

УДК 622.44:502.3

В.И. Комащенко, И.В. Ерохин

КОНЦЕПЦИЯ МИНИМИЗАЦИИ ОПАСНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ РЕГИОНОВ КМА

Рассмотрена концепция минимизации опасного загрязнения воздушной среды, а также разработаны мероприятия по защите окружающей среды. При этом установлено, что эффективная реализация природоохранных мер возможна на базе соответствующего развития экономики, науки, техники и всестороннего совершенствования знаний о гармоническом взаимодействии горняков с окружающей средой. Обоснованно, что для определения интегрального уровня загрязнения целесообразно применять численное моделирование распространения пыли в атмосфере. Входными параметрами для моделирования являются их объемы выбросов, характеристика (диаметр и плотность пылегазовых частиц) и природные условия (направление и скорость ветра, температура внешней среды, метеорологические условия).

Ключевые слова: разработка месторождений, полезные ископаемые, загрязнение среды, карьеры, вскрышные породы, загрязнение воздуха, экосистемы, атмосфера, вентиляция, запыленность, концепция, горное предприятие, выброс вредных ингредиентов, метеорологические условия, окружающая среда.

Большой вклад в загрязнение среды вносят карьеры открытой добычи полезных ископаемых КМА, при этом преобладающей является система открытой разработки месторождения с транспортировкой вскрышных пород на внешние отвалы.

Эффективность современного горного производства определяется не только экономическими показателями, но и эффективностью прогнозирования и оптимизации системно-экологических процессов охраны окружающей среды. В связи с этим возникает необходимость оптимизации природоохранных стратегий, направленных на минимизацию загрязнения окружающей среды в процессе добычи полезных ископаемых, поскольку природоохранной задачей региона, является охрана атмосферы и сельскохозяйственных угодий.

Железородные предприятия являются основным источником загрязне-

ния для Белгородского региона, поскольку добыча железной сопровождается возникновением целого комплекса природоохранных проблем. Существенным образом меняется ландшафт плодородных земель на значительных территориях и загрязнение их за счет выбросов в атмосферный воздух, причиной которых является, как сама технология горнодобывающих работ, так и пыление хвостохранилищ и отвалов горной массы. Особенно это происходит, когда на вскрышных и отвальных работах применяются мощные гусеничные и шагающие экскаваторы и роторные экскаваторы, а для транспортирования угля и вскрыши используются тяговые агрегаты ОПЗ-1 и ПЭ2М, думпкары грузоподъемностью 105, 145, 180 т и вагоны парка МПС, при годовом объеме вскрыши до 25 млн м³, что предопределяет повышенные требования к снижению экологической нагрузки на окружающую среду.

Таблица 1.

Профилактика загрязнения атмосферы

Источник	Мероприятия
Рудничный воздух	Очистка от вредных газообразных компонентов
Массовые взрывы	Применение специальных видов ВВ. Замена взрывной отбойки механическим разрушением
Автомобильный транспорт с двигателями внутреннего сгорания	Нейтрализация выхлопных газов. Замена автомобильного транспорта другими видами
Пыление отвалов и хвостохранилищ	Изменение технологии отсыпки отвалов Гидро- и пылеподавление поверхностей Применение покрытий из вяжущих веществ. Рекультивация отвалов и хвостохранилищ.

При этом загрязнение воздуха и воды оказывает влияние на климат, состояние земель, флоры и фауны. Обширность территорий горных разработок способствует созданию техногенных ландшафтов, экосистемы которые весьма уязвимы, легко дестабилизируются и обладают слабой возобновляющейся способностью. Таким образом, запылённость окрестностей горных предприятий во многом зависит также и от погодных условий [1].

Так массовый взрыв в карьере рассеивает в радиусе 3—4 км до 800 т пыли и до 700 м³ газов. Только в 1 год на карьерах КМА расходуют более 40 тыс. т взрывчатых веществ. При взрывах с удельным расходом ВВ 0,37-1,03 кг/м³ удельное пылеобразование составляет от 0,027 до 0,17 кг пыли на 1 м³ горной массы. Концентрация пыли в пылегазовом облаке через 60 с после взрыва достигает 510-4250 мг/м³.

Выбросы пыли при взрывах дополняются пылением отвалов. Вокруг Лебединского Горно-обогатительного комбината на удалении 150 и 300 м ежегодно оседает пыли соответственно 607 и 469 кг/га.

В процессе хозяйственной деятельности горное предприятие воздействует на воздушную среду путем выброса вредных ингредиентов, которые переносятся воздушными пото-

ками по территории в соответствии с законами диффузии и адвекции.

