

Министерство образования Российской Федерации
Кузбасский государственный технический университет
Кафедра открытой разработки месторождений полезных ископаемых

ЭКОЛОГИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Программа, методические указания и контрольные задания для студентов заочной полной и сокращенной форм обучения специальности 090500 - «Открытые горные работы»

Составители А.И. Корякин
 В.Е. Баженов

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 2 от 5.10.2000

Рекомендованы к печати учебно-методической комиссией специальности 090500
Протокол № 1 от 10.10.2000

Электронная копия находится в библиотеке главного корпуса КузГТУ

Кемерово 2001

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения настоящей дисциплины является подготовка студентов в области охраны окружающей среды от экологических воздействий открытой разработки месторождений полезных ископаемых.

Изучение курса базируется на общетехническом цикле дисциплин, изучаемых студентом в соответствии с учебным планом.

После изучения дисциплины студент должен решать следующие задачи

- рассчитывать параметры санитарно-защитных зон вокруг очагов загрязняющих выбросов (карьерные выработки, внешние отвалы, технологические комплексы и другие источники вредных выбросов);

- производить расчёты по охране земельных ресурсов (объёмы планировочных работ, по выколаживанию откосов отвалов и горных выработок, определение землеёмкости добычи полезного ископаемого);

- выполнять расчеты по определению показателей использования водных ресурсов;

- разрабатывать мероприятия по охране окружающей среды от воздействия открытых горных работ;

- осуществлять эколого-экономическую оценку технологий открытой разработки месторождений;

- определять экономическую эффективность природоохранных мероприятий.

Закрепление теоретического курса предусматривается выполнением практических работ, сдачей зачетов.

Изучаемая дисциплина состоит из тем, каждая из которых сопровождается контрольными вопросами, позволяющими проверить степень усвоения пройденного материала.

Содержание дисциплины

1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Общие требования по охране окружающей среды при строительстве и эксплуатации карьеров. Характеристика охраняемой природной среды. Виды и источники загрязнения. Воздействие антропогенных факторов на биосферу.

Основные процессы в биосфере. Взаимодействие общества и природной среды. Основные тенденции развития горного производства.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте основные требования к охране окружающей среды.
2. Перечислите виды и источники загрязнения при ведении открытых горных работ.
3. Назовите основные факторы, отрицательно воздействующие на биосферу.
4. Какова перспектива развития открытых горных работ?

2. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

Формы нарушения и загрязнения природной среды под воздействием открытых горных работ. Геомеханическое воздействие. Гидрогеологические поверхностные изменения. Фитоценотические изменения. Микробиоценотические изменения. Загрязнение биоценоза. Приземные изменения. Поверхностные загрязнения. Загрязнение гидросферы растворимыми химическими твердыми, жидкими и газообразными веществами.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные формы нарушения окружающей среды при воздействии на нее открытых горных работ.
2. В чем заключается геомеханическое воздействие разреза на окружающую среду?
3. Назовите виды гидрогеологических изменений от воздействия горных работ.
4. Сформулируйте понятие фитоценотических изменений.
5. Какие вредные вещества загрязняют гидросферу?

3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Охрана атмосферы. Мероприятия по охране воздушной среды, их классификация. Общие мероприятия. Специальные мероприятия. Технические средства защиты атмосферы от вредных выбросов. Оптимизация технологических параметров по экологическому критерию.

Охрана водных ресурсов. Требования к показателям качества воды. Правовая основа охраны вод. Мероприятия по защите грунтовых вод. Охрана водного бассейна в горном производстве. Восстановительные мероприятия. Замкнутое водоснабжение горного предприятия.

Охрана недр. Главные минеральные ресурсы. Сопутствующие минеральные ресурсы. Попутно извлекаемые ресурсы. Кондиции. Рациональное использование минеральных ресурсов. Мероприятия по рациональному использованию недр (технологические, защитно-профилактические, экологические, организационные, экономические).

Охрана земельных ресурсов. Рекультивация нарушенных земель. Основные направления рекультивации. Этапы рекультивации. Техническая рекультивация (планировочные работы, выполаживание откосов бортов карьерных выработок и отвалов, засыпка остаточных карьерных выработок, инженерная подготовка). Экономическая эффективность природоохранных мероприятий.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите мероприятия по охране атмосферы.
2. Назовите классификационные признаки мероприятий по охране атмосферы.
3. Перечислите основные технические средства защиты атмосферы от вредных выбросов.
4. Назовите основные показатели, характеризующие качество воды.
5. Какие мероприятия осуществляются на разрезе по охране водной среды?
6. Назовите виды минеральных ресурсов.
7. Перечислите мероприятия по охране недр и их рациональному использованию.
8. Виды мероприятий (их классификация).

9. Перечислите этапы восстановления (рекультивации) нарушенных земель и их содержание.

10. Каковы направления рекультивации и их содержание?

4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Виды экологического мониторинга. Технические средства контроля за состоянием окружающей среды. Классификация состояний природной среды и факторов, учитываемых мониторингом. Виды наблюдений. Объекты наблюдений. Природно-промышленный комплекс. Расчеты предельно-допустимых выбросов вредных веществ. Предельно-допустимые концентрации вредных примесей. Обоснование санитарно-защитных зон.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение мониторинга.
2. Назовите технические средства мониторинга и их характеристику.
3. Перечислите факты, учитываемые мониторингом.
4. Назовите основные объекты наблюдений, их виды и характеристика.
5. Каковы принципы определения параметров санитарно-защитных зон?
6. Дайте определение предельно-допустимых концентраций (ПДК) вредных примесей в средах.

