© Т.Т. Исмаилов, В.И. Комащенко, К. Дребенштедт, Д.Г. Козлов, 2008

УДК 622.271

Т.Т. Исмаилов, В.И. Комащенко, К. Дребенштедт, Д.Г. Козлов

КОНЦЕПЦИЯ ОХРАНЫ ПОЧВ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Российская Федерация занимает первое место в мире по разведанным запасам железных руд, располагая 170 месторождениями с запасами до 60 млрд т с содержанием железа от 16 до 40 %.

Почти 2/3 балансовых запасов России находятся в пределах крупнейшего железорудного бассейна мира – Курской магнитной аномалии (КМА). Залежи КМА оцениваются в 200 млрд т, что составляет половину железорудных запасов Земли.

Основная особенность региона – близкое соседство мощного горнорудного производства с не менее развитым сельскохозяйственным производством в рамках единой системы. Показатели взаимодействия горного и сельскохозяйственного производств характеризуются таблицей.

Деятельность карьеров оказывает воздействие на прилегающие районы в радиусе до 30-50 км и более. Наиболее интенсивным источником загрязнения атмосферы является взрыв-ная отбойка. При взрывах образуется пылевое облако объемом до 20 млн $м^3$. Высота подъема выбросов достигает 1500-1600 м. Из облака в радиусе до 20 км рассеивается до 500 т мелкодисперсной пыли, содержащей до 98 % мобильных частиц.

В регионе сформировалась зона аномального запыления почв. В центральной части этой зоны в год выпадает более 4 т/га пыли. Содержание тяжелых металлов в некоторых местах превышает природный фон в 100 раз.

В выбросах промышленных предприятий регистрируется более 55 химических элементов, из которых 9 ингредиентов относятся к 1 и 2 классам опасности. Зона максимального воздействия в радиусе 15-20 км от горнодобывающего комплекса характеризуется высоким уровнем техногенной нагрузки на поверхность земли (500-1000 кг/га в год), повышенной реакцией почвенной среды (pH – 7,5-8,5) и тенденцией к накоплению в чернозёме химических элементов.

При скорости ветра 5-6 м/с ореол разноса увеличивается в направлении ветра и уменьшается в подветренную сторону с коэффициентом в пределах 1,5-2,0. При скорости ветра 2 м/с время рассеивания пылевого облака уменьшается на 1 час и составляет около 4 ч. Фоновый уровень концентрации по пыли, оксиду углерода и оксидам азота на расстоянии 10 км наступает через 5 час.

Интенсивность загрязнения окружающей среды пылевыми продуктами горного производства возрастает в прямой зависимости от доли мелких фракций и в об-

ратной зависимости от расстояния переноса с корректировкой на скорость ветра.

Показатели взаимодействия горного и сельскохозяйственного производств

Области	Площадь, тыс. км²	Население, млн.	Плотность, чел./км²	Минералы	Сельскохозяйственные направления	Отходы, тыс.т/год	Выбросы, тыс.т/год
Белгородская	27,1	1,48	55	железо, бокситы, строй. сырье	зерно, свекла животноводство, птицеводство, пчеловодство.	52	80
Орловская	52,4	2,49	47	строй. сырье	зерно, свекла, подсолнечник, табак, конопля, эфироносы	300	440
Курская	29,8	1,34	45	железо, строй. сырье	зерно, кормовые, конопля, животноводство, птицеводство	40	250

Темпы природного выщелачивания металлов из пылевых частиц водой находятся в прямой зависимости от ее кислотности и обратной зависимости от размеров частиц. Количество металлов, попадающих в почву в результате природного выщелачивания пылевых частиц (М):

$$M = \frac{Q k_в \gamma\ k_у k_э (c_н - c_к) k_к \omega}{k_г k_о} k_в k_{ао} t, \text{ т}$$

где Q - производственная мощность карьера, м^3; $k_в$ - коэффициент выхода руды с 1 м^3 добытой горной массы; γ - объемный вес руды, т/м^3; $k_у$ - коэффициент влияния высоты уступа; $k_з$ - коэффициент использования энергии взрывного превращения; $c_н$, $c_к$ - начальная и конечная концентрация металлов в руде, %; $k_к$ - коэффициент кислотности воды; $k_о$ - коэффициент основности воды; ω - извлечение металлов из руды, доли ед.; $k_в$ - коэффициент скорости ветровых потоков; $k_{ао}$ - коэффициент интенсивности атмосферных осадков; t - время.

