

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНАЯ АКАДЕМИЯ УКРАИНЫ

На правах рукописи

СОВКО БОРИС ЕВГЕНОВИЧ

УДК 622.458:622.854

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПРОВЕТРИВАНИЯ И РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ  
ПЫЛЕГАЗОПОДАВЛЕНИЯ ПРИ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ РУД

Специальность 05.26.01 - "Охрана труда и пожарная  
безопасность"

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Днепропетровск - 1994

Работа выполнена в Государственной горной академии Украины

Научный руководитель

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

А.В.Зборовский

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ

доктор технических наук, профессор П.В.Бересневич

кандидат технических наук

В.Г.Кузнецов

Ведущее предприятие - Научно-исследовательский институт  
безопасности труда в горнорудной  
промышленности (НИИБТГ),  
г.Кривой Рог.

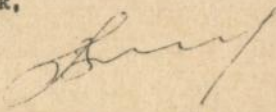
Защита состоится "24" исюня 1994г., в 14 часов  
на заседании специализированного совета Д 068.08.02 в  
Государственной горной академии Украины по адресу:  
320600, ГСП, г.Днепропетровск-14, проспект Карла Маркса,19.  
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.  
Автореферат разослан "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1994г.

Ученый секретарь

специализированного совета,

кандидат технических наук,

доцент

  
В.Т.Звика

ЛНБ ім. В. Стефаніка  
АН України

ЛНБ України ім. В. Стефаніка



00756128 (Т)

Актуальность работы. Отработка рудных месторождений Украины открыто-подземным способом позволяет повысить эффективность горных работ, однако за счет внутреннего отвалсобразования и наличия активных аэродинамических связей карьеров с подземным рудником, происходит существенное изменение режимов проветривания горных работ, ухудшение условий труда горнорабочих, а взрывные работы в открыто-подземном ярусе значительно загрязняют окружающую среду.

Существующие методы расчета проветривания карьеров и подземных рудников не учитывают особенностей аэродинамического взаимодействия их вентиляционных процессов при совмещении горных работ, нет разработанных средств пылегазоподавления при взрывных работах в открыто-подземном ярусе. Поэтому решение вопросов проветривания, разработки способов и средств пылегазоподавления при взрывной открыто-подземной добыче руд является актуальной научно-технической задачей.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с программой важнейших научно-исследовательских работ ИТАУ, утвержденных Постановлением Минобразования Украины № 78 от 21.03.1991 г. и является составной частью работ Государственной научно-технической программы 2.03.08/097-92, утвержденной Постановлением ГКНТ Украины № 12 от 4.05.1992 г.

Цель работы. Обоснование режимов проветривания, разработка способов и средств пылегазоподавления при открыто-подземной добыче руд.

Научная задача работы заключается в установлении закономерностей, связывающих аэродинамические параметры проветривания карьера и рудника, а также зависимостей изменения скорости и дальности выброса жидкого агента для пылегазоподавления при взрывных работах

в карьерах.

Идея работы заключается в использовании теории процессов обтекания для разработки инженерных методов расчета проветривания и теории гидродинамики взрыва для создания способов пылегазоподавления при взрывной добыче руд.

Защищаемые научные положения и результаты. Их новизна.

Положения.

1. Проветривание карьера в местах влияния подземных горных работ осуществляется под действием естественных воздушных потоков и вентиляционных потоков из подземного рудника, при этом влияние скорости вентиляционных рудничных потоков на воздухообмен в рабочей зоне карьера проявляется при скорости 1,5 м/с, а при скорости более 10 м/с становится определяющим.

2. Депрессия естественной тяги в подземных наклонных выработках карьера зависит от температуры, давления и влажности воздуха и достигает в течение суток максимальных значений в холодный период года, в 2-6 час., а в теплый, в 18-21 час., соответственно минимальные значения депрессии наблюдаются в 14-17 час. и в 8-11 час.

Результаты.

1. Установлены зависимости для расчета депрессии естественной тяги в подземных горных выработках карьера, учитывающие метеорологические параметры атмосферы карьера и позволяющие прогнозировать расход воздуха на рабочих местах в подземных выработках карьера.

2. Предложены инженерные методы расчета проветривания карьера и подземного рудника с учетом их аэродинамического взаимодействия, позволяющие оперативно определять параметры и режимы проветривания открыто-подземных горных работ.

