

УДК 622.8

**В.И. Папичев, А.Н. Прошляков**

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРАХ НА АТМОСФЕРУ**

*Проведены исследования по определению основных источников нагрузки на атмосферу в железорудных карьерах.*

*Ключевые слова:* железорудный карьер, атмосфера, потребленный ресурс, пыле-газовые выбросы.

**Семинар № 16**

**V.I. Panichev, A.N. Proshlyakov**  
**THE COMPARATIVE ASSESSMENT  
OF THE INFLUENCE OF THE  
TECHNOLOGICAL PROCESSES HELD  
IN THE ORE MINING PIT ON THE  
ATMOSPHERE**

*The studies on defining the main elements of the ore mining pits that pollute the atmosphere are carried out.*

*Key words:* ore mining pit, atmosphere, consumed resource, duct and gas emissions.

**С**уществующие методы не позволяют в полной мере оценить воздействие горного производства в целом или отдельных его объектов (технологий) на основные компоненты окружающей природной среды и в этой связи не дают возможности принимать надежных решений для обеспечения экологической безопасности.

Обычно оценка воздействия на атмосферу газов и пыли производится в отдельности, не учитывается потребление кислорода из атмосферы при работе двигателей внутреннего сгорания. Комплексный показатель, который позволил бы совокупно учитывать воздействие на атмосферу изменение её состава, не используется.

В частности, расчёты пылеобразования на Первомайском железорудном карьере, проведенные Криворожским институтом ВНИИБТГ, показали, что количество пыли, выделившееся в атмосферу при работе всего оборудования за период между двумя массовыми взрывами, в 3,5 раза меньше, чем выделяется за один взрыв массой ок. 500 т. Делается вывод о том, что массовые взрывы на рудных карьерах являются основным источником нагрузки на атмосферу [1].

Выполненные в ИПКОН РАН исследования показали, что в качестве комплексного показателя оценки воздействия горного производства на окружающую природную среду можно рассматривать совокупное изъятие части какого-либо ресурса из окружающей среды – непосредственное (земли под горный отвод, подземных вод в результате дренажа и др.) и опосредованное (при изменении качества этого ресурса в результате внесения в него инородных веществ) [2].

Количественным показателем техногенного воздействия на каждый природный ресурс являются относительные отклонения фактических значений количества ресурса от его исходных (естественных) значений, ко-

торые могут явиться результатом как непосредственного, так и опосредованного потребления ресурса.

Непосредственно потребленный ресурс – это величина, на которую изменились запасы ресурса, в результате использования их непосредственно на осуществление технологического процесса, где он полностью изменяет и утрачивает свои первичные свойства вследствие механических и физико-химических превращений.

Опосредованно потребленный ресурс – это величина, на которую изменились запасы ресурса вследствие поступления в среду вещества и энергии, вызванного воздействием производства при непосредственном ресурсопотреблении, приводящим к ухудшению его состояния, в результате чего он утрачивает свои свойства.

Общая формула нагрузки на тот или иной компонент природной среды в результате воздействия комплекса источников, входящих в производство имеет следующий вид:

$$H^\tau = \frac{\sum_{t=1}^{\tau} |V_t|}{\sum_{t=1}^{\tau} R_t} + \frac{\sum_{t=1}^{\tau} |G_t| \cdot \kappa_h}{\sum_{t=1}^{\tau} R_t}$$

где  $|V_t|$  – величина отклонения запасов ресурса в результате непосредственно потреблённого ресурса;  $R_t$  – запасы ресурса;  $t$  – временной интервал оценки;  $\tau$  - верхний временной предел оценки;  $G$ - величина части ресурса, изменившей свои свойства, или внесенного в ресурс иностранные вещества ;  $\kappa_h$  - коэффициент нагрузки.

Коэффициент нагрузки показывает степень опосредованного потребления ресурса в результате изменения его природных свойств при энергети-

ческом воздействии или внесении иностранных веществ.

