существующих технологий добычи полезных ископаемых и настоятельной необходимости щадящего, рационального использования недр.

Литература 1осн. [7-11].

Контрольные вопросы:

1. Укажите наиболее актуальные направления ресурсосбережения, характерные для горнодобывающих отраслей промышленности.
2. В каких случаях появляются техногенные образования в виде внешних отвалов?
3. В каких случаях предусматривается деление рабочего пространства?
4. Какие возникают виды повреждения ландшафта при разработке карьеров?
5. Укажите важные компоненты окружающей среды.

Лекция 4. Пути ресурсосбережения и малоотходности производства в процессе подготовки горных пород к выемке.

Исходя из изложенных выше принципов ресурсосбережения и малоотходности производства, целесообразно произвести системный анализ всей совокупности технологических процессов и операций открытого способа разработки месторождений. Это обусловлено тем, что малоотходность или ресурсосбережение достигается, как правило, при выполнении какого-либо отдельного процесса, а не технологии в целом. Такой подход позволит выявить возможности каждого процесса и целенаправленно конструировать технологические схемы. При этом основное внимание должно быть обращено на возможности в каждом конкретном случае уменьшить объемы или энергоемкость горных работ, достичь прямую или косвенную экономию

природных ресурсов, обеспечить сокращение объемов неутилизованных отходов и землеемкости производства. Очевидно, что эти цели могут быть достигнуты благодаря применению нетрадиционных технологических решений, базирующихся на использовании природных сил, различных физических эффектов, закономерностях поведения массива горных пород при его обнажении и воздействии на него, оптимизации грузопотоков горной массы для поиска решений по ее перемещению на наименьшие расстояния.

Для подготовки полускальных и скальных пород к выемке наибольшее распространение получил буровзрывной способ благодаря технологичности, относительной дешевизне простейших взрывчатых веществ, возможности подготовки огромного объема горных пород. Перспективным является механический способ подготовки горных пород к выемке.

Кусковатость взорванных горных пород является одним из основных факторов, определяющих эффективность буровых, взрывных, выемочно-погрузочных и транспортных работ. Увеличение степени дробления вызывает, с одной стороны, повышение затрат на буровые и взрывные работы, а с другой - снижение затрат на выемочно-погрузочные и транспортные работы. При этом необходимо учитывать изменение затрат на последующее (после взрывной подготовки) механическое дробление горных пород. Таким образом, оптимальная кусковатость горных пород при взрывной подготовке определяется технико-экономическим расчетом по минимуму удельных приведенных затрат на буровые, взрывные, выемочно-погрузочные, транспортные работы и дробление.

Многочисленными исследованиями установлено, что в зависимости от вместимости ковша (до 8 м³) экскавационных машин и типа дробильного оборудования оптимальное значение средневзвешенного размера куска d по минимуму затрат на основные технологические процессы находится в пределах 200-400 мм. Исследованиями также установлено, что характер процесса черпания погрузочными машинами определяется, главным образом, кусковатостью разрабатываемых горных пород, в то время как минералогический состав ее практически не оказывает заметного влияния.

В основу существующих классификаций кусковатости взорванных горных пород положены такие признаки, как абсолютные значения крупности кусков во взорванном развале и массиве, технология разработки, форма кусков. Однако в процессе исследований установлено, что если при кусковатости b_{Cp} горных пород, равной 100 мм, для погрузчика меньшего типоразмера (с вместимостью ковша с "шапкой" $E'_n = 4,6 \text{ м}^3$) отношение ширины режущей кромки ковша погрузчика к средневзвешенному размеру куска горной породы $b/b_{Cp} = 33$, то уже для большего ближайшего типа размера ($E'_n = 7,63 \text{ м}^3$) $b/b_{Cp} = 41$, а для ПК-40 ($E'_n = 20 \text{ м}^3$) $b/b_{Cp} = 60$. Иными словами, если для погрузчика с $E'_n = 4,6 \text{ м}^3$ горную породу с $b_{Cp} = 350 \text{ мм}$ следует оценивать как крупнокусковую, то для погрузчика ПК-40 эту же горную породу можно рассматривать как сыпучую среду.

В этой связи возникла необходимость в разработке классификации кусковатости разрыхленных горных пород по условиям погрузки их карьерными

погрузчиками. При этом в основу этой классификации (табл. 2.1) положены такие дополняющие друг друга признаки, как основной критерий кусковатости - коэффициент разрыхления горных пород в ковше погрузчика K_p и b/b_{cp} . Вся кусковатость делится на 6 классов, включая штучный камень, отделенный от массива взрывным и механическим способом (распиловкой, гидроклиновым способом и др.). В последнем случае отсутствует показатель K_p , но благодаря двум признакам, положенным в основу, настоящей классификации, штучный камень отражен в ней.

Известно, что производительность выемочно-погрузочного оборудования определяется, главным образом, вместимостью ковша, коэффициентом наполнения его, продолжительностью цикла погрузки и коэффициентом разрыхления разрабатываемых горных пород. Последние три показателя зависят от качества подготовки полускальных и скальных пород к выемке. Причем с уменьшением кусковатости дробленых горных пород производительность погрузчика возрастает при соответствующем увеличении коэффициента наполнения ковша, снижении продолжительности черпания (составляющей цикла погрузчика) и коэффициента разрыхления горных пород в ковше (рис. 2.1). Вместе с ростом производительности погрузчика и, следовательно, снижением затрат на погрузочно-транспортные работы увеличиваются, как отмечалось выше, затраты на подготовку скальных горных пород к выемке. Таким образом, требуется изыскать оптимальную степень дробления исходя из наивысшей производительности погрузочно-транспортного оборудования и достижения минимальных затрат на выполнение основных технологических процессов.

Таблица 2.1

Классификация кусковатости разрыхленных горных пород

Клас с круп ност и	Кусковатост ь	Коэффициент разрыхления в ковше погрузчика K_p	Вместимость ковша погрузчика			
			4,6-5,4	7,5- 9,2	11,5-14	16,5-20
			Отношение ширины ковша к средневзвешенному размеру куска b/b_{cp}			
I	Очень мелкая, хорошо разрыхленна я	1,25-1,35	>32	>41	>50	>60
II	Мелкая	1,35-1,49	16-32	21-41	25-50	30-60
III	Средняя	1,49-1,72	11-16	12-21	14-25	17-30
IV	Крупная	1,72-1,84	6-9	7,5-12	9-14	11-17
V	Очень крупная	>1,84	6	7,5	9	11
VI	Штучный камень	-	3-4	3-4	3-4	3-4

Выполненные исследования по изучению основных влияющих на производительность мобильного погрузочно-транспортного оборудования факторов позволяют сформулировать требования к качеству и параметрам буровзрывных работ:

1. Взрывное рыхление горных пород должно обеспечивать получение горной породы с коэффициентом разрыхления ее в свободной насыпке в пределах 1,27-1,4.

2. Выбранный в соответствии с качеством подготовки горной породы способ черпания должен обеспечивать наибольшую глубину внедрения ковша в разрабатываемую горную породу.

3. При черпании средне- и крупнокусовой взорванной горной породы с плотностью более 2,6 - 2,7 т/м³ целесообразно стремиться к использованию максимального заполнения ковша с "шапкой", при этом рекомендуемая величина коэффициента наполнения ковша K_n составляет 1,14- 1,15.

4. Технологические схемы с использованием карьерных погрузчиков должны предусматривать разработку взорванной горной породы поперечными заходками, рыхлой (мягкой) горной породы из целика -продольными или поперечными заходками.

5. При высоте забоя до 11-12 м ширина зоны черпания (ширина заходки) погрузчика должна составлять не менее 12-14 м, а при высоте забоя более 11-12 м эффективная работа погрузчиков достигается на узких заходках шириной до 6-8 м.

6. При совместной работе крупных карьерных экскаваторов и погрузчиков последние предпочтительнее применять при отработке поперечными забоями первой заходки с высотой развала до 6-8 м.

7. При использовании погрузчиков в качестве погрузочно-транспортного оборудования (с разгрузкой ковша не выше транспортного положения) погрузчики должны оснащаться ковшами увеличенной вместимости, так как грузоподъемность погрузчиков при погрузочно-транспортных работах может быть увеличена до 25-40% по сравнению с номинальной их грузоподъемностью.

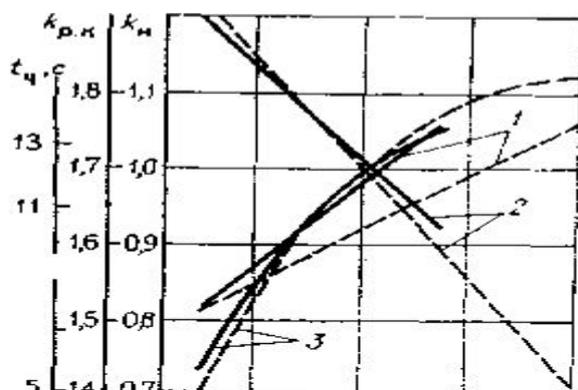


Рис. 2.1. Зависимость показателей процесса черпания погрузчиками с ковшом вместимостью 7,85 м³ (пунктирная линия) и 8,41 м³ (сплошная линия) от

кусковатости взорванных горных пород. 1 - продолжительность черпания одного ковша; 2 - коэффициент наполнения ковша k_H ; 3 - коэффициент разрыхления горных пород в ковше погрузчика $K_{p.k.}$.

Благодаря созданию мощных и сверхмощных специальных базовых тракторов и усовершенствованию конструкций рыхлителей механическое рыхление находит в последние 15-20 лет все более широкое распространение на открытых горных разработках. В определенных условиях, особенно при селективной выемке и разработке полезных ископаемых со значительным колебанием качества, требующих усреднения перед подачей на перерабатывающее предприятие, механическое рыхление оказывается экономически более выгодным, чем традиционный буровзрывной способ подготовки. Однако нередко определяющим при выборе технологии с механическим способом рыхления массивов горных пород является не только экономика, но и возможность добычи полезного ископаемого из охранных зон, находящихся вблизи города (в зоне разлета кусков породы при производстве массовых взрывов на карьере), транспортных коммуникаций, промышленных и жилых строений, когда недопустимо применять традиционный буровзрывной способ дробления горных пород.

Применение послыного механического рыхления наиболее целесообразно для подготовки карбонатных пород к выемке и погрузке, что обуславливается их природой. Несмотря на сравнительно высокий коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протодяконова (как правило, 4-8, реже до 10-12), карбонатные породы характеризуются наличием трещиноватых плоскостей ослабления, блочностью, выветрелостью, влажностью. Все это способствует применению навесных механических рыхлителей на тракторах большой мощности для непосредственного рыхления мелко - и средне блочных карбонатных пород (с коэффициентом крепости до 7-9), в комбинации с предварительным взрыванием массива на встряхивание (при пониженном расходе взрывчатых веществ, размещаемых в неглубоких скважинах или шпурах) для создания искусственной трещиноватости в крупноблочных (с коэффициентом крепости 8-9) или окремненных породах (с коэффициентом крепости около 12).

Послойное рыхление массива на глубину 0,4 - 0,6 м и более обуславливает целесообразность применения комплексов мобильного погрузочно-транспортного (бульдозеров, колесных погрузчиков и самоходных скреперов) и дробильного (полустационарных или самоходных дробильных агрегатов) оборудования, обеспечивающего возможность организации прогрессивного циклично-поточного производства.

Основные производители мощных рыхлителей [Челябинский тракторный завод, фирмы "Катерпиллер" (США), "Фиат-Аллис" (Италия), "Комацу" (Япония) и др.] для определения возможности механического рыхления массивов горных пород, выбора мощности базового трактора и производительности рыхления предложили диаграммы (шкалы) рыхлимости и графики производительности, полученные ими на основании проведенных исследований, испытаний и обобщения опыта применения выпускаемого

оборудования. Причем в основу этих диаграмм и графиков положены интегральные показатели - коэффициент крепости отдельностей горных пород по проф. М. М. Протодьяконову (Челябинский тракторный завод) или скорость распространения продольных волн в массиве ("Катерпиллер", "Фиат-Аллис", "Комацу").

Коэффициент крепости приближенно характеризует относительную сопротивляемость отдельностей пород, слагающих массив, разрушению (при сжатии). При этом исследованиями установлено, что между коэффициентом крепости f отдельностей горных пород и скоростью распространения продольных ультразвуковых волн V_Q в них существует достаточно тесная связь, которая имеет вид $f = 0,45 V_Q$ при $V_Q = 1,7$ км/с.

Скорость сейсмических волн связана с упругими свойствами отдельностей горных пород, слагающих массив, его трещинной пустотностью по направлению вектора измеряемой скорости и упругостью заполнителя трещин. Таким образом, она включает в себя интегральную информацию обо всех этих факторах и при соответствующих дополнениях (общими петрографическими названиями пород) и комментариях применяется для оценки рыхлости массивов горных пород.

Вместе с тем оценка сопротивляемости массива горных пород разрушению, базирующаяся на коэффициенте крепости их отдельностей или скорости сейсмических волн в массиве, обладает рядом общих недостатков. Так, игнорируется механизм процесса разрушения пород массива зубом рыхлителя. Установленная зависимость коэффициента крепости пород от скорости продольных ультразвуковых волн свидетельствует о правомерности использования этого интегрального показателя лишь для оценки сопротивляемости отдельностей пород разрушению, а не массива в целом, так как не учитывается его состояние, трещинность (блочность) и нарушенность. Зависимость скорости сейсмических волн от указанного выше большого числа факторов не позволяет однозначно пользоваться определенным ее значением для оценки рыхлости массива пород. Например, массивы водонасыщенного песка, монолитного пласта тяжелой глины, некрепкого (коэффициент крепости 3-4) крупноблочного известняка, метаморфизированного доломита (коэффициент крепости 10-12) со средними трещинами, заполненными продуктами выветривания, и, наконец, крепчайших гнейсов, разбитых редкими, но заполненными воздухом трещинами, - все они характеризуются скоростью сейсмических волн, равной 1500 м/с. Однако эффективность механического рыхления всех этих массивов будет далеко не одинакова. Наконец, не учитывается широкий диапазон петрографических разновидностей породы, особенно осадочного происхождения, с резко различными прочностными свойствами. В начале 60-х годов в Московском горном институте под руководством акад. В. В. Ржевского был сформулирован и предложен новый подход к оценке рыхлости массивов горных пород, базирующийся на установлении двух главных физических факторов, определяющих сопротивляемость массивов разрушению: крепости (коэффициента крепости) отдельностей горных пород, слагающих массив, и степени его трещиноватости

(блочности). Это направление получило дальнейшее теоретическое развитие и практическое обоснование в ИПКОН РАН. Разработанный здесь сейсмический способ оценки трещиноватости массивов горных пород и номограммы технической производительности в зависимости от крепости f отдельностей горных пород, скорости V_Q продольных волн в них, блочности (среднего диаметра естественной отдельности d) массива и акустического показателя A его трещиноватости прошли широкую проверку и успешно реализованы для определения принципиальной возможности применения механического рыхления горных пород различной литологии и генезиса, выбора типоразмера базового трактора-рыхлителя и прогнозной оценки технической производительности рыхления в карьерных условиях многих горнодобывающих предприятий СНГ.

Разработка способов оценки трещиноватости массивов горных пород и их реализация способствовали применению механического рыхления на карьерах. Уже в середине 60-х годов появляются первые публикации по результатам испытаний ВНИИ стройдормаша, ГИГХС и МГИ отечественных рыхлителей при открытой разработке месторождений фосфоритов платформенного типа и известняков. В этих работах в общем виде рассмотрена взаимосвязь между параметрами средств комплексной механизации (рыхлителя и экскаватора) и технологии обработки уступов.

На выбор структуры комплексной механизации влияет конечное назначение горной массы (полезное ископаемое или вскрышные породы). Этим же определяются технологические параметры механического рыхления. Если породы необходимо только удалить, то крупность отдельных кусков горной массы не имеет большого значения. Вскрыша или породы, удаляемые при дорожном строительстве, обычно не находят дальнейшего применения, поэтому уменьшение крупности необходимо только для улучшения условий его разработки и приспособления к параметрам погрузочного и транспортного оборудования. Полезное ископаемое, которое можно использовать в качестве строительных материалов (щебень, песок), должно иметь определенную крепость и крупность. Тщательным и многократным рыхлением можно довести кусковатость почти до приемлемого размера, так что в дальнейшем потребуются лишь измельчение и сортировка.

Крупность горной массы, дальнейшее использование которой предусматривается после дробления, должна быть увязана с приемным отверстием дробилки. Требуемый габарит куска разрыхленной горной массы должен быть определен до начала работы рыхлителя. Многократные проходы рыхлителя, параллельно-перекрестное рыхление, а также управление глубиной рыхления позволяют во многих случаях получать горную массу требуемой крупности. В некоторых случаях в трещиноватых и мелкоблочных массивах, управляя крупностью рыхлимого материала, можно полностью или частично ликвидировать разделку негабарита или даже миновать первичное дробление.

Важное значение имеет соответствие кусковатости материала параметрам применяемого комплекса погрузочного и транспортного оборудования. Линейные размеры ковша погрузчика определяют габариты отдельных кусков,

до которых должна измельчаться рыхлимая горная масса. Одноковшовые погрузчики, благодаря большим линейным размерам ковша, способны работать на погрузке крупнокусковой горной массы, однако необходимо считаться с опасностью повреждения откаточных сосудов отдельными крупными кусками породы при падении их из ковша в момент погрузки. Горная масса, перемещаемая бульдозером, не требует значительного дробления, и на ее крупность нет определенных ограничений. Обычно достаточно несколько рабочих проходов, чтобы довести кусковатость до транспортабельных размеров.

Литература 1осн. [11-16].

Контрольные вопросы:

1. Какие требования предъявляются к процессу подготовки к выемке полускальных и скальных пород?
2. Разъясните основу существующих классификаций кусковатости взорванных горных пород?
3. Какие результаты должен обеспечивать процесс подготовки горных пород к выемке?
4. Какие технологии могут обеспечить соблюдение требований к процессу подготовки к выемке полускальных и скальных пород?
5. Какие условия необходимы для производства рыхления горных пород?

Лекция 5. Пути ресурсосбережения при выемке, погрузке и перемещении горной массы

Для выполнения выемки и погрузки горной массы широко используется одноковшовое и многоковшовое экскавационное оборудование. С позиции рационального использования недр, малоотходности и ресурсосбережения процесс выемки и погрузки горной массы, как и другие основные технологические процессы, тип и параметры применяемого при этом экскавационного оборудования должны удовлетворять требованиям обеспечения:

- минимальных количественных и качественных потерь минеральных сырьевых ресурсов,
- минимального потребления материальных, трудовых и энергетических ресурсов,
- снижение удельных капитальных и эксплуатационных затрат,
- снижение вредного воздействия на окружающие природные ресурсы почв, атмосферы, фауны, флоры, водных источников.

Проблема обеспечения рационального использования ресурсов недр и снижения их потерь многогранна и сложна. Ей будут посвящены отдельные занятия. Здесь же рассмотрим принципиальные подходы к удовлетворению других указанных требований.

Экскавация основана на срезе тонкой стружки пород, которая обусловила конструктивные особенности этого оборудования, его массу и установленную мощность оборудования. Вместе с тем на эти параметры существенное влияние оказывает высота разрабатываемых уступов, которая в последние десятилетия постоянно возрастала и у мощных экскаваторов достигла 40 м и более. Такая

тенденция объясняется тем, что с увеличением высоты уступов на карьере уменьшается общее число транспортируемых горизонтов и, как следствие, общая эффективность горных работ возрастает. В силу конструктивных особенностей современных экскаваторов возрастание высоты обрабатываемого уступа приводит к экономически оправданному увеличению их массы и установленной мощности лишь до определенного значения (40 м). В этой связи с 60-х годов начались работы в направлении использования сил гравитации для отделения пород от массива. Реализация принципа управляемого обрушения уступа позволяет исключить жесткую зависимость параметров выемочно-погрузочного оборудования от мощности обрабатываемой толщи горных пород и существенно уменьшить энергоемкость процесса черпания горной массы, поскольку основную работу по отделению пород от массива и их рыхлению выполняют природные силы.

Другое направление снижения металло- и энергоемкости процесса выемки и погрузки основано на использовании малогабаритного экскавационного оборудования для отработки значительной мощности вскрыши в нетрадиционных технологических схемах. Прежде всего, это применение мобильных карьерных погрузчиков. При хорошей подготовке горных пород к выемке параметры этого оборудования всегда будут меньше высоты обрабатываемого уступа, их высокая мобильность обеспечивает уникальную возможность усреднять полезное ископаемое в карьере и исключить жесткую связь с транспортом.

Другим эффективным решением является применение роторных экскаваторов в компактном исполнении для многоподступной отработки значительной толщи горных пород. Использование одного транспортного тракта для нескольких подступов, способность экскавационного оборудования достаточно просто осуществлять переход с одного горизонта на другой обеспечивают этой технологии высокую конкурентоспособность.

К числу высокоэффективных технологий, базирующихся на отработке значительной толщи горных пород малогабаритными роторными экскаваторами, относится технология разработки месторождений наклонными слоями. Характерной особенностью применяемого для этого оборудования является его способность работать на уклонах 8-15°. При этом обеспечивается возможность перемещения вскрыши в выработанное пространство по кратчайшему расстоянию и существенного уменьшения металло- и энергоемкости выемки горных пород.

Все рассмотренные выше направления совершенствования выемочно-погрузочных работ в той или иной степени связаны с уменьшением жесткой зависимости параметров оборудования от высоты обрабатываемого уступа и, как следствие, обеспечением сокращения потребляемых ресурсов на создание и эксплуатацию оборудования. Однако достигаемый эффект обуславливается не только этим.

Рассмотренные технические решения позволяют также достичь значительного эффекта в процессе транспортирования горной массы. Учитывая, что удельный вес этого процесса в общем объеме затрат на разработку полезных

ископаемых достигает 40-70%, ресурсосбережение при перемещении горных пород заслуживает особого внимания.

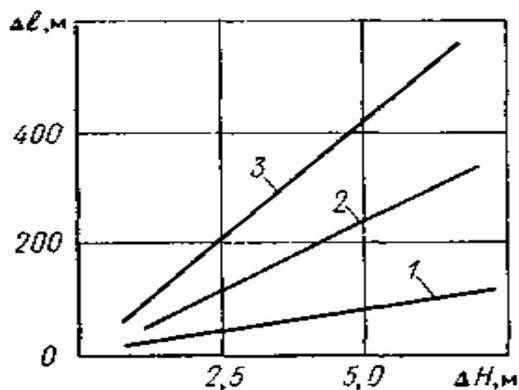


Рис. 2.2. Зависимость приращения длины транспортирования $\Delta \ell$ от увеличения высоты уступа для различных видов транспорта:

1 - конвейерного; 2 - автомобильного; 3 —железнодорожного.

Главным направлением совершенствования этого процесса было и остается изыскание таких решений, которые обеспечивают перемещение горной массы по кратчайшему направлению. В этой связи широкое применение в практике горных работ получили ставшие уже традиционными бестранспортная и транспортно-отвальная технологии, которые являются наиболее конкурентоспособными на нижних уступах карьеров при разработке горизонтальных и пологих месторождений. При большой мощности вскрыши удельный вес этих технологий уменьшается, поэтому различные способы увеличения высоты обрабатываемых уступов являются весьма актуальными.

Увеличение высоты разрабатываемых уступов должно привести к сокращению числа транспортных горизонтов и, как следствие, к уменьшению затрат на их содержание. При отработке уступа с применением выемочно-отвальных комплексов отделение пород от массива и их перемещение на нижнюю площадку уступа под действием сил гравитации приводят к сокращению затрат на транспортирование в связи с тем, что породы на некоторое расстояние в сторону отвала перемещаются без задалживания оборудования. При применении же транспортных комплексов необходимо перемещать породы вверх (на отвал), при этом увеличивается длина транспортирования и возрастают затраты на выполнение этого технологического процесса. Поэтому весьма актуальным является решение задачи об увеличении высоты уступа.

При определенном приращении высоты уступа наступает момент, когда число транспортных горизонтов сокращается на один, тем самым сокращаются расходы на укладку и содержание на нем соответствующих транспортных коммуникаций.

Эта графическая интерпретация рассматриваемой зависимости отражена на рис. 2.2 и получена при следующих значениях параметров: $H = 15$ м; $\Delta H = 2,5$; 5; 7,5 м; уклоны трассы: $16^{\circ}42'$, 4° и $2^{\circ}18'$ (в соответствии с допустимым

уклоном: для конвейерного транспорта - 0,3%; автомобильного - 0,07% и железнодорожного - 0,04%). Суммарная дальность транспортирования при увеличении высоты уступа с 15 до 20 м для указанных видов транспорта возрастает соответственно на 59, 242 и 421 м. Приведенные данные свидетельствуют о весьма существенных отрицательных последствиях, которые имеют место при отработке высоких уступов с применением транспортных комплексов. В то же время при увеличении высоты уступа сокращаются затраты на поддержание внутрикарьерных транспортных коммуникаций из-за уменьшения их числа. Следовательно, целесообразность перехода на отработку высоких уступов при применении транспортных комплексов в случае ликвидации одного транспортного горизонта может быть определена по формуле

$$\Delta = L (K_1 E + C_1) - \Delta l (K_2 E + C_2) O_r \quad (2.1)$$

где L - протяженность транспортных коммуникаций на одном горизонте, км; K_1 и C_1 - соответственно капитальные и эксплуатационные затраты на содержание 1 км временных транспортных коммуникаций на горизонте, тг/км; Δl - суммарное приращение длины транспортирования при ликвидации одного транспортного горизонта, км; K_2 и C_2 - соответственно капитальные и эксплуатационные затраты на транспортирование 1 т пород на 1 км, у.е./((т-км); O_r - годовой объем перевозок, т; E - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Проведенные расчеты при определенных принятых исходных данных показали, что приращение длины транспортирования для конвейерного, автомобильного и железнодорожного транспорта составляет соответственно 39, 160 и 280 м, это ведет к увеличению годовых приведенных затрат на транспортирование на 68, 26 и 80 тыс. у.е. В то же время ликвидация только одного транспортного горизонта, несмотря на увеличение расходов на транспортирование, обеспечит годовой экономический эффект соответственно 99, 10 и 21 тыс. у.е.

Установленные закономерности увеличения эффективности при возрастании мощности обрабатываемых горных пород на один транспортный горизонт объясняют в целом перспективность подступных технологий разработки месторождений наклонными слоями экскаваторами в компактном исполнении. Все они в конечном счете повышают эффективность разработки благодаря сокращению затрат на перемещение горной массы.

Использование сил гравитации при выполнении этого процесса позволяет на отдельных участках технологической цепи осуществлять перемещение горных пород вообще без затрат механической энергии. Это приводит к качественному изменению взаимосвязи технологических параметров и параметров применяемого оборудования. В отдельных случаях, например, при применении бестранспортной технологии, может оказаться, что производительность технологической схемы в целом будет выше производительности применяемого оборудования.

Особую актуальность задача уменьшения работы по перемещению горной массы приобретает при разработке крутых залежей. Наиболее просто это

достигается путем применения комбинированных видов транспорта: автомобильного и конвейерного. Первый применяется для доставки горной массы внутри карьера, второй - для подъема ее с перегрузочного пункта на поверхность. Такая технология получила название циклично-поточной, она, наряду с рядом других важных преимуществ, обеспечивает сокращение расходов на транспортирование по сравнению с циклической благодаря увеличению углов наклона при подъеме горной массы на поверхность. Эта технология уже стала традиционной при разработке глубоких горизонтов карьеров и широко применяется в различных подотраслях горной промышленности.

К нетрадиционным решениям при разработке крутых залежей следует отнести технологию с многократной переэкскавацией вскрышных пород внутри карьера. Ресурсосбережение и малоотходность производства достигается в этом случае не только за счет сокращения затрат на транспортирование, но и благодаря уменьшению отвала площади земель для размещения внешних отвалов. Последнее обстоятельство является весьма существенным, поскольку обеспечивает на каждом карьере сокращение этих площадей до 300 га.

При разработке глубинных и нагорных карьеров важным направлением уменьшения длины транспортирования является применение рудоспусков и рудоскатов, которые реализуют принцип использования гравитационных сил для перемещения горных пород по кратчайшему расстоянию.

