

УДК 504.55.054:662 (470.6)

Б.Т. Исмаилов

ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДОЛОМИТОВ

Дано решение задачи минимизации опасности горных работ посредством управления природно-техническими системами при открытой разработке месторождений твердых полезных ископаемых в условиях горного ландшафта. Предложена классификация нарушений экосистем естественной среды по характеру их воздействия на среду. Произведено ранжирование почв по показателю загрязнения. Предложена модель загрязнения окружающей среды газопылевыми продуктами с учетом мероприятий по охране участка земной поверхности от критического загрязнения за счет рационального назначения параметров разработки месторождения.

Ключевые слова: природно-техническая система, разработка месторождений, твердые полезные ископаемые, горный ландшафт, классификация, экосистемы, ранжирование почв, модель, параметры разработки.

При открытой разработке месторождений полезных ископаемых избежать негативного воздействия горнодобывающих предприятий на окружающую среду невозможно, поэтому на всех стадиях их существования решается задача минимизации опасности горных работ.

Горно-геологическая природная среда и ее изменение при освоении месторождений, влияние абиотических факторов на живое вещество, создание экологически безопасных технологий, управление природно-техническими системами при разработке месторождений, оценка геоэкологической безопасности технологий добычи твердых полезных ископаемых являются предметом пристального внимания.

Эти проблемы еще более обостряются при добыче минерального сырья в стесненных ущельях и водными артериями горных ландшафтах. Несмотря на проводимые научно-

исследовательские работы в области загрязнения экосистем окружающей среды, рекомендаций по минимизации пылевых выбросов пока еще недостаточно.

Обоснование технологических параметров процессов отбойки минимизирующих выбросы пыли в атмосферу с минимизацией ущерба экосистемам окружающей среды при открытой добыче доломитов осуществляется на основе моделей, учитывающих свойства доломитов и конструктивные элементы технологии разработки [1].

Нами экспериментально установлено:

- влияние пылевой фракции на растения зависит от качественной и количественной компонент загрязнителя, так доломитовая пыль обладает более выраженными токсичными свойствами, чем суглинков и песок;

- минимизация пылевого загрязнения окружающей среды достигается уменьшением величины заряда до 2.0

Таблица 1

Типизация элементов влияния горных работ на окружающую среду

Тип	Сущность
Геоморфологические	Преобразование земной поверхности
Гидрогеологические	Подтопление и осушение участков земной поверхности, загрязнение поверхностных и подземных вод
Геохимические	Рассеяние химических элементов, веществ и соединений, нарушение водно-солевого и химического баланса
Геотермические	Изменение структуры и режима водно-теплового баланса на участках земной поверхности
Инженерно-геологические	Развитие сдвижений земной поверхности, оползневых явлений, карстов, просадок, селей
Минералогические	Истощение земных недр, невозполняемое технологическими средствами

кг/м³, увеличением скорости детонации ВВ до 3900 м/с и увеличением высоты уступа до 30-40 м;

- управление природно-технической системой «нагорный карьер-окружающая среда» осуществляется совокупным учетом закономерностей, описываемых предложенной моделью.

Отличительной особенностью эксплуатации нагорных месторождений является расположение карьеров выше дробильно-сортировочных и обогащительных фабрики, перегрузочных складов и остальной инфраструктуры в условиях стесненного ушельями реками рельефа. Это определяет расход взрывчатых веществ (ВВ) на отбойку и перемещение горной массы, повышенную концентрацию образующейся пыли в прикарьерной атмосфере, а также ускоренную миграцию пыли в природную среду.

При разработке нагорных месторождений принято транспортирование полезного ископаемого до основания карьера минными зарядами ВВ с расположением его равномерным слоем для погрузки. Это еще более способствует пылевому загрязнению по сравнению с равнинными карьерами.

Расположение карьеров нерудного сырья вблизи селитебных территорий и дорог, например, Боснийского карьера по соседству с Военно-

Грузинской дорогой определяет необходимость минимизации объемов образующихся пылевых масс.

Повышенная опасность процессов открытой разработки месторождений для окружающей среды определяется синергетическим характером проявления процессов, при котором развитие отдельных процессов порождает другие процессы, создающие суммарный эффект больший, чем сумма эффектов слагающих процессов. Элементы техногенного влияния горных работ на экосистемы окружающей среды типизированы в табл. 1.