Степень опосредованного потребления ресурса в результате внесения загрязняющих веществ зависит от токсичности отдельных ингредиентов, которая может быть оценена по нормативам ПДК. В результате внесения в природные ресурсы вредных веществ одинаковой массы, но различной токсичности, результат воздействия может различаться от десятков до миллионов раз.

При оценке воздействия важно учитывать также период времени, в течение которого загрязняющие вещества сохраняются в природной среде. Длительность существования веществ в различных средах находится в широких пределах. В частности, в атмосфере она меняется от многих тысяч лет до нескольких часов. Многие высокотоксичные вещества имеют незначительный срок существования, что снижает их опасность для окружающей среды.

Таким образом, необходимо учитывать различия между поступающими в среду веществами не только по токсичности, но и по сроку их существования. Учёт такого различия предлагается осуществлять с использованием коэффициента нагрузки, формула для расчёта которого имеет следующий вид:

$$K_h = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \cdot A_i \cdot T}{\sum_{i=1}^n M_i}$$

где  $M$  – масса веществ, поступивших с отходами в окружающую среду,  $t$ ;  $i$  – количество видов веществ, поступивших в окружающую среду;  $A$  – показатель относительной агрессивности веществ;  $T$  - поправка на время существования примесей в окружающей среде.

Таблица 1

Процессы	Нагрузка на атмосферу	
	Масса пылегазовых выбросов, т	% от суммы
Бурение	5,2	0,076
Взрывание	3682,4	54,165
Экскавация	921,0	13,547
Транспортировка	1700,0	25,005
Отвалообразование	490,0	7,207
Всего	6798,6	100,000

Таблица 2

Процессы	Нагрузка на атмосферу	
	доли единиц	% от суммы
Бурение	0,000002	0,0004
Взрывание	0,08151	14,802
Экскавация	0,01688	3,063
Транспортировка	0,45162	82,018
Отвалообразование	0,00064	0,116
Всего	0,55064	100,000

Показатель А i-го вещества характеризует степень его агрессивности относительно агрессивности вещества, принятого в качестве нормирующего для рассматриваемой среды. При оценки агрессивности веществ принимаются показатели, используемые для санитарной оценки воздушной среды. В общем виде показатель относительной агрессивности определяется отношением предельной величины используемого для санитарной оценки среды показателя самого безопасного вещества к величине этого показателя i-го вещества.

Поправка Т показывает, какую часть выбранного временного интервала оценки составляет время жизни примеси в природной среде с момента эмиссии до деструкции в рамках этого интервала. Её величина может быть определена из соотношения:

$$T = t_i / t_o,$$

где  $t_o$  – длительность выбранного временного интервала оценки;  $t_i$  – длительность существования примеси.

В том случае, если длительность существования примеси превышает

длительность временного интервала  $t_i$  принимается равным  $t_o$ .

С использованием традиционных методов и предложенного показателя выполнены сравнительные оценки нагрузки на атмосферу основных технологических процессов в карьере Лебединского ГОКа. В табл. 1 представлена оценка среднегодовой нагрузки на атмосферу, произведенная по массе пылегазовых выбросов.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что действительно в результате взрывных работ в карьере в атмосферу выбрасывается значительно большая, чем в результате функционирования других процессов масса пыли и газов. Однако, при такой оценке не учитывается токсичность выбросов, масса нетоксичных выбросов и потребление кислорода из атмосферы, время существования выбросов в атмосфере.

Оценка нагрузки с использованием предложенного нами показателя даёт несколько иные результаты (табл. 2).

Представленные в табл.2 данные свидетельствуют о том, что основная

Таблица 3

Процессы	Минимум	Среднее	Максимум
Бурение	0	0,0001	0,00085
Экскавация	0,257	1,125	4,521
Транспортирование	35,436	75,286	88,522
Взрывание	0,897	23,498	57,728
Отвалообразование	0,031	0,09	0,305

нагрузка исходит от процесса транспортирования горной массы (более 8 %), взрывные работы несут намного меньшую нагрузку (ок. 15 %)

С применением предложенного показателя выполнены сравнительные оценки нагрузки на атмосферу основных технологических процессов в 53 железорудных карьерах СНГ. При оценках использовались показатели, приведенные в сборнике статистических показателей [3]. Сводная таблица показателей нагрузки по процессам в % от суммы представлена ниже.