Содержание практических работ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: «Определение санитарно-защитных зон вокруг источников загрязнения окружающей среды».

Целью работы является овладение методами расчета величины санитарно-защитных зон на открытых разработках. Санитарно-защитные зоны (СЗЗ) устанавливаются вокруг горных выработок, отвалов, обогатительных фабрик и других источников вредных выбросов.

Для приобретения практических навыков по расчету санитарно-защитных зон каждому студенту выдается индивидуальное задание из табл. 1.1.

Таблица 1.1
 Варианты индивидуальных заданий по выполнению практической работы №1

Варианты	Исходные данные													
	$H_{к,м}$	$L_{к,м}^6$	β	γ	$B_{д,м}^H$	$H_{о,м}$	$N_э$	$N_{бс}$	N_a	$N_б$	$V_{,м/с}$	$V_{о,м/с}$	K_y	$C_{д}$
1	100	1000	35	25	50	20	20	20	40	25	1	3	0,1	0,5
2	150	1200	35	25	60	20	20	20	40	25	1	3	0,1	0,5
3	200	1400	35	25	70	20	25	20	45	25	1	3	0,1	0,5
4	250	1600	35	25	80	20	25	20	45	25	1	4	0,1	0,5
5	300	1800	35	25	90	20	30	35	60	20	1	4	0,1	0,5
6	350	2000	35	25	100	30	40	45	60	20	1	4	0,1	0,5
7	400	2200	35	25	110	30	40	45	60	30	1	4	0,15	0,5
8	450	2400	35	25	120	30	40	45	60	30	1	4	0,15	0,5
9	500	2600	35	25	130	30	45	50	60	35	2	4	0,15	0,5
10	120	2800	35	25	140	30	45	50	60	35	2	4	0,15	0,5
11	140	3000	35	25	150	30	45	50	60	35	2	5	0,15	0,5
12	160	3200	35	25	160	30	45	50	60	35	2	5	0,15	0,5
13	180	3400	40	20	170	30	45	50	70	35	2	5	0,15	1,0
14	220	3600	40	20	180	40	50	55	80	40	2	5	0,15	1,0
15	240	3800	40	20	190	40	50	55	80	40	2	5	0,2	1,0
16	260	4000	40	20	200	40	50	55	80	40	2	5	0,2	1,0
17	280	4200	40	20	210	40	60	65	100	50	2	6	0,2	1,0
18	320	4400	40	20	220	40	60	65	100	50	2	6	0,2	1,0
19	340	4600	40	20	230	40	60	65	100	60	2	6	0,2	1,0
20	360	4800	40	20	240	40	60	65	100	60	2	6	0,2	2,0
21	380	5000	40	20	250	40	65	60	120	60	2,5	6	0,2	2,0
22	420	5200	40	20	260	40	65	60	130	85	2,5	6	0,2	2,0
23	440	5400	40	20	270	40	65	60	130	85	2,5	7	0,25	2,0
24	460	5600	40	20	280	40	65	60	140	90	2,5	7	0,25	2,0
25	480	5800	40	20	290	40	65	60	140	90	2,5	7	0,25	2,0
26	520	6000	40	20	300	40	70	75	150	100	2,5	7	0,25	2,0
27	540	6200	40	20	310	40	70	75	150	100	2,5	7	0,25	3,0
28	560	6400	40	20	320	40	70	75	170	100	2,5	7	0,25	4,0

1.1. Определение санитарно-защитных зон вокруг карьера (горной выработки)

Используя данные табл.1.1, студент изображает контуры карьера с указанием основных его параметров (глубины, длины, дна карьера, ширины дна карьера, угла погашения бортов (нерабочих), угла рабочего борта (бортов), длины и ширины карьера поверху).

Расчет ширины санитарно-защитной зоны производится по формуле [6]

$$X_3 = 2,66 \frac{g_k}{C_{\partial} \psi_{gp} L_k V_0 - \frac{v}{\psi_{gp}}}, \quad (1.1)$$

где g_k - интенсивность выделения вредных примесей карьером в окружающую и воздушную среду, мг/с;

C_{∂} - предельно-допустимая концентрация (ПДК) вредных примесей, мг/м³;

ψ_{gp} - безразмерный параметр, численно равный тангенсу бокового угла раскрытия факела распространения примесей

($\psi_{gp} = 0,122V_0 + 0,22$ - при рециркуляционной схеме проветривания;

$\psi_{gp} = 0,045V_0 + 0,22$ - при прямоточной схеме проветривания);

V_0 - скорость ветра на поверхности карьера, м/с;

v - высота над поверхностью земли на уровне верхней бровки наветренного борта, до которого будут выделяться вредные примеси из карьера в окружающую среду;

L_k - протяженность карьера по дну в направлении, попутном направлению ветра, м ;

$$g_k = \sum_{i=1}^n g_{ni}^{\partial} N_{\partial i} + \sum_{i=1}^n g_{ni}^{\partial c} N_{\partial c i} + \sum_{i=1}^n g_{ni}^a N_{ai} + \sum_{i=1}^n g_{ni}^{\partial} N_{\partial i}, \quad (1.2)$$

здесь g_{ni}^{∂} , $g_{ni}^{\partial c}$, g_{ni}^a , g_{ni}^{∂} - интенсивность пылевыведения при работе экскаватора, бурового станка, автосамосвала и бульдозера соответственно, мг/с;

$N_{\partial i}$, $N_{\partial c i}$, N_{ai} , $N_{\partial i}$ - количество экскаваторов, буровых станков, автосамосвалов и бульдозеров i -го типа соответственно.