3. Разработаны способы активного пылегазоподавления и защиты окружающей среды при взрывных работах в карьере с применением направленного метания жидких агентов взрывом, позволяющий уменьшить

пылегазовый выброс в атмосферу, подавить тепловой и пылегазовый эпицентр взрыва. Новизна способа подтверждена авторским свидетельством

4. Разработан и апробирован в промышленных условиях экспериментальный образец устройства активного пылегазоподавления (УАП-93), обеспечивающий эффективные параметры выброса жидких агентов в эпицентр пылегазового облака.

5. Предложены методы расчета устройств активного пылегазоподавления, позволяющие определять параметры взрывного выброса жидких агентов (скорость, дальность) и прочностные характеристики конструкции устройств.

Обоснованность и достоверность научных результатов, выводов и рекомендаций подтверждается использованием апробированных положений теории аэродинамики и гидродинамики взрыва, согласованностью разработанного математического описания с физическими представлениями о протекающих в открыто-подземных выработках процессах, удовлетворительной сходимостью результатов теоретических и натуральных исследований (отклонение не превышает 10%), положительными результатами промышленной проверки, разработанных средств активного пылегазоподавления.

Научное значение работы заключается в установлении закономерностей взаимовлияния аэродинамических параметров проветривания карьера и подземного рудника, а также в получении зависимостей изменения депрессии естественной тяги от микроклиматических параметров атмосферы карьера.

Практическое значение работы заключается в использовании результатов исследований для обоснования режимов проветривания и выбора эффективных средств вентиляции открыто-подземных горных работ, в разработке природоохранных способов и устройств активного пылега-



мышленности (г. Днепропетровск, 1933 г.). Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 16 печатных работ, в том числе 8 авторских свидетельств.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 172 страницах машинописного текста, содержит 57 рисунков, 10 таблиц, 127 библиографических наименований и II приложений.

#### ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе проведен обзор и анализ работ по вопросам проветривания открыто-подземных горных выработок, дана оценка влияния взрывных работ в глубоких карьерах Кривбасса на загрязнение атмосферы окружающей среды.

Значительный вклад в развитие научных основ открыто-подземной разработки месторождений, проветривания открыто-подземных горных работ и защиты окружающей среды на открытых горных работах внесли труды ученых Мельникова Н.В., Агасикова М.И., Новожалова М.Г., Щелканова В.А., Трубенцкого К.Н., Пучкова Л.А., Шнайдера М.Ф., Гушко П.И., Шапаря А.Г., Битколова Н.З., Бересневича П.В., Никитича В.С., Ушакова К.З., Чулакова П.И., Медведева И.И., Кременчудского Н.Ф., Конорева М.М., Ахметова М.С., Вассермана А.Д., Гуля В.В., Мпроева Г.Г., Бакланова А.А., Белоусова В.И., Иванова В.А., Иванова И.И., Пененко В.В., Степанова В.В., Опмянского И.В., Вородько В.Я., Фурсы И.В., Наливайко В.Г. и ряда других авторов.

Однако не все вопросы эффективного проветривания и охраны окружающей среды при взрывной открыто-подземной разработке рудных месторождений нашли свое окончательное решение. В частности, существующие методы расчета проветривания карьеров и рудников при переходе к открыто-подземной разработке месторождений, не учитывают: аэродинамическую связь между карьерным пространством и выработками рудники, сложную геометрию карьера за счет внутреннего отражения

зования. Существующие способы и средства пылегазоподавления при взрывных работах в карьерах в ряде случаев недостаточно эффективны. Вместе с тем проветривание открыто-подземных горных выработок и защита атмосферы от вредных взрывных выбросов имеет особое значение в связи с современными требованиями охраны труда и окружающей среды.

На основании анализа состояния вопроса и выполненных исследований сформулированы следующие основные задачи работы:

1. Аналитически описать процесс проветривания карьера и подземного рудника с учетом их аэродинамической связи и разработать на этой основе инженерные методы расчета основных параметров проветривания открыто-подземных горных выработок.

2. Исследовать закономерности естественного проветривания подземных выработок карьера и особенности радиационного и геотермального режимов карьера в зонах влияния подземных горных работ.

3. Разработать способы и средства эффективного проветривания и пылегазоподавления в открыто-подземных горных выработках и обосновать методику их расчета.

4. Разработать рекомендации по обеспечению эффективного проветривания, пылегазоподавления и охраны окружающей среды при открыто-подземной разработке месторождений.