Возможны и другие технические решения по уменьшению длины транспортирования на карьерах, а учитывая особый удельный вес этого процесса в общих затратах, их поиск является одним из важнейших направлений повышения ресурсосбережения и малоотходности производства.

В связи с непрерывным увеличением глубины открытых разработок и расстояния транспортирования горных пород на карьерах все большее применение получают комбинированные технологические схемы, включающие перегрузку горных пород с одного вида транспорта на другой (преимущественно с автомобильного на железнодорожный). При этом наиболее часто встречается, как указывалось выше, способ перегрузки через открытый склад, что объясняется простотой его строительства, а также необходимостью в ряде случаев усреднения разносортного сырья.

Размеры склада зависят не только от его вместимости и производительности, но и от параметров применяемого оборудования и принятой технологии работ. Так, ширина штабеля поверху устанавливается из условия обеспечения безопасного разворота автосамосвалов в процессе разгрузки полезного ископаемого и принятой ширины забоя. Наибольшая высота склада (штабеля) определяется допустимой высотой черпания основного перегрузочного механизма. Длина штабеля при его известной вместимости, ширине и высоте является величиной производной. Общая длина склада обычно значительно превосходит длину штабеля из-за необходимости продвижения железнодорожных составов в процессе погрузки практически на полную длину поезда относительно места стоянки экскаватора, который в отдельные периоды времени может осуществлять погрузку в торцах штабеля. Соответствующее

удлинение железнодорожных путей, особенно при больших объемах перегрузки, приводит, к необходимости резервирования дополнительной территории под склад, что ухудшает технико-экономические показатели перегрузочного процесса. Расположение таких складов в карьере требует, как правило, оставления временных целиков. При этом увеличивается текущий коэффициент вскрыши, и в некоторых случаях такое решение вообще является неприемлемым.

Иное положение возникает при использовании в качестве основных и перегрузочных механизмов карьерных колесных погрузчиков. Особенность технологии погрузки железнодорожных составов колесными погрузчиками заключается в том, что погрузка всего состава может осуществляться без продвижения последнего. Наоборот, благодаря своей маневренности и высоким скоростям перемещения колесные погрузчики сами продвигаются вдоль перегрузочного фронта. При этом цикл работы погрузчика складывается из черпания горной породы, разворота машины до 180° с подъездом к думпкару, разгрузки ковша и обратного разворота погрузчика с подъездом к забою. При движении вдоль состава погрузчик дополнительно преодолевает две его длины, на что при длине поезда, например, в 200 м и скорости движения 7 км/ч требуется всего около 4 мин.

При проектировании Костомукшского ГОКа Гипроруда предусмотрел перегрузку 24 млн. т руды в год с автомобильного транспорта на железнодорожный через открытый склад, расположенный на борту карьера. Вместимость склада, рассчитанного на суточный запас, составляет 72 тыс. т. Склад состоит из двух равновеликих штабелей с двусторонней погрузкой. При режиме работы 350 дней в году и массе поезда нетто 1320 т, состоящего из восьми вагонов ВС-170 и тепловоза ТЭ-10Л, в одновременной погрузке могут находиться два-три состава. С учетом необходимого резерва проектом предусмотрено на складе четыре перегрузочных тупика. Было рассмотрено две технологические схемы с использованием в качестве основного перегрузочного оборудования экскаватора ЭКГ-8И с ковшом вместимостью 8 м^3 и колесных погрузчиков ПК-15 с ковшом вместимостью $7,5 \text{ м}^3$.

По условиям обеспечения заданной производительности склада и расстановки экскаваторов требуется четыре ЭКГ-8И. При применении погрузчиков ограничение по расстановке оборудования снимается, так как колесные погрузчики могут переходить с одного перегрузочного фронта на другой практически без потерь времени, в интервалах подачи составов. По условию обеспечения производительности требуется шесть колесных погрузчиков. Таким образом, погрузка каждого состава в первом случае будет производиться одним экскаватором ЭКГ-8И, во втором - двумя погрузчиками ПК-15.

Схема комплексной механизации перегрузочных работ предусматривает разгрузку автосамосвалов, прибывающих из карьера, на верхней площадке склада у границы транспортной зоны. Выгруженная руда сталкивается бульдозером под откос штабеля, в зону работы перегрузочного механизма. Экскаватор осуществляет погрузку железнодорожных составов с продвижением поезда (после погрузки каждого думпкара), погрузчик - без продвижения поезда.

В соответствии с параметрами погрузочного оборудования высота рудных штабелей определена равной 12 м при применении экскаваторов ЭКГ-8И и 8 м - погрузчиков ПК-15. Длина штабелей, при равной их вместимости и ширине поверху, равна соответственно 140 и 200 м.

Следует особо, подчеркнуть, что, несмотря на большую ширину площадки склада при применении погрузчиков, общая площадь склада меньше по сравнению с таковой при применении экскаваторов. Это позволяет рассчитывать на меньший объем горных работ при применении погрузчиков и расположении склада в контуре карьера.

Таблица 2.1

Основные технико-экономические показатели по технологическим схемам перегрузочного склада руды на Костомукшском ГОКе

Схема с применением	Колесных по-грузчиков ПК-15	Экскаваторов ЭКГ-8И
Производительность склада, млн. т/год	24	24
Рабочая вместимость склада, тыс. т.	72	72
Число погрузочных тупиков	4	4
Вместимость ковша перегрузочного оборудования, м ³ .	7,5	8
Парк перегрузочных машин.	6	4
Время погрузки состава, мин	115	129
Рабочий парк локомотивосоставов	5	5
Инвентарный парк тепловозов	6	7
Инвентарный парк думпкаров ВС- 170	47	57
Протяженность железнодорожных путей, км	2,9	4
Протяженность постоянных дорог, км	0,1	0,5
Общая площадь склада, тыс. м ²	95	105
Объем планировочных работ, тыс. м	218	241
Списочный штат трудящихся, чел.	78	98
Капитальные затраты на строительство склада, перегрузочное и транспортное оборудование, млн. тг.	3,66	4,77
Годовые эксплуатационные расходы на погрузку и транспортирование, млн. тг.	1,1	1,26
Приведенные затраты, млн. тг. в год.....	1,54	1,83

Анализ основных технико-экономических показателей свидетельствует о том, что в условиях Костомукшского ГОКа перегрузку руды на борту карьера с автомобильного на железнодорожный транспорт целесообразно осуществлять с помощью погрузчиков типа ПК-15 с ковшем вместимостью 7,5 м³. Приведенные в табл. 2.2 экономические показатели по рассматриваемым технологическим схемам являются относительными, т. е. они не учитывают всего комплекса

работы (например, транспортирование руды из карьера на склад, ремонтную службу), но являются достаточными для сравнительной оценки обеих схем. Вместе с тем по изменяющимся статьям расходов экономические показатели определялись прямым счетом (без использования укрупненных показателей). Кроме показателей собственно по складу, учитывалось сокращение времени погрузки каждого состава двумя погрузчиками по сравнению с одним экскаватором, что в свою очередь позволяет сократить потребность в железнодорожном подвижном составе за счет ускорения оборота поездов.

Годовой экономический эффект от внедрения на рудном складе Костомукшского ГОКа колесных погрузчиков (по сравнению с экскаваторами ЭКГ-8И) составит 290 тыс. тг.

Литература 1осн. [16-37].

Контрольные вопросы:

1. Какие виды оборудования используются для выемки и погрузки горной массы?
2. При каких основных решениях можно достичь максимального эффекта в транспортировании горной массы?
3. Укажите способы перемещения горной массы по кратчайшему направлению?
4. Дайте схему к расчету длины транспортирования пород в отвал?
5. Назовите часто применяемые комбинации видов транспорта и условия их применения.

Лекция 6. Отвалообразование и складирование вскрышных пород и сырья

Отличительной особенностью отвалообразования является то, что этот процесс по своей сущности является издержкой производства, ибо удельный вес отвалообразования характеризует отходность горных работ. Кроме того, для размещения отходов горное предприятие вынуждено занимать дополнительные площади и идти на дополнительные издержки, связанные с их оплатой. Следовательно, основными направлениями ресурсосбережения и малоотходности производства при отвалообразовании являются комплексное освоение недр и максимально возможное использование отвальных площадей, а также уменьшение затрат энергии на осуществление процесса отвалообразования. Последнее обусловлено тем, что разгрузка пород на отвале из транспортных или отвалообразующих средств условно может быть принята точечной, а заполнение отвальной емкости достигается благодаря перемещению отвальных пород по откосу. Чем эффективнее используются для этого природные силы, тем меньше необходимые затраты на изменение места разгрузки. Реализация этих возможностей перспективна при отвалообразовании на косогорах и засыпке отработанных ранее карьеров. Особенно важно использовать эти силы для перемещения пород в требуемом направлении при внутреннем отвалообразовании, поскольку в традиционных схемах они выполняют значительную работу по перемещению пород в обратном направлении, т. е. от точки разгрузки в сторону забоя. В связи с этим управление процессом сдвижения или направленного перемещения взрывом отвальных

пород является эффективным направлением совершенствования технологических схем отвалообразования.

Основным направлением в решении проблемы уменьшения землеемкости горного производства является максимальное использование технологий, обеспечивающих реализацию возможностей внутреннего отвалообразования. Нетрадиционным решением для достижения этих целей является технология внутреннего отвалообразования при разработке крутых месторождений, а также открыто-подземная разработка с размещением вскрышных пород на участках, под которыми ведутся подземные работы. При разработке группы месторождений, например, в Кривбассе, важное значение приобретает поочередная отработка карьеров и использование зон обрушения подземных рудников для размещения отвальных пород. При этом главной проблемой будет являться отсыпка больших объемов вскрыши оборудованием, установленным за пределами призмы возможного обрушения, что может быть обеспечено применением драглайнов и специального оборудования, а также управляемым сдвижением пород.

Вторым по значимости направлением в области снижения землеемкости является максимальное использование отвальных площадей. Оно может быть реализовано с помощью технических решений, обеспечивающих увеличение высоты отвала и углов его откоса. Первое достигается путем применения транспорта с большими углами подъема, а второе - путем создания специальных форм отвала, а также упрочнением отвального основания и отвальных пород. Из нетрадиционных решений в этой области следует отметить упрочнение отвального массива из мягких горных пород за счет энергии падающего с отвалообразующего оборудования груза и введения упрочняющих добавок в процессе отсыпки отвалов.

Учитывая, что во многих случаях, особенно на рудных месторождениях, в разработку вовлекаются и складировются некондиционные руды и слабооборуденные породы, которые с течением времени (> 20-100 лет) благодаря совершенствованию обогатительного передела могут явиться приемлемым сырьем и вовлекаться в переработку, организация их складирования должна производиться с учетом технологии последующей выемки. Это позволит в перспективе изменить потери сырья и уменьшить затраты на вовлечение его в эксплуатацию. Кроме того, по законам гравитационного перемещения пород в верхней части отвала сосредотачиваются мелкодисперсные частицы, и этот эффект следует использовать для целенаправленного формирования техногенного месторождения руд, например, гидротермального происхождения. Руды этого типа характеризуются тем, что концентрация полезных минералов приурочена к трещинам. В процессе подготовки горных пород к выемке и во всех последующих технологических процессах по этим трещинам происходит разрушение массива и перемещение отдельных кусков породы. В результате значительная часть рудных компонентов измельчается, и в отвальной породе она представлена мелкодисперсным материалом. Используя целенаправленно закономерности процесса сегрегации, можно в верхней части отвала создать слой техногенного

месторождения с промышленным или повышенным содержанием полезного ископаемого.

Использование указанных закономерностей позволит достичь тех же целей и в процессе складирования отходов обогащения. Таким образом, рассматриваемые направления являются весьма перспективными для расширения минерально-сырьевой базы на эксплуатируемых месторождениях и уменьшения интенсивности их отработки, что в конечном итоге позволит решить многие проблемы ресурсосбережения и малоотходности производства.

В настоящее время обеспечение обогатительных фабрик и других перерабатывающих предприятий сырьем необходимого качества с минимальным колебанием от среднего содержания полезных и вредных компонентов достигается путем подачи сырья из усреднительных внутри - или около карьерных складов или создания резерва железнодорожных составов на станции вблизи приемных устройств перерабатывающего цеха с корректировкой качества из имеющегося резерва. Однако затраты на содержание дополнительных составов примерно в три раза выше, чем стоимость усреднительного склада сырья, поэтому в нашей стране и за рубежом наиболее распространенным является первый способ усреднения. В этом случае полезное ископаемое из различных забоев карьера с помощью, как правило, автотранспорта перемещается на склад. В зависимости от содержания вредных или полезных компонентов сырье размещается по сортам в отдельных отсеках склада. Минимальная длина отсека должна составлять 50-60 м. Автосамосвалы, заезжая на поверхность склада, разгружаются у бровки откоса, откуда полезное ископаемое сталкивается под откос бульдозером. Усреднение достигается за счет отгрузки определенного количества полезного ископаемого каждого сорта из отдельных отсеков склада. Однако при этом способе складирования полезного ископаемого по сортам склад занимает значительные площади (длина до 150-400 м), а производительность дорогостоящего экскаваторного оборудования из-за необходимости частого перемещения его вдоль фронта склада от отсека к отсеку невысокая. Так, технико-экономические показатели работы экскаваторов на усреднительных складах на 15-25% ниже показателей экскаваторов, работающих в карьерах. В связи с этим для увеличения производительности погрузки на складах используют несколько экскаваторов, на приобретение и содержание которых требуются значительные капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Кроме экскаваторов, на складе необходимо применение бульдозеров. Все это, хотя и обеспечивает непрерывность отгрузки, определяет затраты на усреднение.

Для снижения общих затрат на усреднение при этом способе в мировой практике широко применяют вместо экскаваторного и бульдозерного оборудования колесные погрузчики. Об этом же свидетельствует первый отечественный опыт использования этих машин на усреднительных и оперативных складах полезного ископаемого. Так, уже с 1971 г. успешно начали работать погрузчики с ковшем вместимостью 3,44-8,41 м³ на оперативных рудных складах Солнечного ГОКа, Брянского фосфоритового завода, с 1983 г. - погрузчики с ковшем вместимостью 10 м³ на угольных складах Нерюнгринского

разреза и др. При этом они выполняют также различные вспомогательные работы в карьерах и на промплощадках перерабатывающих предприятий.

На некоторых предприятиях применяется последовательное слоевое складирование отдельных сортов полезного ископаемого. Каждый отсек усреднительного склада отсыпают одновременно по всей длине. Таким образом, в резерве получают крутонаклонные слои, качественные показатели которых изменяются в пределах данного отсека. При погрузке сырья в средства транспорта предполагается, что ковш экскаватора пересекает несколько крутонаклонных слоев, благодаря чему усредняются качественные показатели сырья. В то же время из-за расположения слоев под углом $37-40^\circ$ при отгрузке ковш экскаватора практически наполняется в пределах одного двух слоев, что в значительной мере снижает качество усреднения, усложняет контроль за качеством отгружаемого материала, особенно при разработке месторождений с большим числом типов и сортов полезного ископаемого.

Для достижения равномерного и более качественного усреднения сырья К. Н. Трубецким совместно с Ю.Б.Панкевичем и В. Г. Мильгуновым разработан и проверен в промышленных условиях известнякового карьера Подольского цемзавода новый способ усреднения полезного ископаемого фронтальным погрузчиком за счет последовательного складирования друг на друга горизонтальных слоев полезного ископаемого с различными качественными характеристиками (при одинаковом качестве в пределах каждого отдельного слоя) и последующего перемещения всех этих слоев при наполнении ковша снизу (от основания штабеля) вверх (до вершины штабеля) так, чтобы режущая кромка ковша продвигалась параллельно образующей откоса штабеля. При этом способе на усреднительный склад, организуемый в зависимости от конкретных условий внутри или на борту карьера, первоначально доставляется полезное ископаемое из одного забоя, где оно размещается горизонтальным слоем по площади склада в отступающем порядке. После отсыпки первого слоя из второго забоя доставляется и размещается на первом слое определенное количество полезного ископаемого другого качества и так далее в установленной последовательности и определенных количествах для получения сырья требуемого содержания. Количество материала, укладываемого в слое, определяется заранее требуемым средним содержанием в перерабатываемом сырье и может контролироваться числом отсыпанных ковшей.

Таким образом, на складе образуется штабель, состоящий из горизонтальных слоев полезного ископаемого различных типов и сортов и с известными в пределах каждого отдельного слоя количественными и качественными показателями. Во время отгрузки из штабеля наполнение ковша производится при движении его снизу вверх, чем окончательно достигается наиболее тщательное перемешивание всех сортов и типов полезного ископаемого и качественное усреднение его в соответствии с требуемым для переработки средним содержанием. При этом отпадает необходимость в экскаваторном, транспортном и бульдозерном оборудовании, которое применяется при существующих способах усреднения на складах. В процессе опытно-промышленной проверки предложенного способа был организован

внутрикарьерный усреднительный склад, на который из трех забоев колесным погрузчиком грузоподъемностью 13,6 т доставлялся известняк с различными качественными характеристиками. При этом расстояние перемещения известняка от первого забоя до склада составляло 120 м, от второго забоя - 110 м, от третьего забоя - 150-180 м (рис. 2.4). Черпание взорванного, а также разрыхленного механическим рыхлителем известняка (с плотностью 2,2 т/м³) с крупностью кусков от 0-50 до 1000-1100 мм погрузчик осуществлял в забоях с высотой уступа 15 м. В зависимости от крупности кусков время черпания одного ковша изменялось от 8 до 10,4 с. При этом коэффициент наполнения ковша составлял 1,1-1,3. Скорость движения погрузчика (по дорогам низшего типа) изменялась: груженого - от 11 до 12,7 км/ч, порожнего - от 12,2 до 16,9 км/ч.

Хронометражными наблюдениями и маркшейдерскими замерами установлено, что производительность погрузчика при перемещении известняка из трех забоев на расстояние от 110 до 180 м и складировании его послойно на усреднительном складе составляет 480-530 т/ч. Себестоимость складирования 1 т известняка в этих условиях составляла 352 тг.

Вспомогательные технологические процессы и операции. В определенных горно-геологических условиях применение нетрадиционных решений при осуществлении вспомогательных технологических процессов может обеспечить эффект, превышающий по значимости для ресурсосбережения и малоотходности производства тот, который достигается на основных процессах. Рассмотрим некоторые направления в этой области.

Прежде всего, необходимо обратить внимание на полноту выемки полезных и попутных ископаемых и связанных с этим операций по зачистке контактов и установлению разделительной технологической поверхности, а также выемке некондиционных участков. Значимость этого направления очевидна, если учесть, что уменьшение потерь всего на 3% позволит за период отработки карьера на тех же площадях извлечь дополнительный объем полезного ископаемого, равный годовой производственной мощности предприятия со сроком существования более 30 лет.

До последнего времени этим направлениям не уделялось должного внимания, приоритет отдавался выполнению плановой мощности предприятия. В новых условиях хозяйствования и с введением платежей за использование минеральных ресурсов ситуация существенно меняется и ресурсосбережение становится главной задачей при разработке новых технологических решений. К их числу можно отнести технологии подготовки к выемке скальных полезных ископаемых с предварительным оконтуриванием рудной залежи, переход на механические средства рыхления, а также использование при зачистке экспресс методов контроля контактов.

При разработке сложных по конфигурации и выклинивающихся залежей, на границах карьеров и шахт, на границах смежных карьеров теряются значительные запасы полезных ископаемых из-за сложности отработки приконтурных участков. Применение в этих случаях технологии выемки руды под торцовыми бортами карьера без их разноса путем кратковременной их подработки и последующей пригрузки позволяет полнее использовать недра и

исключить потери при минимальных затратах. В таких случаях может быть применена и бурошнековая выемка. Однако при этом усложняется технология ведения горных работ и часть руды все же будет потеряна. Наиболее перспективно применение указанного способа при доработке карьеров и выемке некондиционных пластов.

Значительную роль в обеспечении малоотходности производства приобретают различные приемы увеличения углов наклона бортов карьеров. На глубоких карьерах увеличение угла наклона борта на 3-4° равноценно существенному уменьшению общего объема вскрышных пород, нередко равному годовой производственной мощности. При этом площадь нарушенных земель существенно сократится. Достигается это различными способами упрочнения пород и укрепления откосов, использования арочного эффекта при конструировании бортов карьеров, увеличения высоты обрабатываемых уступов, специальной постановки бортов карьеров в нерабочее и временно нерабочее положение. В настоящее время предложено значительное число таких способов с широким спектром нетрадиционных решений, начиная с создания внутрикарьерных перемычек для увеличения бокового распора и кончая использованием солнечной энергии для создания упрочненных участков внутри массива мягких пород путем их обжига через скважины. Некоторые из них подробнее будут рассмотрены в последующих разделах.

Проблему при обеспечении малоотходности производства представляют карьерные воды, а также воды, накапливаемые в шламохранилищах. Традиционные решения основаны на откачке вод, сбросе их в отстойники и после очистки в прилегающие водоемы. В связи с большими объемами откачиваемых вод почти повсеместно применяются пассивные методы очистки, поэтому загрязненные воды из отстойников дренируют и недостаточно очищенными поступают в приповерхностные водоносные горизонты, которые зачастую являются источниками местного водоснабжения. Кроме того, происходит подтопление и засоление значительных территорий, что в ряде регионов граничит с экологическим бедствием. Традиционные пути решения основаны на применении различных способов деминерализации вод и аэрации, а в отдельных случаях - на разбавлении их до допустимых уровней минерализации и сбросе после этого в водоемы. Известны случаи закачки высокоминерализованных вод в недра при наличии благоприятных геологических структур. Все они - скорее выход из положения, чем решение проблемы, поскольку требуют больших затрат средств и электроэнергии.

Наиболее радикальным направлением решения этой проблемы, как показывают расчеты, и более экономичным является предотвращение поступления в карьер подземных вод путем создания вокруг выемок противодиффузионных завес. Однако на карьерах их сооружают редко, хотя можно прогнозировать в ближайшее время изменение ситуации в связи с ужесточением природоохранного законодательства. Практика применения таких завес на карьерах Якутии и других регионов свидетельствует, что такие способы наиболее перспективны.

При производстве открытых горных работ осуществляются значительные выбросы в атмосферу пыли и вредных газов, особенно при применении автотранспорта. Наряду с необходимостью применения в этих случаях специальных способов их локализации особое внимание следует обратить на проветривание карьеров, поскольку при большой их глубине загазованность атмосферы является причиной простоев предприятия в течение длительного времени. Традиционные пути решения этой проблемы требуют значительных затрат средств и электроэнергии. В этой связи следует идти по пути максимального использования природных условий и эффектов, а также создания техногенных ландшафтов, способствующих реализации таких возможностей. Этого можно достичь путем размещения вскрывающих выработок и отвалов вокруг карьера таким образом, чтобы полнее использовать естественное проветривание. Известны также решения по созданию участков борта карьера с повышенной естественной тягой за счет концентрации солнечной энергии на окрашенной в черный цвет поверхности. Эти способы должны рассматриваться как значительные резервы ресурсосбережения.

Особого внимания заслуживает также проблема использования выработанных пространств карьеров. Превращение их зачастую в непродуктивные водоемы путем естественного заполнения подземными водами с высокой минерализацией является далеко не лучшим решением. Известны предложения по использованию отработанных карьеров для создания различного назначения предприятий и сооружений, однако случаи их реализации чрезвычайно редки и здесь имеются значительные резервы. Совершенно не используются отработанные карьеры, особенно вскрывшие редкие геологические структуры для создания заказников и музеев, в результате чего часто теряются уникальные возможности при засыпке выработанных пространств.

В заключение следует обратить внимание на рекультивацию нарушенных территорий. При разработке месторождений с внутренним отвалообразованием эта проблема и в научном, и в практическом плане решена. При разработке крутых залежей со скальными горными породами снимаемый плодородный слой хранится длительное время в буртах, в результате чего почвы деградируют. В этой связи следует рекомендовать использование их сразу же для землевания малопродуктивных земель. Часто практикуемое покрытие высоких скальных отвалов плодородным слоем не только не эффективно, но и вредно. Практика свидетельствует, что со временем этот слой сдувается и смывается, а естественной влаги в нем недостаточно для закрепления растительностью. В то же время в южных районах непокрытые скальные отвалы в ночное время конденсируют из воздуха влагу, которой достаточно для активного развития многих полезных видов растительности, если в зону развития прикорневой системы внесена почва. Эффект ночной конденсации влаги и естественные осадки могут привести к отрицательным последствиям, если в отвальных скальных породах содержатся токсичные или радиоактивные элементы, способные вымываться. В этих случаях должна быть произведена оценка возможных последствий и применены мероприятия по локализации этого

эффекта. Приведенные выше соображения по повышению ресурсосбережения и малоотходности производства свидетельствуют о значительных возможностях совершенствования технологии и существенного снижения негативного техногенного воздействия на окружающую среду при производстве открытых горных работ.

Литература 1осн. [16-40].

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные пути ресурсосбережения при отвалообразовании.
2. Назовите основные пути ресурсосбережения при временном складировании минерального сырья.
3. Назовите основные пути снижения землеемкости при отвалообразовании.
4. Назовите основные пути снижения вредного воздействия горного производства на атмосферные и водные ресурсы.
5. Какова роль рациональной организации вспомогательных процессов в решении проблемы ресурсосбережения?

Лекция 7. Ресурсосберегающие технологии выемки полезных ископаемых при разработке горизонтальных месторождений

Общие сведения. Основной целью производства горных работ является извлечение из недр полезного ископаемого для его дальнейшей переработки и использования. Однако прежде необходимо обеспечить доступ к залежи полезного ископаемого, извлечь его, погрузить в транспортные средства и вывезти к месту переработки.

Вместе с тем добычные работы являются основным звеном горных работ, так как предшествующие им вскрышные работы - лишь средство для обеспечения доступа к залежи полезного ископаемого и, следовательно, носят подчиненный характер. Технология добычных работ оказывает существенное влияние на эффективность горных работ в целом, как через технико-экономические показатели самой технологии, так и через количество и качество извлеченного полезного ископаемого. Особенно существенным влияние показателей извлечения будет при разработке месторождений с большим коэффициентом вскрыши, где значительные затраты на погашение вскрышных работ приходятся на единицу конечной продукции, количество и ценность которой зависят от уровня показателей извлечения полезного ископаемого, достигнутых в процессе производства добычных работ.

Следовательно, системное изучение, исследование параметров и разработка практических рекомендаций по совершенствованию технологии добычных работ на карьерах является актуальной задачей горной науки и практики.

В отечественной литературе имеется значительное число публикаций результатов исследований, направленных на изучение механизма возникновения количественных и качественных потерь полезных ископаемых при добыче, совершенствование техники и технологии добычных работ.

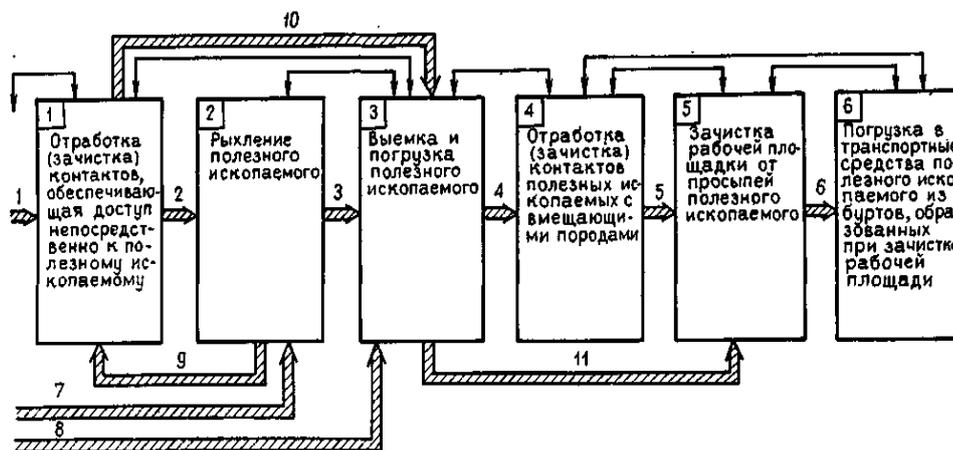
Вместе с тем недостаточно исследованы технологические схемы как совокупность объектов. Нет классификации, которая могла бы служить методической основой для их системного изучения и совершенствования,

позволяла бы осуществлять их укрупненную оценку и ориентировала на создание новых схем, обеспечивающих рациональное использование недр. Рассмотрим указанный круг вопросов применительно к условиям разработки горизонтальных и слабонаклонных месторождений. Особенности их решения в условиях крутопадающих месторождений предусматривается рассмотреть на практических занятиях.