Сумма $\sum_{i=1}^n g_{ni}^{\vartheta} N_{\vartheta i}$ представляет собой общее количество оборудования, например экскаваторов (N_{ϑ}) с разделением по i -м маркам, умноженное на соответствующие показатели интенсивности пылевыведения.

Так, если $N_{\vartheta}=10$, то по i -м маркам это может быть так (ЭКГ-5А - 4; ЭКГ-8И - 4; ЭКГ-12,5 - 2). Аналогично и с g_{ni}^{ϑ} ($g_n^{\text{ЭКГ-5А}}$, $g_n^{\text{ЭКГ-8И}}$, $g_n^{\text{ЭКГ-12,5}}$). Значения g_{ni}^{ϑ} принимаются из справочных данных и практики.

Тогда сумма

$$\sum_{i=1}^n g_{ni}^{\vartheta} N_{\vartheta i} = N_{\vartheta}^{\text{ЭКГ-5А}} g_n^{\text{ЭКГ-8С}} + N_{\vartheta}^{\text{ЭКГ-8В}} g_n^{\text{ЭКГ-8С}} + N_{\vartheta}^{\text{ЭКГ-12,5}} g_n^{\text{ЭКГ-12,5}} \quad (1.3)$$

L_{κ}^{ϑ} - средняя протяженность карьера в направлении, перпендикулярном направлению ветра:

$$L_{\kappa}^{\vartheta} = \frac{Q}{V}, \quad (1.4)$$

V - скорость воздушного потока у источника загрязнения, м/с;

Q - расход воздуха на проветривание карьера:

- при прямоточной схеме проветривания

$$Q = 0,462 H_{\kappa} V_0 L_{\kappa}^{\vartheta}, \quad (1.5)$$

- при рециркуляционной схеме проветривания

$$Q = 0,67 H_{\kappa} V_0 L_{\kappa}^{\vartheta} \left(\frac{P + ctq\beta}{3,73 - ctq\gamma} \right), \quad (1.6)$$

здесь H_{κ} - глубина карьера, м;

β - угол откоса подветренного борта карьера, м;

γ - угол откоса наветренного борта карьера, м;

P - коэффициент пропорциональности между L_{κ} и H_{κ} ($P = \frac{L_{\kappa}}{H_{\kappa}}$);

$$L_k = L_k^6 - H_k \operatorname{ctg}(\gamma_n + \gamma_{p.\bar{b}}), \quad (1.7)$$

где γ_n и $\gamma_{p.\bar{b}}$ - угол погашения борта и рабочего борта соответственно, град.

Затем определяется суммарная максимально допустимая интенсивность выделения вредных примесей с точки зрения обеспечения предельно-допустимой концентрации в санитарно-защитной зоне карьера:

$$[q_{k \max}] = 0,37 C_\partial L_k^6 V_0 (X_3 \Psi_{зр} + \epsilon). \quad (1.8)$$

Величина санитарно-защитной зоны определяется по всем компонентам вредных примесей и принимается максимальной.

В данной работе расчет производится только по пылевыведению.

1.2. Определение санитарно-защитных зон вокруг внешнего отвала

Расчет производят в следующем порядке.

По данным табл.1.1 определяют объем вскрышных пород, размещаемых во внешний отвал ($V_{отв}$):

$$V_{отв} = H_k L_k^6 K_p \left[B_\partial^H + 0,5 H_k (\operatorname{ctg} \gamma_n + \operatorname{ctg} \gamma_{p.\bar{b}}) \right] (1 - K_y), \quad (1.9)$$

где B_∂^H - ширина дна карьера, м;

K_y - коэффициент угленасыщенности (принимается из табл.1.1);

K_p - коэффициент разрыхления.

Затем определяют площадь поверхности отвала

$$S_{отв} = \frac{V_{отв}}{H_0 K_{от}}, \quad (1.10)$$

где H_0 - высота отвала, м (берется из табл.1.1);

$K_{от}$ - коэффициент откоса ($K_{от} = 0,75$).

Величину санитарно-защитной зоны для экскаваторного и бульдозерного отвалообразования определяют по формуле [6]

$$X_3 = \exp \left\{ \frac{(0,006 H_0 + 7,01) - \ln \frac{C_\partial}{g_k}}{0,0036 H_0 + 2,7} \right\}, \quad (1.11)$$

где C_∂ - предельно-допустимая концентрация пыли, мг/м³;

g_k - интенсивность пылевыведения отвалом, мг/с.

Интенсивность пылевыведения с поверхности отвала определяют по выражению [6]

$$g_k = \omega S_{отв}, \quad (1.12)$$

где $S_{отв}$ - площадь поверхности отвала, м²;

ω - удельная сдуваемость пыли с поверхности отвала, мг/см²;

$$\omega = a V_{отв}^b. \quad (1.13)$$

Значения коэффициентов «а» и «в» приведены в табл.1.2.

Таблица 1.2

Значения коэффициентов «а» и «в»

Породы отвала	«а»	«в»
Скальные смешанные	0,0097	2,887
Мел	0,0058	3,488
Песок	0,00087	4,199
Окисленные руды	0,0237	2,356
Смесь пород (глины, песок, мел)	0,0137	2,328

Интенсивность пылевыведения отдельными источниками приведена в табл.1.3.

Контрольные вопросы

1. По каким критериям рассчитывается санитарно-защитная зона?
2. Какие источники выделения вредных веществ в окружающую среду вы знаете?
3. Какие факторы влияют на интенсивность пылевыведения при работе горного оборудования и на отвалах?