Во второй главе приводится математическое описание процесса проветривания карьера и подземного рудника с учетом их аэродинамической связи с использованием теории функций комплексного переменного.

Параметры проветривания карьера произвольного профиля при влиянии вентиляционных потоков из подземных выработок рудника определяются с помощью конформных преобразований, при этом профиль карьера отображается на вспомогательную полуплоскость интегралом Длизера-Кристоффеля.

Комплексный потенциал ( $w$ ) и функция тока воздушного потока в

карьер (ψ) определяются по формулам:

$$W(\zeta) = U_0 \times \zeta + \frac{Q_1}{\pi} \times \ln(\zeta - b_1) + \dots + \frac{Q_m}{\pi} \times \ln(\zeta - b_m), \quad (1)$$

$$\psi(\zeta, \xi) = U_0 + \sum_{s=1}^m \frac{Q_s}{\pi} \times \beta_s(\zeta, \xi), \quad (2)$$

где  $U_0$  - скорость ветра на поверхности карьера, м/с;  $\zeta, \xi$  - абсциссы и ординаты линий тока во вспомогательной плоскости, м;  $Q$  - расход воздуха из подземных выработок, м<sup>3</sup>/с;  $b$  - абсцисса источника воздушного потока из рудника в карьере, м;  $\beta$  - угол между направлением вектора скорости потока из рудника ( $b, \zeta$ ) с осью  $\xi$ .

Для определения линий тока в карьерном пространстве находятся их координаты во вспомогательной плоскости, которые пересчитываются в исходный профиль карьера.

Составляющие скорости воздушного потока в карьере при наличии влияния потоков из подземных выработок определяются по формулам:

$$U_x = \frac{1}{A} (U_\zeta \times \cos\theta - U_\xi \times \sin\theta); \quad U_y = \frac{1}{A} (U_\zeta \times \sin\theta + U_\xi \times \cos\theta), \quad (3)$$

где  $U_\zeta$  и  $U_\xi$  - горизонтальная и вертикальная составляющие скорости воздушного потока во вспомогательной плоскости;  $A$  - координата характерных точек исходного профиля карьера;  $\theta$  - аргумент числа  $(t - a_j)$ ,  $\theta_j = \arctg \frac{t}{t - a_j}$ ,  $t$  - переменная интегрирования во вспомогательной плоскости,  $a_j$  - координата характерных точек во вспомогательной плоскости;

$$U_\zeta = U_0 + \sum_{s=1}^m \frac{Q_s}{\pi} \times \frac{(\zeta - b_s)}{(\zeta - b)^2 + \xi^2}; \quad U_\xi = \sum_{s=1}^m \frac{Q_s}{\pi} \times \frac{\xi}{(\zeta - b)^2 + \xi^2}. \quad (4)$$

Давление в любой точке карьерного пространства определяется по формуле:

$$P = (H_k - g y - \frac{U_k^2}{2}) \times \rho, \quad \text{Па}, \quad (5)$$

где  $H_k$  - глубина карьера в точке, где определяется давление, м;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $U_k$  - скорость воздуха в карьере, в точке, где определяется давление, м/с;  $\rho$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Параметры вентиляции подземного рудника с учетом влияния открытых горных работ определяются путем последовательного расчета потерь давления по участкам вентиляционной сети рудника и составления уравнения депрессии выбранного направления с учетом утечек воздуха в карьер ( $g$ ), определяемых по формуле:

$$g = \sqrt{\Delta P - \rho g h} / R, \text{ м}^3/\text{с} \quad (6)$$

где  $\Delta P$  - разность давлений у устьев горной выработки, выходящей в карьер, Па;  $\rho$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $h$  - разность высотных отметок устьев выработки, выходящих в карьер, м;  $R$  - аэродинамическое сопротивление выработки, Н·с<sup>2</sup>·м<sup>-8</sup>.

Определив депрессию и подачу вентилятора, с учетом утечек воздуха в карьер, рассчитываются фактические параметры вентилятора и выбирается его эффективный режим работы.

Разработанные методики расчета проветривания карьера и подземного рудника реализованы в виде программы расчета на ПЭВМ.

Используя метод наложения воздушных потоков установлены параметры зоны влияния вентиляционных струй из рудника на всадущий поток в карьере, определены зависимости скорости воздушного потока в зоне влияния от скорости ветра на поверхности карьера и от скорости струи из рудника, которые описываются уравнением второго порядка.