В процессе хозяйственной деятельности горное предприятие воздействует на воздушную среду путем выброса вредных ингредиентов, которые переносятся воздушными потоками по территории региона в соответствии с законами диффузии и адвекции. На объект управления воздействуют неконтролируемые возмущения - климатические и метеорологические условия [4]. Профилактика загрязнения атмосферы приведена в табл.1.

Нормирование качества окружающей природной среды с целью установления предельно допустимых норм воздействия, гарантирующих экологическую безопасность в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности, не всегда достигает цели. Санитарно-гигиеническое нормирование охватывает все пути поступления вредных веществ в организм, но не отражает совместного воздействия всего многообразия физических, химических и биологических факторов окружающей среды.

Наибольшая безопасность воздушной среды обеспечивается при комплексной оценке загрязнения воздушного бассейна и систем контроля и управления качеством среды [2].

В основе механизма воздействия природоохранного органа на хозяй-

Таблица 2

Результаты исследования параметров миграции мобильной пыли

Расстояние от центра, м	Запыленность, мг/м ³ в рабочее время	Коэффициент увеличения
500	20	2,5
1000	25	2,5
1500	15	1,5
2000	12	1,4
2500	8	1,4
3000	7	1,4
3500	5	1,2
4000	4	1,0

Таблица 3

Результаты исследования неорганизованных источников образования пыли

Источник пыления	Высота выброса пыли, м	Пылеобразующая способность, г/м ³	Интенсивность пыления, г/с
Погрузка	28	36,1	5,1
Бурение	61	27,0	2,4
Транспорт	11	12,6	5,4
Бульдозерование	6	5,0	0,1

ственные объекты с целью контроля и управления состоянием воздушной среды лежит возмещение экономического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, которая компенсирует воздействие выбросов и стимулирует их ограничение в пределах нормативов.

Эффективная охрана окружающей среды невозможна без адекватного информационного обеспечения, потому что процесс принятия управленческих решений сопряжен с анализом значительного объема разнородной информации и затруднен из-за недостаточной формализации. В связи с этим в большинстве случаев используют компьютерные системы, базирующиеся на концепциях баз данных, имитационного моделирования, экспертных и геоинформационных оценок [3].

Экспериментально установлена закономерность увеличения запыленно-

сти в интервале 500-1000 м за счет отклонения пылевидных частиц от центра рассеивания рабочей зоны при диффузии частиц в пылевом массиве, с дальнейшим уменьшением до фонового значения (табл. 2).

В окрестностях выделены зоны:

- критического загрязнения в радиусе 1500 м;
- опасного загрязнения в радиусе от 1500 до 3000 м;
- загрязнения в пределах ПДК в радиусе более 3000 м.

Фактическая приземная концентрация пыли не совпадает с расчетной в 2-3, а при неблагоприятных условиях - в 6 раз.

Для определения приземных концентраций выполнено моделирование параметров приземной концентрации пыли на участке разреза при обычных условиях (табл. 3).

Источники механического пылеобразования в пределах железорудного карьера характеризуются пылеобразующей способностью в пределах 5,0-36,1 г/м³ и интенсивностью пыления в пределах 0,1-5,1 г/с, что позволяет приравнивать их по степени опасности, с целью установления профилактических мероприятий.

Реализация концепции осуществляется дифференцированно для крупных горных объектов с учетом их индивидуальных особенностей, определяемых в ходе систематических исследований.

Объект управления представляет собой подсистему, состоящую из горнодобывающего производства и воздушной среды. Процесс принятия

решений реализуется с помощью автоматизированных систем. Среди задач, для которых алгоритмов нахождения рациональных решений нет, наиболее актуальна оптимизация планирования и финансирования мероприятий, направленных на снижение риска загрязнения среды. Поэтому определения интегрального уровня загрязнения целесообразно применять численное моделирование распространения пыли в атмосфере. Входными параметрами для моделирования являются их объемы выбросов, характеристика (диаметр и плотность пылегазовых частиц) и природные условия (направление и скорость ветра, температура внешней среды, метеорологические условия), то есть климатические и метеорологические условия.

Эффективность снижения пылевого загрязнения атмосферы достигается привлечением методов информационных технологий. С целью прогнозирования состояния карьерной атмосферы предложена модель интенсивности образования пылевых масс M , мг/с:

$$M = \left(\sum_1^n C - C_{\text{ф}} \right) L^2 g v k,$$

где C – суммарная концентрация пыли от всех источников пыления, мг/м³; n – количество единиц горного оборудования; $C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация в регионе расположения разреза, мг/м³; L – расстояние от разреза до прогнозируемого объекта, м; g – коэффициент, зависящий от влажности воздуха; v – скорость ветра в регионе разреза, м/с; k – коэффициент, зависящий от эффективности принудительного проветривания разреза.