4. Какими условиями определяется граница СЗЗ?

Таблица 1.3

Интенсивность пылевыведения источниками загрязнения

Источники выброса пыли	Интенсивность пылевыведения, мг/с
Буровые станки:	
СБШ-200	25100
СБШ-250МН	29800
СБШ-320	60200
Экскаваторы (выемочно-погрузочные работы):	
ЭКГ-5А	500
ЭКГ-8И	1200
ЭШ-6/60	11000
ЭРГ-400Д	1200
Автосамосвалы (транспортирование):	
БелАЗ-540	4000
БелАЗ-548	6000
Конвейер	50
Перегрузочный пункт	1800
Пластинчатый питатель	420
Самоходная дробилка СДА-1000	1700
Разгрузка автосамосвала на породном отвале	1020
Складирование и перемещение пород бульдозером	1600
Складирование пород отвалообразователем	12200
Отвалообразование экскаватором :	
ЭКГ-5А	4850
ЭКГ-8И	4850

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2**Тема: « Охрана земельных ресурсов».**

В задачу настоящей работы входит определение объемов планировочных работ, выполаживания откосов отвалов, величины усадки отвалов и землеемкости для заданных условий при среднем сроке службы карьера 30 лет.

Исходные данные по объемам внешних отвалов представлены в практической работе № 1 (табл.1.1).

2.1. Определение объема планировочных работ

Объем планировочных работ на отвале определяют по формуле [2]:

$$Q_{пл} = K_{пл} q_{пл} S_{ок}, \quad (2.1)$$

где $K_{пл}$ - коэффициент повторной планировки ($K_{пл} = 1,25$);
 $q_{пл}$ - удельный объем планировки, $\text{м}^3/\text{м}^2$ поверхности ;

$$q_{пл} = 0,125 A_o \frac{\sin^3 \beta}{\sin(180^\circ - 2\beta)}, \quad (2.2)$$

здесь A_o - ширина отвальной заходки, м ($A_o = 30$ м);

β - угол естественного откоса отвала, град ($\beta = 36^\circ$);

$S_{ок}$ - площадь отвала по поверхности, м^2 ;

$$S_{ок} = \frac{V_{отв} K_{отв}}{H_0}, \quad (2.3)$$

здесь $V_{отв}$ - емкость отвала, м^3 ; $K_{отв}$ - коэффициент откосов ($K_{отв} = 0,75$); H_0 - высота отвала, м.

2.2. Определение объемов работ по выполаживанию откосов отвала

Выполаживание откосов отвала производится с целью их последующей рекультивации. Выполаживание осуществляется в основном по двум схемам: сверху-вниз и снизу-вверх.

При выполаживании откосов сверху-вниз возникает необходимость в прирезке площади земель под отвалы. При выполаживании снизу-вверх такой необходимости нет, но объем работ возрастает в 4 раза по сравнению с первым способом.

2.2.1. Выполаживание откосов отвала по схеме «сверху-вниз»

Объем работ по выполаживанию откосов отвала определяют по выражению [2]

$$V_{вып}^{с-вн} = \frac{H_0^2 \sin(\beta - \alpha) P_{отв}}{8 \sin \beta \sin \alpha}, \quad (2.4)$$

где β - угол откоса отвала, град;

α - заданный угол выполаживания откоса, град ($\alpha = 18^\circ$);

H_0 - высота отвала, м;

$P_{отв}$ - периметр отвала, м.

Ориентировочно можно принять $P_{отв} = 4\sqrt{S_{отв}}$, м.

При выполнении этого раздела необходимо дать чертеж схемы выполаживания.

2.2.2. Выполаживание откосов отвала по схеме «снизу-вверх»

Объем работ по выполаживанию определяют по формуле [2]:

$$V_{вып}^{с-вн} = \frac{H_0^2 \sin(\beta - \alpha) P_{отв}}{2 \sin \beta \sin \alpha}. \quad (2.5)$$

При выполнении данного раздела предусматривается графическое изображение схемы выполаживания.

2.3. Определение величины усадки отвала скальных пород

Величину усадки отвала при бульдозерном отвалообразовании рассчитывают по формуле [2]:

$$\Delta h = \frac{T_y (0,005 + 0,017 H_0)}{T_y + 0,55 H_0 + 132,68}, \quad (2.6)$$

где T_y - период усадки, лет; H_0 - высота отвала, м.

Усадка отвала, отсыпаемого драглайном:

$$\Delta h = \frac{T_y (0,003 + 0,061 H_0)}{T_y + 0,018 H_0 + 19,28}. \quad (2.7)$$

2.4. Определение землеемкости добычи угля

Землеемкость угледобычи характеризует технологию с позиций нарушения земель горными выработками. Единицей измерения землеемкости является га/1млн т добычи угля.

Землеемкость определяют по выражению

$$З = \frac{S_{нз}}{Q_{иу}}, \quad (2.8)$$

где $S_{нз}$ - площадь нарушенных земель за весь срок службы разреза, га;

$$S_{нз} = (S_{нз} + S_{но}) K_{инф}, \quad (2.9)$$

здесь $S_{н2}$ - площадь нарушенных земель горными выработками, га;

$$S_{yu} = L_k^6 (B_\partial^H + 2H_k \operatorname{ctg} \gamma_n), \quad (2.10)$$

здесь L_k^6 - длина карьера поверху, м; B_∂^H - ширина дна карьера, м;

$K_{инф}$ - коэффициент, учитывающий нарушение земель инфраструктурой разреза (дороги, линии электропередач, промплощадки и т.д.),

$K_{инф} = 1,15$; $S_{но}$ - площадь земель, занятых внешними отвалами:

$$S_{но} = \frac{V_{отв}}{H_0 K_{отк}}. \quad (2.11)$$

$Q_{уу}$ - объем извлеченного угля за весь срок службы разреза,

$$Q_{уу} = A_2 T_k, \quad (2.12)$$

здесь A_2 - производственная мощность разреза, млн т; T_k - срок службы разреза, лет.