Третья глава посвящена экспериментальному исследованию естественного проветривания подземных выработок карьера и особенностей радиационного и геотермального режимов карьера в зонах влияния подземных горных работ.

В результате натурных исследований на Первомайском карьере СевГОКа определены закономерности изменения депрессии естественной тяги в подземных выработках карьера.

Установлено, что для различных периодов года суточный ход депрессии естественной тяги ( $H_e$ ) с достаточной степенью точности опис-

вытес уравнением вида:

$$H_e = a + bx_1 + cx_1^2 + dx_1^3 \quad (7)$$

где  $a, b, c, d$  - константы, в частности, для зимнего периода года:  $a=50,1$ ;  $b=-4,9$ ;  $c=1,34$ ;  $d=-0,07$ ; для летнего периода года:  $a=61,8$ ;  $b=0,22$ ;  $c=-1,69$ ;  $d=0,1$ ;  $x_1$  - переменная, связанная с временем суток в следующем виде:

Часы су. эк	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	
Пере- менная	зима	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
	лето	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3

На рис.1 приведены кривые суточного хода депрессии естественной тяги в подземных выработках карьера СевГОКа, позволяющие прогнозировать ее суточное изменение в холодный и теплый периоды года.

Получена зависимость изменения депрессии естественной тяги от температуры воздуха ( $t_k$ ), поступающего в подземные выработки из карьера:

$$H = b + at_k, \quad (8)$$

где коэффициенты  $a$  и  $b$  уравнения (8) изменяются по сезонам года в следующем виде: в зимний период при  $t_k < 0$  град.  $a = -14,4$ ,  $b = 20,93$ ;

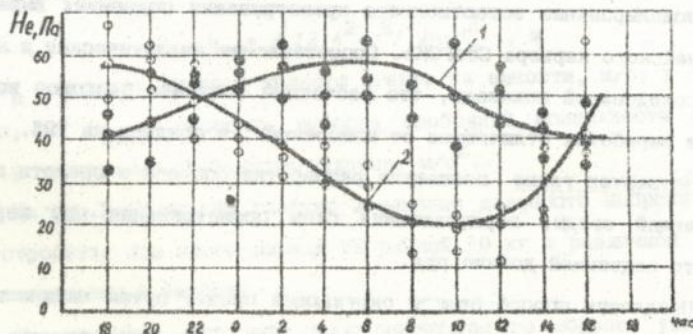


Рис.1. Кривые суточного хода депрессии естественной тяги в подземных выработках Первомайского карьера СевГОКа; 1 — холодный период года; 2 — теплый период года.

при  $t_k > 0$  град.  $a=19,4$ ,  $b=46,48$ ; в летний период года  $a=3,36$ ,  $b=-10,76$  и в весенний период года  $a=2,36$ ,  $b=31,85$ . Радиационными и термальными исследованиями в зоне подземных горных работ установлено, что максимальные значения радиационного баланса в карьере проявляются на 1,5-2 часа позже, чем на поверхности и достигают в летний период 4-5,5 мДж/м<sup>2</sup>, что на 0,5-1,5 мДж/м<sup>2</sup> больше, чем на поверхности, а значения температур почвы горных пород в карьере превышают значения на поверхности, в среднем, на 4 град. Изменение радиационного баланса в течении дня и температуры почвы горных пород описываются уравнениями кривой второго порядка.

Установлена связь температуры воздуха в карьере, в зоне подземных горных работ, с коротковолновым радиационным балансом и температурой почвы горных пород в виде:

$$t_k = 0,847 t_{\Pi} + 0,53 V_K, \text{ град.} \quad (9)$$

где  $t_{\Pi}$  - температура почвы горных пород, град,  $V_K$  - коротковолновый радиационный баланс, мДж/м<sup>2</sup>.

Разработана и реализована на ЭЭМ методика расчета воздухораспределения в подземных выработках карьера, на основе которой проведено моделирование естественного проветривания подземных выработок Первомайского карьера СевГОКа. Сопоставление аналитических и натуральных исследований показали, что расчетные значения расходов воздуха в сети выработок отличаются от измеренных, в среднем на 10%.

Четвертая глава посвящена разработке способа и средств защиты окружающей среды, перспективных схем проветривания при взрывной открыто-подземной добыче руд.