Классификация технологических схем добычных работ.

Для целенаправленного изучения технологических схем добычных работ вначале необходимо четко определить и ограничить объект исследования. Технология добычных работ - совокупность выполняемых в определенной последовательности взаимосвязанных процессов горных работ, обеспечивающих извлечение из недр полезного ископаемого и погрузку его в транспортные средства, перемещение и складирование с учетом рационального использования запасов. Процессы перемещения и складирования полезного ископаемого при различных технологиях не отличаются значительным разнообразием. Эффективность транспортирования зависит в основном от выбранных средств транспорта. Технологическая схема добычных работ - изображение при помощи графических символов технологии и ее параметров в увязке с пространственным положением и размерами объекта разработки.

В общем случае технология добычных работ включает следующие основные процессы: отработку (зачистку) контактов залежи с вмещающими породами, рыхление полезного ископаемого (при необходимости), выемку и погрузку полезного ископаемого, зачистку рабочей площадки от просыпей полезного ископаемого, погрузку просыпи в транспортные средства. Последовательность выполнения этих процессов показана на рис.2.3 .



=> возможные варианты последовательности

выполнения процессов

—> возможное совмещение процессов

Рис.2.3 Последовательность выполнения основных процессов добычных работ.

Выполнение перечисленных процессов в различных технологических схемах добычных работ может иметь свои особенности. Отдельные процессы могут выполняться параллельно или одновременно с другими. Так, обработка

контактов, обеспечивающая доступ непосредственно к полезному ископаемому, может осуществляться одновременно с отработкой вышележащего вскрышного уступа или с проведением вскрывающей горизонт выработки внешнего заложения. Этот же процесс может осуществляться одновременно с выемкой и погрузкой полезного ископаемого. При разработке полускальных горных пород с помощью фрезерных экскаваторов, различного рода комбайнов (существующих и перспективных) или обрушающие-погрузочных комплексов для мягких горных пород процесс рыхления может быть совмещен с выемкой и погрузкой полезного ископаемого. Зачистка контактов с вмещающими породами также может осуществляться одновременно с выемкой и погрузкой полезного ископаемого.

В случае, когда отработка контакта с подстилающими породами осуществляется как отдельная операция после производства выемки и погрузки в транспортные средства основного объема полезного ископаемого, зачистка просыпей может быть совмещена с этой операцией.

При значительной толщине оставленного слоя полезного ископаемого на контакте с подстилающими породами или значительного объема просыпей при выемке и погрузке оно может сразу отгружаться в транспортные средства в процессе отработки контакта или подборки просыпи без предварительного перемещения в бурты. В этом случае соответствующие процессы будут выполняться совместно. На рис.2.3 стрелками показана взаимосвязь процессов, производство которых может быть совмещено во времени и пространстве.

Таким образом, изменяя сочетания перечисленных выше процессов и особенностей их выполнения, можно охватить все возможные технологические схемы производства добычных работ на карьерах. Для целенаправленного исследования всего многообразия технологий добычных работ необходимо их классифицировать по каким-либо признакам.

Как известно, разработка научно обоснованной классификации любых объектов сводится к выявлению основных классификационных признаков и на их основе разделению всего множества на классы, группы и т. д. При этом основные классификационные признаки должны удовлетворять следующим требованиям:

признак должен характеризовать важные особенности объекта, определяющие существенные отличия данного объекта от других; он должен быть выбран с таким расчетом, чтобы изменение особенностей его проявления предопределяло изменение особенностей проявления максимального числа других признаков;

для деления объектов на более низких уровнях (на группы внутри классов и т. д.) должны быть выбраны менее значимые признаки, чем для деления на более высоких уровнях;

классификационный признак должен обеспечивать возможность деления всех объектов множества по его наличию, отсутствию или особенностям проявления;

признак должен обеспечивать однозначное отнесение объекта к тому или иному классу, группе.

Анализируя перечисленные требования к выбору классификационных признаков, можно отметить, что составление классификации в значительной мере является результатом субъективной сравнительной оценки значимости и пригодности различных признаков для разделения объектов множества, в том числе и технологических схем добычных работ. Это допускает как возможность неверной оценки значимости сравниваемых признаков, так и вероятность вообще отсутствия наиболее подходящего для классифицирования признака в рассматриваемой совокупности. Следовательно, повышение надежности выбора может быть достигнуто путем максимального увеличения числа конкурирующих классификационных признаков и максимальной формализации методики их сравнения. Для этого вначале целесообразно на основе анализа объекта исследования, схематично изображенного на рис.2.3, выявить возможные варианты последовательности и особенности выполнения процессов и сформулировать перечень признаков технологических схем добычных работ.

Как видно из схемы, выполнение работ может начинаться с отработки контактов, обеспечивающей доступ непосредственно к полезному ископаемому (блок 1), или с процесса рыхления (блок 2), т. е. может осуществляться раздельное или совместное взрывание (или рыхление другим способом) вскрышного и добычного горизонтов или экскаваторных блоков. На схеме такая последовательность работ показана стрелками соответственно 7-2-3 или 7-9-10. По этому различию принимаем следующую формулировку признака: "порядок подготовки полезного ископаемого к выемке".

При селективном извлечении полезного ископаемого технологические процессы осуществляются в последовательности, показанной на рисунке стрелками 1-2-4-5 или 7-9-10-4-5-6. При этом отработка контактов полезного ископаемого и вмещающих пород может осуществляться различными способами, в зависимости от которых технологическая поверхность разделения полезного ископаемого и пород (в дальнейшем "технологическая поверхность") может либо приближаться по пространственному положению и форме к поверхности контакта (находиться в пределах приконтактной зоны), либо полностью совпадать с ней. Последовательность выполнения процессов, показанная на рисунке стрелками 8-11-6 или 7-3-11-6, соответствует валовой выемке полезного ископаемого вместе с пустыми породами или неполной выемке, как это происходит при извлечении полезного ископаемого, например, шнекобуровыми машинами и т. п. При таких схемах технологическая поверхность разделения полезного ископаемого и породы будет находиться за пределами приконтактной зоны, в первом случае она располагается за пределами залежи, а во втором в ее пределах. Как видно из последовательности выполнения процессов, представленной на рис., может иметь место различное сочетание положений технологической поверхности при отработке разных групп контактов. При этом можно выделить две группы контактов: контакты, отработка которых предшествует процессу выемки и погрузки полезного ископаемого (блок 3), и контакты, отработка которых осуществляется вслед за выемкой и погрузкой полезного ископаемого. Отработка контактов первой группы обеспечивает непосредственный доступ к телу залежи, поэтому для

краткости и удобства формулировок в дальнейшем будем называть эти контакты "вскрываемыми". Контакты второй группы отрабатываются при размещении оборудования или его рабочего органа в пространстве, образовавшемся в результате выемки самого полезного ископаемого, и, исходя из этого, в дальнейшем будем называть их "вмещающими".

Изложенные выше соображения являются основанием для формулировки сразу двух признаков технологических схем добычных работ. Это "положение технологической поверхности относительно вскрываемых контактов" и "положение технологической поверхности относительно вмещающих контактов" полезного ископаемого с породами.

Как видно из рис.2.3, отработка (зачистка) вскрываемых контактов может выполняться самостоятельно или совмещаться с вскрышными работами или с выемкой и погрузкой полезного ископаемого. По этому различию можно принять для дальнейшего рассмотрения признак - "способ отработки вскрываемых контактов".

Отработка (зачистка) вмещающих контактов полезного ископаемого с породами может осуществляться как самостоятельный процесс или быть совмещена с выемкой и погрузкой полезного ископаемого. Следовательно, еще одним признаком технологических схем добычных работ может быть "способ отработки вмещающих контактов".

Зачистка рабочей площадки от просыпей полезного ископаемого (блок 5) может осуществляться как самостоятельный процесс или одновременно с отработкой контакта залежи с подстилающими породами. По этому различию может быть сформулирован следующий признак технологических схем добычных работ: "способ зачистки рабочей площадки от просыпей полезного ископаемого".

В зависимости от объема работ и средств механизации, применяемых для отработки контактов полезного ископаемого с вмещающими породами и зачистки рабочей площадки от просыпей, погрузка в транспортные средства полезного ископаемого из буртов, образованных в результате выполнения этих работ (блок б), может осуществляться либо как самостоятельный процесс, либо одновременно с этими работами. Следовательно, "способ погрузки в транспортные средства полезного ископаемого из буртов при зачистке рабочей площадки" является еще одним признаком технологических схем добычных работ.

Существенное влияние на формирование схем добычных работ оказывают физико-механические свойства полезного ископаемого. Так, при разработке мягких горных пород их рыхление осуществляется традиционными выемочно-погрузочными средствами. Для полускальных пород могут быть применены средства с активным рабочим органом, фрезерные экскаваторы, различного рода комбайны с повышенной разрушающей способностью, а также способы предварительного (как отдельный процесс) механического рыхления. Для разрушения скальных горных пород применяется, как правило, энергия взрывчатых веществ и средства механизации буровзрывных работ. Из сказанного следует, что рыхление (блок 2) может быть совмещено с процессом

выемки и погрузки полезного ископаемого или осуществляться отдельно от него. Это различие позволяет сформулировать еще один признак технологических схем добычных работ: "степень совмещенности процесса рыхления полезного ископаемого".

Анализ последовательности выполнения процессов технологии добычных работ и возможностей их совмещения не исчерпывает всех особенностей технологических схем, так как наряду с этим существуют различные варианты выполнения самих процессов. Причем особенности выполнения различных процессов оказывают неравнозначное влияние на состав и конструкцию технологических схем добычи. Некоторые процессы (например, блоки 1, 2, 4) могут вообще отсутствовать в технологии, другие (блоки 5, 6) носят вспомогательный характер и не отличаются разнообразием вариантов их реализации.

Основным процессом технологии добычных работ является выемка и погрузка полезного ископаемого. Об этом свидетельствует и схема, изображенная на рис.2.3. Блок 3 имеет наибольшее число связей с другими блоками и не может быть исключен из технологии при любой последовательности выполнения операций. Выемка полезного ископаемого может осуществляться различными типами забоев выемочно-погрузочного добычного оборудования. Забой может быть фронтальным, торцовым, в виде горизонтальной площадки. Это позволяет сформулировать признак: "тип добычного забоя".

По признаку "направление перемещения добычного забоя относительно фронта работ" схемы выемки полезного ископаемого могут также отличаться друг от друга. Выемка может осуществляться продольными, поперечными или диагональными заходками.

При выемке могут применяться различные "способы отделения полезного ископаемого от массива" - экскавация, выбуривание скважинами, вырезание блоков и размыв.

Это основные качественные признаки технологических схем добычных работ, определяющие их конструктивные особенности. Анализ совокупности приведенных признаков показал, что, имея даже односложную словесную информацию (в указанных рамках) по каждому из них, можно достаточно точно представить и графически изобразить технологическую схему добычных работ.

Наряду с перечисленными выше признаками, технологические схемы добычных работ характеризуются еще рядом количественных признаков, которые не несут информацию о конструктивных особенностях, однако являются важными конкретными или обобщающими характеристиками и могут быть использованы для установления очередности размещения выделенных совокупностей технологических схем внутри классификации. К таким признакам можно отнести следующие: "высота добычного уступа", "ширина заходки", "ширина рабочей площадки", "уровень потерь полезного ископаемого", "уровень разубоживания полезного ископаемого", "производительность" комплекта добычного оборудования, его "металлоемкость" и "энергоёмкость", "удельные приведенные затраты" на технологию.

Таким образом, приведенный выше перечень признаков, характеризующих технологические схемы добычных работ, может быть использован для дальнейшего анализа с целью выбора основных классификационных признаков. Как было показано выше, выбор основных признаков может осуществляться более объективно, если в качестве критерия принять число других признаков, особенности проявления которых зависят от проявления данного признака. Тогда основные классификационные признаки могут быть выявлены по максимальному числу указанных взаимосвязей. По числу связей можно оценить значимость признака, т. е. степень его влияния на конструкцию технологической схемы. Чем больше связей конкретный признак имеет с другими, тем больше характеристик технологической схемы изменится с изменением проявления этого признака, и, наоборот, чем меньше связей, тем меньше зависимость технологической схемы от данного признака.

Выполненный анализ свидетельствует, что наибольшее количество связей выявилось у следующих признаков: "тип добычного забоя" (14), "способ отделения полезного ископаемого от массива" (13), "положение технологической поверхности относительно вскрываемых контактов" (12), "положение технологической поверхности относительно вмещающих контактов" (12). Следовательно, эти признаки целесообразно принять в качестве классификационных для технологических схем добычных работ.

Анализируя выбранные признаки, можно отметить, что первые два - тип добычного забоя и способ отделения полезного ископаемого от массива - характеризуют конструктивные особенности технологических схем, а признаки, определяющие положение технологической поверхности относительно контактов, являются обобщающими характеристиками предусмотренных в схемах способов и показателей извлечения полезного ископаемого при добыче.

Если всю совокупность технологических схем добычных работ разделить на классы и группы соответственно по признакам "тип добычного забоя" и "способ отделения полезного ископаемого от массива", а на виды - по признакам "положение технологической поверхности относительно вскрываемых контактов" и "положение технологической поверхности относительно вмещающих контактов", то классификация будет иметь следующий вид.

Все технологические схемы добычных работ разделены на три класса по типам добычных забоев и имеют обозначения: Ф (фронтальный), Т (торцевой), Г (горизонтальная площадка). Каждый класс состоит из четырех групп, отличающихся способом отделения полезного ископаемого от массива и обозначенных римскими цифрами. Каждая группа состоит из шестнадцати видов, которые отличаются положением технологической поверхности относительно вскрываемых и вмещающих контактов полезного ископаемого с породами. Предлагается следующая система обозначения видов. Контакты первой группы (вскрываемые) обозначаются цифрой 1 и в зависимости от положения технологической поверхности буквами: В - при положении технологической поверхности за пределами залежи (валовая выемка), П - в приконтактной зоне (частично селективная выемка); С - совпадает с контактом (селективная выемка), Н - в пределах залежи (неполная выемка). Аналогичные

обозначения принимаются в отношении второй группы контактов (вмещающих) с той разницей, что перед буквами ставится цифра 2.

Предлагаемая классификация может служить методической основой для системного изучения технологических схем добычных работ; позволяет осуществлять их укрупненную оценку, как по технико-экономическим показателям, так и по показателям использования недр при добыче; служит основой для конструирования технологических схем добычи и ориентирует на разработку дополнительных мероприятий и конструктивных особенностей технологии добычных работ, обеспечивающих повышение полноты и качества извлечения полезных ископаемых.

Литература 1осн. [168-186].

Контрольные вопросы:

1. Какие основные показатели характеризуют эффективность добычных работ?

2. Как формулируется понятие: «технология добычных работ»?

3. Какова последовательность выполнения основных процессов добычных работ на горизонтальных месторождениях?

4. Назовите основные требования, предъявляемые к классификационным признакам, на базе которых строятся классификации.

5. Назовите основные классификационные признаки, используемые для классификации технологических схем разработки горизонтальных месторождений полезных ископаемых.

Лекция 8. Влияние структур комплексной механизации на показатели извлечения полезного ископаемого.

Как было сказано выше, потери и разубоживание полезных ископаемых в значительной мере зависят от положения технологической поверхности относительно контактов пласта с вмещающими породами. Технологическая поверхность может располагаться за пределами приконтактной зоны (со стороны вмещающих пород или полезного ископаемого), в пределах приконтактной зоны или полностью совпадать с естественным контактом в пространстве. Последний вариант является идеальным и может быть достижим только с применением каких-либо специальных приёмов разделения полезного ископаемого и вмещающих пород, так как контакты, как правило, имеют довольно сложную форму. В остальных случаях образуются потери и разубоживание полезного ископаемого.

Положение технологической поверхности определяется очередностью выполнения и набором процессов, составляющих технологию добычных работ, что было подробно описано выше. Предложенная классификация технологических схем производства добычных работ позволяет осуществить их укрупненную качественную оценку по показателям извлечения. Однако внутри выделенных видов потери и разубоживание могут изменяться в довольно значительных пределах. Это изменение предопределяется различием формы самой технологической поверхности, которая в свою очередь зависит от применяемых средств механизации.

В рамках одной технологии (одинакового набора и последовательности выполнения процессов) могут быть применены различные технические средства ее реализации. Причем различные процессы могут выполняться одним или несколькими видами оборудования. От этого зависит набор оборудования или структура комплексной механизации той или иной технологии. Очевидно, что даже в пределах одной технологии может иметь место достаточно большое число структур ее комплексной механизации, а следовательно, достаточно большим будет и число вариантов образования потерь и разубоживания полезного ископаемого при его выемке.

Вышеизложенное предопределяет необходимость исследования влияния структур комплексной механизации на показатели извлечения полезного ископаемого.

Для этого были проведены натурные эксперименты по изучению формы технологической поверхности при применении различных средств механизации, и, сопоставляя ее с формой контактов залежи с вмещающими породами, исследован механизм образования потерь и разубоживания. Возможность применения в рамках одной технологической схемы нескольких видов средств механизации предопределяет необходимость обоснования методического подхода к формированию структур комплексной механизации добычных работ и оценки их влияния на показатели извлечения.

Как отмечалось выше, существует довольно большое число вариантов структур комплексной механизации добычных работ. Чтобы учесть все возможные варианты, структуры комплексной механизации добычных работ, наиболее часто применяемые в условиях разработки горизонтальных пластовых месторождений, они были систематизированы по видам оборудования, применяемым для отработки различных контактов. При этом было принято, что отработка контактов с покрывающими и подстилающими породами может осуществляться вскрышным оборудованием (шагающий экскаватор), вскрышным и добычным оборудованием (шагающий экскаватор, погрузчик, скрепер, роторный экскаватор для контакта в кровле, а для контакта в почве пласта еще и добычные экскаваторы, мехлопаты и драглайны), вскрышным и вспомогательным оборудованием (шагающий экскаватор, бульдозер, скрепер, погрузчик), только добычным оборудованием или только вспомогательным оборудованием. Отработка контакта откоса добычного уступа с отвалами может осуществляться вскрышным или добычным оборудованием. Для полученных таким образом групп структур комплексной механизации были рассчитаны средние значения потерь и разубоживания. Поскольку определение значений этих величин осуществлялось теоретически с некоторыми допущениями по условиям отработки контактов, целесообразно было выразить их не в абсолютных, а в относительных единицах, показывающих, во сколько раз потери и разубоживание в одной группе структур меньше или больше, чем в другой. За базовые значения этих показателей (равных 1) были приняты потери и разубоживание при структуре комплексной механизации, предусматривающей отработку контактов с покрывающими и подстилающими породами бульдозером, а контакта откоса добычного уступа с породами - экскаватором

типа мехлопаты.

Расчет по группам структур осуществлялся с учетом удельного веса каждого вида потерь и разубоживания по формулам:

$$F_n = F_n^K d_K + F_n^n d_n + F_n^{от} d_{от};$$
$$F_B = F_B^K d_K + F_B^n d_n + F_B^{от} d_{от}$$

где F_n^K , F_B^K , F_n^n , F_B^n , $F_n^{от}$, $F_B^{от}$ - соответственно относительные значения потерь и разубоживания при отработке контактов рудного пласта с пустыми породами в кровле, почве и на его откосе, ед.; d_K , d_n , $d_{от}$ - удельный вес видов потерь и разубоживания в их общем объеме, доли.

Сравнительный анализ полученных характеристик технологических поверхностей при отработке контактов полезного ископаемого с вмещающими породами различными средствами механизации добычных работ позволяет утверждать, что для выполнения этого процесса более подходят средства механизации, имеющие жесткую связь с рабочим органом и гидравлический привод.

Структуры комплексной механизации добычных работ, в которых предусматривается использование вспомогательного оборудования, способного осуществлять послойную отработку тонкими горизонтальными стружками, характеризуются наиболее низкими потерями и разубоживанием руды при добыче.

Предложенная систематизация структур комплексной механизации добычных работ позволяет осуществлять их укрупненную оценку с точки зрения показателей извлечения полезного ископаемого.

Селективное извлечение попутных полезных ископаемых при производстве вскрышных работ. Особенности извлечения попутных полезных ископаемых при эксплуатации горизонтальных пластовых месторождений обуславливаются двумя основными факторами. Это, как правило, общераспространенные горные породы, и размещаются они в толще наносов выше полезного ископаемого, а, следовательно, в любом случае извлекаются.

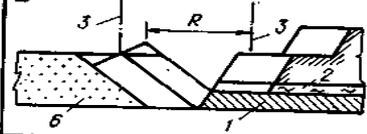
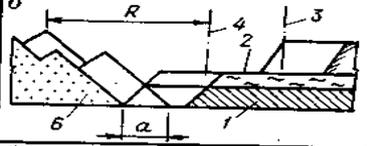
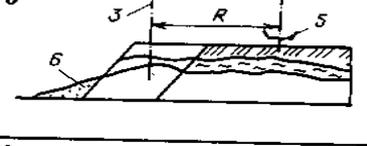
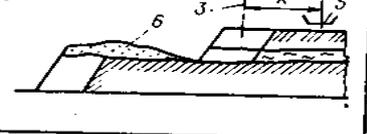
Технология разработки вскрышного уступа	Принципиальная схема селективной выемки попутного полезного ископаемого	Возможное увеличение высоты разрабатываемого уступа
Бестранспортная		$\Delta h = f(h_n, A)$
Транспортно-отвальная		$\Delta h = \frac{1}{k} h_n$
Транспортная (транспортно-отвальная)		$\Delta h = f(h_n, h_3)$
		$\Delta h = f(h_n, h_3)$

Рис.2.4 . Принципиальные схемы селективной выемки попутных полезных ископаемых:

1-пласт руды; 2-залежь попутного полезного ископаемого; 3-ось экскаватора; 4-ось отвалообразователя; 5-транспортное средство; 6-отработанные вскрышные породы.

С учетом этих особенностей к полноте выемки попутных полезных ископаемых не предъявляются такие высокие требования, как к выемке основного, и для этого могут быть использованы принятые на карьере комплексы вскрышного оборудования. Вместе с тем при решении задач подсчета потерь и разубоживания, определения эффективности извлечения, изложенные выше рассуждения, приведенные и полученные применительно к основному полезному ископаемому результаты полностью правомочны и для извлечения попутных полезных ископаемых. Следовательно, основной задачей в этом случае являются исследование и обоснование изменения параметров технологии ведения вскрышных работ, позволяющей осуществлять селективное извлечение попутных полезных ископаемых.

Эксплуатация горизонтальных пластовых месторождений, как правило, осуществляется с применением комбинированной системы разработки с внутренним отвалообразованием. При этом могут иметь место два основных случая: когда пласт попутного полезного ископаемого находится непосредственно над основным полезным ископаемым в зоне применения бестранспортной или транспортно отвальной системы и когда он находится в вышележащей толще, которая разрабатывается по транспортно-отвальной или транспортной системой разработки.

На рис.2.4 представлены принципиальные схемы селективной выемки попутных полезных ископаемых при различных условиях их залегания и технологии разработки вскрышного уступа. Из рисунка видно, что при селективной выемке обособленным уступом (рис.2.4 , а, б) попутного полезного

ископаемого, залегающего в кровле рудного пласта, его отдельное складирование осуществляется на поверхности отсыпанного отвала пустых пород. В случае залегания пласта попутного полезного ископаемого в пределах вскрышного уступа при транспортной системе разработки возникает необходимость его выемки дополнительным оборудованием, например драглайном, при этом породы, покрывающие попутное полезное ископаемое, переваливают на рабочую площадку или на кровлю вскрышного уступа, а затем разрабатывают основным вскрышным оборудованием.

Литература 1осн. [198-217].

Контрольные вопросы:

1. От каких факторов зависит уровень потерь и разубоживания при горизонтальном залегании пластов полезного ископаемого?
2. Каковы требования к параметрам применяемого оборудования при бестранспортных системах разработки?
3. Какое оборудование может обеспечить наиболее низкие показатели потерь и разубоживания путем снятия горизонтальных слоев тонкими стружками?
4. Какие технологические схемы возможны для производства селективного извлечения попутных полезных ископаемых при производстве вскрышных работ по бестранспортной системе разработки?
5. Какие технологические схемы возможны для производства селективного извлечения попутных полезных ископаемых при производстве вскрышных работ при транспортной системе разработки?

Модуль 2. Ресурсосберегающие технологические схемы открытых горных работ

Лекция 9. Классификация ресурсосберегающих и малоотходных технологических схем открытой разработки месторождений с применением комплексов мобильного оборудования.

Основным преимуществом колесных карьерных погрузчиков перед традиционными видами выемочно-погрузочного оборудования является их способность работать в автономном режиме как погрузочно-транспортная машина, осуществлять поочередную разработку нескольких забоев и, следовательно, обеспечивать ресурсосбережение. Они нашли наиболее широкое применение в мировой практике рудных, угольных и известняковых карьеров производственной мощностью до 10 млн. т в год. Возможность производства основных погрузочных, транспортных, рекультивационных и ряда вспомогательных работ колесными погрузчиками создает предпосылки применения простых, малоотходных, ресурсосберегающих технологий в широком диапазоне горнотехнических условий.

На рисунке 2.5 представлены наиболее распространенные схемы комплексной механизации с использованием колесных погрузчиков.

Схема (а) применяется на нагорных карьерах, где наиболее рационально тоннельное вскрытие месторождения, а также в случае использования комбинированной открыто-подземной разработки.

Схема (б) разработана преимущественно для условий открытой разработки месторождений дефицитных ценных полезных ископаемых, расположенных в труднодоступной местности или в отдаленных районах страны. Отработка месторождения ведется уступами высотой 4-5 м, что создает благоприятные условия для отдельной отбойки и выемки весьма ценного полезного ископаемого и обеспечивает наиболее полное извлечение его из недр при наименьшем разубоживании. Погрузчик используется на производстве вскрышных и добычных работ, а также на загрузке взорванной руды в контейнеры в период транспортирования их вертолетами, работает на вывозке породы в отвал; по потребности загружает контейнеры во избежание простоя вертолета.

Схемы (в) и (г) рациональны при применении конвейерного транспорта, когда необходимо обеспечить предварительное дробление скальных горных пород, оперативная доставка которых из забоев осуществляется мобильными карьерными погрузчиками.

На этих достоинствах погрузчиков основаны варианты технологических схем, предложенных ИПКОН РАН (разработаны совместно с М. Н. Котровским и И. О. Ключевым). Схема поочередной работы погрузчика на двух подступах (рис. 2.6) предусматривает технологию, при которой два смежных по фронту работ подступа, сложенных одинаковыми в горнотехнологическом отношении породами (полезное ископаемое или вскрыша), высотой H_n у обрабатываются колесным погрузчиком. При этом порядок отработки следующий. Погрузчик производит выемку разрыхленной породы на верхнем подступе, работая в режиме погрузочно-транспортного оборудования. Наполнив ковш, погрузчик по съезду спускается на рабочую площадку нижнего подступа, где производит разгрузку породы в автосамосвал, установленный около съезда. После отработки развала длиной по фронту L_n на верхнем подступе погрузчик спускается по съезду и продолжает работы на нижнем подступе в режиме выемочно-погрузочного оборудования.

Указанными авторами предложена схема поочередной работы погрузчика на трех подступах. В этом случае транспортные коммуникации расположены на среднем горизонте. На верхних двух подступах погрузчик работает так же, как было описано в предыдущей схеме. При отработке блока на нижнем подступе погрузчик, наполнив ковш, поднимается по съезду на средний подступ, где выгружает породу в автосамосвалы.