Принять в расчетах $A_2 = 2$ млн т. Срок службы разреза определяют по выражению

$$T_k = \frac{H_k L_k^6 \gamma_y [B_\partial^H + 0,5 H_k (\operatorname{ctg} \gamma_{нв} + \operatorname{ctg} \gamma_{нл})] K_y}{A_2}, \quad (2.13)$$

где γ_y - плотность угля, т/м³ ($\gamma_y = 1,35$ т/м³); $\gamma_{нв}$, $\gamma_{нл}$ - угол погашения висячего и лежащего бортов соответственно, град.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные этапы рекультивации нарушенных земель.
2. Основные направления рекультивации земель.
3. Назначение планировочных работ.
4. Назначение работ по выполаживанию откосов отвала и бортов карьера.
5. Дайте определение землеемкости.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: «Охрана поверхностных и подземных вод» (основные расчеты).

3.1. Расчет показателей использования водных ресурсов

Основными показателями использования водных ресурсов являются: коэффициент использования оборотной воды; коэффициент потерь свежей воды; коэффициент использования воды, забираемой из источника; коэффициент водоотведения; коэффициент полезного использования воды.

3.1.1. Определение коэффициента использования оборотной воды в общем объеме водопотребления

Коэффициент использования оборотной воды ($K_{об}$) определяют по формуле [7]

$$K_{об} = \frac{Q_{об} \cdot 100}{Q_{об} + (Q_{ист} + Q_{сыр})} \cdot 100, \% \quad (3.1)$$

где $Q_{об}$ - количество воды, используемой в обороте, м³/ч; $Q_{ист}$ - количество воды, забираемой из источника, м³/ч; $Q_{сыр}$ - количество воды, поступающей в систему с сырьем, м³/ч.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 3.1.

3.1.2. Определение коэффициента безвозвратного потребления и потерь свежей воды

Коэффициент потерь воды ($K_{пот}$) определяют по выражению [7]

$$K_{пот} = \frac{(Q_{ист} + Q_{сыр}) - Q_{сбр.в}}{(Q_{ист} + Q_{сыр}) + Q_{посл} + Q_{об}} \cdot 100, \% \quad (3.2)$$

Таблица 3.1
Исходные данные для расчетов по охране поверхностных и подземных вод

Варианты	Основные показатели										
	$Q_{об},$ $м^3/ч$	$Q_{ист},$ $м^3/ч$	$Q_{ыр},$ $м^3/ч$	$Q_{сбр,в},$ $м^3/ч$	$Q_{посл},$ $м^3/ч$	$Q_n^c,$ $м^3/ч$	$C_i,$ $мг/л$	Бензол ПДК=0,1мг/л	Мышьяк ПДК=0,05мг/л		
1	$5 \cdot 10^3$	10^3	$0,1 \cdot 10^3$	10^3	$0,5 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	0,2	0,1	0,05		
2	$6 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^3$	$0,6 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^3$	0,25	0,1	0,05		
3	$7 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^3$	0,3	0,1	0,05		
4	$8 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$0,8 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$	0,35	0,1	0,05		
5	$9 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	$0,9 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^3$	0,4	0,1	0,05		
6	10^4	$1,5 \cdot 10^3$	$0,6 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$	10^3	$2,5 \cdot 10^3$	0,45	0,1	0,05		
7	$11 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^3$	$2,6 \cdot 10^3$	0,5	0,1	0,05		
8	$12 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$	$0,8 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^3$	0,55	0,1	0,05		
9	$13 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	$0,9 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^3$	0,6	0,1	0,05		
10	$14 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^3$	10^3	$1,9 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	$2,9 \cdot 10^3$	0,65	0,1	0,05		
11	$15 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$	$3,0 \cdot 10^3$	0,7	0,1	0,05		
12	$16 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^3$	$3,1 \cdot 10^3$	0,75	0,1	0,05		
13	$17 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^3$	0,8	0,1	0,05		
14	$18 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	$2,6 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	$3,3 \cdot 10^3$	0,85	0,1	0,05		
15	$19 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^3$	$3,4 \cdot 10^3$	0,9	0,15	0,05		
16	$2 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^3$	$3,0 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$3,5 \cdot 10^3$	0,95	0,15	0,05		
17	$3 \cdot 10^4$	$2,6 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$	$3,1 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^3$	$3,6 \cdot 10^3$	1,0	0,15	0,05		
18	$4 \cdot 10^4$	$2,7 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^3$	$3,7 \cdot 10^3$	1,05	0,15	0,05		
19	$5 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^3$	$3,3 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^3$	1,1	0,15	0,05		
20	$6 \cdot 10^4$	$2,9 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$3,4 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^3$	$3,9 \cdot 10^3$	1,15	0,15	0,05		
21	$7 \cdot 10^4$	$3,0 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^3$	$3,5 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	$4,0 \cdot 10^3$	1,20	0,15	0,05		
22	$8 \cdot 10^4$	$3,1 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^3$	$3,6 \cdot 10^3$	$2,6 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$	1,25	0,15	0,05		
23	$9 \cdot 10^4$	$3,2 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$	$3,7 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^3$	$4,2 \cdot 10^3$	1,30	0,15	0,05		
24	10^5	$3,3 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^3$	$4,3 \cdot 10^3$	1,35	0,15	0,05		
25	$11 \cdot 10^4$	$3,4 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	$3,9 \cdot 10^3$	$2,9 \cdot 10^3$	$4,4 \cdot 10^3$	1,40	0,15	0,05		
26	$12 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^3$	$2,6 \cdot 10^3$	$4,0 \cdot 10^3$	$3,0 \cdot 10^3$	$4,5 \cdot 10^3$	1,45	0,15	0,05		
27	$13 \cdot 10^4$	$3,6 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$	$3,1 \cdot 10^3$	$4,6 \cdot 10^3$	1,50	0,15	0,05		
28	$14 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^3$	$4,2 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^3$	$4,7 \cdot 10^3$	1,55	0,15	0,05		