При численном моделировании распространения пыли в атмосфере входными параметрами являются объемы выбросов, характеристика частиц и природные условия.

Для оценки уровня загрязнения атмосферы необходимы параметры:

- характеристика выбрасываемых ингредиентов и источников выбросов;
- характеристика технологий нейтрализации выбросов;
- электронная карта фоновых концентраций загрязняющих веществ;
- электронные карты экологической значимости территории с коэффициентами приоритетности [5].

Разработка модели исходит из того, что технология добычи железных руд представляет собой совокупность процессов, состоящую из блоков, вероятность оптимальной работы каждого из которых автономна, а отказ одного из них нарушает работу всей системы.

Таким образом, устанавливают закономерность увеличения вероятности хороших показателей атмосферы с увеличением продолжительности безотказной работы добычного и транспортного оборудования. Полученная функция определяет соотношение между воздействиями природоохранного органа и вероятными величинами выбросов [7].

Поэтому разработка функции загрязненности атмосферы осуществляется с помощью математического моделирования процесса добычи и распространения примесей в атмосфере. В окрестностях карьера выделяется N экологических зон, для каждой из которых дается экспертная оценка экологической значимости \mathcal{E} и фоновая концентрация $q_{\text{ф}}$ (мг/м³) по каждому пылевому загрязнителю.

Показатель уровня пылевого загрязнения карьера:

$$Z_{\text{cp}} = \frac{\sum_1^N Q_n \frac{\mathcal{E}_n}{\mathcal{E}_{\text{cp}}}}{N} \quad (1)$$



Этапы разработки методики управления риском опасного загрязнения атмосферы

Высокий уровень загрязнения контролируемой территории:

$$Z_{\max} = \max_n \frac{\sum_1^N Q_n \frac{\mathcal{E}_n}{\mathcal{E}_{cp}}}{N}, \quad (2)$$

где \mathcal{E}_n - экологическая значимость зоны; \mathcal{E}_{cp} - среднее значение экологической значимости зоны; Q_n - комплексный показатель уровня загрязнения зоны, определяемый как:

$$Q_n = \sum_1^m Q_{nm} = \sum_1^m \left(\frac{q_{cp}}{ПДК_m} \right), \quad (3)$$

где m - количество пыли, выбрасываемой в атмосферу; Q_{nm} - единичный индекс уровня пылевого загрязнения; q_{cp} - концентрация пыли в зоне, мг/м³; $ПДК_m$ - предельно допустимая концентрация пыли, мг/м³.

Концентрация загрязнителя q_{cp} определяется суммированием фонового загрязнения $q_{ф}$ и выбросов пыли при выполнении производственных процессов.

Методика оптимального управления состоянием окружающей среды включает этапы (рисунок).

Таким образом, моделирование позволяет устанавливать закономерность увеличения вероятности хороших показателей атмосферы с

увеличением продолжительности безотказной работы добычного и транспортного оборудования, а полученная функция определяет соотношение между воздействиями природоохранного органа и вероятными величинами выбросов. Позволяет производить прогнозирование интегрального уровня загрязнения атмосферы на открытых горных работах рационально осуществлять на основе математической модели, целевой функцией которой является минимум пылевых деления, а ограничивающими условиями - индивидуальные характеристики применяемого оборудования, свойства

пород и горно-геологические условия [6].

Выводы

1. Важнейшими направлениями в области снижения техногенное воздействие процессов добычи и переработки руд на природно-технические геосистемы окружающей среды, с целью рационального освоения минерального сырья будут:

- создание новейших технологий прогнозирования и оценки запыленности;

- разработка комплексных безотходных замкнутых систем разработки месторождений и процессов обогащения при получения конечных продуктов;

- создание принципиально новых технологий переработки минерального сырья.

2. Использование новейших технологий позволяющих коренным образом снизить интенсивность техногенной нагрузки горнодобывающих

предприятий на окружающую среду и улучшить геоэкологическое состояние горнорудных регионов.

3. Эффективное управление атмосферой горнодобывающих предприятий возможно при использовании комплексного подхода, предусматривающего проведение сводных расчетов загрязнения газопылевыми выбросами с использованием информационных технологий.

4. Создание технологий максимального извлечения металлов при переработке упорных и бедных руд, к числу которых относятся и техногенные месторождения, сложенные хвостами первичной переработки руд на обогатительных фабриках.