Предложен способ защиты окружающей среды, путем активного пылегазоподвешивания при взрывных работах в открыто-подземном ярусе карьера, заключающийся в направленном метанием взрывом жидких агентов в эпицентр зарождающегося облака, позволяющий обеспечить активной выброс жидких агентов со скоростью более 200 м/с, на расстояние

до 70 м.

Разработано устройство активного пилегазоподъема (УАП-93), которое состоит из передвижной емкости с жидким агентом, заряда метательного ВВ и средств взрыва. Для инициирования заряда выброса и направленного метания агента используют два отрезка ДИ, размещенных в емкости.

Разработаны методики расчета устройств активного пилегазоподъема, включающая определение скорости и дальности взрывного выброса жидкого агента из устройства, с учетом массы заряда ВВ и глубины его погружения в емкость, а также определение прочностных характеристик конструкции устройства. В методике использован математический аппарат теории гидродинамики взрыва. Расчет базируется на решении задач о распространении взрывной подводной ударной волны в жидкости и ее воздействие на твердую стенку.

Получены формулы для определения скорости и дальности вылета жидкого агента, позволяющие определить рациональные рабочие параметры устройства УАП-93.

$$U_B = \left[ \frac{2}{r^2} \int_0^r U_{с.п.}^2 \cdot r dr \right]^{1/2}, \text{ м/с} \quad (10)$$

$$h_B = \sqrt{12,4^2 \cdot r^2 / 2g \cdot U_B^2}, \text{ м} \quad (11)$$

где  $U_B$  - скорость выброса жидкого агента из емкости, м/с;  $r$  - радиус струи, м;  $U_{с.п.}$  - скорость выброса свободной поверхности агента, м/с;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

На рис.2 приведены графики изменения дальности выброса агента из устройства при массе заряда ВВ равной 10 кг и различной глубине его погружения в емкость.

Проведенные испытания экспериментального образца устройства УАП-93 показали его работоспособность и возможность обеспечения заданных параметров для подвешивания пилегазового взрывного выброса в карьере.

Предложены варианты возможных перспективных схем проветривания открыто-подземных горных работ, основанных на принципах использования и комбинирования естественных природных сил, искусственных средств и экологически чистых видов энергии, в том числе: способ проветривания карьеров при открыто-подземной разработке руд с использованием открытой теплоты фазовых переходов воды в различные сезоны года; способ искусственного проветривания открыто-подземных горных работ с применением искусственных конвективных потоков; способ проветривания открыто-подземных горных выработок с использованием ветроэнергетических установок.

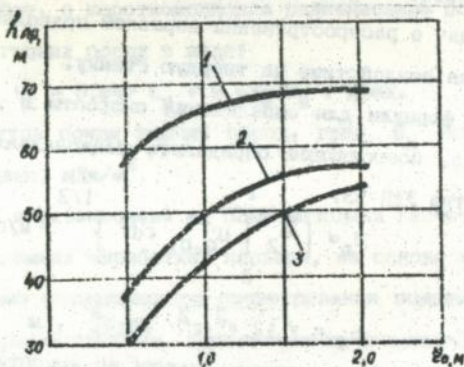


Рис. 3. Графики изменения дальности выброса агента из устройства ВАП-93: 1 - глубина погружения заряда ВВ  $H=0,5$  м; 2 -  $H=1,0$  м; 3 -  $H=1,5$  м.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе дано новое решение актуальной научной задачи обеспечения эффективных режимов проветривания и снижения загрязнения окружающей среды путем разработки инженерных методов расчета проветривания, способов и средств активного пассивного под-

ления при взрывной открыто-подземной добыче руд.

Основные научные и практические результаты, выполненной работы:

1. Разработан метод аналитического списания процесса воздушного обтекания карьерного пространства с учетом влияния вентиляционных потоков на подземных горных выработок.
2. Разработан метод расчета проветривания подземного рудника с учетом влияния открытых горных работ, обеспечивающий выбор эффективных средств вентиляции, предложены методики прогнозирования из ПЭВМ воздухораспределения в подземных выработках карьера.
3. Разработаны и реализованы в программах на ПЭВМ инженерные методы расчета проветривания карьера и подземного рудника с учетом их аэродинамической связи, позволяющие оперативно определять параметры и режимы вентиляции открыто-подземных горных работ.
4. Установлены зависимости изменения депрессии естественной тяги в подземных выработках карьера от температуры атмосферного воздуха в карьере, времени года и суток.
5. Установлены закономерности изменения радиационного и геотермального режима карьера в зонах влияния подземных горных работ.
6. Обоснован способ защиты окружающей среды путем активного пылегазоподавления при взрывных работах в открыто-подземном ярусе с применением направленного метания жидкого агента взрывом в эпицентр взрывающегося пылегазового облака.
7. Разработана методика расчета параметров устройств активного пылегазоподавления, основанная на математическом аппарате теории гидродинамики взрыва, включающая определение скорости и дальности взрывного выброса жидкого агента из устройства, а также определение прочностных характеристик конструкции устройства.
8. Изготовлен экспериментальный образец устройства (УАН-93) и проведены его промышленные испытания, доказавшие его работоспособность и эффективный выброс агентов со скоростью более 200 м/с, на