где $Q_{сбр.в}$ - количество сточных вод, сбрасываемых водоемом, м³/ч;
 $Q_{посл}$ - количество воды, используемой последовательно, м³/ч.

Исходные данные для расчета приведены в табл.3.1.

3.1.3. Определение коэффициента использования воды, забираемой из источника

Коэффициент определяют по формуле [7]

$$K_{исп.в} = \frac{(Q_{ист} + Q_{сыр}) - Q_{сбр.в}}{(Q_{ист} + Q_{сыр})} \leq 1, \quad (3.3)$$

3.1.4. Определение коэффициента водоотведения

Коэффициент водоотведения (K^c) определяют по формуле [7]

$$K^c = \frac{Q_{сбр.в}}{Q_{ист} + Q_{сыр} Q_n^c} 100, \% \quad (3.4)$$

где Q_n^c - количество сточных вод, получаемых от других потребителей для повторного использования на предприятии в качестве свежей воды, м³/ч.

Исходные данные приведены в табл.3.1

3.1.5. Определение коэффициента использования воды

Коэффициент $K_{исп}$ определяют по выражению [7]

$$K_{исп} = \frac{Q_{исп} + Q_{сыр} + Q_{посл} + Q_{об} + Q_{сбр.в}}{Q_{ист} + Q_{сыр} + Q_{посл} + Q_{обл} + Q_{пр}} 100, \% \quad (3.5)$$

где $Q_{пр}$ - количество воды, необходимое для разбавления сточных вод водопользователя до ПДК, м³/ч;

$$Q_{пр} = Q_{сбр.в} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i}, \quad (3.6)$$

C_i - концентрация i -го вредного вещества в сточных водах, мг/л;

$ПДК_i$ - предельно-допустимая концентрация i -го вредного вещества, мг/л.

Значение (Q_{np}) определяется по двум компонентам вредных примесей - фенолу и мышьяку. Исходные данные приведены в табл.3.1.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные требования к питьевой воде.
2. Дайте определение «сточные воды».
3. Какие вредные примеси включают сточные и карьерные воды.
4. Принципы замкнутого водоснабжения карьера.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: «Экономическая эффективность природоохранных мероприятий».

Экономическая эффективность природоохранных мероприятий рассчитывается как предотвращенный ущерб от экологических нарушений по формуле [2, 7]

$$\Delta\Pi = Y_1 - Y_2, \quad (4.1)$$

где Y_1 - расчетная величина годового народнохозяйственного ущерба до осуществления природоохранных мероприятий, р.;

$$Y_1 = \sum_{i=1}^n y_i \sigma_i f_i A_i m_i, \quad (4.2)$$

здесь y_i - коэффициент, учитывающий влияние i -й среды (для атмосферы $y_i = 2,4$ р. на условную тонну выброса; для воды $y = 400$ р. на условную тонну выброса по ценам 1991 г.); σ_i - безразмерный показатель ($\sigma = 4$ для атмосферы в населенных пунктах, $\sigma = 0,92$ для водотока); f_i - коэффициент, учитывающий характер рассеивания загрязняющих веществ в i -й среде ($f = 1$ - для водной среды; $f = 0,6$ - для атмосферы); A_i - показатель относительной агрессивности сбрасываемого i -го вредного вещества ($A = 310$ - фенол; $A = 40$ - каменноугольная пыль в атмосфере); m_i - масса сброса i -го вредного вещества до проведения природоохранных мероприятий, т/год; Y_2 - остаточный ущерб после проведения природоохранных мероприятий, р.:

$$Y_2 = \sum_{i=1}^n y_i \sigma_i f_i A_i \overline{m}_i, \quad (4.3)$$

здесь \overline{m}_i - масса сброса i -го загрязняющего вещества после проведения природоохранных мероприятий, т/год.

Исходные данные приведены в табл. 4.1.

Контрольные вопросы

1. Назовите природоохранные мероприятия на разрезе.
2. От каких факторов зависит ущерб, наносимый разрезом окружающей среде?
3. Какими показателями характеризуется агрессивность вредного вещества?

Таблица 4.1

Исходные данные к расчету эффективности природоохранных мероприятий

Варианты	Показатели			
	Каменноугольная пыль в атмосфере		Фенол с выбросом в водоток	
	m_i , т/год	m_i , т/год	m_i , т/год	m_i , т/год
1	1000	200	100	10
2	1100	250	150	15
3	1200	300	200	20
4	1300	350	250	25
5	1400	400	300	26
6	1500	450	350	27
7	1600	500	400	28
8	1700	550	410	29
9	1800	600	420	30
10	1900	650	430	31
11	2000	700	440	32
12	2100	750	450	33
13	2200	800	460	34
14	2300	850	470	35
15	2400	900	480	36
16	2500	950	490	37
17	2600	1000	500	38
18	2700	1050	510	39
19	2800	1100	520	40

20	2900	1150	530	41
21	3000	1200	540	42
22	3100	1250	550	43
23	3200	1300	560	44
24	3300	1350	570	45
25	3400	1400	580	46
26	3500	1450	590	47
27	3600	1500	600	48
28	3700	1550	610	49
29	3800	1600	620	50
30	3900	1650	630	51

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема: «Расчет выбросов при взрывных работах».