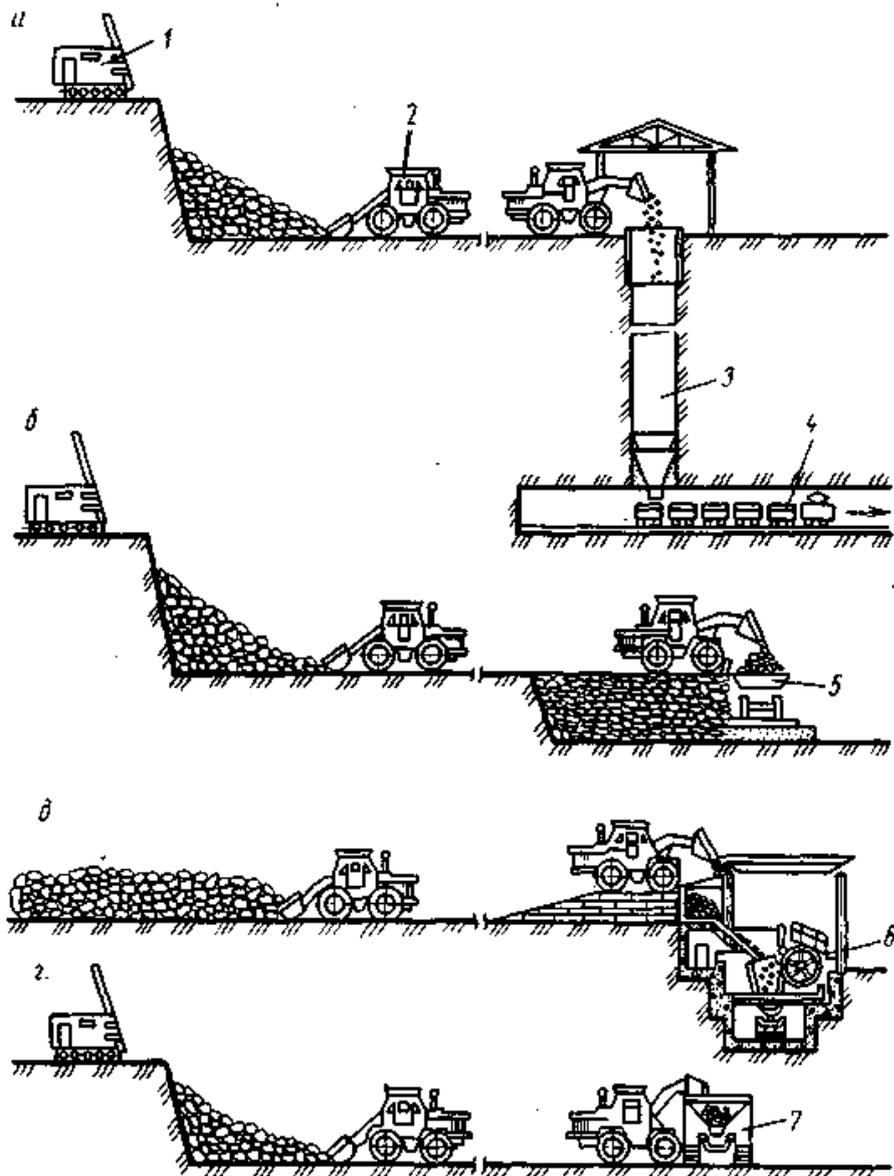


Рис.2.5. Ресурсосберегающие схемы открытой разработки скальных пород и руд с применением погрузчиков: а) для доставки горной массы к рудоспуску; б) доставка горной массы из забоя с погрузкой ее в средства автомобильного, железнодорожного или другого вида транспорта; в) то же, из забоя или со склада к стационарной дробилке; г) то же, к передвижной дробилке; 1 - буровой станок; 2- погрузчик; 3 - рудоспуск; 4 - железнодорожный состав; 5 - думпкар; 6 - стационарная дробильная установка; 7 - передвижной (самоходный) дробильный агрегат.

Отработав развал взорванных пород нижнего уступа на ту же длину L_n , погрузчик сооружает новый съезд на верхний уступ из пород взорванного соседнего блока, и весь цикл повторяется.

Рациональный шаг переноса съезда при поочередной работе погрузчика на нескольких подступах может быть выявлен на основе минимума приведенных затрат на выемку, погрузку и транспортирование горных пород.

Предложенные схемы поочередной работы погрузчиков на двух и трех подступах рекомендуются для селективной разработки сложно-структурных месторождений полезных ископаемых. При работе по этим схемам транспортные коммуникации расположены только на одной рабочей площадке, что позволяет уменьшить затраты на сооружение и поддержание забойных дорог и улучшить условия эксплуатации карьерного автотранспорта.

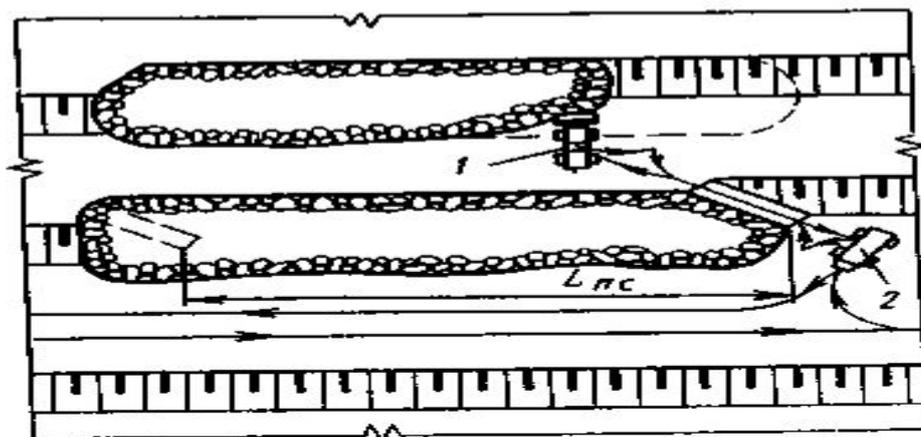


Рис. 2.6. Технологическая схема работы погрузчика на двух подступах
1 - погрузчик; 2 – автосамосвал

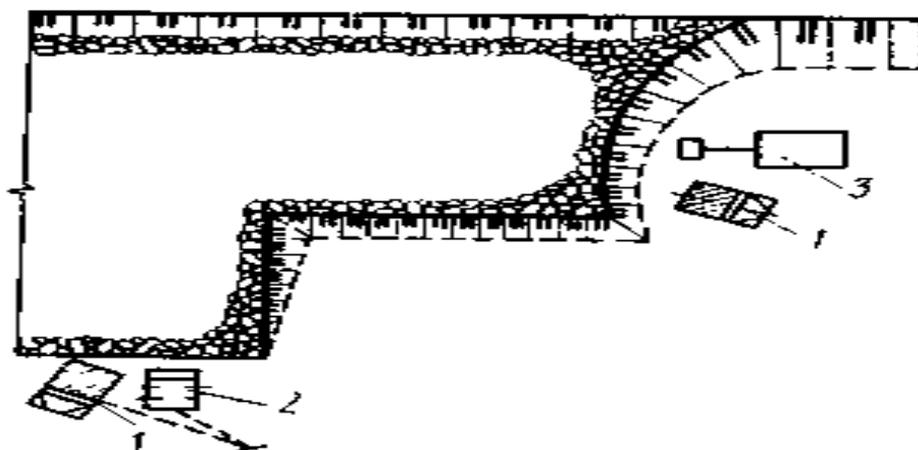


Рис. 2.7 Ресурсосберегающая технологическая схема совместной работы погрузчика и экскаватора в комплексе с автотранспортом при отработке развала взорванной горной породы:

1 - автосамосвалы; 2 - погрузчик; 3 – экскаватор ЭКГ.

Схема, указанная на рис. 2.7, предназначена для создания оптимальных условий работы комплекса мобильного (карьерных погрузчиков) и традиционного оборудования (карьерных экскаваторов-мехлопат). На первом этапе развал до высоты 6 м отрабатывается колесным погрузчиком с погрузкой взорванной горной массы в автосамосвалы БелАЗ-540. На втором этапе погрузка

горной массы производится экскаватором ЭКГ по всей оставшейся ширине развала с высотой его от 0 до 12 м.

Проведенные эксперименты показали, что если при изменении высоты развала в пределах 0-6 м продолжительность черпания одного ковша погрузчиком практически остается неизменной, то время черпания одного ковша экскаватором при такой высоте развала изменяется в среднем от 8,37 до 23,1 секунд в результате необходимости производства двух и более зачерпываний для полного наполнения ковша (особенно при высоте развала 0,75-1,5 м) и, как следствие, возрастает продолжительность цикла погрузки экскаватором автосамосвала с 28,6 до 45,3 с.

Исследованиями выявлено также, что фактическая производительность не только традиционного, но и нового мобильного погрузочного оборудования в значительной степени зависит от количества работающих в комплексе с ним автотранспортных средств. Так, например, увеличение числа автосамосвалов БелАЗ-540 с 2 до 6 (т. е. в 3 раза) для работы с одним экскаватором приводит к росту производительности его в среднем на 60,6%, а для работы с одним погрузчиком - на 59,02%.

Как видно из сопоставления результатов выполненных исследований (табл. 2.2), совместная схема работы погрузчика и экскаватора по всем показателям предпочтительнее схемы работы экскаватора по всей ширине развала взорванной горной породы. При этом применение погрузчика для предварительной уборки части развала высотой до 6 м позволяет повысить производительность экскаватора с 160,5 до 200,5 м³/ч, т. е. на 25%. Сменная производительность возрастает еще более (на 35%) за счет сокращения затрат времени на передвижение экскаватора в течение смены, а себестоимость погрузки 1 м³ горной породы значительно снижается (см. табл. 2.2).

В свою очередь использование экскаватора при разработке высокой части развала взорванного массива (6-12 м) приводит к значительному увеличению производительности погрузчика и, как следствие, к снижению себестоимости погрузки им.

Таким образом, установленная степень взаимовлияния при совместной работе экскаватора и погрузчика на технико-экономические показатели работы друг друга, а также процессов погрузки и транспортирования горной породы свидетельствует о высокой эффективности и целесообразности широкого применения предложенной схемы совместной работы нового мобильного и традиционного оборудования.

Сравнительные показатели работы оборудования по двум этапам
исследования

Таблица 2.2

Показатели	I этап		II этап
	Погрузчик работает в первой заходке с высотой развала от 0 до 6 м	Экскаватор работает во второй заходке с высотой развала 6-12 м	Экскаватор работает по всей ширине развала высотой от 0 до 12м
Объем погруженной горной породы, тыс. м ³	8,04	7,82	18,3
Число отработанных в процессе наблюдений:	9	6	19
Смен часов	54	39	114
Среднесменное число работающих автосамосвалов БелАЗ-540	3,75	4,6	4,84
Расстояние транспортирования, км	2	2	2
Средняя продолжительность цикла погрузки одного ковша, с	32,6	26,2	31,2
Среднесменная производительность погрузочного оборудования, м ³	893,3	1303,3	963,2
Часовая производительность погрузочного оборудования, м ³	148,9	200,5	160,5
Плановая себестоимость 1 машино-часа работы оборудования, у.е.	11,28	15,76	15,76
Себестоимость погрузки 1 м ³ горной массы, у.е.	7,58	7,88	9,85

В 1982 г. НИИОГР разработал "Типовые технологические схемы ведения горных работ на угольных разрезах", в которых рассмотрены варианты технологии послойной разработки горизонтальных и наклонных угольных пластов с применением рыхлительно-бульдозерных агрегатов и колесных погрузчиков. При этом определены условия применения этих вариантов схем на угольных разрезах, элементы системы разработки, расчетные показатели комплектов мобильного оборудования, а также составлены графики последовательности выполнения работ. Вариант этой схемы (рис. 2.8) рекомендуется применять при разработке вскрышных пород и угля.

Литература 1осн. [16-40];

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные преимущества применения колесных погрузчиков с позиции ресурсосбережения.

2. Какие технологические схемы с применением погрузчиков используются при разработке нагорных карьеров, а также карьеров в труднодоступных условиях?

3. В чем заключается преимущество технологии подступной разработки при применении колесных погрузчиков?

4. За счет каких факторов повышается эффективность одновременного применения погрузчиков и мехлопат при выемке и погрузке скальных пород из высоких развалов?

5. В чем заключается преимущество технологии послойной разработки горизонтальных и пологих маломощных угольных пластов при применении колесных погрузчиков в комплексе с рыхлителями и автотранспортом?

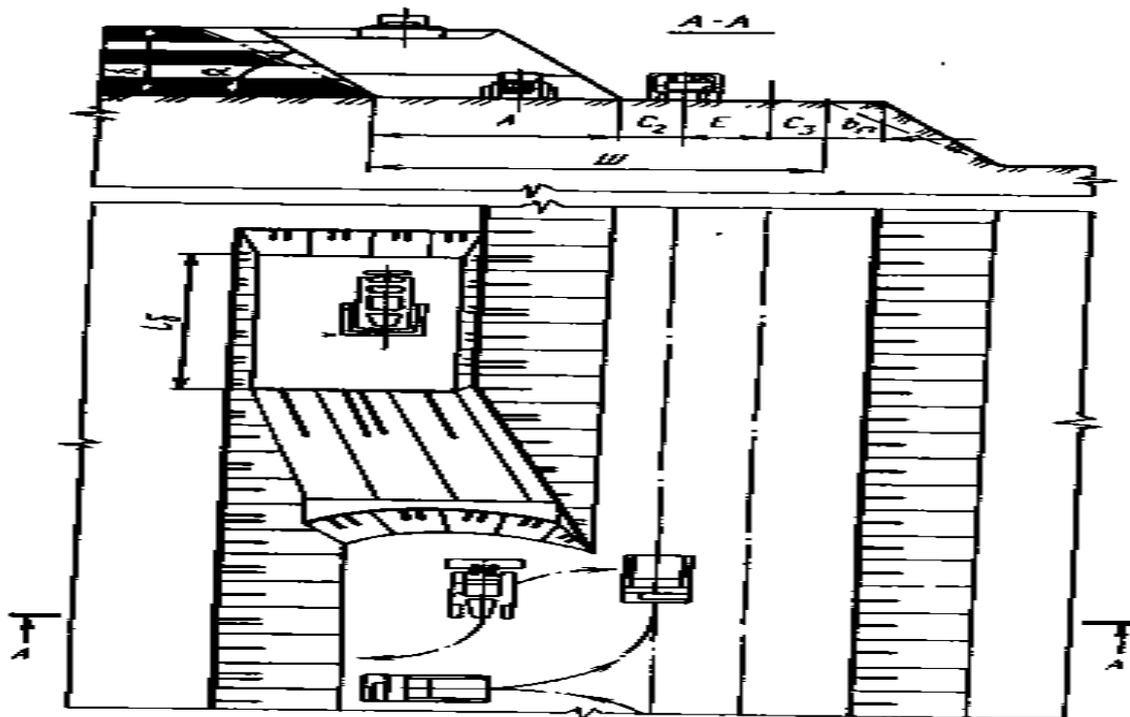


Рис.2.8 Типовая технологическая схем разработки горизонтальных и пологих маломощных угольных пластов с применением рыхлительно-бульдозерных агрегатов (РБА), колесных погрузчиков и автосамосвалов: Ш - минимальная ширина рабочей площадки; Lв -длина обрабатываемого блока.

Лекция 10. Рациональные условия и опыт применения ресурсосберегающих и малоотходных технологий с комплексами мобильного оборудования цикличного действия.

Как видно из изложенного выше материала основные преимущества применения технологических схем разработки рыхлых и скальных пород с использованием мобильной техники (колесных карьерных погрузчиков, рыхлительно-бульдозерных агрегатов, автомобильных транспортных средств и др.) связаны с ее конструктивными особенностями, которые обеспечивают мобильность, автономность, неприхотливость к условиям работы. Эти качества позволяют производить селективную выемку маломощных прослоев рыхлых и полускальных пород непосредственно из массива, а также отдельных разновидностей из развала взорванной скальной горной массы; способствовать полноте выемки, снижению потерь и разубоживания добываемых руд, усреднению их качества; что, в свою очередь, является основой обеспечения

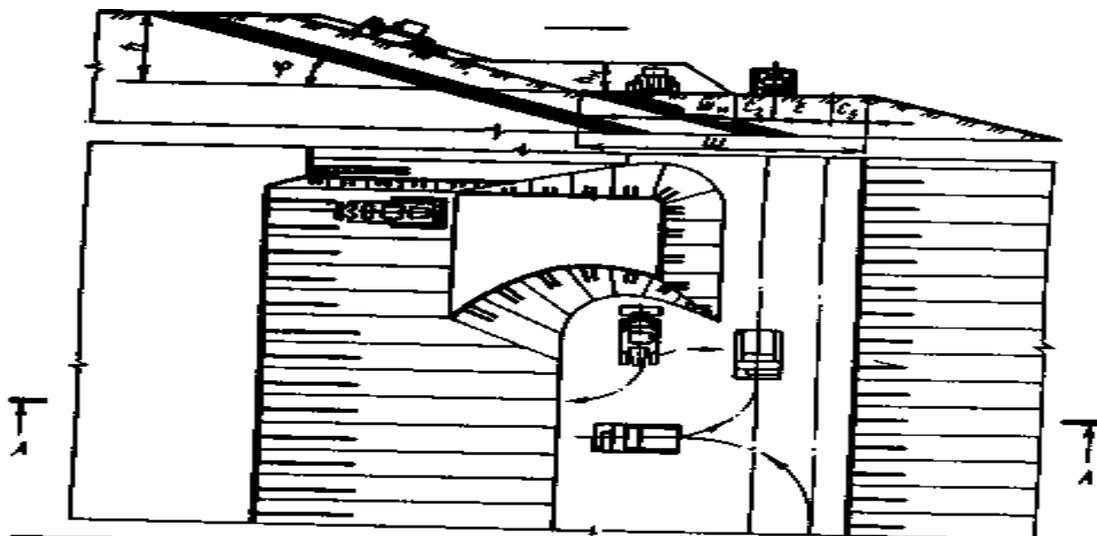
ресурсосбережения недр и малоотходности горно-перерабатывающего производства.

В этой связи будет оправданным привести дополнительно ряд примеров эффективного использования мобильной техники на отечественных и зарубежных карьерах.

Представленные на рис. 2.9, 2.10 технологические схемы находят достаточно широкое применение на зарубежных карьерах с объемом добычных работ 1,2-1,8 млн. т/год и вскрышных - до 10 млн. м³/год. Совместно с рыхлителями на тракторах мощностью 285-570 кВт используются скреперы с вместимостью ковша с "шапкой" 15-33,6 м и мощностью 300-700 кВт. Схема применяется на угольных, карбонатных карьерах, на карьерах глинистого компонента цементных предприятий, а также при удалении вскрышных пород с одновременным производством рекультивационных работ на фосфатных карьерах.

Длина разрабатываемого блока комплексом "рыхлитель - скрепер" принимается кратной длине прохода рыхлителя и может изменяться от 80 до 365 м. Ширина блока изменяется от 20 до 70 м. В связи с ограничением кусковатости (до 600 мм) расстояние между проходами рыхлителя должно составлять, как правило, не более 1 м. В некоторых случаях целесообразно перекрестное рыхление.

Наиболее широкое применение в горнодобывающей промышленности находят скреперы с ковшами вместимостью 18-25 м³ (геометрическая).



Операции	Продолжительность, мин	Время смены, ч								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Рыхление угля	91									
Перемещение горной массы	260									
Подготовительно-заключительные операции	109									
Погрузка	109									
Погрузка горной массы	371									

Р₁
20°
у
колес

ых (до
гатов,
ацией

нарушенных открытыми работами территории.

Особенно эффективно применение комплекса "рыхлитель-скрепер" при разработке сложноструктурных месторождений, где полезное ископаемое характеризуется значительным колебанием полезных и вредных компонентов,

что предопределяет работу в режиме усреднения. После рыхления массива рыхлителем скрепер набирает горную массу в заданном забое и транспортирует ее на промплощадку завода, где складировать в трапецеобразные штабелы высотой 7-10 м (одно крыло в отсыпке, другое - в отгрузке). Штабелы отсыпаются горизонтальными слоями толщиной около 15 см, причем каждый слой может иметь определенные качественные характеристики. Из штабеля в приемный бункер сырье подается колесным погрузчиком при среднем расстоянии транспортирования до 50 м. Ковш погрузчика при загрузке пересекает несколько слоев (до 10-15) в перпендикулярном направлении на расстоянии 1,5-2,5 м, чем достигается надежное и качественное усреднение сырья в ковше перед подачей на переработку.

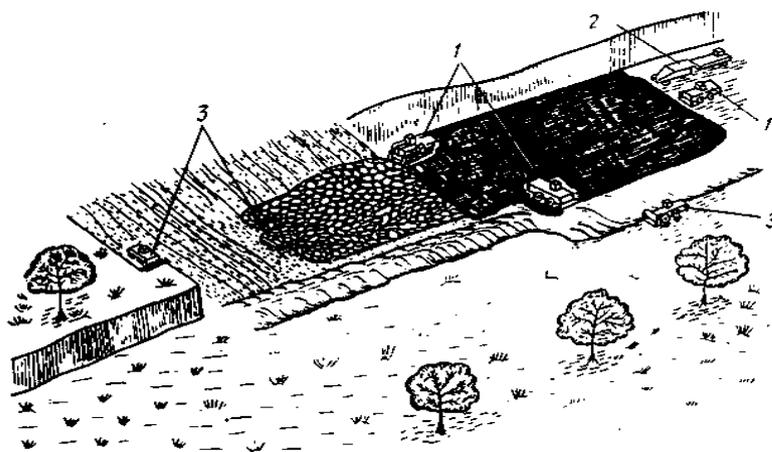


Рис. 2.10 Ресурсосберегающая схема открытой разработки горизонтальных и пологих пластовых месторождений с рыхлыми породами с применением колесных бульдозеров, погрузчиков и автотранспорта при одновременном производстве рекультивационных работ:

1 - погрузчики; 2 - углевоз; 3 - бульдозеры

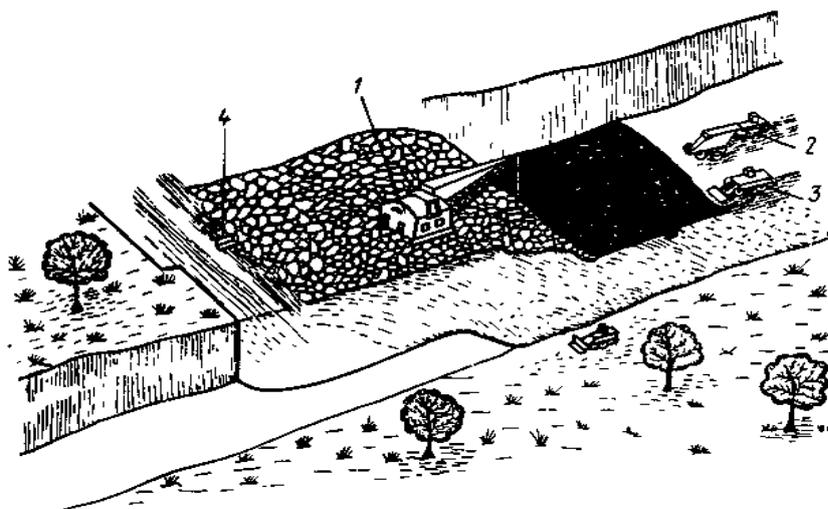


Рис. 2.11 Малоотходная схема открытой разработки месторождений с применением драглайна, погрузчиков и автотранспорта с рыхлением пород при одновременном производстве ре-культивационных работ

1- драглайн; 2-углевоз; 3-погрузчик; 4-колесный бульдозер.

На цементных заводах "Витри", "Луазн", "Ориньи" (Франция), "Несименто" (США) погрузчик с ковшом вместимостью 4,6 м³ обеспечивает производительность до 450 т/ч. На заводе "Ковро" (Франция) для этих целей используются погрузчики с ковшом вместимостью 7,6-9,2 м³, производительность которых 1000 т/ч. Указанные схемы могут оказаться перспективными также для карьеров цементных заводов Карагандинского, Чимкентского.

В 1978-1979 гг. ГИГХС выполнил исследования и обосновал целесообразность применения технологии разработки фосфоритных залежей по схеме с применением самоходных большегрузных элеваторных скреперов для перемещения вскрышных пород во внутренние отвалы и транспортирования руды на прирельсовый склад для условий локального участка Полпинского месторождения фосфоритов. Внедрение этой схемы позволило расширить сырьевую базу Брянского фосфоритного завода и добыть уже в 1979-1980 гг. из дополнительно поставленных на баланс запасов свыше 480 тыс. т руды с получением народнохозяйственного эффекта около 1,9 млн. тг. Установлено также, что внедрение этой технологической схемы рационально при открытой разработке локальных участков Чилисайского месторождений фосфоритных руд и др.

Институтом ИПКОН РАН разработан вариант схемы с рыхлением пластов крупноблочного строения (рис. 2.12) в условиях открытой разработки Ткварчельского доломитового месторождения. Расположение карьера в пределах г. Ткварчели позволяет лишь в северо-западной части его ограниченно производить взрывные работы традиционным методом. Остальная площадь карьерного поля по условиям безопасности должна разрабатываться с применением механического рыхления. Однако для рыхления крупноблочных пластов требуется предварительное сотрясательное взрывание массива с целью создания в нем искусственной трещиноватости. В соответствии с этой целью по методике, разработанной ИПКОН РАН, ежегодно (в крайнем случае, один раз в два года) выявляются местоположение и параметры (мощность, угол падения, простираие) "даек" крупноблочных пород, где и производится их обуривание и взрывание.

Скважины диаметром 106 мм бурятся в центре "даек" по их падению.

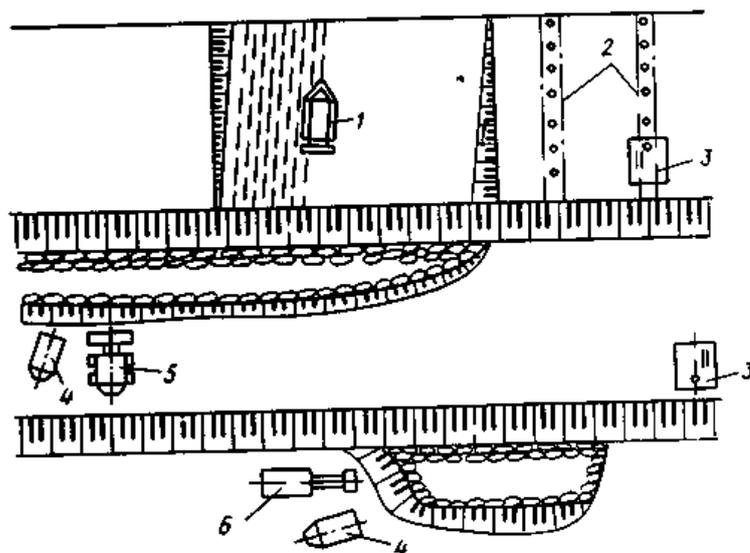


Рис. 2.12 Малоотходная комбинированная технологическая схема обработки Ткварчельского доломитового месторождения с использованием предварительного сотрясательного взрывания для последующего механического рыхления РБА(1).

(2) бурение пластов крупноблочного массивного строения, (3) буровые станки, (4) автосамосвалы, (5) колесные погрузчики и (6) экскаваторы

Расстояние между скважинами 2,5-3 м. Удельный расход ВВ в 3 раза меньше по сравнению с принятым в паспорте БВР (0,16 против 0,5 кг/м³). При этом заряд ВВ должен распределяться по всей глубине скважины, т. е. быть рассредоточенным; длина забойки скважины не должна превышать 1-1,5 м; скважины должны иметь перебур по глубине 1-1,5 м; угол наклона скважины должен быть равен углу наклона соответствующей "дайки".

После производства взрыва на "встряхивание" РБА мощностью более 385 кВт осуществляет рыхление массива параллельными ходами наклонными (до 10-20°) слоями в направлении с юго-востока на северо-запад. При этом послойное механическое рыхление должно производиться лишь до глубины, равной глубине скважины без перебура. По окончании рыхления одного слоя на всей подготовленной площади РБА используется как бульдозер, перемещая разрыхленный материал на нижележащий горизонт. Из навала разрыхленная горная порода колесным погрузчиком ТО-21-1 грузоподъемностью 15 т загружается в автосамосвалы. Помимо рационального сочетания в комплексе с РБА колесные погрузчики целесообразно использовать для перемещения крупных негабаритных кусков в места, безопасные для взрывной разделки негабаритов, а при небольших расстояниях транспортирования до отвалов (до 500 м) - для перемещения и складирования части вскрышных пород. Исследования показали, что при полном переходе на новую технологию подготовки массива горных пород к погрузке в связи с существенным ресурсосбережением себестоимость работ снижается в 1,7 раза при увеличении в 2,1 раза производительности труда рабочих, занятых на бурении, взрывании и

механическом рыхлении, по сравнению с традиционной технологией с буровзрывной подготовкой.