Аспекты нарушений экосистем естественной среды открытой разработкой месторождений классифицированы нами по их характеру их воздействия на среду (табл. 2).

Установлено, что при скорости ветра до 2 м/с ореол загрязнения пылью достигает 3000 м от карьера. При скорости ветра 2 м/с время рассеивания пылегазового облака составляет около 4 ч. Фоновый уровень концентрации достигается на расстоянии 3,0-3,5 км через 3,5 часа. При большей скорости ветра ореол увеличивается в направлении ветра. Интенсивность пылевой миграции увеличивается летом при минимуме осадков.

Таблица 2

Классификация нарушений окружающей среды

Типы нарушений	Причины, вызывающие нарушения природной среды	Характерные признаки нарушений
Геомеханические	Строительство карьеров, навешенные технологическими процессами сейсмические явления, деформация поверхности в результате ее подработки, хранение отходов, воздействие мощного карьерного оборудования	Изменение рельефа местности, структуры породного массива, грунтов и почвы.
Гидрологические	Дренажное водоснабжение с деформацией поверхности. Изменение природных схем водотоков. Загрязнение внутренних и внешних вод. Откачка подземных вод в процессе осушения месторождений.	Изменение уровня подземных вод и параметров гидрографической сети. Ухудшение качества вод водоносных горизонтов. Изменение свойств грунтов и почв. Изменение режима подпитки рек. Деформация поверхности.
Химические	Миграция подвижных фракций химически активной пыли. Сбросы загрязненных технологических вод из выработок и отвалов. Растворение пыли в водах.	Изменение состава и свойств атмосферного воздуха, изменение кислотности и загрязнение вод, изменение кислотности и загрязнение почв.
Физико-механические	Эмиссия пыли из атмосферы вследствие технологических процессов и испарения растворенной в водах пыли.	Изменение состава и свойств атмосферного воздуха, вод и почвы.
Термические	Загрязнение воздуха пылевыми компонентами с нарушением режима приема и отдачи лучевой тепловой энергии Космоса.	Изменение состава и свойств атмосферного воздуха, нарушение биохимических процессов в экосистемах и микроклимата на участках Земли.

Особенностью окрестностей Боснийского месторождения является крутизна склонов. Средняя линия ската – 52°. Водные потоки по крутым склонам стекают ко дну ущелья, поглощаются рыхлым обломочным материалом и по тальвегу направляются в р. Терек. В результате природных процессов технологически образованные пылевые продукты сносятся в реку и изменяют химическую характеристику вод.

Для оценки масштабов воздействия стоков карьера на окружающую среду использованы результаты исследований вод р. Терек (рис. 1).

Определением 14 ингредиентов горно-технологического происхожде-

ния установлено, что в результате природного выщелачивания пылевых частиц в окрестной гидросфере увеличивается концентрация элементов, угнетающих окружающую среду.

Для исследования влияния токсичной пыли на биосферу выбраны три участка в окрестностях Боснийского карьера. Базовый участок расположен в условно безопасной зоне, загрязнение в которой равно фоновому, а два других - на разном расстоянии от карьера. На каждом участке отобрано по 30 образцов кукурузы и яблони в одно и то же время. Содержание минералов в растениях изучали методом атомно-абсорбционного анализа (табл. 3).

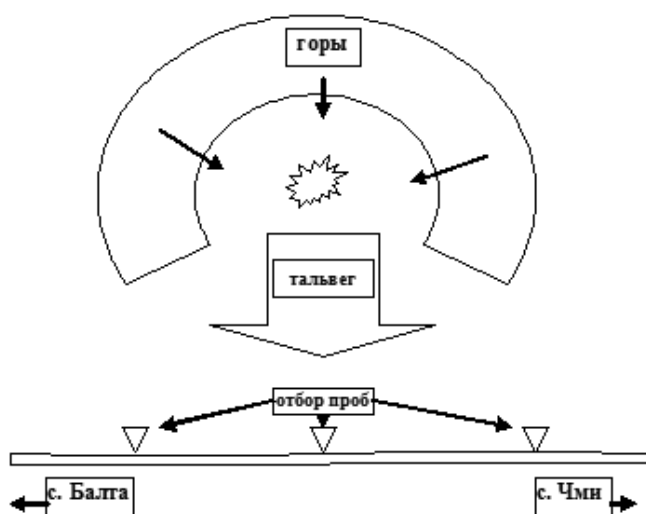


Рис. 1. Схема загрязнения вод и места отбора проб

По результатам натурных исследований произведено ранжирование почв по показателю загрязнения (рис. 2).