5. Использование новейших технологий позволит коренным образом снизить интенсивность техногенной нагрузки горнодобывающих предприятий на окружающую среду и улучшить геоэкологическое состояние этих регионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Komashchenko, W. I.* Влияние процессов добычи и переработки руд на экосистему окружающей природной среды. Rohstoffbasis Russland. Technische Universität Bergakademie Freiberg. 2009. С. 12-19.

2. *Комашенко В.И., Дребенштедт К.* Управление состоянием природоохранной геосистемы. Международная конференция. Экибастуз. 2008. С.227-231.

3. *Исмаилов Т.Т. Комашенко В.И.* Техногенное воздействие на природно-технические геосистемы. – М.: ГИАБ. 2009. №4. – С. 45-52.

4. *Комашенко В.И., Голик В.И., Дребенштедт К.* Влияние деятельности геологоразведочной и горнодобывающей промыш-

ленности на окружающую среду. Монография. – М.: КДУ. 2010. – С. 356.

5. *Исмаилов Т.Т. Голик В.И., Комашенко В.И.* Техногенное воздействие на природно - технические геосистемы. Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: ГИАБ. 2009. №4. – С.35-38.

6. *Комашенко В.И., Ерохин И.В.* Техногенное воздействие процессов добычи и переработки руд на природно-технические геосистемы окружающей среды. Труды V Международная научная конференция. «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах», г. Белгород, 2013 года. С. 73-78. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Комашенко В.И. – профессор, доктор технических наук,

Ерохин И.В. – аспирант,

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

e-mail: Info@bsu.edu.ru

UDC 622.44;502.3.

**THE CONCEPT OF MINIMIZING HAZARDOUS AIR POLLUTION AND MINING
ENGINEERING PROTECTION AGAINST THE HARMFUL EFFECTS**

Komashchenko V.I., Professor, doctor of technical sciences PhD
Yerokhin I.V., student,
Belgorod State national research University.

Dealt with the concept of minimization of hazardous air pollution, as well as activities designed to protect the environment. It found that effective implementation of conservation measures is possible on the basis of the development of economy, science, technology and overall improvement of knowledge about harmonic interaction of the miners with the environment.

Rightly, that to determine the cumulative pollution it is expedient to apply numerical simulation of distribution of dust in the atmosphere. Input parameters for the modelling of emission characteristics (diameter and density of the gas particles) and environmental conditions (wind direction and speed, ambient temperature, weather conditions).

It is established that the numerical simulation of distribution of dust in the atmosphere, emissions are input parameters, characteristics of particles and natural conditions.

Key words: Mining, minerals, environment, career, overburden, air pollution, ecosystems, climate, ventilation, dust, concept mining enterprise, the emission of harmful ingredients, meteorological conditions, environment.

REFERENCES

1. Komashchenko, W. I. Vliyanie protsessov dobychi i pererabotki rud na ekosistemu okruzhayushchei prirodnoi sredy. Rohstoffbasis Russland. Tech niche Universitet Bergakademie Freiberg. 2009. S. 12-19.
2. Komashchenko V.I., Drebenshtedt K. Upravlenie sostoyaniem prirodookhrannoi geosistemy. Mezh-dunarodnaya konferentsiya. Ekibastuz. 2008. S. 227-231.
3. Ismailov T.T. Komashchenko V.I. Tekhnogennoe vozdeistvie na prirodno-tekhnicheskie geosistemy. – M.: GIAB. 2009. №4. – S. 45-52.
4. Komashchenko V.I., Golik V.I., Drebenshtedt K. Vliyanie deyatelnosti geologo-razvedochnoi i gornodobyvayushchei promyshlennosti na okruzhayushchuyu sredyu. Monografiya. – M.: KDU. 2010. – S. 356.
5. Ismailov T.T. Golik V.I., Komashchenko V.I. Tekhnogennoe vozdeistvie na prirodno-tekhnicheskie geosistemy. Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'. – M.: GIAB. 2009. №4. – S. 35-38.
6. Komashchenko V.I., Erokhin I.V. Tekhnogennoe vozdeistvie protsessov dobychi i pererabotki rud na prirodno-tekhnicheskie geosistemy okruzhayushchei sredy. Trudy -V Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya. «Problemy prirodopolzovaniya i ekologicheskaya situatsiya v Evropeiskoi Rossii i sopredel'nykh stranakh», g. Belgorod, 2013 goda. S. 73-78.



Если книгу выпускаем – Редсовет ей вес придаст.