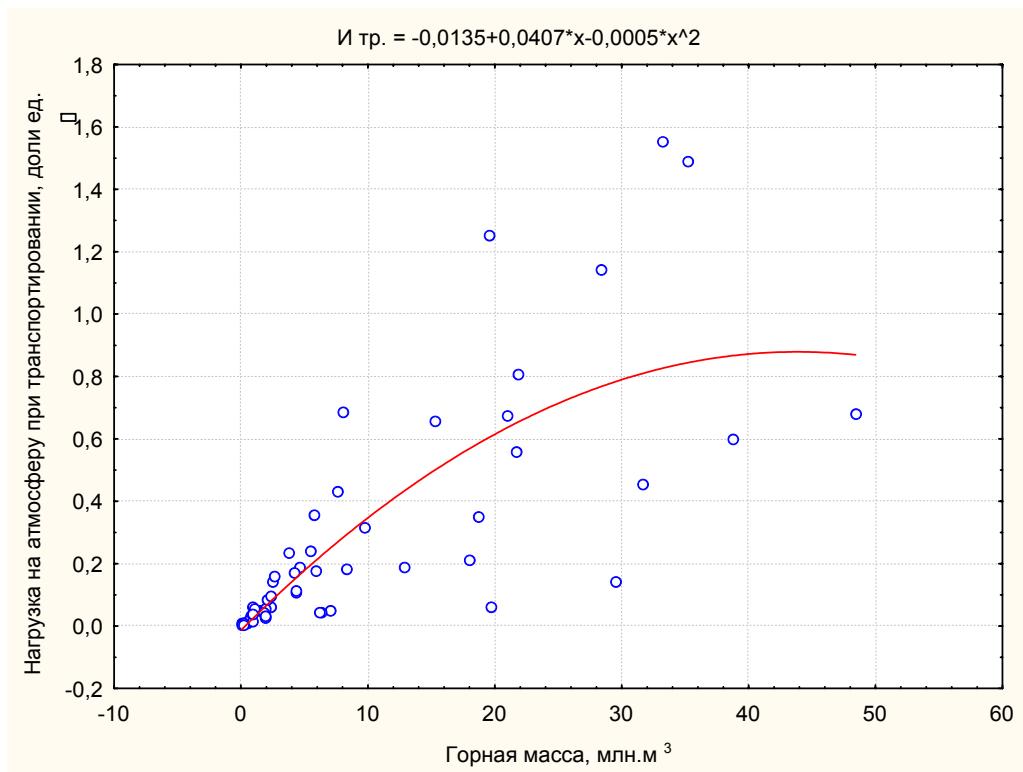
Нагрузка от процесса бурения взрывных скважин является минимальной на всех карьерах и практически не вызывает необходимости в том, чтобы принимать её во внимание. Очень незначительной является также нагрузка от процессов отвалообразования. Более существенной является нагрузка на атмосферу от процесса экскавации горной массы в забоях и на перегрузочных пунктах. В среднем по карьерам нагрузка от этого процесса не позволяет испытывать опасений (1,125% от общей нагрузки по карьеру), однако на отдельных карьерах она достигает заметных размеров (8 % на Северном карьере Качканарского ГОКа).

Основная опасность для атмосферы карьеров исходит от процессов взрывания пород и транспортирования горной массы. Нагрузка от производства взрывных работ колеблется в пределах от 0,9 до 57,7 % от общей нагрузки по карьеру, при средней величине по карьеру около 10 %. Максимальную долю имеет карьер

ЮГОКа, что является следствием минимальной доли нагрузки на этом карьере от транспорта. Больше средней доли имеют карьеры Оленегорского, Коршуновского, Качканарского ГОКов.