Особенности и опыт использования ресурсосберегающих циклично-поточных технологий с применением колесных погрузчиков и традиционного оборудования

Схемы, представленные на рис. 2.5. предназначены для использования как при цикличной, так и при циклично-поточной технологии горных работ и предусматривают применение колесных карьерных погрузчиков в качестве погрузочно-транспортного оборудования, целесообразность использования которых при расстоянии транспортирования до 0,8 км была доказана еще в 1964 г. В то время в нашей стране и за рубежом считали возможным и экономически целесообразным применение погрузчиков лишь при расстоянии до 25-45 м и только лишь спустя 5-6 лет, в 1968-1969 гг. за рубежом признали эти технологические схемы приемлемыми под общим названием "лоуд энд кэри", т. е. "грузи и вези". Особенно эффективно оказалось применение погрузчиков в комплексе с конвейерным транспортом взамен одноковшовых экскаваторов и автотранспорта для выемки и доставки горных пород из забоев к самоходным (передвижным) или полустационарным дробильным установкам (схема 2.5, в), грохотильным установкам или передвижным бункерам-питателям (схема 2.5,г).

За рубежом в последние 15 лет эти схемы начали успешно применять при открытой разработке гематитового месторождения Термано" (Бразилия) для доставки 7 млн. т руды в год от забоев к передвижным бункерам-питателям, на карьерах "Бонни Дун" (США) по добыче 1000-1200 т/ч известняка (до 2000 т/ч) и 325-350 т/ч глинистых сланцев (до 400 т/ч) с доставкой полезного ископаемого погрузчиками от забоев до передвижных дробилок, "Кирхдорф" (Австралия) с годовой производительностью 0,4 млн. т известняка с доставкой полезного ископаемого погрузчиками от забоев к передвижной (на рельсовом ходу) дробильной установке и др.

В 1974-1975 г. Сектором физико-технических горных проблем ИФЗ им. О. Ю. Шмидта РАН совместно с работниками Шерловогорского ГОКа и ЦНИИолово на Шерловогорском оловорудном карьере была проведена опытно-промышленная проверка предложенной технологической схемы с использованием погрузчика с ковшом вместимостью 8,41 м³ в качестве погрузочно-транспортного оборудования для доставки руды из отвала убогих руд к сегрегационной установке. Обработка результатов опытно-промышленных испытаний позволила определить предельные границы применения погрузчика данной модели в качестве погрузочно-транспортного оборудования (вместо экскаватора ЭКГ 4,6 и автосамосвалов БелАЗ-540), которые для условий Шерловогорского ГОКа достигают 650-700 м. При этом суммарная экономия (по прямым затратам) от применения погрузчика для доставки руды к сегрегационной установке и последующей загрузки им автосамосвалов БелАЗ-540 над- и подгрохотным продуктами составила 150 тг./м³.

Карьером "Стайнскоген" (Норвегия), расположенным в 17 км к западу от Осло, производительностью 1,2 млн.т в год разрабатывается месторождение нагорного типа. До 1967 г. карьер работал по традиционной цикличной схеме

горных работ с использованием экскаватора и автосамосвалов. Затем карьер перешел на применение комбинированной схемы транспорта. Колесный погрузчик фирмы "Катерпиллер" модели 992 с ковшем вместимостью 7,65 м³ доставляет взорванный базальт из забоя к рудоспуску на расстояние до 80 м, а при увеличении расстояния от 80 до 350 м доставка осуществляется автосамосвалом грузоподъемностью 50 т. Далее базальт под действием собственной массы поступает по рудоспуску к отделению первичного и вторичного дробления, перенесенному в подземные выработки, а затем выдается по штольне конвейерным транспортом. Глубина рудоспуска 90 м, площадь сечения устья 40 м². Вместимость рудоспуска около 4 тыс. т. Устье его находится в центре месторождения.

Для повышения эффективности использования погрузчиков на погрузочно-транспортных операциях между забоем и дробилкой необходимо поддерживать оптимальное расстояние, которое в зависимости от типоразмера погрузчика и требуемой производительности дробилки может составлять 200-450 м. Сокращению расстояния от забоя до дробилки способствуют отказ от буровзрывных работ для подготовки горной массы к погрузке и переход на механическое рыхление. Однако на карьерах страны технологические схемы открытой разработки месторождений с применением механического рыхления до сих пор не находят широкого длительного применения в промышленных масштабах из-за резкого отставания промышленности в реализации результатов исследований по созданию нового надежного оборудования большой единичной мощности и прежде всего рыхлительно-бульдозерных агрегатов, большегрузных колесных карьерных погрузчиков и самоходных колесных скреперов.

Литература 1осн. [40-56].

Контрольные вопросы:

1. В чем сущность технологической схемы отработки наклонных угольных пластов и производства рекультивационных работ с использованием комплекса?

2. В чем сущность технологической схемы отработки горизонтальных и наклонных месторождений и производства рекультивационных работ с использованием комплекса «бульдозер-драглайн-колесный погрузчик-автосамосвал»?

3. В чем заключается особенность технологии с использованием мобильного комплекса «РБА- колесный погрузчик-автосамосвал» для отработки скальных пород?

4. Укажите особенности ресурсосберегающих циклично-поточных технологий с использованием мобильных комплексов?

Лекция 11. Технология горных работ с применением оборудования непрерывного действия в компактном исполнении.

Особенность отработки горизонтально залегающих месторождений заключается в том, что используется имеющаяся возможность организации отвала покрывающих залежь пород в выработанное пространство. В случае использования оборудования непрерывного действия обеспечивается поточное производство вскрышных и добычных работ по транспортно-отвальной или

транспортной системе разработки. В определенных условиях рационально применение комбинированной системы, когда отработка основного (нижнего) вскрышного уступа производится по транспортно-отвальной, а передового (верхнего) - по транспортной системе с использованием конвейерного транспорта.

Однако применение комбинированной системы разработки с использованием, например, комплексов машин производительностью $5000 \text{ м}^3/\text{ч}$ эффективно только при мощности вскрыши до 70-80 м, и определяется эта область линейными параметрами машин. Увеличение линейных параметров машин ведет к резкому возрастанию их массы и установленной мощности, в связи с чем стоимость разработки 1 м^3 вскрыши прогрессивно возрастает. Применение на верхних уступах поточной технологии предусматривает транспортирование конвейерами во внутренние отвалы пород вскрыши с каждого уступа на расстояние 4-5 км. Это также ведет к удорожанию разработки вскрышных пород, и расширять область применения поточной технологии за счет наращивания количества транспортных уступов невыгодно.

Решить проблему эффективной разработки месторождений на глубинах свыше 70-80 м позволяет технология разработки наклонными слоями. С. И. Поповым было предложено отработку пологих и наклонных месторождений осуществлять наклонными слоями во избежание значительных потерь полезного ископаемого. Известны также работы в области новой технологии Ленгипрошахт, ИГД СО РАН, Гипроуглегормаша. По проекту ДонНИГРИ в механических мастерских Часов-Ярского комбината огнеупорных изделий в 1972 г. было создано оборудование производительностью $630 \text{ м}^3/\text{ч}$ и опытно-промышленный участок на карьере "Южный" для проверки новой технологии и работоспособности оборудования на наклонной поверхности. Опытная промышленная проверка дала положительные результаты.

Главной отличительной особенностью разработки месторождений наклонными слоями является независимость высоты обрабатываемого уступа от параметров роторного экскаватора при транспортно-отвальной и транспортной системах разработки и отвалообразователя - при транспортной системе. Это позволяет, с одной стороны, существенно увеличить высоту обрабатываемой вскрыши по сравнению с использованием существующей поточной технологии разработки, с другой - более гибко использовать одни и те же комплексы в широком диапазоне изменения высоты вскрышного уступа.

Независимость высоты обрабатываемого уступа от параметров экскавационного и отвального оборудования создает условия для использования роторных экскаваторов и отвалообразователей с малыми линейными параметрами и позволяет улучшить технико-экономические показатели технологии разработки.

Горная масса транспортируется в поперечном направлении карьера в выработанное пространство. В связи с этим длина забойных и отвальных конвейеров уменьшается в сравнении с транспортной системой разработки, при которой конвейерные линии располагаются по периметру карьера.

Технология разработки вскрыши наклонными слоями предполагает использование технической возможности конвейерного транспорта - транспортирование горной массы под углом к горизонту. Она приобретает особое значение в связи с тем, что в настоящее время и в будущем все больший удельный вес приходится на месторождения с глубиной залегания полезного ископаемого 100 м и более.

Преимущества компактных роторных экскаваторов. В настоящее время и в обозримом будущем в общих объемах открытых горных работ страны около 1/3 составляют мягкие породы, пригодные для разработки экскаваторами непрерывного действия.

В СНГ поточная технология на базе техники непрерывного действия получила признание в таких отраслях, как угольная промышленность, марганцеворудная промышленность, где она наиболее успешно используется. Роторные экскаваторы и комплексы нашли применение в железорудной и огнеупорной промышленности, в редкометаллической и горнохимической промышленности, в промышленности строительных материалов, а также в некоторых других отраслях.

Опыт эксплуатации роторных комплексов в целом показывает хорошие результаты, особенно при транспортно-отвальной системе разработки. Так, годовая выработка роторных комплексов теоретической производительностью 5000 м³/ч в условиях марганцево-рудных карьеров Украины составляет 9,5-12,5 млн. м³ вскрыши, себестоимость вскрыши достигает 0,12-0,14 у.е./м³. Создание роторных экскаваторов с повышенными усилиями копания обеспечило их широкое применение на добычных работах на угольных разрезах Сибири и Казахстана. Применение роторных экскаваторов малых классов на карьерах огнеупорных глин и каолинов показало их незаменимость при селективной разработке тонких слоев полезного ископаемого.

В настоящее время только роторными экскаваторами разрабатывается около 200 млн. м³/год вскрыши, из них на марганцеворудных карьерах 100 млн. м³ и на железорудных 25 млн. м³. Примерно половину всей открытой добычи угля производят с помощью роторных экскаваторов.

Однако область применения техники непрерывного действия на карьерах все еще неоправданно узка. В числе причин - недостаточный выпуск машин непрерывного действия машиностроительной промышленностью, недостаточная надежность отдельных видов машин, ограниченная номенклатура выпускаемого оборудования, что зачастую приводит к несоответствию его параметров технологическим и горнотехническим условиям применения и, как следствие, к удорожанию стоимости разработки.

Анализ зависимости фактической себестоимости 1 м³ вскрыши от годовой производительности роторных комплексов класса 5000 куб.м/ч показывает, что увеличение годовой производительности комплексов означает возможность снижения себестоимости (рис. 2.13). Это является предпосылкой к внедрению различных организационно-технических мероприятий по обеспечению благоприятных условий функционирования оборудования непрерывного действия.

Большие технологические возможности и значительные технико-экономические преимущества могут быть реализованы при ориентации на применение компактных роторных экскаваторов, применяемых в сочетании с забойными перегружателями в составе транспортных комплексов оборудования непрерывного действия по технологии с делением уступа на два или три подступа, с переходами роторных экскаваторов на новый горизонт по автономно подготавливаемым съездам. Помимо снижения массы и стоимости забойного звена (роторного экскаватора с перегружателем) в 2-3 раза представляется возможным также увеличить общую высоту уступа, разрабатываемого по подступной технологии.

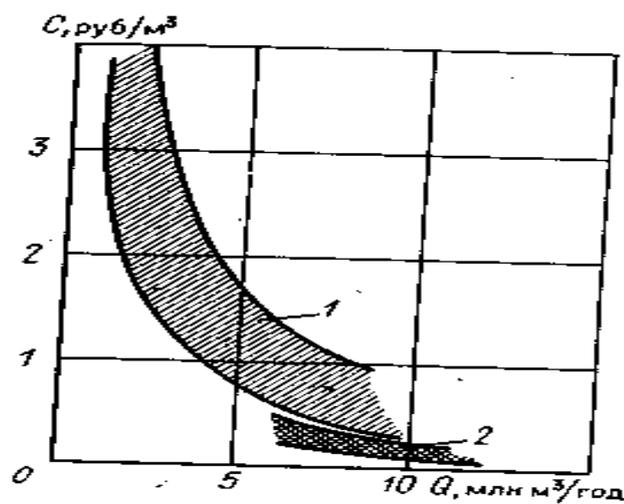


Рис. 2.13. Зависимость фактической себестоимости 1 м³ вскрыши C от годовой производительности Q роторных комплексов класса 5000 м³/ч на рудных карьерах 1 - конвейерные комплексы; 2 - транспортно-отвальные комплексы

Анализ современных тенденций в мировой практике создания и применения техники непрерывного действия показывает все возрастающий интерес к компактным роторным экскаваторам: развитие их конструкций идет по пути создания, с одной стороны, все более мощных машин и, с другой - в направлении совершенствования их узлов и деталей, стандартизации, применения средств автоматизации и перехода к полностью гидрофицированным машинам.

Компактные роторные экскаваторы изготавливаются с теоретической производительностью от 200 до 3000 м³/ч, а для легких условий работы - до 7000 м³/ч, причем верхний предел теоретической производительности в новых моделях неуклонно повышается.

Расширяется область применения компактных роторных экскаваторов. За последнее время эти машины стали применяться в тяжелых условиях карьеров.

В Намибии на алмазном карьере эксплуатируются два экскаватора SH400 с транспортно-отвальным (передаточным) мостом. Компактные роторные экскаваторы SH630 и типа MX работают с конвейерами на угольном карьере "Captain" в штате Иллинойс (США). Экскаваторы SH630 в составе транспортных комплексов используются на вскрышных работах угольных карьеров в Югославии и Испании. На угольном карьере Ptolemaist в Греции компактными роторными экскаваторами ведут селективную разработку тонких пластов. В Австралии используются машины SH250 на вскрышных работах угольного карьера. Комплекс оборудования непрерывного действия с компактным роторным экскаватором производства австрийской фирмы "Vest-Alpine" используется на угольном карьере на Филиппинах. В Канаде в провинции Альберта на добыче нефтеносных песков и вскрышных работах успешно в круглогодичном режиме используется компактный роторный экскаватор Stirs 2450.18/15 производства фирмы Orenstein-KорреГ (ФРГ). Выпущенный этой же фирмой компактный роторный экскаватор Stirs 2000.12/1 теоретической производительностью 8800 м³/ч и массой 950 т совместно с транспортно-отвальным мостом после окончания земляных работ на строительстве канала Инд-Джелам в Пакистане, где этим оборудованием за 10 тыс. ч (20 мес.) было вынуто 46 млн. м³ грунта, передислоцированы в Судан для проведения судоходного канала с объемом работ 100 млн. м³. На карьерах со слабой устойчивостью вскрышных пород более успешно могут быть применены компактные роторные экскаваторы в технологических схемах с делением уступа на подступы, в то время как машины обычного исполнения в этих условиях не могут полностью использовать свою высоту черпания. Имеется опыт работы двух компактных роторных экскаваторов HD-710 производства фирмы "Mannesmann-Demag" на один отвалообразователь класса 6000 м³/ч с радиусом разгрузки 205 м, используемых на разработке передового уступа на угольном карьере в штате Техас.

Как видим, ведущими экскаваторостроительными фирмами мира хорошо освоено производство компактных роторных экскаваторов. Они отличаются наличием двухгусеничного хода, размещением электрического оборудования сзади на поворотной платформе, гидropодъемом роторной и разгрузочной стрел, сравнительно короткой роторной стрелой, отношение длины которой к диаметру роторного колеса меньше или равно 2. Для обычных полноразмерных роторных экскаваторов это соотношение равно 3 и более. За последнее время начали создавать также полупактные конструкции роторных экскаваторов, у которых длина роторной стрелы увеличена на 20% по сравнению с компактными моделями.

Выбор основных параметров экскавационного оборудования непрерывного действия, соответствующих технологическим условиям разработки, в значительной степени способствует повышению эффективности его применения. Линейные параметры роторных экскаваторов существующего типоразмерного ряда отвечают лишь определенному, весьма ограниченному числу сочетаний длины фронта работ L_f (м) и величины годового подвигания фронта V_f (м/год) при развиваемой в конкретных условиях годовой

производительности $Q_{\text{год}}$ (м³/год) выемочной машины или комплекса оборудования, когда высота копания роторного экскаватора H_k (м) соответствует высоте уступа H (м):

$$H_k = H = Q_{\text{год}} / (L_{\phi} V_{\phi}).$$

В случаях, когда $H < H_k$, что имеет место при интенсивном ведении открытых горных или земляных работ, использование серийных роторных экскаваторов приводит к увеличению массы оборудования и, следовательно, удельных приведенных затрат. При $H > H_k$, что отражает необходимость обработки большой вертикальной рабочей зоны экскаватором, применение машин с такими параметрами по традиционной одноступенной технологии приводит к их недоиспользованию по производительности и ухудшению технико-экономических показателей. В этих случаях целесообразен переход к подступной технологии с использованием хорошо приспособленных для такой работы компактных роторных экскаваторов с перегружателями.

Литература 1 осн. [66-80].

Контрольные вопросы:

1. Особенности технологии разработки уступа компактным роторным экскаватором с перегружателем?
2. Какими обладает преимуществами компактный роторный экскаватор?
3. Мировые производители компактных роторных экскаваторов?
4. Охарактеризуйте основные технологические схемы ведения горных работ с применением компактного оборудования?
5. Каковы необходимые условия взаимосвязи параметров роторного экскаватора и забоя?

Лекция 12. Принципиальная технологическая схема с делением уступа на подступы.

В применении технологических схем с разделением уступов на три подступа заключены большие возможности для экономичной разработки уступов большой мощности. Наличие одной забойной конвейерной линии на три подступа и уменьшение суммарной металлоемкости применяемых компактных роторных экскаваторов с перегружателями по сравнению с экскаваторами больших линейных параметров, необходимых для разработки уступов аналогичной высоты с одного рабочего горизонта, являются важнейшими преимуществами, заложенными в подступной технологии.

В некоторых вариантах трехподступных технологических схем значительным препятствием к их осуществлению был элемент автономного строительства съезда с верхнего рабочего на нижележащий транспортный горизонт. Помимо неустойчивого режима экскавации при проведении съезда под уклон, экскаватор должен иметь достаточно большую технологическую глубину нижнего черпания, что приводит к необходимости увеличения радиуса черпания и, как следствие, массы машины.

Более предпочтительным является вариант технологии, отличающийся тем, что с целью исключения проведения съездов сверху вниз предусматривается строительство резервных ниш, при заходе в которые

компактный роторный экскаватор путем дальнейшего расширения забоя может переходить к образованию съезда во время движения лишь с нижележащего на верхний горизонт (рис. 2.14). Порядок отработки уступа по этой схеме состоит в следующем. В начале технологического цикла (7) после врезки компактного роторного экскаватора в новую заходку отрабатывается нижний подступ на основной части фронта работ (2). При подходе к тупику карьера роторным экскаватором строится наклонный съезд под углом 5° (3), по которому он вместе с забойным перегружателем поднимается на верхнюю площадку нижнего подступа, являющуюся транспортным горизонтом.

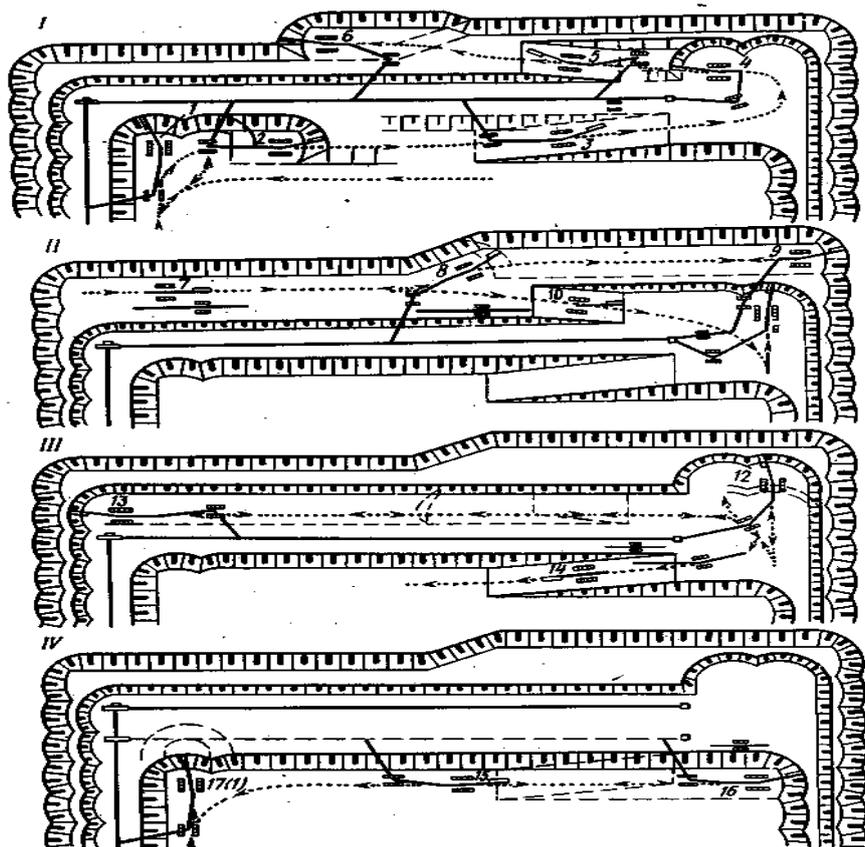


Рис. 2.14. Принципиальная технологическая схема разработки уступа компактным роторным экскаватором с перегружателем: 1-IV - этапы развития горных работ; 1-16 - последовательные положения оборудования.

На заранее подготовленной площадке, представляющей собой сдвоенную нишу в торце среднего подступа (4), экскаватором строится въезд на вышележащий горизонт (5), и после косої врезки он отрабатывает заходку

нормальной ширины до торца карьера 6. По достижении торца карьера роторный экскаватор с перегружателем холостым ходом (7) возвращаются до участка смещения ширины заходки (8) для отработки оставшейся части заходки (9), а затем холостым ходом - до съезда, по которому опускаются на транспортный горизонт (10). На этом подступе роторным экскаватором проходится ниша (11) путем прямой врезки (12), а затем ее расширение, и производится срабатывание съезда между верхним и средним подступами с последующим рабочим ходом до торца карьера (13). Затем машины холостым ходом возвращаются в тупиковую часть карьера и опускаются по съезду на почву нижнего подступа (14). Последующие операции - срабатыванием нижнего съезда (15) и доработка нижнего подступа (16), после чего роторный экскаватор с перегружателем переходят в противоположный конец фронта (17), и после врезки в новую заходку на нижнем подступе начинается новый технологический цикл.

Применение в трехподступных технологических схемах компактных роторных экскаваторов с перегружателями приводит к минимально возможной массе забойного оборудования в составе транспортных комплексов для разработки относительно высоких уступов.

Ориентация на применение компактных роторных экскаваторов является перспективной, поскольку их преимущества состоят не только в уменьшении массы и капиталоемкости забойного звена машин по сравнению с экскаваторами традиционных типоразмеров, сокращении сроков создания и монтажа, но и в гибкости технологии их применения и мобильности, возможности увеличения общей высоты уступа при работе по подступной технологии, с более благоприятными условиями ведения селективной выемки пород, что особенно важно при решении задач комплексного освоения месторождений.

Литература 1осн. [80 - 107].

Контрольные вопросы:

1. Как вы понимаете процесс деления уступа на подступы?
2. В чем заключаются преимущества деления уступов на подступы?
3. Каковы особенности рассмотренной технологической схемы отработки уступов?
4. Раскройте порядок отработки уступа по рассмотренной технологической схеме.
5. При применении рассмотренной схемы происходит экономия каких видов ресурсов?

Лекция 13 . Технология горных работ с использованием сил гравитации при осуществлении основных процессов

Общие положения. Применительно к открытым горным разработкам одним из перспективных направлений в создании нетрадиционной технологии является использование природных сил гравитации для осуществления основных технологических процессов. Это достигается путем целенаправленного и управляемого выведения массива из устойчивого состояния и поддержания процесса деформации в заданном режиме. Естественно, что ведение горных

работ таким образом требует большой мобилизационной готовности всего технологического цикла к изменению в определенном диапазоне параметров деформации массива, способности оперативно приспосабливать технологию к особенностям развития этого геомеханического процесса и наличия дополнительных мер безопасности. Однако все это компенсируется теми преимуществами, которые обеспечивает применение новой технологии. Прежде всего, резко снижается энерго- и металлоемкость процесса разработки, поскольку часть работы по отделению пород от массива и их перемещение осуществляются под действием сил гравитации, а также достигается определенная независимость параметров применяемого оборудования от высоты разрабатываемого уступа. Следствие этого - возможность перехода на отработку высоких уступов, что обеспечит увеличение концентрации горных работ, уменьшение протяженности внутрикарьерных транспортных коммуникаций, повышение крутизны результирующих углов откосов борта карьера и т. п.

В настоящее время уже накоплен положительный опыт использования гравитационного осуществления технологических процессов открытого способа разработки, свидетельствующий о том, что использование сил гравитации приводит к качественному изменению сложившихся представлений о взаимосвязи параметров технологических схем и применяемого в структурах комплексной механизации оборудования. Суммарная длина линейных параметров оборудования всегда меньше расстояния от забоя до места размещения пород в отвале, поскольку на отдельных участках технологической цепи перемещение пород осуществляется гравитационно. Отсутствует жесткая зависимость между высотой уступа, параметрами и массой оборудования. Затраты энергии на отделение пород от массива определяются только объемом работ по ослаблению уступов или отвалов, достаточным для нарушения его устойчивого состояния; высота обрабатываемых уступов ограничивается не параметрами выемочно-погрузочного оборудования, а устойчивостью уступов и отвалов или параметрами отвалообразующих машин и перегружателей (компенсаторов высоты).

В развитие нового научного направления внесли значительный вклад институты ИГД СО РАН, ВНИМИ, Укрниипроект, Ленгипрошахт и др. Ниже приведены только те результаты исследований в этой области, которые необходимы для цельного представления об основных направлениях решения проблемы управления состоянием массивов горных пород при открытой разработке месторождений полезных ископаемых.

Принципы создания гравитационных способов разработки. К основным параметрам процесса обрушения уступов и сдвижения отвалов, которые подлежат определению, следует отнести: момент начала деформации, знание которого позволит согласовать операции по ослаблению массива и погрузке обрушенной массы, а также определить место расположения оборудования; объем обрушенной горной массы, который должен быть согласован с наличием места для его размещения и производительностью оборудования; направление гравитационного перемещения пород, которое должно быть максимально приближено к требуемому; скорость перемещения горной массы, которая в

местах погрузки не должна оказывать влияния на условия работы погрузочного оборудования.

Таким образом, требования к управлению процессом обрушения уступов и сдвижения отвалов можно сформулировать следующим образом: последовательное отделение блоков пород определенного объема от массива через известные промежутки времени и перемещение их к месту погрузки с заданной скоростью под действием сил гравитации при минимальных затратах на осуществление такого процесса. С учетом этих требований управление обрушением уступов и сдвижением отвалов представляет собой совокупность мероприятий по выбору параметров и способов искусственного воздействия на массив в зависимости от горнотехнических и горно-геологических условий месторождения, осуществлению работ по целенаправленному нарушению состояния равновесия массива и предотвращению самопроизвольных обрушений уступов с целью безопасного и экономического производства вскрышных работ путем использования сил гравитации в технологических процессах. В соответствии с этим определением работы по управлению осуществляются в следующей последовательности.