Минералы подвергаются фотохимическому разрушению, образованию комплексов, микробиологическому выщелачиванию, в результате чего металлы из минералов переходят в водные объекты и в истинно растворенной форме входят в состав донных отложений и гетерогенных систем.

В радиусе до 10 км от карьера расположена зона чрезвычайно опасного загрязнения. В ее почвах на долю элементов первого класса опасности приходится 70 %. Вторая зона – опасного загрязнения распространяется на расстоянии от 10 до 20 км от карьера. В ее почвах на долю элементов первого класса опасности приходится не более 20 %. Третья зона - зона умеренно - опасного загрязнения расположена на расстоянии более 20 километров.

Металлы в составе мобильной пыли осуществляют комбинированное загряз-

нение растений, слагающееся из оседания аэрозолей и пыли на поверхность листьев и корневого усвоения металлов, накопившихся в почве в результате поступления из атмосферы.

При 20 % разубоживании почв токсичными веществами их урожайность не превышает 12 % от базового значения, а при 40 % и более разубоживании урожайность составляет всего 3-5 % от базового значения.

Ранги антропогенного воздействия на биоту становятся инструментом коррекции почвенного гомеостаза:

- малое воздействие - отклонение характеристик от фона менее 20 %;
- среднее воздействие - отклонение характеристик от фона от 20 до70 %;
- сильное воздействие - отклонение характеристик от фона более чем на 70 %.

В ходе наложения геохимических барьеров в регионе формируются локальные техногенные аномалии, способные перерасти в региональные и глобальные. В бассейнах рек Дона и Днепра гидравлическая связь с водами третичных, четвертичных отложений и поверхностными при нарушении режима поверхностных вод обеспечивает проникновение токсикантов в водоносные горизонты.

Механизм накопления, усвоения и трансформации металлов в пределах системы «предприятие – среда - биота» описывается предложенной нами моделью:

$$M_{б} = M_{б.баз}(1 - \frac{Q_{т} k_{ф} k_{вс} k_{у} k_{к}}{k_{гп}}), вес.ед.,$$

где $M_б$ – масса живого вещества на загрязненной территории, вес.ед.; $M_{б.баз}$ - масса живого вещества до техногенного вмешательства, вес. ед.; $Q_т$ - количество природно выщелоченных из пыли токсикантов, вес.ед.; $k_ф$ - коэффициент фильтрации почвы; $k_{вс}$ - коэффициент перевода токсикантов в водную среду; $k_у$ - коэффициент усвоения токсикантов растением; $k_к$ - коллективного суммирования влияния токсикантов; $k_{гп}$ - коэффициент глубины проникновения.

До начала техногенного воздействия экосистема в равновесном состоянии характеризуется величиной $a_б$, а экосистема, измененная этим воздействием, - величиной $a_и$,. Степень техногенной деградации экосистемы определяется коэффициентом техногенного изменения экосистемы $k_{ти}$:

$$к_{ти} = \frac{a_б - a_и}{a_б},$$

где $a_б$ – базовое состояние экосистемы до техногенного воздействия; $a_и$ – измененное техногенным воздействием состояние экосистемы;

При оценке веществ одинаково направленного биологического действия отрицательные эффекты суммируют, хотя эффект от совместного действия на биосистемы превышает полученный простой суммацией. Коэффициент техногенного изменения экосистемы корректируется на величину синэнергетических процессов, протекающих в случае суммирования отдельных отрицательных эффектов:

$$\overset{к}{к}_{ти} = к_{ти} \cdot к_{с},$$

где $к_с$ – коэффициент синэнергетики:

$$к_{с} = \frac{\sum_{2}^{n} э \cdot к_{к}}{Э_1 + Э_2 + \cdots + Э},$$

где э – эффект действия единичного загрязнителя; $к_н$ – коэффициент коллективизации загрязнителей.