Первая зона чрезвычайно опасного загрязнения распространяется в радиусе до 10 км от карьера. В почвах этой зоны на долю элементов первого класса опасности приходится 80 %.

Вторая зона умеренного уровня загрязнения располагается на расстоянии от 10 до 20 км. На долю элементов первого класса опасности приходится до 10 %.

Третья зона - зона фоновой уровня загрязнения расположена на рас-

стоянии более 20 км.

Показатель загрязненности почв пылевидными продуктами добычи доломитов варьирует в интервале 0,5-2,2 и 0,8-4,8, что приближает состояние почвенного покрова к черте необратимых процессов. При 20% загрязнении почвы токсичными химическими агентами урожайность почв не превышает 12%, а при загрязнении 40 % и более урожайность составляет всего 3-5% от базового показателя.

Для исследования зависимости количества пыли от параметров взрыва на стенде имитировали уступы карьера размерами 30·30·30 м; 40·40·40 м и 50·50·50 м.

Моделированием на изотропной пространственной модели определено, что с увеличением высоты уступа в модели от 30 до 50 см расход ВВ увеличивается не одинаково. Расходы на взброс и отброс отбитого доломита возрастают монотонно, а расход на выброс увеличивается медленнее, что объясняется полезным использованием сил гравитации.

При увеличении высоты уступа расход ВВ на отбойку и взрывное перемещение ее возрастает в арифме-

Таблица 3

Содержание минералов в растениях, мг/кг сухого вещества

Растения и участки	Металлы		
	Диоксид кремния	Оксид железа	Оксид алюминия
Кукуруза			
Прилегающий	80 ± 2,5	280 ± 0,4	30 ± 1,2
Удаленный	30 ± 1,0	120 ± 0,2	15 ± 0,1
Базовый	15 ± 0,7	20 ± 0,3	10 ± 0,8
Яблоня			
Прилегающий	170 ± 3,0	410 ± 0,3	39 ± 0,1
Удаленный	20 ± 1,0	190 ± 0,8	19 ± 0,1
Базовый	11, ± 0,2	70 ± 1,1	9 ± 0,2

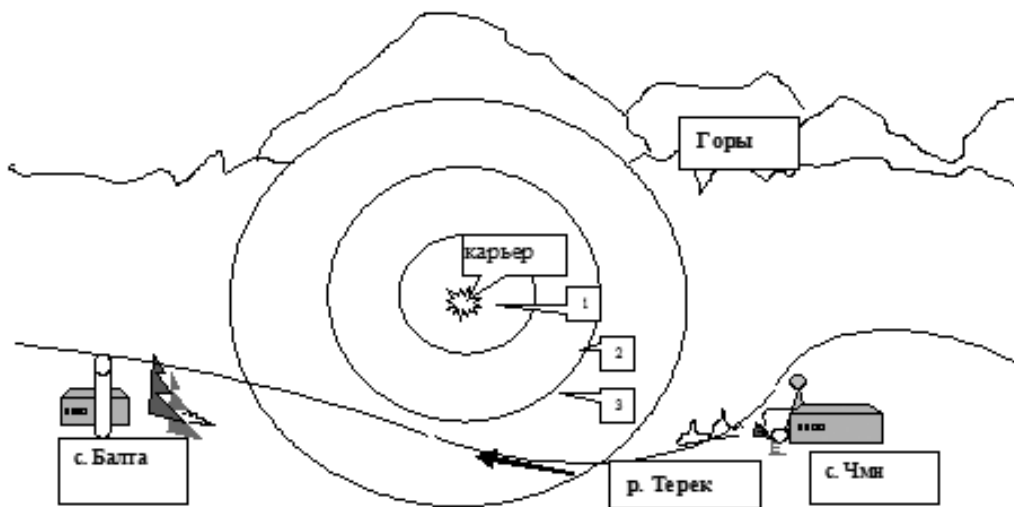


Рис. 2. Ранжирование почв в районе карьера по показателю загрязнения

тической прогрессии, а объем отбойки увеличивается в степенной зависимости (рис. 3). Поэтому удельный расход ВВ с увеличением высоты уступа уменьшается.