Для конкретных горнотехнических и горно-геологических условий производится расчет параметров и выбор способа ослабления массива, обеспечивающих требуемые параметры обрушения. В соответствии с параметрами обрушения производится выбор оборудования и технологии производства работ. Затем в производственных условиях производится опытно-промышленная проверка технологии и осуществляется корректировка расчетных параметров, после чего начинается осуществление выбранного способа обрушения. На этом этапе работ основное внимание уделяется поддержанию заданного режима обрушения. С этой целью устанавливается диапазон допустимых отклонений свойств пород. При работе на участках, где отклонения свойств пород выходят за пределы допустимых, изменяют параметры или способ ослабления массива либо временно приостанавливают работы (в случае сильных атмосферных осадков, производства взрывных работ на близком расстоянии и др.).

Из изложенного следует, что одной из первоочередных задач управления является разработка методов расчета параметров ослабления массива, достаточных для нарушения состояния предельного равновесия, и параметров последующего развития деформации. Отличительной особенностью этих методов должен быть наиболее полный учет сил, препятствующих началу деформации, что обеспечит максимальное использование сил гравитации в технологических целях и минимальную погрешность расчетных значений определяемых параметров. Исходя из приведенных выше соображений, рассмотрим возможность и конкретные пути управления параметрами исследуемых процессов.

Момент начала деформации массива может быть легко установлен, если известны производительность применяемого для ослабления уступа оборудования и объем работ, который необходимо выполнить для создания в массиве состояния предельного равновесия. В этом случае погрешность в

определении начала деформации определяется следующей зависимостью:

$$\Delta t = \Delta V_n / Q,$$

где ΔV_n - абсолютная погрешность в определении объема ослабления массива, обеспечивающего переход его в состояние предельного равновесия, м³;
Q - производительность оборудования, с помощью которого обеспечивается ослабление массива, м³/ч

Поскольку производительность оборудования всегда известна, погрешность в установлении начала деформации будет полностью зависеть от точности определения необходимого объема ослабления массива.

Объем обрушаемой породы является функцией высоты уступа, глубины подработки и шага обрушения. При этом под глубиной подработки подразумевается величина ослабления массива в плоскости, перпендикулярной фронту производства этих работ. Шаг обрушения - это отрезок фронта работ, на котором после ослабления массива происходит обрушение пород. Варьируя эти три параметра, можно получить любой заданный объем. Высота отрабатываемого уступа в условиях конкретного карьера определяется экономическими соображениями, техническими возможностями применяемого оборудования и физико-механическими свойствами разрабатываемых пород. В связи с этим в данной постановке задачи высота уступа может рассматриваться как задаваемый параметр.

Значение глубины подработки может изменяться в определенном диапазоне. С одной стороны, минимальное ее значение должно обеспечивать обрушение массива хотя бы при неопределенно большой длине фронта подработки, а с другой - максимальное ее значение будет определяться, технической возможностью применяемого для ослабления массива оборудования. По технологическим соображениям производить обрушение по бесконечной длине фронта работ нереально и нецелесообразно, поэтому глубина подработки всегда будет выбираться больше минимального значения.

Таким образом, высота уступа и глубина подработки - задаваемые параметры, поэтому управление объемом обрушаемой породы полностью зависит от возможности управления шагом обрушения. Шаг обрушения является функцией как высоты уступа и глубины подработки, так и свойств пород: плотности (в массиве), сцепления, коэффициента трения и др. Поскольку все эти параметры - задаваемые величины, то точность определения шага обрушения обуславливается точностью применяемого расчетного метода и исходных данных. Известно, что относительная погрешность в определении плотности пород (в массиве) составляет 2-3%, а прочностных характеристик - 5-8%. Следовательно, даже при применении достаточно точного метода расчета ожидаемые величины шага обрушения и объема обрушаемой массы будут получены с определенной погрешностью.

Направление гравитационного перемещения пород по откосам всегда совпадает с направлением линии скатывания. В связи с этим для управления направлением перемещения откосу в нужном направлении необходимо придавать наибольшую крутизну.

Установившееся направление гравитационного перемещения пород будет

сохраняться при наличии емкости для их размещения, поэтому в способах, основанных на использовании сил гравитации для направленного перемещения пород, должна предусматриваться спаренная работа обрушающего и погрузочного оборудования или заранее должна создаваться приемная емкость определенного объема.

Скорость гравитационного перемещения пород при прочих равных условиях зависит от угла откоса уступа. Учитывая, что обрушенная масса имеет начальную скорость, возможны следующие случаи гравитационного перемещения: $\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\varphi$; $\operatorname{tg}\alpha > \operatorname{tg}\varphi$; $\operatorname{tg}\alpha < \operatorname{tg}\varphi$, где φ - угол внутреннего трения пород, градус; α - угол откоса уступа или наклона поверхности, по которой осуществляется гравитационное перемещение пород, градус.

В первом случае движение обрушенной массы равномерное и скорость перемещения равна начальной скорости, которая зависит от высоты обрушаемого блока и условий ослабления массива. Изменяя эти параметры, можно получить требуемые значения скорости.

Во втором случае обеспечивается равноускоренное движение. Скорость перемещения обрушенной массы зависит как от начальной скорости, так и от угла откоса уступа. При изменении этих двух параметров может быть получена требуемая скорость.

Равнозамедленное движение, которым характеризуется третий случай, по технологическим соображениям может быть обеспечено только на горизонтальной площадке. Осуществление такого движения по плоскости откоса уступа потребовало бы изменения параметров обрушаемого слоя, что невозможно обеспечить при обработке последующих слоев.

При смещении во времени операций по погрузке и обрушению отгрузка пород будет осуществляться из развала, поэтому скорость перемещения обрушенных пород не будет влиять на условия работы погрузочного оборудования. От ее величины будут зависеть только параметры развала, которые должны быть согласованы с параметрами погрузочного оборудования.

Таким образом, одна из задач управления - это установление закономерностей изменения скорости в зависимости от условий гравитационного перемещения обрушенных пород и выбор ее величины с учетом технологических особенностей производства погрузочных работ. Управляющими параметрами являются начальная скорость перемещения и угол откоса уступа, изменение которых технологически просто осуществляется.

Как видно из приведенных выше положений, основные параметры (объем, время, направление и скорость перемещения) поддаются управлению и, следовательно, процесс отделения от массива блока пород и его перемещения может рассматриваться как управляемый. Для осуществления такого процесса необходимо прежде всего установить ожидаемые значения этих параметров, а затем с учетом возможных погрешностей в их определении произвести сопоставление с требованиями применяемых технологии и оборудования. В случае, если расчетные значения превышают требуемые, необходимо применять способы инициирования процесса, обеспечивающего нарушение предельного равновесия при заданных параметрах.

Закономерности процесса отделения пород от массива и их перемещение под действием сил гравитации, а также величина параметров этих процессов в значительной степени зависят от применяемого способа нарушения состояния предельного равновесия массива. Для целенаправленного изучения этих закономерностей, разработки методических положений расчета основных параметров исследуемых процессов, выбора перспективных направлений использования сил гравитации в технологических целях возникает необходимость в разработке специальной классификации способов управляемого обрушения уступов и сдвигения отвалов. Согласно целевому назначению классификации она должна содержать такие признаки, которые позволяли бы подразделить все способы по характеру деформации массива при его соответствующем ослаблении, степени использования сил гравитации, управляемости процессом и условиям применения. Определяющим классификационным признаком должна быть принята высота уступа. В зависимости от высоты уступа характер деформации массива существенно отличается, что должно учитываться как при разработке способов управляемого обрушения, так и при обосновании методов расчета их основных параметров.

Деформация уступов высотой до H_{90} (высота вертикального обнажения пород) происходит всегда в виде обрушения и характеризуется следующими особенностями: незадолго до начала обрушения в кровле уступа на небольшом расстоянии от бровки появляются вертикальные трещины, которые быстро углубляются; после раскрытия трещин на определенную величину происходит мгновенное обрушение уступа; обрушенная порода характеризуется хорошим и равномерным рыхлением; угол откоса обрушенной породы близок к углу внутреннего трения разрыхленной массы; линия сдвигения ломаная: в верхней части вертикальная, в нижней имеет наклон, близкий к $45^\circ + \varphi/2$; при последующих циклах сохраняется вертикальная заоткоска уступа.

При обрушении высоких уступов линия сдвигения имеет вертикальный участок в верхней части (примерно до высоты H_{90}), на остальной части она криволинейная. Чем больше высота уступа, тем большая часть линии сдвигения приходится на криволинейный участок. Кривизна в значительной степени зависит от скорости деформации: чем больше скорость, тем она меньше. При больших скоростях деформации происходит срез по кратчайшему расстоянию.

При развитии процесса сдвигения под действием внутренних сил нарушение устойчивости происходит постепенно. Вначале в кровле уступа на значительном расстоянии от верхней бровки появляются трещины. Дальнейшее ослабление связей в глубине массива сопровождается медленной просадкой отколовшейся части уступа. Незначительная и неравномерная скорость деформации позволяет полностью проявиться криволинейному характеру линии максимального напряженного состояния. С общей осадкой блока происходит неравномерное перемещение отдельных его частей, оконтуренных трещинами в кровле, что обеспечивает ступенчатую форму сдвинувшейся части.

Из анализа видов деформации породных массивов следует, что основными технологическими причинами нарушения устойчивости являются: подработка слабых контактов в основании уступа при их падении в сторону забоя;

статические и динамические пригрузки уступа горнотранспортным оборудованием, отвалами или сейсмическими воздействиями при ведении взрывных работ на близком расстоянии; увлажнение пород атмосферными и грунтовыми водами вследствие неэффективности мероприятий по их отводу; длительное необновление откосов и др. На основании этого можно рекомендовать следующие способы инициирования процесса обрушения: подработка уступа или его ослабление механическими средствами; взрывание части пород уступа на выброс или его сотрясение; статическая или динамическая пригрузка массива; увлажнение пород уступа через специальные выработки.

С учетом изложенного, а также предложений других авторов разработана классификация способов управляемого обрушения уступов и сдвижения отвалов. Принципиальные схемы отработки уступов при применении рассматриваемых способов обрушения показаны на рис. 2.20. Отличительной особенностью предлагаемой классификации является наличие таких признаков, которые позволяют уже на данной стадии дать сравнительную оценку способов обрушения по степени использования сил гравитации в технологических целях и определить их перспективность для дальнейшего использования. С этой целью каждый способ характеризуется как по критерию использования сил гравитации в процессах отделения пород от массива и их перемещения по откосу, так и по удельному объему пород по ослаблению массива. Последний критерий носит относительный характер и представляет собой величину отношения объема ослабленных пород к объему обрушенной массы. При этом предполагается, что параметры ослабляющих выработок для всех способов одинаковы, поэтому удельный объем работ по ослаблению будет тем меньше, чем больше высота обрушаемого уступа.

Указанные технологические особенности отработки уступов и характерные признаки способов определяют принципиальные конструктивные схемы нового или тип существующего выемочно-погрузочного оборудования. Так, способ (А) может быть реализован с применением виброклиновой установки, панельно-фрезерного экскаватора, фрезерной и другими машинами аналогичного принципа действия. Несмотря на наличие связи между высотой уступа и параметрами этих машин, процессы отделения пород от массива и погрузка выполняются различными рабочими органами, в связи с этим масса их значительно меньше, чем существующего экскавационного оборудования.

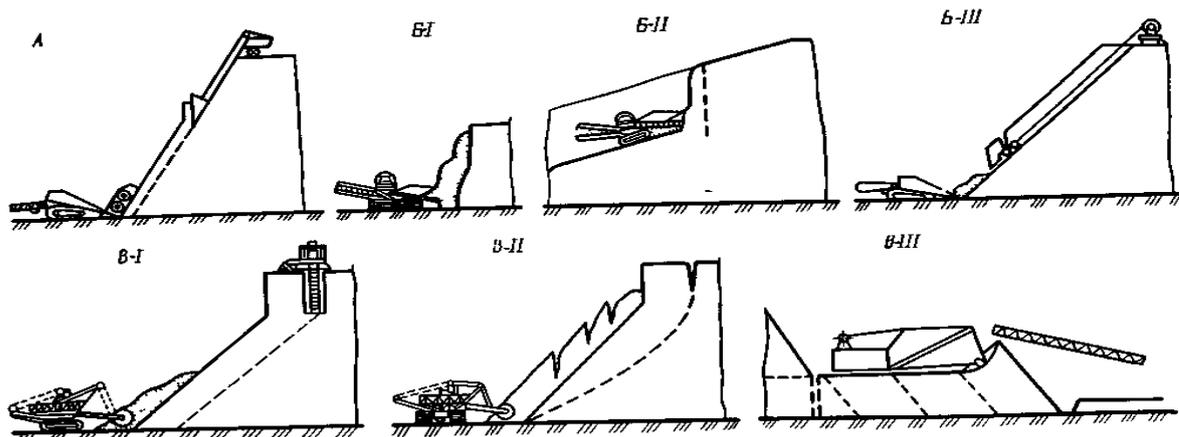


Рис. 2.20. Принципиальные схемы разработки уступов при применении различных способов обрушения.

Литература 1осн. [125-162].

Контрольные вопросы:

1. Роль использования сил гравитации при осуществлении основных процессов.
2. Какой опыт накоплен по использованию гравитационного осуществления технологических процессов?
3. Каковы принципы создания гравитационных способов разработки?
4. Каков механизм процесса обрушения горных пород?
5. Принципиальные схемы разработки уступов при применении различных способов обрушения.

Лекция 14. Технология и основные параметры горных работ при управляемом гравитационном отделении и перемещении пород.

Обрушение уступов крутыми слоями может быть реализовано при применении комплекса специальных обрушающей погрузочных машин (ОПК), состоящего из тягового и обрушающего механизмов и погрузочной машины. В связи с тем, что тяговый и обрушающий механизмы соединены между собой канатной подвеской, масса машин комплекса практически не зависит от высоты обрабатываемого уступа. Если увеличилась высота уступа, то увеличивается только длина тягового каната, а масса машин остается без изменения. В связи с этим конструктивные параметры, масса, установленная мощность и в конечном итоге эффективность применения этого оборудования зависят в основном от параметров обрушаемого слоя и конструктивного исполнения машин.

Параметры обрушаемого слоя являются определяющими при выборе параметров рабочего органа обрушающего механизма. Ширина развала обрушенных пород предопределяет ширину приемного устройства, которая в свою очередь существенным образом влияет на параметры погрузочной машины. Ширина бермы безопасности предопределяет вылет въездного щита и, следовательно, массу тягового механизма. Приемлемые значения основных параметров этого способа следующие: высота обрабатываемого уступа 43-57 м;

ширина бермы безопасности 8-13 м; ширина развала 4-13 м максимальная дальность разлета кусков породы 3 м; угол откоса уступа равен или несколько больше угла естественного откоса пород. Исходя из возможных скоростей перемещения обрушенной массы и параметров ее развала, высоту слоя не следует принимать больше 6 м.

Принципиальная схема машин ОПК и схема обрушения уступов крутыми слоями представлена на рис.2.21. Такое конструктивное исполнение машин комплекса predetermined теми технологическими операциями, которые необходимо выполнить для осуществления способа.

После отработки заходки по фронту работ в торце карьере необходимо произвести врезку в новую заходку, что может быть осуществлено созданием на откосе уступа пионерной траншеи, высота борта которой должна быть равна высоте обрушаемого слоя. Ширина этой траншеи должна обеспечить возможность ввода обрушающего механизма. В связи с этим обрушающий механизм должен иметь два рабочих органа: один для создания пионерной траншеи, другой для подрезки обрушаемого слоя. Важной технологической операцией является подработка основания уступа на величину, равную высоте обрушаемого слоя. Для выполнения этой операции погрузочная машина должна быть снабжена специальным отбойным органом. Как установлено ранее, при обрушении и гравитационном перемещении обрушенной породы происходит ее растекание по откосу, поэтому погрузочная машина должна быть оборудована органом, способным осуществлять ее приемку.

Конструктивное исполнение машин должно обеспечивать возможность работы правым и левым забоями, управления направлением перемещения обрушающего механизма по откосу уступа, горизонтирования траншейной и обрушающей фрез, а также въездной площадки тягового механизма, изменения режима работы обрушающей фрезы и тягового механизма при встрече крепких пропластков, а также применения погрузочной машины при строительстве карьеров.

ОПК предполагается применять в сочетании с существующими видами транспорта, поэтому его производительность должна быть сопоставима с существующим экскавационным оборудованием. Из этого оборудования наиболее перспективны роторные экскаваторы, по теоретической производительности характеризующиеся следующим типажным рядом: 630,1250,2500 и 5000 м³/ч. В связи с этим производительность ОПК также следует предусматривать в этом диапазоне.

В общем случае теоретическая производительность ОПК - это функция конструктивных (длины обрушающей фрезы и скорости подачи обрушающего механизма) и технологических (высота обрушаемого слоя) параметров.

Основные преимущества способа обрушения уступов крутыми слоями определяются возможностью создания машин, линейные параметры которых не зависят от высоты обрабатываемого уступа, а для отделения пород от массива и их рыхления используют, главным образом, собственный вес этих же пород. Следовательно, применение этого способа разработки будет тем эффективнее, чем меньшими будут параметры ОПК и коэффициент экскавации:

$$\xi = \xi_1 + \xi_2$$

где ξ , ξ_1 , ξ_2 - коэффициенты экскавации соответственно комплекса, обрушающей и погрузочной машины.

В свою очередь

$$\xi_1 = V_1 / V_{\text{общ}}, \quad \xi_2 = V_2 / V_{\text{общ}}, \quad (1)$$

где V_1 - объем породы, разрабатываемой обрушающей машиной за один цикл в процессе подрезки слоя, м^3 ; V_2 - объем породы, разрабатываемый погрузочной машиной за один цикл при подработке основания уступа, м^3 ; $V_{\text{общ}}$ - общий объем породы, разрабатываемый комплексом обрушающе- погрузочных машин за один цикл.

Подставляя в (1) значения входящих величин, получаем

$$\xi = [2 (H - H_1) \cos \alpha - h_1] / [2 \cos \alpha (H - H_1) + 2 (H_1 + h)] + (2H_1 + h) / [2 \cos \alpha (H - H_1) + 2 (H_1 + h)]. \quad (2)$$

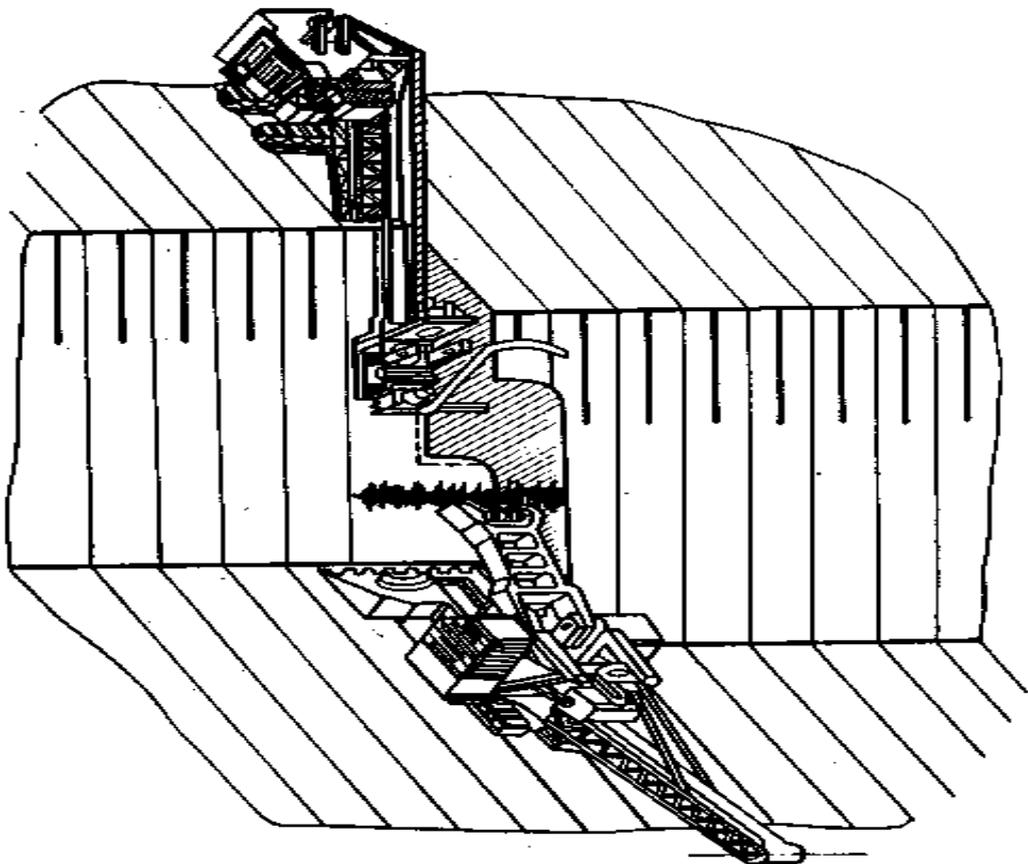


Рис. 2.21. Общий вид обрушающей машины погрузочного комплекса.

На рис. 2.22 приведены графики изменения коэффициентов экскавации в зависимости от высоты обрушаемого слоя и высоты уступа при угле откоса, равном 42° . При расчетах принято, что высота врубовой щели не должна изменяться в широких пределах и может быть по аналогии с подобными органами угледобывающих машин принята равной 0,4 м. Анализ зависимости и графика позволяет сделать следующие выводы: высоту слоя целесообразно принимать равной 3-6 м, а высоту бермы - минимально возможной. При этом коэффициент составит 0,25-0,15, т. е. только 15-25% общего объема пород будет

разрабатываться механическим путем. Распределение общего объема пород между машинами ОПК находится в следующем соотношении:

$$V_2 = \xi_2 V_{\text{общ}} \quad (3)$$

$$V_1 = (1 - \xi_2) V_{\text{общ}} \quad (4)$$

Как уже отмечалось, один из важнейших параметров машин ОПК – их производительность. Теоретическая производительность комплекса может быть определена по следующей зависимости:

$$Q_{\text{теор}} = 3600 V_p h / k_p, \quad (5)$$

где V_p - рабочая скорость подачи обрушающего механизма, м/с; k_p - коэффициент разрыхления пород, принимаемый для расчетов равным 1,25.

Взаимосвязь длины обрушающей фрезы (глубина вруба) и высоты обрушаемого слоя для различной производительности ОПК представлена на рис. 2.23. При этом рабочая скорость перемещения по предварительным соображениям принята в диапазоне 0,017-0,067 м/с. Анализ приведенной взаимосвязи показывает, что между длиной фрезы и высотой обрушаемого слоя, а также скоростью подачи существует обратно пропорциональная зависимость.

С учетом того, что высота обрушаемого слоя не должна превышать 6 м, а ее рациональное значение находится в пределах 3-6 м, можно сделать важный вывод о целесообразной длине обрушающей фрезы. В зависимости от скорости подачи обрушающего механизма ее значение должно составлять: при $Q_{\text{теор}} = 630 \text{ м}^3/\text{ч}$ - 0,5-2 м; при $Q_{\text{теор}} = 1250 \text{ м}^3/\text{ч}$ - 1-4 м; при $Q_{\text{теор}} = 2500 \text{ м}^3/\text{ч}$ - 2-4 м; при $Q_{\text{теор}} = 5000 \text{ м}^3/\text{ч}$ - 2,7 м и более.

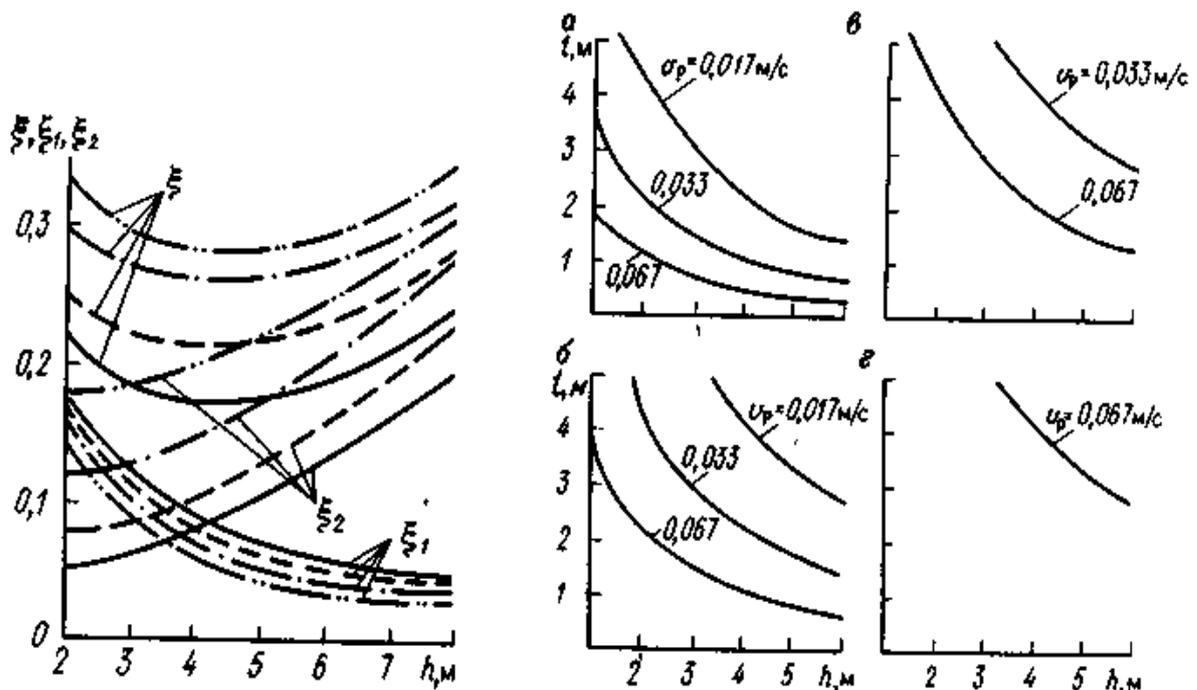


Рис.2.22 Зависимость коэффициентов экскавации ξ от высоты обрушаемого слоя при высоте уступа 30м.

Рис. 2.23 Зависимость длины обрушающей фрезы l от высоты обрушаемого слоя h при различной производительности ОПК:

а - при $Q_{\text{теор}} = 630 \text{ м}^3/\text{ч}$; б - при $Q_{\text{теор}}=1250 \text{ м}^3/\text{ч}$, в - при $Q_{\text{теор}}=2500 \text{ м}^3/\text{ч}$; г - при $Q_{\text{теор}}=5000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Конкретные значения длины фрезы могут быть рекомендованы после установления возможных скоростей подачи обрушающего механизма в реальных условиях.

Длина обрушающей фрезы влияет на массу и установленную мощность двигателей обрушающей машины. Точное установление этих параметров ОПК возможно только на основании детальной проектной проработки машин, в то же время представляет интерес определение массы и установленной мощности в зависимости от длины фрезы по критерию устойчивости обрушающего и тягового механизмов.

На рис. 2.24 представлена взаимосвязь массы G , установленной мощности N_1 и теоретической производительности обрушающей машины $Q_{\text{теор}}$ в зависимости от длины обрушающей фрезы l . Анализ представленной взаимосвязи показывает, что масса и установленная мощность с увеличением длины обрушающей фрезы возрастают примерно с одинаковой интенсивностью. Производительность ОПК в диапазоне $630-5000 \text{ м}^3/\text{ч}$ обеспечивается при длине фрезы $0,4-2,7 \text{ м}$. При этом масса и установленная мощность возрастают с 2 т и 20 кВт до 25 т и 50 кВт . Следовательно, масса и установленная мощность обрушающей машины будут определяться не столько длиной фрезы, сколько конструктивными решениями по другим узлам и общей их компоновкой. На основании проведенных исследований и конструкторских проработок ИГТМ АН Украины установлены параметры типажного ряда машин обрушающе-погрузочного комплекса. Незначительные массовые и энергетические параметры комплексов обеспечивают высокую эффективность их применения.

С учетом полученных научных и практических результатов Южгипрорудой разработано "Технико-экономическое обоснование целесообразности применения комплекса обрушающе-погрузочных машин на предприятиях МЧМ УССР". Целесообразность применения ОПК была рассмотрена в условиях Анновского и Первомайского карьеров СевГОКа, Черноморского карьера № 3 Керченского ЖРК, Северного карьера формовочных песков и Владимирского каолинового карьера объединения "Укротнеупорнеруд". Установленные в ТЭО технико-экономические показатели применения ОПК в сравнении с ранее принятыми проектными решениями для этих карьеров приведены ниже.