Концепция охраны окружающей среды от пылевого загрязнения состоит в минимизации техногенного влияния на биоту путем модернизации технологии по критерию природоохранности.

Модель поражения окружающей среды продуктами природного выще-

лачивания минеральной пыли после ее выноса за пределы месторождения:

$$У = \sum_{1}^{M}\sum_{1}^{T}\sum_{1}^{P}\sum_{1}^{C}\left[(Q_a + Q_m)\cdot(a_Ц - a_К)\right]\times$$

$$\times K_с K_у K_т K_б K_г,$$

где $У$ - ущерб при поражении окружающей среды металлами, ден.ед..; M - количество металлов в минералах, вес.ед.; P - количество минеральных компонентов; C - стоимость сельскохозяйственной продукции, ден. ед.; T – время процесса загрязнения; Q_a, Q_m - количество выщелачивающих реагентов атмосферного и технологического происхождения, вес. ед.; $a_и$, $a_к$ - исходная и конечная концентрация металлов в минералах, доли ед.; $K_с$ - коэффициент самоорганизации экосистемы; $K_у$ - коэффициент утечки растворов; $K_т$ - коэффициент дальности утечки растворов; $K_б$ - коэффициент влияния металлов на биосферу; $K_г$ – коэффициент риска.

При снижении удельного расхода ВВ на отбойку и увеличении выхода горной массы с 1 м скважины за счет расширения сетки скважин в условиях уменьшенных величин ЛНС и увеличенной высоты уступа выход кварцита однородных фракций возрастает, а пылеобразующих фракций уменьшается.

Стратегия природоохранности технологий основана на положениях:

- потеря природных ресурсов - следствие некорректности технологий;
- некорректность технологий компенсируется за счет стоимости продукта.

Величина предотвращенного ущерба ($У_{прд.}$) от деградации почв:

$$У_{прд.} = H_с \cdot S \cdot K_э \cdot K_п, \text{ тыс. руб/год,}$$

где $H_с$ - норматив стоимости земель, тыс.руб/га; S - площадь земель, сохраненная от деградации, га; $K_э$ - коэффициент экологической ситуации территории; $K_п$ – коэффициент для особо охраняемых территорий.

Изменение схемы отбойки руд увеличивает выход оптимальной по крупности руды, что снижает затраты на ее дальнейшую переработку и уменьшает первичные затраты на освоение новой технологии отбойки.

$$П_{нт} = A_{нт}(c_т - c_н) - к_{кн}, \text{ руб.,}$$

где $П_{нт}$ - прибыль при отбойке руд по новой технологии, руб.; $A_{нт}$ - объем отбойки руд по новой технологии, т; $c_т$, $c_н$ - удельная себестоимость отбойки руд по традиционной и новой технологиям, руб/т; $к_{кн}$ - удельные затраты на организацию новой технологии, руб/т.

При равенстве годовой прибыли от модернизации технологии отбойки и годовых затрат на восстановление утраченного потенциала почв горное предприятие не ощутит финансового неблагополучия, выполняя свои обязательства перед окружающей средой. ГИАБ

Коротко об авторах

Исмаилов Т.Т. – кандидат технических наук, Московский государственный горный университет
Комащенко В.И. – доктор технических наук, РГГРУ,
Дребенштедт К. – профессор, Фрайбергская горная академия.
Козлов Д.Г. – аспирант, РГГРУ.

Рецензент д-р г-м. наук, проф. *А.А. Верчеба.*