Поскольку количество газов и пыли при взрывании 1 единицы ВВ постоянно, увеличение параметров отбиваемого участка при меньшем рас-

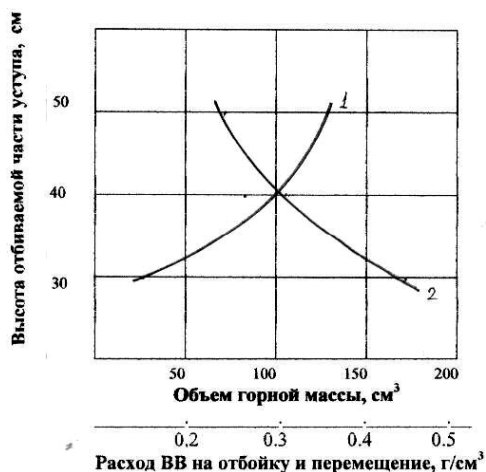


Рис. 3. Зависимость объема горной массы (1) и расхода ВВ (2) от высоты уступа

ходе ВВ уменьшает загрязнение окружающей среды [2].

Объем образующихся при взрывных работах газов и пыли:

$$Q = Q_n + Q_z = Q_{тр} + Q_{удар} + Q_{над} + Q_z = Q_o \cdot q_{тр} + Q_{удар} + \frac{Q_o}{Q_c} \cdot q_c + \frac{Q_o}{Q_y} \cdot q_y + Q_o q_{вв} q_z k_{изв}, \text{ м}^3$$

где Q_n - объем пыли, м^3 ; Q_z - объем газов, м^3 ; $Q_{тр}$ - выход пыли из трещин, м^3 ; Q_o - объем отбойки доломита, м^3 ; $q_{тр}$ - удельный выход пыли, $\text{т}/\text{м}^3$; Q_y - объем упавших кусков, м^3 ; q_y - количество пыли, образующейся между кусками при падении, м^3 ; $q_{вв}$ - удельный расход ВВ для отбойки и перемещения доломита, $\text{кг}/\text{м}^3$; q_z - удельный объем газов, $\text{м}^3/\text{кг}$; $k_{изв}$ - коэффициент использования энергии взрыва

Нами предложена модель загрязнения окружающей среды газопыле-

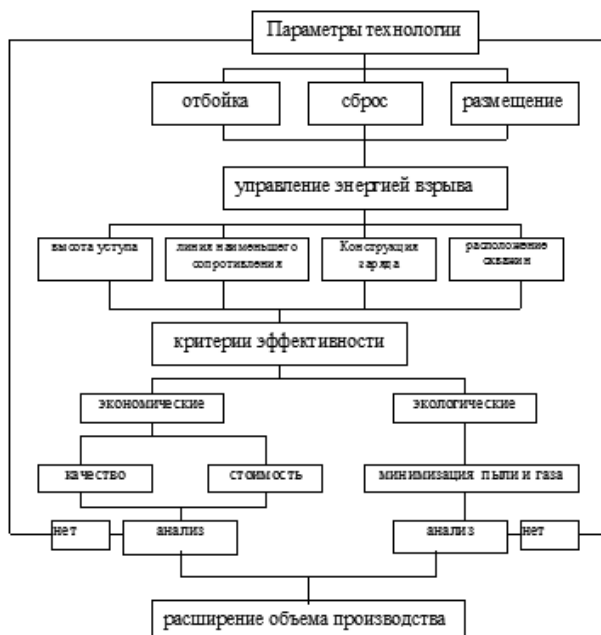


Рис. 4. Схема минимизации загрязнения экосистем

выми продуктами с учетом мероприятий по снижению загрязнения:

$$Q = Q_n k_3 + Q_z k_6 = (Q_{тр} + Q_{удар} + Q_{пад}) k_3 + Q_z \cdot k_6 = (Q_o \cdot q_{тр} + Q_{удар} + \frac{Q_o}{Q_c} \cdot q_c + \frac{Q_o}{Q_y} \cdot q_y) k_3 + Q_o q_{об} q_2 k_{изв} k_6, \text{ м}^3$$