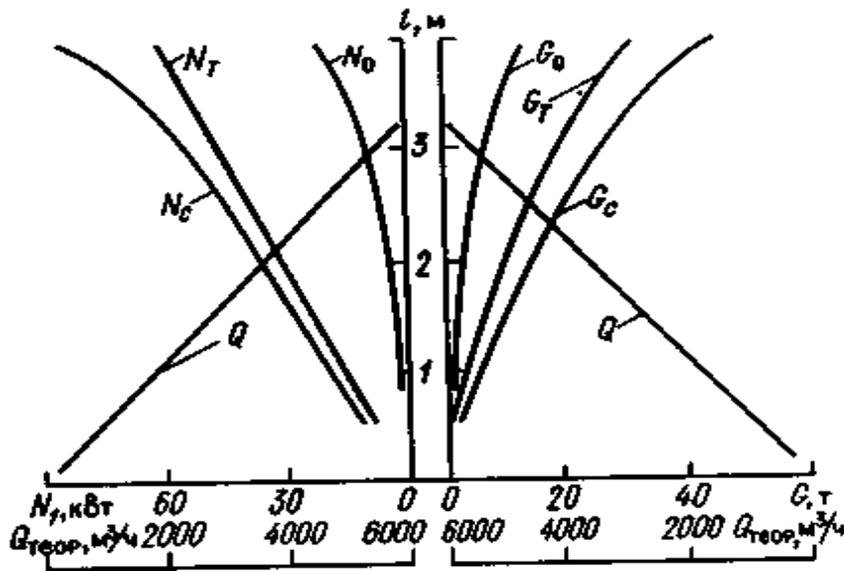


Рис.2.24 Номограмма для определения основных параметров обрушающей машины в ОПК

Q - производительность обрушающей машины; N - установленная мощность; б - масса обрушающей машины; l - длина врубной штанги; индексы: о - обрушающая машина; т - транспортная машина; с – суммарная

Техническая характеристика машин обрушающе-погрузочного комплекса

Производительность комплекса, м ³ /ч	1250	2500	5000
Высота обрабатываемого уступа, м	20-50	20-50	20-50
Мощность обрушаемого слоя, м.....	2-6	4-6	4-6
Параметры обрушающей фрезы:			
вылет рабочей части, м.....	1,5-3	2	3
диаметр резания, м	0,4	0,4	0,4
Параметры траншейной фрезы:			
ширина захвата, м	2,5	3	3
диаметр резания, м	0,8	0,11	0,11
Параметр фрезы отбойного органа погрузочной машины:			
ширина захвата, м	6,5	7,5	9
высота черпания, м.....	8,5	9	9
Ширина захвата погрузочного органа, м.....	6	7	8,4
Вылет разгрузочной консоли, м	15	25	25
Вылет въездного щита, м	10		
Установленная мощность, кВт	515	805	1050
Масса комплекса, т	287	310	450

Технико-экономические показатели применения структур комплексной механизации с применением ОПК по данным ТЭО

Карьер	Анновский	Первомайский	
Черноморский			
Высота уступа, м	30/30	20/20	23,8/23,8
Годовой объем вскрыши, тыс.м ³ ..	5000/5000	4000/4000	5000/5000

Капитальные затраты, тыс. у.е.....	1953/1181,2	1944,5/1366,6	1652,5/1422,5
Эксплуатационные затраты, тыс. у.е....	1778,5/1592,7	1857,9/1538,3	718,9/566,9
Удельные приведенные затраты, у.е./м ³	0,42/0,34	0,346/0,268	0,357/0,354
Себестоимость 1 м ³ вскрыши, у.е..	0,37/0,31	0,288/0,227	0,356/0,318
Повышение производительности труда, %....	-/85	-/50	-/32
Экономический эффект, тыс. ..у.е.....	-/474,65	-/222,37	-/213,43
Продолжение Карьер	Владимирский	Северный	
Высота уступа, м	17/17	16/16	

Годовой объем вскрыши, тыс.м ³	2700/2700	1800/1800
Капитальные затраты, тыс. у.е...	2291/1662	946,3/503,1
Эксплуатационные затраты, тыс. у.е...	711,6/550,8	300,83/174,82
Удельные приведенные затраты, У.е./м ³ ...	0,365/0,277	0,235/0,136
Себестоимость 1 м ³ вскрыши, у.е.....	0,264/0,204	0,167/0,097
Экономический эффект, тыс. у.е...	-/236,25	-/1792

Примечание. В числителе - проектные показатели, в знаменателе - рекомендуемые.

Кривбасспроект в техническом проекте расширения ЦГОКа рассмотрел применение обрушающей машины в сочетании с экскаватором ЭКГ-8И на строительстве карьера №3. Экономический эффект от применения этого оборудования составит более 600 тыс. тг. Рекомендовано применение ОПК на перспективных карьерах Азовского ГОКа, Артемовского, Гуляй-Польского и Васинского участков месторождений железистых кварцитов.

Отработку уступов с обрушением пород можно осуществить любым существующим выемочно-погрузочным оборудованием. Однако эффективность его применения и безопасность производства работ при этом будут различными. Это зависит прежде всего от соотношения высоты отрабатываемого уступа и высоты черпания экскаватора. Чем меньше параметры оборудования, тем сложнее осуществить безопасную отработку высокого уступа с обрушением пород. При различных параметрах оборудования и одном и том же приращении высоты уступа потребуются различные затраты на осуществление мероприятий по управлению процессом обрушения и обеспечению безопасных условий производства горных работ. В связи с этим при обрушении уступов, сложенных мягкими породами, наиболее эффективным является применение существующего оборудования с относительно большими параметрами черпания. Как уже отмечалось выше, из этого оборудования наиболее перспективны экскаваторы-драглайны, поскольку у них рабочий орган с основной конструкцией связан гибкой связью, что даже в самых неблагоприятных условиях обрушения исключает возможность повреждения машины в целом. Кроме того, значительный радиус черпания обеспечивает возможность установки оборудования на значительном расстоянии от обрушаемого забоя.

Целесообразность обрушения уступов при их отработке по бестранспортной технологии предопределяется тем, что в процессе обрушения породы

отделяются от массива и смещаются на некоторое расстояние в сторону выработанного пространства под действием сил гравитации. В связи с этим рабочим органом экскаватора нет необходимости обрабатывать всю поверхность уступа, а достаточно обеспечить только зачистку пласта полезного ископаемого от обрушенной массы на ширину вскрышной заходки. Этим создаются условия для смещения экскаватора в сторону выработанного пространства и, как следствие, возможности отработать большую высоту уступа при одних и тех же параметрах оборудования, уменьшить коэффициент переэкскавации или выположить результирующий угол отвала.

Все технологические схемы рассматриваемых структур комплексной механизации можно разделить на две группы (I и II) по признаку размещения развала обрушенной массы только в пределах обрабатываемой заходки или с частичным размещением в выработанном пространстве. Этот признак при систематизации технологических схем может быть принят в качестве основного, потому что он предопределяет технологические особенности отработки уступа.

Следует отметить, что основной классификационный признак учитывает как горно-геологические условия обрушения, так и технические возможности применяемого способа подготовки пород к выемке.

По способу подготовки пород к выемке каждая группа подразделяется на две подгруппы.

Дальнейшая градация технологических схем может производиться с учетом разделения уступа на подступы (У - одним уступом; ПУ - подступами) и места установки драглайна (КП - на кровле пласта полезного ископаемого; ПО - на предотвале; ПУ - на подступе). Такой подход позволяет разделить все возможные схемы на 12 основных вариантов, отличающихся между собой способом подготовки пород к выемке, схемой отработки уступа и местом установки драглайна. Рассмотренные схемы могут усложняться применением второго драглайна на переэкскавации, созданием вруба при разделении уступа на подступы, подсыпкой или завалкой вскрышными породами пласта полезного ископаемого, однако принципиального влияния на предполагаемое деление технологических схем это не оказывает.

Литература 1осн. [143-168].

Контрольные вопросы:

1 Охарактеризуйте особенности технологии при управляемом гравитационном отделении и перемещении пород.

2. Охарактеризуйте конструктивные особенности обрушающе-погрузочного комплекса.

3.Какие факторы оказывают влияние на степень эффективности работы обрушающе-погрузочного комплекса?

4.Назовите основные преимущества технологической схемы с применением обрушающе-погрузочного комплекса.

5.На каких признаках основана классификация технологических схем отработки уступов с обрушением при применении экскаваторно-отвальных структур?

Лекция 15. Технология формирования техногенных месторождений.

Общие аспекты формирования техногенных месторождений

Глобальное вмешательство человека и техники в геологическую среду привело к накоплению на поверхности нашей планеты миллиардов кубических метров техногенных грунтов. Это отвальные породы, шлаки, шламы, золы и другие отходы производства. Процесс накопления отходов горного производства представляет собой новый тип современных геологических отложений, которые в литературе именуется по-разному: насыпные, искусственные, техногенные, антропогенные. В дальнейшем будем называть их техногенными, полагая, что этот термин удачно отражает их генезис и достаточно полно охватывает все разнообразие как массивов, так и горных пород, возникающих в результате технической деятельности человека.

Производственная деятельность человека становится важнейшим регулятором не только перераспределения объемов горных пород, но и концентрации химических элементов, соединений и минералов. В результате разработки и передела полезных ископаемых за последнее пятилетие образовалось около 170 млрд. м³ отвальных пород, 1 млрд.м³ шлаков, 2,2 млрд.м³ отходов строительных материалов. При добыче и сжигании твердого топлива за тот же период заскладировано 45 млрд.м³ пустой породы и шламов. Огромное количество отходов порождается существующей практикой в горнодобывающей и перерабатывающей отраслях, когда из многокомпонентного минерального вещества извлекают одну, реже несколько составляющих, зачастую имеющих низкую концентрацию.

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам комплексного использования недр, при этом использование сопутствующих полезных ископаемых и отходов производства предполагается для удовлетворения современных потребностей общественного производства. Использование некондиционного минерального сырья на длительный период времени, с учетом удовлетворения будущих потребностей, находится в начальной стадии. В этой связи возникает ряд новых задач по установлению прогнозных показателей уровня обеспеченности сырьем и его потребления, разработке способов складирования и консервации отходов производства, определению уровня дополнительных затрат на выполнение работ по обустройству места складирования отходов, прогнозной оценке показателей новых технологий переработки отходов горного производства.

Техногенное накопление химических элементов превращается в один из важных источников минерального сырья. Объемы, ценность и условия залегания этих источников минерального сырья позволяют классифицировать их как техногенные месторождения — искусственное накопление минерального вещества, по количеству, качеству и условиям залегания пригодное в данное время или на перспективу для промышленного использования. Как следует из вышеприведенного определения, понятие “техногенное месторождение” включает в себя как геологические, так и технико-экономические аспекты. В этом смысле оно учитывает потребность в данном виде минерального сырья,

уровень развития техники и технологии разработки и переработки, состояние транспорта, энергетики и экономики в настоящее время и на перспективу, с одной стороны, и стоимость данного вида минерального сырья или получаемого из него промышленного продукта в настоящее время и на перспективу — с другой.

Время существования техногенного месторождения можно разбить на периоды: формирования, консервации, депонирования, расконсервации, нормальной эксплуатации и рекультивации. Некоторые из данных периодов включают работы, в полной мере изученные в теории и практике открытых горных работ. К ним относятся вопросы расконсервации, которые аналогичны вопросам вскрытия месторождения, а также вопросы рекультивации отработанных техногенных месторождений. Вопросы создания техногенных месторождений из различных видов минерального сырья (некондиционных руд, потенциально вскрышных пород, отходов обогащения), их консервации в период депонирования и последующей переработки требуют специального рассмотрения.

Раздельное складирование некондиционных руд и пород. Анализ использования горных отвалов карьеров показывает, что более половины нарушенных земель отводится под отвалы пород, временные склады некондиционных руд и хвостохранилища. Открытые горные работы нарушают дневную поверхность, гидрогеологический режим, а отходы горно-обогатительного производства, занимая значительные площади, являются источником загрязнения окружающей среды. Так, на предприятиях цветной металлургии Казахстана накоплено около 6 млрд. т отходов (75% — породы вскрыши и забалансовые руды, 23% — отходы обогащения, 2% — отходы металлургического производства), занимающих земельные площади более 13 тыс. га.

Процессы естественного выщелачивания и выноса токсичных компонентов приводят к загрязнению территорий, многократно превышающих размеры занятых отходами площадей и, как следствие, к нарушению экологического равновесия. В то же время значительная часть отходов является ценным сырьем для получения как металлов, так и строительных материалов, удобрений, химической продукции. Комплексное использование техногенного минерального сырья, содержащегося в отходах горного производства, — один из путей рационального ресурсо- и природопользования, защиты окружающей среды от загрязнения и охраны недр, поскольку при этом одновременно решаются вопросы экономии природного минерального сырья, получения дополнительной как основной, так и не свойственной данной отраслевой принадлежности продукции, высвобождения земельных ресурсов, изъятых под хранилище отходов, снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами производства, снижения затрат на освоение новых месторождений нерудного и строительного сырья.

Актуальность проблемы вовлечения в промышленное использование техногенного минерального сырья возрастает с ростом ее относительной ценности, обусловленной непрерывным истощением источников природного

сырья, необходимостью крупных капитальных вложений для подготовки новых месторождений в неосвоенных районах, частичным высвобождением мощностей перерабатывающих предприятий. При этом может быть обеспечено ресурсосбережение природного минерального сырья в объеме 25—30%. Экономический эффект от использования нерудных техногенных ресурсов (0,5—1,5 у.е./т) в среднем около 500 у.е./га в год (колеблется от 100 до 1500 у.е./га в год в зависимости от ценности изъятых земель, природно-климатической зоны и вида используемых отходов).

Обобщая известные работы по вопросам рационального природо- и ресурсопользования, следует остановиться на определении основных категорий, понимание которых должно обеспечивать единый подход к проблеме комплексного использования техногенного минерального сырья. *Техногенные минеральные ресурсы* — совокупность запасов техногенного минерального сырья, содержащегося в отходах горно-обогатительного и металлургического производства, в пределах какого-либо региона или страны в целом.

Техногенные образования или объекты (минеральные) — скопления минеральных веществ на поверхности земли или в горных выработках, образовавшиеся в результате отделения их от массива и складирования в виде отходов горного, обогатительного и металлургического производства.

Техногенные месторождения — техногенные образования, по количеству и качеству содержащегося минерального сырья пригодные для эффективного использования в сфере материального производства в настоящее время или в будущем (по мере развития науки и техники).

Техногенная залежь — условно выделенное в пространстве скопление техногенного сырья, отвечающее требованиям промышленности и непрерывное по своим свойствам.

В техногенных месторождениях скопились большие запасы забалансовых руд, а также значительное количество горных пород, содержащих полезную минерализацию, переработка которых по известным технологическим схемам в период разработки природного месторождения экономически нецелесообразна или в этот период отсутствуют потребители техногенного минерального сырья. Существующие техногенные месторождения формировались традиционным способом селективного отвалообразования с учетом лишь двух требований — минимума затрат на отвальные работы и обеспечения устойчивости откосов отвалов. При этом не учитывалась возможность их разработки в будущем с учетом совершенствования горно-обогатительной технологии и изменения конъюнктурных условий. При этом забалансовые руды и потенциально полезные породы перемешивались с пустыми породами, подвергались воздействию атмосферных агентов, перепадов температур и других факторов, приводящих к эрозии минералов и выносу полезных компонентов. Химический, спектральный, термографический, оптический методы анализа показали, что руды в значительной степени разрушены и окислены. Значительное число безрудных техногенных образований также обесценивается, так как в силу физико-химических процессов при длительном хранении слагающий их материал теряет свои первоначальные свойства и в большинстве случаев не

пригоден для пользования в стройиндустрии. В результате освоение существующих техногенных месторождений связано с большими затратами или даже технологически невозможно.

Одним из путей решения этой проблемы является раздельное складирование забалансовых руд, находящихся в контурах карьера, и полезных вскрышных пород с целью их сохранения для последующего эффективного использования.

В соответствии с “Едиными правилами охраны недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых”, проект предприятия должен предусматривать раздельное складирование и сохранение попутно добываемых, временно не используемых полезных ископаемых, а также отходов производства, содержащих полезные ископаемые и компоненты, обоснование вместимости складов, порядка и технологии складирования, условий и сроков сохранения и вовлечения в использование полезных ископаемых и отходов производства, мероприятия по предотвращению потерь сырья и его порчи. В то же время практика показывает, что эти мероприятия в большинстве случаев не осуществляются. Это объясняется недостаточной заинтересованностью горных предприятий во внедрении последних результатов научных исследований в области охраны недр и окружающей природной среды.

Раздельное складирование попутно добываемых полезных ископаемых во внутренние отвалы можно рассмотреть на примере селективной разработки вскрышных пород на одном из горизонтальных месторождений Украины. При этом пустые породы вскрыши верхнего уступа размещают в нижнем ярусе внутреннего отвала, а попутное полезное ископаемое из нижнего уступа системой ленточных конвейеров направляют в верхний ярус, перекрывая его суглинками и почвой.

Согласно большинству имеющихся рекомендаций попутные полезные ископаемые укладываются слоями с рассредоточением в горизонтальной плоскости, что приводит к нарушению значительных площадей, разубоживанию на контактах слоев, ветровой и водной эрозии. Указанные недостатки устраняет способ, предусматривающий концентрированное складирование попутных полезных ископаемых по видам и сортам у поверхности отвала. Он заключается в оставлении ниш в верхней части отвала, соответствующих количеству видов и сортов попутных полезных ископаемых, в которые складывают эти ископаемые и покрывают слоем водоупорных пород. Известны также способы раздельного складирования разновидностей вскрышных пород, исключаящие их перемешивание в процессе отсыпки и хранения, предусматривающие разделение различных видов попутных полезных ископаемых предварительно формируемыми дамбами и насыпями.

Анализ существующих предложений по раздельному складированию забалансовых руд и потенциально полезных пород позволяет сделать следующие выводы. Предлагаемые способы раздельного складирования основаны на изменении порядка и организации отсыпки отвальных насыпей и заходок, а исследования посвящены обоснованию недостаточного количества параметров и характеристик формируемых складов попутного полезного ископаемого (техногенных месторождений). Обоснование рациональных

параметров и характеристик техногенных месторождений позволит удовлетворить требования, предъявляемые к процессу их формирования. Основными требованиями являются: оптимальные расстояния в системе “карьер — техногенное месторождение — потребители”; сохранение качества всех видов складированных полезных ископаемых; несмешиваемость различных видов полезных ископаемых, их совместимость; охрана окружающей природной среды; минимум нарушаемых земель и возможность последующего их восстановления; малоотходность.

Таким образом, формирование техногенных месторождений с заданными параметрами и характеристиками — один из путей рационального ресурсопользования, охраны недр и защиты окружающей природной среды от загрязнения.

Литература 1осн. [233-256].

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте понятие «техногенные минеральные ресурсы».
2. Раскройте понятие «техногенные минеральные образования».
3. Раскройте понятие «техногенные месторождения».
4. Назовите основные причины образования техногенных месторождений.
5. Перечислите требования, предъявляемые к процессу складирования некондиционных руд и потенциально полезных пород.

2.3 Планы практических (семинарских) занятий

Задания	Методические рекомендации к выполнению СРСП	Рекомендуемая литература		Контрольные вопросы
		основ литер	доп. литер	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	

<p>1. Основные методические положения технико-экономического нормирования потерь и разубоживания руд при добыче.</p>	<p>Таким образом, задача установления нормативов потерь и разубоживания многофакторная, трудоемкая и практически она решается в три этапа.</p>	<p>2 [4-7]</p>	<p>1 Что такое нормативные потери и разубоживание руды? 2 По отношению к каким запасам руд определяется их потеря? 3 По отношению к каким запасам руд определяется их разубоживание? 4 В чем отличие между понятиями «качественные потери» и «разубоживание»? 5 Как определяется коэффициент изменения качества руды?</p>
<p>2. Расчетный метод определения нормативных показателей потерь и разубоживания руд.</p>	<p>На базе изложенной выше методологической основы рассмотрим пример расчета нормативных показателей П и Р.</p>	<p>2 [7-10]</p>	<p>1. Как определяется коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр? 2. Как определяется коэффициент эксплуатационных запасов? 3. Как определяется содержание полезного компонента в добытой руде? 4. Как определяется количество добытой руды? 5. Что такое экономические последствия и как они определяются?</p>
<p>3. Определение</p>	<p>В практике</p>	<p>2 [10-</p>	<p>1. Как определяются</p>

<p>нормативных показателей потерь с использованием справочных материалов.</p>	<p>эксплуатации месторождений принятые для карьера нормативные потери и разубоживание, даже если они полностью соответствуют средним горно-геологическим условиям и применяемой системе технологии разработки, не могут быть использованы в течение сколько-нибудь продолжительного времени по следующим причинам.</p>	<p>11]</p>	<p>и извлекаемая ценность руды? 2. На чем основан расчетный метод определения нормативных показателей потерь и разубоживания? 3. На чем основан метод определения нормативных показателей потерь и разубоживания с использованием справочного табличного и графического материала? 4. С чем связана необходимость частого пересмотра нормативных показателей потерь и разубоживания? 5. Какие технологические параметры оказывают наиболее существенное влияние на величину потерь и разубоживания руды?</p>
<p>4. Расчеты нормативных показателей с использованием табличных справочных материалов.</p>	<p>С помощью этого можно определить потребность предприятия в землях на том или ином этапе разработки, дать сравнительную экономическую оценку принимаемых</p>	<p>2 [11-17]</p>	<p>1. Что такое нормативные потери и разубоживание руды? 2. По отношению к каким запасам руд определяется их потеря? 3. По отношению к каким запасам руд определяется их разубоживание?</p>

	технических, технологических, организационных решений.			4. В чем отличие между понятиями «качественные потери» и «разубоживание»? 5. Как определяется коэффициент изменения качества руды?
5. Определение нормативных показателей с использованием графических справочных материалов.	На практике, как правило, исходные данные колеблются и большинство их не совпадает с табличными, что существенно увеличивает объем расчетов по определению нормативных показателей потерь и разубоживания.	2 [17-20]		1. В чем отличие между понятиями «качественные потери» и «разубоживание»? 2. Как определяется коэффициент изменения качества руды? 3. Как определяется коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр? 4. Как определяется коэффициент эксплуатационных запасов? 5. Как определяется содержание полезного компонента в добытой руде?
6. Оценка технологических решений по улучшению использования недр.	При этом ставили перед собой одну цель — определить величину допустимых качественных и количественных потерь, при которых экономические последствия	2 [22]		1 На чем основана оценка технологических мероприятий, направленных на улучшение использования недр? 2 Как изменяются показатели потерь и разубоживания с увеличением высоты

	разработки месторождения по принятому варианту техники, технологии добычи и обогащения руды были бы наилучшими.		<p>уступа?</p> <p>3 Какое влияние оказывает ценность полезного ископаемого на высоту уступа?</p> <p>4 Какое влияние оказывает содержание полезного компонента в руде на высоту уступа?</p> <p>5 Какое влияние оказывает угол откоса уступа на его высоту с позиции требований снижения качественных и количественных потерь?</p>
7.Выбор оптимальной высоты уступа.	Как видно из рисунка 1 с увеличением высоты уступа увеличиваются и площади "треугольников" потерь и разубоживания, следовательно, при одной и той же мощности залежи неизбежны более высокие качественные и количественные потери руды и напрашивается вывод о том, что с увеличением ценности полезного ископаемого	2 [22-25]	<p>1.Какое влияние оказывает угол падения рудного тела на высоту уступа с точки зрения обеспечения рационального использования недр?</p> <p>2.В каких случаях можно ожидать лучшие экономические последствия от увеличения высоты «треугольника» примешиваемых пород?</p> <p>3.В каких случаях можно ожидать лучшие экономические последствия от увеличения высоты «треугольника»</p>

	высота уступа должна быть принята меньшей.		<p>теряемых руд?</p> <p>4.Каковы преимущества и недостатки валового способа разработки с точки зрения рационального использования недр?</p> <p>6.Каковы преимущества и недостатки селективного способа разработки с точки зрения рационального использования недр?</p>
8.Оценка примеров отработки контактов рудного тела методом вариантов.	Решение этого вопроса является составной частью методики технико-экономического обоснования рационального уровня извлечения полезного ископаемого из недр на стадии проектирования карьера и выполняется после определения рациональной высоты уступа.	2 [25-28]	<p>1.Какое влияние оказывает мощность пропластка пород в рудной зоне на выбор способа разработки?</p> <p>2.Какое влияние оказывает ценность ископаемого на выбор валового и селективного способа разработки?</p> <p>3.В каких случаях сверхнормативные потери могут оказать большее влияние на величину ущерба, чем сверхнормативное разубоживание?</p> <p>4.В каких случаях сверхнормативное разубоживание оказывает большее влияние на величину ущерба, чем сверхнормативные потери?</p> <p>5.В каких случаях</p>

				отклонение от нормативных потерь и разубоживания может обернуться не ущербом, а прибылью?
9.Выбор рационального варианта разработки блоков сложного строения.	При разработке месторождений со сложным строением рудной зоны, содержащей включения пустых пород (забалансовых руд), возникает задача выбора валового или селективного способа отработки его участков.	2 [28-30]		<p>1.Какое влияние оказывает угол откоса уступа на его высоту с позиции требований снижения качественных и количественных потерь?</p> <p>2.Какое влияние оказывает угол падения рудного тела на высоту уступа с точки зрения обеспечения рационального использования недр?</p> <p>3.В каких случаях можно ожидать лучшие экономические последствия от увеличения высоты «треугольника» примешиваемых пород?</p> <p>4.В каких случаях можно ожидать лучшие экономические последствия от увеличения высоты «треугольника» теряемых руд?</p> <p>5.Каковы преимущества и недостатки валового способа разработки с точки зрения</p>

				рационального использования недр?
10 Определение экономического ущерба от сверхнормативных потерь и разубоживания	Сверхнормативные потери не только истощают наши природные ресурсы, но и отражаются на увеличении затрат на добычу руды, снижении ее ценности и коэффициента извлечения металлов; на росте отходов обогащения и площадей используемых земель.	2 [31-33].		<p>1. Каковы преимущества и недостатки селективного способа разработки с точки зрения рационального использования недр?</p> <p>2. Какое влияние оказывает мощность пропластка пород в рудной зоне на выбор способа разработки?</p> <p>3. Какое влияние оказывает ценность ископаемого на выбор валового и селективного способа разработки?</p> <p>4. В каких случаях сверхнормативные потери могут оказать большее влияние на величину ущерба, чем сверхнормативное разубоживание?</p> <p>5. В каких случаях сверхнормативное разубоживание оказывает большее влияние на величину ущерба, чем сверхнормативные потери?</p>

2.4 Планы занятий в рамках самостоятельной работы студентов под руководством преподавателя (СРСП)

Задания	Форма проведения	Методические рекомендации к	Рекомендуемая литература
---------	------------------	-----------------------------	--------------------------

	СРСП	выполнению СРСП	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1. Изучение теории рассматриваемого в индивидуальном задании вопроса, по выбору рационального режима использования земель.	дискуссия	По материалам, изложенным в лит.4 осн. изучается влияние условий открытой разработки месторождений на показатели использования земель.	Осн. лит. 4 [12-37];
2. Анализ средней и этапной землеемкости карьера при заданных параметрах карьерного пространства и залежи.	тренинг	Произвести расчет указанных показателей землеемкости с использованием методики, изложенной в лит. 4 осн. [17-29].	Осн. лит. 4 [17-37];
3. Изучение методики определения текущих приращений нарушен-ных площадей (ΔS) и текущей землеемкости (ΔP) при продольной двухбортовой системе разработки.	дискуссия	Изучение с участием преподавателя графо-аналитического метода определения текущей землеемкости горных работ и его практического использования при анализе режима землепользования.	Осн. лит. 4 [31-42];
4. Определение на основе поперечного сечения карьера значений текущей землеемкости (ΔP) по годам эксплуатации (t) с учетом исходных данных заданного варианта условий разработки.	тренинг	Произвести по освоенной методике построение графиков зависимости ΔP от глубины карьера на базе поперечного разреза по карьере.	Осн. лит. 4 [31-37];
5. Определение текущих значений приращения нарушенных	тренинг	Произвести аналитические расчеты показателей землеемкости и	Осн. лит. 3 [7-10]

площадей в пределах всего карьерного поля.		отобразить результаты в табличной форме.	
6. Изучение методики экономической оценки режима нарушения земель.	дискуссия	Изучение с участием преподавателя метода определения суммарного экономического ущерба, причиненного народному хозяйству нарушением земель за весь срок существования карьера.	Осн. лит. 3 [14-15]; 4 [42-47];
7. Экономическая оценка режима нарушения земель при продольной системе разработки месторождения	тренинг	На базе освоенной методики на практическом зан. №6 произвести экономическую оценку режима нарушения земель с использованием результатов практических занятий №5	Осн. лит. 3 [14-15];
8. Анализ результатов индивидуальных расчетов, выполненных по заданиям №№5,7	дискуссия	Провести анализ и дать объяснение результатам, полученным применительно к конкретным условиям разработки месторождения	
9. Изучение графического и аналитического способа определения текущей землеемкости при поперечной системе разработки карьера.	тренинг	Изучение с участием преподавателя графо-аналитического метода определения текущей землеемкости горных работ применительно к анализу развития рабочей зоны карьера с поперечной системой разработки.	Осн. лит. 3 [10-13];

10. Определение текущих значений приращения нарушенных площадей в пределах карьерного поля при поперечной системе разработки.	тренинг	Произвести графические построения и аналитические расчеты показателей землеемкости и отобразить результаты в табличной форме.	Осн. лит. 3 [10-14];
11. Экономическая оценка режима нарушения земель при поперечной системе разработки рассматриваемого месторождения	тренинг	На базе освоенной методики на практическом зан. №6 произвести экономическую оценку режима нарушения земель с использованием результатов практических занятий №9	Осн. лит. 3 [14-15]
12. Анализ результатов индивидуальных расчетов, выполненных по заданиям №№10, 11	дискуссия	Провести анализ и дать объяснение результатам, полученным применительно к конкретным условиям разработки месторождения	
13. Анализ индивидуальных результатов расчетов и формулирование выводов.	тренинг	Провести анализ и дать объяснение полученным результатам сравнения двух вариантов развития рабочей зоны карьера с позиции рационального землепользования, применительно к конкретным условиям разработки месторождения.	Осн. лит. 3 [14-15]
14. Графическое и текстовое оформление итоговых	тренинг	Последовательность разделов и содержание	СТП 164-08-98 (приказ КазНТУ от

результатов выполненных работ.		графической и описательной части выполненных работ изложить в соответствии с требованиями СТП 164-08-98 (приказ КазНТУ от 09.12.1997г.).	09.12.1997г.).
15. Подведение итогов сделанной работы, коллективное обсуждение и анализ полученных результатов.	дискуссия	Сопоставление, анализ и обсуждение результатов, полученных по всем вариантам индивидуальных заданий и формулирование общих выводов	

Контрольные вопросы для самоконтроля

1 По заданию №1

1.1 Что понимается под показателем землеемкости?