Наибольшая доля нагрузки приходится на процесс транспортирования горной массы, причём не только в карьерах, использующих автомобильный транспорт, но так же в таких, которые в качестве тяги на железнодорожном транспорте используют тепловозы. Наименьшую долю нагрузки на атмосферу в процессе транспортирования имеют карьеры, использующие в качестве основного электрифицированный железнодорожный транспорт (ЮГОК, Качканарский ГОК). В целом нагрузка на атмосферу от транспортирования горных пород в зависимости от объёмов извлекаемой горной массы выглядит следующим образом (рис. 1)

Причина снижения роста нагрузки во второй половине полученной зависимости на участке с объёмами горной массы более 20 млн.т заключается в том, что на этом участке выбывают из расчёта вначале группа карьеров, в которых весь объём горной массы перевозится с использованием автотранспорта, а в дальнейшем группа карьеров, в которых объём транспортирования превышает объём извлекаемой горной массы в результате повторных перевозок с использованием как автомобильного, так и железнодорожного транспорта тепловозами. На последнем этапе при объёме транспортирования более 35



**Рис. 1. Изменение нагрузки на атмосферу от объемов извлекаемой горной массы при транспортировании**

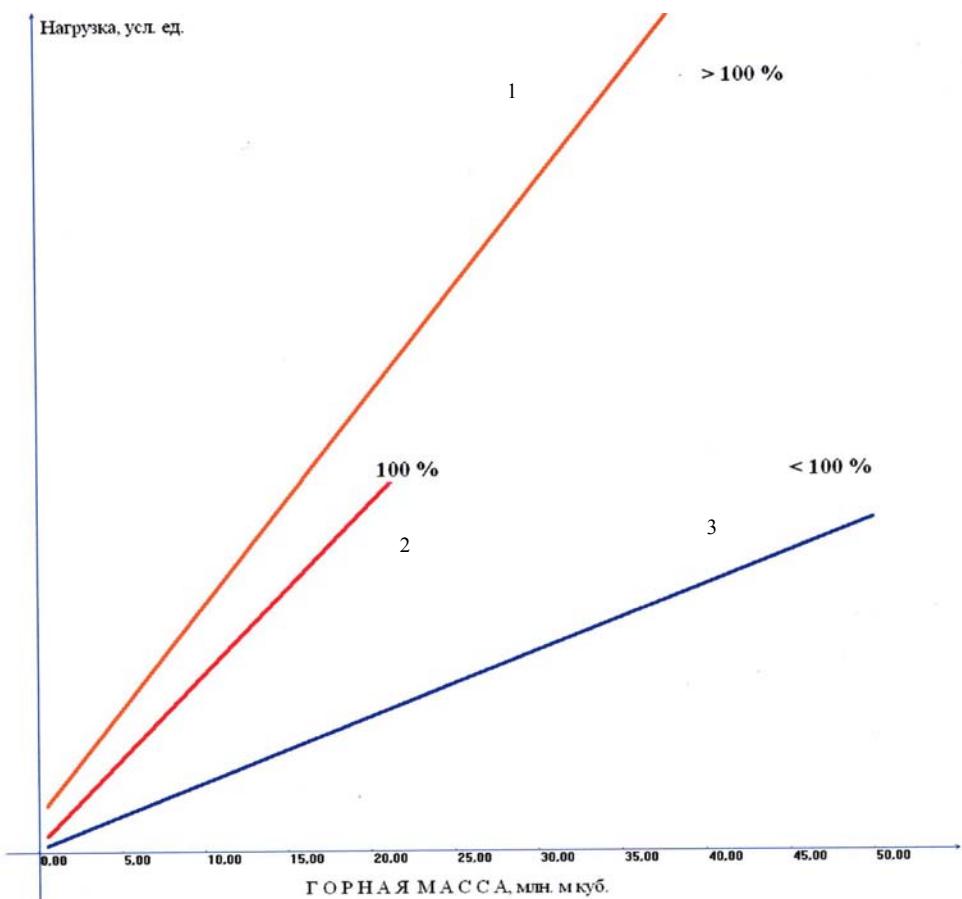
% в расчётах остаются карьеры, в которых менее 100 % горной массы транспортируется с использованием автотранспорта (рис. 2).