где Q_n - объем пыли, м^3 ; Q_z - объем газов, м^3 ; $Q_{тр}$ - выход пыли из трещин, м^3 ; $Q_{удар}$ - количество пыли от соударения кусков, м^3 ; $Q_{пад}$ - количество пыли от падающих кусков, м^3 ; Q_y - объем упавших кусков, м^3 ; q_y - количество пыли, образующейся между кусками при падении, м^3 ; Q_o - объем отбойки доломита, м^3 ; $q_{тр}$ - удельный выход пыли, $\text{т}/\text{м}^3$; K_3 - коэффициент

заполнения трещин породной мелочью; $\sum S_{тр}$ - суммарная площадь трещин на 1 м^2 площади массива; γ - объемная масса доломита, $\text{т}/\text{см}^3$; $q_{об}$ - удельный расход ВВ для отбойки и перемещения доломита, $\text{кг}/\text{м}^3$; q_c - удельный расход газов при взрывании ВВ, $\text{м}^3/\text{кг}$; $k_{изв}$ - коэффициент использования энергии взрыва; k_6 - коэффициент корректировки влажности ВВ; k_3 - коэффициент корректировки плотности ВВ.

Система мер оценки состояния, защиты, восстановления и управления природно-технической системой «карьер-окружающая среда» при разработке нерудных месторождений твердых полезных ископаемых, в том числе охраны прикарьерного участка земной поверхности от критического газопылевого включает минимизацию объемов образующейся пыли за счет рационального назначения параметров разработки месторождения [3].

Увеличение высоты уступа, кроме снижения величины запыления, обеспечивает концентрацию погрузочных работ в основании карьера, что резко (до 2/3 от базового значения) снижает транспортные расходы. При годовом объеме добычи 700 тыс. т и экономия составляет 700 000 · 6,71 · 2/3 = 3 130 000 руб. в ценах 1990 г.

Минимизация загрязнения экосистем газопылевыми продуктами добычи минералов достигается созданием условий для регулируемого измельчения минералов взрывом путем рационализации технологических опера-

ций, слагающих буровзрывной комплекс (рис.4).

Увеличение высоты уступа при одновременном уменьшении размеров берм до 30 или 40 м позволяет уменьшать расход ВВ за счет направленного взрывания. Максимальный эффект достигается при снижении размера бермы до 30 м при высоте уступа 50 м.

Экономический эффект модернизации технологии разработки Бос-

нийского месторождения наклонными прирезками со взрывным транспортом полезного ископаемого и образованием равномерного развала в основании уступа повышенной высоты значительно повышается при оценке эффективности уменьшения выбросов в окружающую среду пыле-газовых отходов добычи доломитов и связанную с этим опасность экосистемам окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Исмаилов Б.Т.* Охрана экосистем окружающей среды оптимизацией параметров открытой разработки минералов. М.: МГГУ. ГИАБ.2006.

2. *Исмаилов Т.Т.* Исследование влияния глубины разработки (горного давления) на изменение физико-технических характеристик пород и массивов с целью определения

рационального расхода ВВ. М., 1983, ЦНИЭИУголь, рег.№2586.

3. *Комашенко В.И., Боровков Ю.А., Еналдиев А.Ф., Исмаилов Т.Т., Исмаилов Б.Т.* Обоснование эколого-экономической оценки негативных последствий при закрытии горных предприятий. // II Международная научная конференция, Белгород, 2006, Издательство БГУ, с.339. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Исмаилов Бунёд Тахирович – аспирант, Московский государственный горный университет, Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, «ТЯЖМАШСЕРВИС» Г. КРАСНОЯРСК			
СЕРГЕЕВ Валерий Юрьевич	Обоснование и разработка технологии фирменного сервисного обслуживания карьерных экскаваторов	05.05.06	к.т.н.