1.2 Как определяется средняя землеемкости карьера?

1.3 Как определяются этапная землеемкости карьера?

1.4 Как влияют углы наклона нерабочих бортов карьера на величину землеемкости?

2 По заданию № 3

2.1 Как влияет скорость углуби карьера на величину текущей землеемкости?

2.2 Как влияет размеры рабочих площадок на текущую землеемкость?

2.3 Как влияет скорость подвигания фронта работ на текущую землеемкость?

2.4 Чем отличаются режима недавняя земель при продольной и поперечной системах разработки?

3 По заданию № 4

3.1 Как определяется экономического ущерб от нарушения сельскохозяйственных педаль?

3.2 Как влияет фактор времени на величину экономического ущерба?

3.3. В чем преимущества поперечной системы разработки залежей большой протяженности перед продольной с точки зрения рационального использования земель?

Дополнительная литература для выполнения курсового проектирования:

1.Хачатуров Т.Е. Экономика природопользования. -М.:Экономика,- 1982.

2.Томаков П.И., Коваленко В.С. Рациональное землепользование при открытых горных работах. - М.: Недра, 1984.

3.Дриженко А.Ю. Восстановление земель при горных разработках. -М.: Недра; 1985.

4.Подвшенский С.Н., Чалов В.И., Кравченко О.П. Рациональное использование природных ресурсов в горно-промышленном комплексе. - М.: Недра, 1988.

2.6 Планы занятий в рамках самостоятельной работы студентов (СРС)

Задания	Методические рекомендации к выполнению СРС	Рекомендуемая литература
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1. Комплексное использование минерально-сырьевых ресурсов.	Ознакомиться с современным состоянием безотходного горного производства.	Доп. лит. 8 [197-207];
2. Аналитический метод нормирования потерь при открытой разработке горизонтальных пластовых месторождений.	Изучить предложенный метод и изложить в реферате его основные положения.	Доп. лит. 5 [37-50];
3. Аналитический метод нормирования потерь при открытой разработке наклонных и крутопадающих месторождений.	Изучить предложенный метод и изложить в реферате его основные положения.	Доп. лит. 5 [50-58];
4. Графический метод нормирования потерь при открытой разработке рудных тел со сложными условиями залегания.	Изучить предложенный метод и изложить в реферате его основные положения и графическое приложение.	Доп. лит. 5 [58-61];
5. Графо-аналитический метод нормирования потерь при открытой разработке крутопадающих рудных тел с учетом параметров забоя.	Изучить предложенный метод. Изложить в реферате его основные положения и отметить его отличия от метода, освоенного на практических занятиях №2.	Доп. лит. 5 [61-78];
6. Пути повышения эффективности	В реферате дать описание примеров состояния и	Осн. лит. 4 [5-17];

использования земель при открытых горных работах	нарушения земельных ресурсов; возможные пути повышения эффективности их использования	
7. Опыт рационального использования земель на карьерах СНГ (Россия, Украина, Средняя Азия)	В реферате дать заключение о возможности использования положительного опыта на отечественных карьерах.	Осн. лит. 4 [48-93];
8. Способы повышения эффективности использования земель при разработке крутопадающих месторождений большой протяженности.	В реферате обратить внимание и дать описание сущности способов организации внутреннего отвалообразования в рассматриваемых условиях.	Осн. лит. 4 [95-113];
9. Подводная добыча полезных ископаемых. Горнопромышленный комплекс – сложная динамическая система.	решение задач	Осн. лит. 1 [54-57]; Доп. лит. 7 [3-41], 8 [4-26], 10 [4-34.].
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
10. Основные сведения по обогащению полезных ископаемых. Инженерные способы повышения эффективности использования земельных отводов.	решение задач	Осн. лит. 1 [57-61]; Доп. лит. 7 [3-41], 8 [4-26], 10 [4-34.].
11. Охрана атмосферы. Установление рациональных форм и размеров отвалов с учетом последующего их освоения.	решение задач	Осн. лит. 1 [61-66]; Доп. лит. 7 [3-41], 8 [4-26], 10 [4-34.].
12. Основные загрязнители атмосферы. Оптимальный размер единовременно отчуждаемого земельного отвода.	решение задач	Осн. лит. 1 [66-75]; Доп. лит. 7 [3-41], 8 [4-26], 10 [4-34.].
13. Предупреждение	решение задач	Осн. лит. 1 [76-78];

загрязнения атмосферы. Использование в народном хозяйстве отработанных карьеров.		Доп. лит. 7 [3-41], 8 [4-26], 10 [4-34.].
14. Влияние горных работ на режим подземных вод и защита водных ресурсов от загрязнений.	решение задач	Осн. лит. 1 [79-82]; Доп. лит. 7 [3-41], 8 [4-26], 10 [4-34.].
15. Предупреждение загрязнения природных вод. Основы управления природными ресурсами.	решение задач	Осн. лит. 1 [82-86]; Доп. лит. 7 [3-41], 8 [4-26], 10 [4-34.].

7 Тематика письменных работ по курсу

Тематика рефератов

1. Воздействие горной промышленности на окружающую среду;
2. Основные виды полезных ископаемых;
3. Горючие полезные ископаемые;
4. Руды металлов;
5. Руды горнохимического сырья;
6. Горные удары при подземной разработке;
7. Роль угля в энергетическом балансе Республики Казахстан;
8. Условия применения открытой разработки месторождений полезных ископаемых;
9. Производственный процесс ОГР как единство техники, технологии и организации в их взаимоувязке;
21. Условия применения подземного способа добычи полезных ископаемых, его сущность и содержание;
22. Виды строительных горных пород и их свойства;
23. Особенности технологии разработки строительных горных пород, требования к сырью и готовой продукции;
24. Сущность геотехнологических методов добычи полезных ископаемых, основные технологические процессы;
25. Сущность подводной добычи полезных ископаемых, схемы разработки;
26. Обогащение полезных ископаемых, его роль в повышении их качества.

Тематика дополнительных работ

1. Горнодобывающие отрасли промышленности и их роль в народном хозяйстве РК;
2. История становления горного дела, его основоположники;
3. Роль казахстанских ученых в решении задач горного дела;
4. Законодательство РК об охране недр и его реализация;
5. Социальные, экологические и экономические аспекты при разработке месторождений полезных ископаемых;
6. Эколого-биологические основы восстановления земель при горных

работах;

7. Рациональное землепользование при открытой разработке месторождений полезных ископаемых;
8. Восстановление нарушенных земель при подземной разработке;
9. Передовой опыт отечественных и зарубежных ресурсосберегающих технологий разработки месторождений полезных ископаемых;
10. Добываемые полезные ископаемые и их качество;
11. Технологические схемы подземного рудника;

Тематика контрольных работ

1. Введение в охрану окружающей среды.
2. Правовые и организационные вопросы охраны окружающей среды.
3. Проблемы энергетики в связи с охраной природной среды.
4. Охрана воздушной среды.
5. Охрана водной среды.
6. Охрана земной поверхности.
7. Охрана и рациональное использование недр.

Рекомендуемая литература

1. Михайлов А.М. Охрана окружающей среды на карьерах. К.: Выща шк., 1990г. [3-257]
 1. Открытые горные работы. Справочник. М: Горное бюро, 1994. [385-453].
 2. Ракишев Б.Р., Софрыгин В.П. Задачи по процессам открытых горных работ. Учебное пособие. Алматы, КазНТУ, 1999. [109-122].

2.8 Тестовые задания для самоконтроля с указанием ключей правильных ответов

1. Какие из природных ресурсов не относятся к категории неисчерпаемых?

- А) водные ресурсы;
- В) тепло земных недр;
- С) энергия проливов и отливов;
- Д) минеральные ресурсы недр;
- Е) энергия ветра.

2. Какое из указанных природных ресурсов не относится к категории исчерпаемых, но возобновимых?

- А) ресурсы почв;
- В) ресурсы поверхностных и подземных вод;
- С) растительный мир;
- Д) минеральные ресурсы;
- Е) животный мир.

3. Какие природные ресурсы не способны восстанавливаться?

- А) климатические;

- В) минеральные;
- С) космические;
- Д) водные;
- Е) почвенные.

4. Что более точно характеризует ресурсоемкость продукции горнодобывающей промышленности?

- А) энергоемкая, трудоемкая и капиталоемкая;
- В) фондоемкая и металлоемкая;
- С) трудоемкая, энергоемкая и природоемкая;
- Д) землеемкая, трудоемкая и наукоемкая;
- Е) все указанные виды ресурсоемкости.

5. Какие факторы, связанные с горнодобывающим комплексом наиболее неблагоприятно отражаются на экономике Республики Казахстан?

- А) истощение запасов богатых руд;
- В) вовлечение в разработку месторождений с более сложными условиями залегания;
- С) высокая ресурсоемкость горной продукции;
- Д) возрастающие масштабы отходов добывающего и перерабатывающего производства;
- Е) все перечисленные факторы одновременно.

6. На какие элементы биосферы оказывает вредное воздействие горное производство?

- А) водный бассейн, атмосфера, почвы;
- В) поверхностные воды, земли, флора;
- С) подземные воды, почвы, фауна;
- Д) воздушный бассейн, почвы, недра;
- Е) на все указанные элементы биосферы.

7. В чем заключается сущность понятия «рациональное использование недр»?

- А) удовлетворение потребности общества в соответствующем минеральном сырье;
- В) добыча минерального сырья с минимальными затратами;
- С) полное извлечение полезного ископаемого из недр;
- Д) комплексное извлечение полезных ископаемых из эксплуатируемого месторождения;
- Е) наиболее полное и комплексное извлечение и использование основных и попутных полезных ископаемых эксплуатируемого месторождения.

8. По разведанным запасам каким минеральным сырьем наиболее богаты недра Казахстана по сравнению с другими странами СНГ?

- А) железные руды;
- В) уголь;

- С) бокситы;
- Д) хромиты;
- Е) медные руды.

9. В какой отрасли горно-перерабатывающего комплекса Республики наблюдаются максимальные удельные отходы на единицу готовой продукции?

- А) угольная;
- В) черная металлургия;
- С) цветная металлургия;
- Д) горно-химическая промышленность;
- Е) получение промстройматериалов.

10. Какая из задач рационального использования минеральных ресурсов не характерна для стадии поиска и разведки месторождений?

- А) тщательное техническое исследование сырья;
- В) полное исследование сопутствующего сырья;
- С) обоснование выбора эффективной технологии разработки;
- Д) правильное установление кондиций на сырье;
- Е) повышение качества разведки.

11. Какая из задач рационального использования минеральных ресурсов не характерна для стадии добычи полезных ископаемых?

- А) снижение потерь сырья в недрах;
- В) использование полезных компонентов в составе вскрышных и вмещающих пород;
- С) снижение разубоживания руд;
- Д) усреднение качественного состава руд;
- Е) обеспечение селективной выемки и складирования различных типов сырья.

12. Какая из задач рационального использования минеральных ресурсов не характерна для стадии их переработки?

- А) наиболее полное извлечение полезных компонентов из сырья;
- В) сокращение потерь при переработке сырья;
- С) экономически оправданное комплексное извлечение сопутствующих компонентов из сырья;
- Д) обеспечение комплексной отработки месторождения;
- Е) использование отходов переработки сырья в других отраслях.

13. Какое из утверждений ошибочно? На основе экономического кадастра минеральных ресурсов решают задачи:

- А) сравнительного анализа месторождений полезных ископаемых;
- В) определения экономической оценки месторождений;
- С) установления кондиций на минеральное сырье;
- Д) установления очередности подготовки резервных месторождений к эксплуатации;

Е) размещения предприятий горнодобывающей промышленности в Республике.

14. Какой из ответов правильный? Сводный экономический кадастр минеральных ресурсов включает:

- А) недоработанные, законсервированные, мелкие месторождения и рудоуправления;
- В) лом и твердые отходы цветных металлов и сплавов;
- С) лом и твердые отходы черных металлов;
- Д) геогенные и техногенные месторождения минерального сырья;
- Е) все перечисленные источники минерального сырья.

15. Укажите правильный ответ? Качество минерального сырья характеризуется:

- А) уровнем содержания полезных компонентов;
- В) уровнем содержания вредных компонентов;
- С) полнотой удовлетворения требованиям установленных кондиций;
- Д) флотационными свойствами;
- Е) минералогическим составом.

16. Выберите определение понятия «геологические кондиции»:

- А) требования к качеству добываемого полезного ископаемого, обеспечивающие наилучшие технико-экономические показатели горного предприятия;
- В) совокупность требований к качеству полезных ископаемых в недрах и условиям разработки;
- С) требования к качеству полезного ископаемого в недрах (только в контурах карьера), при которых обеспечивается рентабельность разработки месторождения;
- Д) требования к качеству проведения геологоразведочных работ;
- Е) показатели качества полезного ископаемого в недрах.

17. Выберите определение понятия «проектные кондиции»:

- А) требования к качеству добываемого полезного ископаемого, обеспечивающие наилучшие технико-экономические показатели горного предприятия;
- В) совокупность требований к качеству полезных ископаемых в недрах и условиям разработки;
- С) требования к качеству полезного ископаемого в недрах (только в контурах карьера), при которых обеспечивается рентабельность разработки месторождения;
- Д) требования к качеству проведения геологоразведочных работ;
- Е) показатели качества полезного ископаемого в недрах.

18. Выберите определение понятия «эксплуатационные кондиции»:

- А) требования к качеству добываемого полезного ископаемого, обеспечивающие наилучшие технико-экономические показатели горного предприятия;
- В) совокупность требований к качеству полезных ископаемых в недрах и условиям разработки;

- С) требования к качеству полезного ископаемого в недрах (только в контурах карьера), при которых обеспечивается рентабельность разработки месторождения;
- Д) требования к качеству проведения геологоразведочных работ;
- Е) показатели качества полезного ископаемого в недрах.

19. Что разделяет «контур (борт) промышленного рудного тела»?

- А) полезное ископаемое от вскрыши;
- В) балансовые запасы от забалансовых и вскрыши;
- С) запасы полезного ископаемого расположенного в контурах карьера от расположенного за границами карьера;
- Д) промышленные запасы полезного ископаемого от проектных потерь;
- Е) промышленные запасы от эксплуатационных.

20. Какие потери кондиционного полезного ископаемого не относятся к категории эксплуатационных потерь?

- А) потери руды в зонах оползней ;
- В) потери в местах погрузки, сортировки, складирования;
- С) потери в затопленных участках;
- Д) потери охранных целиках для капитальных горных выработок;
- Е) потери в почве, кровле залежи.

21. Какое из утверждений верное? Нормативы потерь и разубоживания для каждого выемочного участка месторождения устанавливается на основе:

- А) определения минимальных возможных количественных потерь по технологическим условиям;
- В) определения минимально возможных качественных потерь по технологическим условиям;
- С) определения минимально возможных количественных и качественных потерь по технологическим условиям;
- Д) определения количественных и качественных потерь, обеспечивающих наилучшие экономические последствия;
- Е) определения минимальных количественных потерь при уровне разубоживания руд, отвечающем требованиям потребителя.

22. В каком случае обеспечиваются минимальные потери и разубоживания руд при отработке наклонных залежей?

- А) при продольной подготовке добычного фронта со стороны лежащего бока залежи;
- В) при продольной подготовке добычного фронта со стороны висячего бока залежи;
- С) при продольной подготовке добычного фронта в центре залежи;
- Д) при продольной подготовке фронта со стороны висячего бока и использовании подпорной стенки при производстве взрывных работ в при контактной зоне залежи;

Е) при поперечной подготовке фронта добычных работ с использованием многорядного взрывания на неубранную горную массу.

23. Какие потери руды относятся категории общекарьерных?

- А) потери руды в забоях карьера при ее смешивании с породой;
- В) потери руды в неровностях почвы пласта;
- С) потери в барьерных целиках между смежными карьерами;
- Д) потери в местах обрушений и завалов;
- Е) потери отбитой руды на площадках уступов.

24. По отношению к каким запасам руд определяются относительные количественные потери?

- А) к погашенным запасам балансовых руд;
- В) к количеству добытой и отправленной к потребителю руды;
- С) к количеству добытой руды с учетом примешанных к ней пород;
- Д) к количеству добытой руды без учета примешанных к ней пород;
- Е) к количеству погашенных балансовых запасов с учетом объемов примешанных к ним пород.

25. По отношению к каким запасам руд определяются значения относительного их разубоживания?

- А) к погашенным запасам балансовых руд;
- В) к количеству добытой руды с учетом ее потерь;
- С) к количеству добытой руды с учетом примешанных к ней пород;
- Д) к количеству добытой руды без учета примешиваемых к ней пород;
- Е) к количеству погашенных балансовых запасов с учетом их потерь при добыче.

26. При оценке каких запасов учитывается засорение полезного ископаемого пустыми породами?

- А) балансовых;
- В) забалансовых;
- С) промышленных;
- Д) эксплуатационных;
- Е) оперативных.

27. С чем связана необходимость периодического пересмотра нормативных показателей потерь и разубоживания?

- А) вовлечение в добычу руд нижележащих горизонтов;
- В) изменение объемов добычи на различных участках рудного фронта;
- С) колебания параметров интенсивности подвигания уступов на различных участках;
- Д) изменение геологических и экономических условий эксплуатации месторождения;
- Е) колебания скорости подвигания забоев.

28.Какой из показателей не характеризует уровень рациональности использования недр?

- А) коэффициент изменения качества руды;
- В) коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр;
- С) объем погашенных балансовых запасов за определенный период;
- Д) содержание металла в добытой руде;
- Е) количество разубоживающих пород, попавших в определенный объем добытой руды.

29.Какое из приведенных утверждений маловероятно? При добыче богатых руд ценного металла из наклонных залежей небольшой мощности:

- А) нормативные потери минимальны;
- В) нормативное разубоживание максимально;
- С) нормативные потери максимальны, нормативное разубоживание минимально;
- Д) высота «треугольника» пород на контакте линии уступа с рудным телом близка к значению высоты уступа;
- Е) нормативное значение коэффициента эксплуатационных запасов может превысить единицу.

30.Какое из приведенных утверждений маловероятно? При добыче руд малоценного металла из наклонной залежи небольшой мощности:

- А) нормативные потери минимальны, разубоживание максимально;
- В) нормативные потери максимальны;
- С) нормативное разубоживание минимально;
- Д) высота «треугольника» пород на контакте линии уступа с рудным телом незначительна;
- Е) нормативное значение коэффициента эксплуатационных запасов меньше единицы.

	№№ вопр.	Прав. ответ	№№ вопр.	Прав. ответ
Правильные ответы тестовых вопросов по дисциплине «Ресурсосберегающая и малоотходная технология»	1	D	16	B
	2	D	17	C
	3	B	18	A
	4	E	19	B
	5	E	20	D
	6	E	21	D
	7	E	22	E
	8	D	23	C
	9	C	24	A
	10	C	25	C
	11	B	26	C
	12	D	27	D

	13	С	28	С
	14	Е	29	С
	15	С	30	А

2.9 Перечень экзаменационных вопросов по пройденному курсу

1. Указать происхождение горной породы гранита?
2. Указать происхождение горной породы известняка?
3. Указать происхождение горной породы мрамора?
4. К какому виду полезных ископаемых относится титан?
5. К какому виду полезных ископаемых относится каменный уголь?
6. К какому виду полезных ископаемых относится гранит?
7. Какой качественный показатель угля является главным?
8. Какой качественный показатель руд цветных металлов является главным?
9. К какой форме залегания месторождений относятся большие тела с весьма неправильными очертаниями?
10. К какой форме залегания месторождений относятся округленные или овальные тела с уменьшением толщины к краям?
11. К какой форме залегания месторождений относятся интрузивные тела с весьма большими размерами?
12. К какой форме залегания месторождений относятся трещины в земной коре, заполненные минеральным веществом?
13. К какой форме залегания месторождений относятся залежи, вытянутые в одном направлении?
14. К какой форме залегания месторождений относятся скопления минеральных веществ различных размеров и неправильной формы, неравномерно распределенные во вмещающих породах?
15. К какой форме залегания месторождений относятся плитообразные минеральные тела большого протяжения, ограниченные приблизительно параллельными поверхностями?
16. Как характеризует положение месторождения в земной коре простирание?
17. Как характеризует положение месторождения в земной коре линия падения?
18. Чем характеризуются складчатые тектонические нарушения горных пород?
19. Укажите определение, соответствующее понятию «Подземный способ добычи полезных ископаемых»:?
20. Укажите определение, соответствующее понятию «Открытый способ добычи полезных ископаемых»?
21. Укажите определение, соответствующее понятию «Геотехнологический способ добычи полезных ископаемых»?
22. Укажите определение, соответствующее понятию «Подводный способ добычи полезных ископаемых»?
23. Укажите ошибочный ответ. Преимущества открытого способа добычи?
24. Укажите определение, соответствующее этапу «вскрытие месторождения»?
25. Укажите определение, соответствующее этапу подготовки поверхности месторождения?

26. Укажите определение, соответствующее этапу «вскрышные работы»?
27. Укажите определение, соответствующее этапу «добычные работы»?
28. Укажите определение, соответствующее этапу «рекультивация нарушенных горными работами земель»?
29. Укажите определение, соответствующее строительному периоду?
30. Укажите определение, соответствующее периоду освоения проектной мощностью карьера?
31. Укажите определение, соответствующее периоду нормальной эксплуатации карьера?
32. Укажите определение, соответствующее периоду погашения горных работ?
33. Укажите определение, соответствующее понятию «подготовка горных пород к выемке»?
34. Укажите определение, соответствующее понятию «выемочно-погрузочные работы»?
35. Укажите определение, соответствующее понятию «перемещение карьерных грузов»?
36. Укажите определение, соответствующее понятию «отвалообразование»?
37. Укажите определение, соответствующее понятию «складирование»?
38. Укажите определение, соответствующее понятию «шпур»?
39. Укажите определение, соответствующее понятию «скважина»?
40. Укажите определение, соответствующее понятию «котловой заряд»?
41. Укажите определение, соответствующее понятию «камерный заряд»?
42. Укажите определение, соответствующее понятию «накладной заряд»?
43. Укажите ошибочный ответ. При многорядном короткозамедленном взрывании?
44. Особенности технологии разработки строительных горных пород, требования к сырью и готовой продукции. Комплексное использование сырья?
45. Сущность методов, основные понятия и определения добычи полезных ископаемых геотехнологическими способами?
46. Горные выработки – назначение и способы проведения?
47. Деление шахтного поля на крылья, горизонты, этажи, блоки, столбы?
48. Роль Казахстанских ученых в решении задач горного дела?
49. Передовой опыт отечественных и зарубежных ресурсосберегающих технологий разработки полезных ископаемых?
50. Сущность технологии, схемы разработки, основные технологические процессы подводной добычи полезных ископаемых?
51. Обогащение полезных ископаемых, его роль в повышении их качества?
52. Понятия о гравитационном флотационном, магнитном, электрическом методах обогащения?
53. Типы обогатительных фабрик. Горно-обогатительные комбинаты?

Глоссарий

по предмету «Ресурсосберегающие и малоотходные технологии на рудных карьерах»

Бортовое содержание - нижний предел содержания полезного компонента (металла), допускаемый в руде краевых проб, обеспечивающий оптимальный вариант оконтуривания и максимальный экономический эффект эксплуатации месторождения.

Безотходная технология (в обогащении) – совокупность технологических методов комплексной переработки минерального сырья, обеспечивающих утилизацию в экономически целесообразных пределах основной части отходов, вследствие чего не наносится экологический ущерб окружающей среды.

Малоотходная технология в горном производстве – комплекс процессов на всех стадиях добычи и переработки полезных ископаемых, направленных на сокращение твердых, жидких и газообразных отходов.

Малоотходная технология добычи – процесс (или процессы) разработки месторождения (участка), обеспечивающий получение минимального количества неиспользуемого в народном хозяйстве добытого минерального сырья (вскрышных пород при открытом способе добычи, некондиционной руды и пр.), находящегося на поверхности и оказывающего отрицательное влияние на окружающую природную среду (землю, воду, воздух, растительный и животный мир).

Разубоживание (потери качества полезного ископаемого) – снижение содержания полезного компонента или полезной составляющей в добытом полезном ископаемом по сравнению с содержанием их в массиве полезного ископаемого (балансовых запасах) вследствие примешивания к нему пород или некондиционного полезного ископаемого, а также вследствие потерь части полезного компонента или полезной составляющей (в виде потерь обогащенной мелочи, при выщелачивании полезного компонента и т.д.).

Гурьевский Борис Алексеевич

Кожантов Арыстан Узакбаевич

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И МАЛООТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА
РУДНЫХ КАРЬЕРАХ

по Ресурсосберегающие и малоотходные технологии на рудных карьерах
наименование дисциплины
учебно-методический комплекс
дисциплины для студентов

Выходные сведения

УМК ДС обсужден на заседании кафедры

«Открытых горных работ» протокол № 12 «07» апрель 2010г.

УМК ДС одобрен на заседании учебно-методического

Совета Горного института протокол № 5 «13» апрель 2010г.

Подписано в печать __. __. 200__ г. Формат 60x84 1/16. Бумага книжно-
журнальная. Объем __. __ уч.-изд.л. Тираж __ экз. Заказ № __.

Отпечатано в типографии издательства КазНТУ имени К.И. Сатпаева г.Алматы,
ул. Ладыгина, 32.