Таким образом, основным источником нагрузки на атмосферу в карьерах является карьерный автотранспорт.

Вместе с тем следует учесть то обстоятельство, что нагрузка от транспорта, экскавации, отвалообразования относительно равномерно распределается по времени, а нагрузка от взрывных работ концентрируется в момент их производства в короткие промежутки времени. Что более опасно для окружающей среды – равномерное распределение нагрузки или её кратковременная концентра-

ция, и в каких пределах? – предмет специальных исследований.

Кроме того, полученные результаты, давая численные показатели нагрузки от производственных процессов и долю нагрузки, приходящуюся на тот или иной объект предприятия в рассматриваемом регионе в целом, не дают возможности позиционировать эту нагрузку на территории. Та часть нагрузки, которая получена за счет непосредственно изъятого ресурса позиционируется по месту потребления ресурса, а нагрузка полученная за счет опосредованного изъятия может позиционироваться только в результате производства прямых замеров загрязнения атмосферы или косвенным путем посредством расче-



**Рис. 2. Изменение нагрузки на атмосферу от объёмов извлекаемой горной массы, транспортируемой с применением машин с дизельным приводом по группам:**

- 3 — **< 100 %** (нижняя линия) - менее 100% объёма транспортируется машинами с дизельным приводом;
- 2 — **100 %** (средняя линия) - весь объём транспортируется машинами с дизельным приводом;
- 1 — **> 100 %** (верхняя линия) - более 100 % объёма транспортируется машинами с дизельным приводом.

та распространения выбросов в атмосфере.

Результаты расчётов распространения выбросов от взрывных работ в атмосфере свидетельствуют о том, что нагрузка на атмосферу в момент прохождения пылегазового облака является значительной даже на боль-

шом удалении от источника. Причем увеличение количества одновременно взрываемого ВВ вызывает повышенный рост нагрузки. На расстоянии 5 км от центра взрыва при увеличении количества ВВ в 5 раз нагрузка возрастает почти в 12 раз.

---

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Проблемы экологии массовых взрывов в карьерах. / Э.И. Ефремов, П.В.Бересневич, В.Д.Петренко, В.П.Мартыненко, В.И.Борисов; Под ред. Э.И.Ефремова. – Днепропетровск . : Січ, 1996 – 180 с.
2. Папичев В.И. Оценка воздействия горного производства на природные ресурсы регионов. – Горный журнал. №4, 2005 – С. 94-96.
3. Совершенствование и унификация форм статистической отчётности и первичного учёта и создание единой системы анализа результатов хозяйственной деятельности предприятий на основе внедрения автоматизированных систем управления. Раздел: Систематизация технико-экономических показателей железорудных и хромовых предприятий за 1986 год. / Гипроруда - Л. 1987 – 278 с. ГИАВ

**Коротко об авторах**

Папичев В.И. – доктор технических наук ИПКОН РАН,  
Прошляков А.Н. – научный сотрудник ИПКОН РАН, info@ipkonran.ru



---

**ДИССЕРТАЦИИ****ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ  
ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ**

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
<b>САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. Г.В. ПЛЕХАНОВА</b>			
КАЗАНИН Олег Иванович			
	Обоснование схем многоштрековой подготовки выемочных участков газоносных угольных пластов на больших глубинах	25.00.22	д.т.н.
ИВАНОВ Владимир Викторович	Обоснование методов определения параметров и показателей открытой разработки сложноструктурных карбонатных месторождений	25.00.21	к.т.н.
САБЛИН Роман Анатольевич	Обоснование рациональных параметров вибрационных щековой дробилки с наклонной камерной дробления	05.06.05	к.т.н.