Массовые взрывы на открытых разработках являются самыми мощными источниками выделения пыли и ядовитых газов, которые выбрасываются в атмосферу в виде пылегазового облака. Масса взрывчатого вещества в отдельных случаях достигает 1000 т на один взрыв.

Расчет выбросов производится в такой последовательности [7].

Определяется объем сформировавшегося пылегазового облака

$$V_0 = 4,4 \cdot 10^4 A^{1,08}, \quad (5.1)$$

где A - общее количество взрываемого ВВ, т ;

$$A = q_{скв} N_{скв}, \quad (5.2)$$

где V_0 - начальный объем пылегазового облака, м³;

Начальная концентрация пыли в пылегазовом облаке

$$C_0 = 1000 \frac{M_n}{V_0}, \quad (5.3)$$

где C_0 - концентрация пыли, г/м³; M_n - масса пыли во взвешенном состоянии после взрыва, кг;

$$M_n = z_1 m + z_2 m_{зб}, \quad (5.4)$$

здесь m - масса переизмельченных горных пород, кг; z_1 – удельный вес переизмельченных пород в скважине; z_2 - весовая доля пылевой фракции в забоечном материале (приведены в табл.5.1).

Значения коэффициента z_2

Тип пород	Средняя плотность пород, т/м ³	Значение Z_2
Известняк	2,7	0,04
Мергель	2,7	0,05
Доломит	2,7	0,05
Гранит	2,8	0,02
Мел	2,7	0,05
Мерзлая глина	2,7	0,05
Песчаник	2,7	0,05

$$m = q \gamma_n N_{скв}, \quad (5.5)$$

где γ_n - плотность породы, кг/м³; $N_{скв}$ - количество взрываваемых скважин;

$$z_1 = \frac{q}{V_{скв}}, \quad (5.6)$$

здесь $V_{скв}$ - объем разрушенных пород при взрыве одной скважины, м³ ;
 $m_{зб}$ - масса забойки в скважинах, кг;

$$m_{зб} = \pi d_{скв}^2 l_{зб} \frac{N_{скв}}{4} \gamma_{зб}, \quad (5.7)$$

здесь $\gamma_{зб}$ - средняя объемная плотность забоечного материала, ($\gamma_{зб} = 2000$ кг/м³); $d_{скв}$ - диаметр скважины, м; $l_{зб}$ - длина забойки, м;
 q - объем скважинного переизмельчения пород, м³;

$$q = \pi (R^2 - r^2) l_{зв}, \quad (5.8)$$

здесь $l_{зв}$ - длина заряда в скважине, м; r - радиус заряда, м; R - радиус зоны переизмельчения, м;

$$R = Z r, \quad (5.9)$$

здесь Z - коэффициент переизмельчения (значения приведены в табл.5.2);

Значения коэффициента Z

Взрываемые породы	Тротил	
	$l_{3б} \leq 6d$	$l_{3б} \geq 6d$
Мягкие	4-6	10-15
Скальные	1,5-2,2	1,7-3,0

$$V_{скв} = \frac{H_y a [W + (n_p - 1) b]}{n_p}, \quad (5.10)$$

здесь H_y - высота уступа, м; a - расстояние между скважинами в ряду, м; b - расстояние между рядами скважин, м; n_p - количество рядов скважин; W - линия сопротивления по подошве уступа, м.

Высота подъема пылегазового облака

$$h_o = (0,2A + 139) \exp[10^{-4} (41 - 0,04A)t_o] K_L, \quad (5.11)$$

где t_o - время формирования пылегазового облака, с ($0 < t_o \leq 60$);

K_L - коэффициент, учитывающий изменение высоты пылегазового облака в зависимости от глубины скважин ($K_L = 1$ при $l_{скв} = 15$ м; $K_L = 0,8$ при $l_{скв} > 15$ м).

Концентрация вредных примесей в пылегазовом облаке ($C_{вн}$)

$$C_{вн} = \frac{10^6 q_{вн} A}{V_o} \left(1 - \frac{\eta}{100} \right), \quad (5.12)$$

где $q_{вн}$ - удельное выделение вредных примесей при взрыве 1 т ВВ, кг/т;

$$q_{вн} = q_{NO} + q_{CO} + q_n, \quad (5.13)$$

q_{NO} - окислы азота (2,5 кг/т); q_{CO} - окись углерода (см. в табл.5.3); q_n - пыль (см. в табл.5.4); η - коэффициент эффективности средств пылеподавления, % (при гидрозабойке: по пыли $\eta = 60\%$, по газам $\eta = 85\%$).

Таблица 5.3

Удельное выделение q_{CO} , кг/т

Удельный расход ВВ, кг/м ³	Тип ВВ			
	Граммонит 79/21	Граммонит 30/70	Игданит	Прочие ВВ
0,2	40	32	5	24
0,25	30	29	4	21
0,3	22	27	4	18
0,4	12	23	2	14
0,5	6	20	2	10
0,6	3	17	1	8
0,7	2	14	1	6
0,8	1	12	1	5
0,9	1	10	1	3
1,0	1	9	1	3

Таблица 5.4

Значения q_n , кг/т

Удельный расход ВВ, кг/м ³	Тип ВВ			
	Граммонит	Игданит	Граммонол	Гранулит
0,2	61	87	54	57
0,3	57	65	47	51
0,4	60	72	46	52
0,5	67	84	48	56
0,6	79	102	52	63
0,7	94	128	59	73
0,8	116	164	68	86
0,9	144	214	79	103
1,0	182	282	93	125

Определяется граница рассеивания пылегазового облака до уровня ПДК

$$L = \frac{1,21 \exp(-0,0018 H_k) \left[-\ln \frac{C_{ПДК}}{C_0} (292,5V^2 + 497,5V - 500) \right]}{V^{1,59}}, \quad (5.14)$$

где H_k - глубина ведения взрывных работ, м; $C_{ПДК}$ - предельно-допустимая концентрация вредной примеси в атмосфере, мг/м³;

C_0 - начальная концентрация примеси в пылегазовом облаке, мг/м³;

V - скорость ветра у поверхности земли, м/с.

Контрольные вопросы

1. Какова структура выбросов вредных веществ при ведении взрывных работ?
2. От каких факторов зависит высота подъема пылегазового облака при взрыве?
3. Назовите средства пылеподавления при ведении взрывных работ.

Таблица 5.5

Исходные данные для расчета выбросов при взрывных работах

Варианты	H_y , м	γ_n , кг/м ³	d , м	$l_{скв}$, м	$l_{ВВ}$, м	W , м	a , м	b , м	$N_{скв}$	$q_{ВВ}$, кг/м ³
1	10	2600	0,22	12	7	7	5	4	100	0,2
2	10	2600	0,22	12	7	7	5	4	100	0,2
3	10	2600	0,22	12	7	7	5	4	100	0,2
4	10	2600	0,22	12	7	7	5	4	100	0,2
5	10	2600	0,22	12	7	7	5	4	100	0,3
6	10	2600	0,22	12	7	7	5	4	100	0,3
7	10	2700	0,22	12	7	7	5	4	100	0,3
8	15	2700	0,22	17	7	8	6	5	120	0,3
9	15	2700	0,22	17	7	8	6	5	120	0,4
10	15	2700	0,24	17	9	8	6	5	120	0,4
11	15	2700	0,24	17	9	8	6	5	120	0,4
12	15	2700	0,24	17	9	8	6	5	120	0,5
13	15	2700	0,24	17	9	8	6	5	140	0,5

14	15	2700	0,24	17	9	8	6	5	140	0,5
15	15	2700	0,24	17	9	8	6	5	140	0,5
16	15	2800	0,3	17	7	8	6	5	140	0,6
17	15	2800	0,3	17	7	8	7	6	140	0,6
18	20	2800	0,3	22	7	10	7	6	140	0,6
19	20	2800	0,3	22	7	10	7	6	140	0,7
20	20	2800	0,3	22	7	10	7	6	160	0,7
21	20	2800	0,3	22	7	10	7	6	160	0,7
22	20	2800	0,32	22	10	10	7	6	160	0,8
23	20	2800	0,32	22	10	10	8	7	160	0,8
24	20	2800	0,32	22	10	10	8	7	160	0,8
25	20	2800	0,32	22	10	10	8	7	160	0,9
26	20	2800	0,32	22	10	10	8	7	160	0,9
27	20	2800	0,32	22	10	10	8	7	160	0,9
28	20	2800	0,32	22	10	10	8	7	160	0,9

Принять $t_o=30$ с; $H_k=100$ м; плотность заряжения ($\gamma_{вв}$) – 1000 кг/м³; количество рядов скважин $n_p=3$; граммонит 79/21.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Томаков П.И. Экология и охрана природы при открытых горных работах / П.И. Томаков, В.С. Коваленко, А.М. Михайлов, А.Т. Калашников. - М.: МГУ, 1994. - 250 с.
2. Мирзаев Г.Г. Экология горного производства / Г.Г. Мирзаев, Б.А. Иванов, В.М. Щербаков, Н.М. Проскуряков. - М.: Недра, 1991. - 320 с.
3. Певзнер М.Е. Экология горного производства /М.Е. Певзнер, В.П. Костовецкий/ - М.: Недра, 1990. - 233 с.

Дополнительная:

4. Одум Ю. Экология. - М.: Мир, 1986. - 260 с.
5. Иванов Б.А. Инженерная экология. - Л.: ЛГУ, 1989. - 186 с.
6. Берсеневиц П.В. Аэрология карьеров /П.В. Берсеневиц, В.А. Михайлов, С.С.Филатов.- М.: Недра, 1990. - 275 с.
7. Горлов В.Д. Решение практических задач по экологии горного производства /В.Д. Горлов, Н.А. Петров, Ю.В. Горлов. - Новочеркасск, 1996. - 267 с.

Составитель
Анатолий Иванович Корякин
Владимир Евгеньевич Баженов

ЭКОЛОГИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Программа, методические указания и контрольные задания для студентов заочной полной и сокращенной форм обучения специальности 090500 - «Открытые горные работы»

Редактор З.М. Савина

ЛР N 020313 от 23.12.96
Подписано в печать 20. 04. 01.
Бумага офсетная.
Уч.- изд. л. 1,20.
Заказ

Формат 60x84/16.
Отпечатано на ризографе.
Тираж 125 экз.

Кузбасский государственный технический университет.
650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28.
Типография Кузбасского государственного технического университета.
650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.