равстояние до 70 м.

Внедрение разработанных инженерных методов расчета, технических средств по защите окружающей среды при проектировании открыто-подземной добычи руд, в практику пылевентиляционной и экологической службы карьеров и при проектно-инженерных работах позволит оперативно прогнозировать режимы проветривания горных работ и обеспечивать защиту окружающей среды при взрывной добыче руд.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Собко Б.Е. К вопросу защиты окружающей среды при отработке рудных месторождений Украины открыто-подземным способом. //Тез. докл. Всеукр. научно-практ. конф. - Днепропетровск: ДМЕТИ. - 1993. - с. 20.

2. Собко Б.Е., Зборовский А.В. Способ защиты окружающей среды от пылегазовых выбросов при взрывных работах в карьерах. //Тез. докл. Всеукр. научно-практ. конф. - Днепропетровск: ДМЕТИ. - 1993. - с. 22.

3. Зборовский А.В., Собко Б.Е., Бизкин В.Н. Оценка вредного воздействия горных работ на атмосферу в карьерах СевГЮКа. //Тез. докл. научно-практ. конф. - Усть-Каменогорск: ИГД Казахстана. - 1989. - с. 23.

4. Кременчуцкий Н.Ф., Зборовский А.В., Собко Б.Е. К вопросу решения проблемы проветривания глубоких карьеров Кривбасса при переходе к открыто-подземной разработке. //Тез. докл. Всесоюз. научно-техн. конф. - Криво Рог: ИИГГИ. - 1991. - с. 9-10.

5. Зборовский А.В., Собко Б.Е. Оценка эффективности способов борьбы с пылегазовыми выбросами при взрывных работах в железорудных карьерах. //Тез. докл. Всесоюз. научно-практ. конф. - Губкин: НИИГМА. - 1990. - с. 69-70.

6. Зборовский А.В., Собко Б.Е. Оценка влияния взрывных работ в карьерах Кривбасса на окружающую среду. //Тез. докл. Всесоюз. конф. - М.: ИГД Минмета СССР. - 1990. - с. 100.

7. Зборовский А.В., Собко Б.Е., Величенко Д.Л., Волк В.В. Способ снижения взрывных выбросов в карьере //Тез. докл. Всесоюз. конф. -

Апатиты:ИФ РАН.-1991.-с.10.

В.Зборовский А.В., Собко Б.Е., Кукулинский С.В., Ульяновченко В.П. Устройство для защиты воздушного бассейна при взрывах на карьерах. //Тез.докл.научн.семинара.-Киев:Общество "Знання".-1993.-с.49

9.Демяденко М.А., Собко Б.Е., Зборовский А.В. Математическое моделирование влияния проветривания открыто-подземных горных работ на экологическую ситуацию в карьере. //Тез.докл.Всеукр.научно-практ.конф.-Днепропетровск:ДНЕТИ.-1993.-с.156.

10.А.с. N1466149 СССР, МКК E21F5/00. Способ борьбы с пылегазовым облаком при взрывных работах в карьере /А.В.Зборовский, Б.Е.Собко, В.М.Матвейчук.-опубл. в Б.И.№46,1986,с.137.

11.А.с. N 1613641 СССР, МКК E21F5/00. Способ борьбы с пылегазовым облаком при взрывных работах в карьере /А.В.Зборовский, В.И.-Бондаренко,Б.Е.Собко.-опубл. в Б.И.№46,1991,с.138.

12.А.с. N 1698454 СССР, МКК E21F5/20. Способ проветривания взорванных блоков/А.В.Зборовский, Б.Е.Собко.-опубл.в Б.И.№46,1991, с.127.

13.А.с. N 1739052 СССР, МКК E21F5/00. Способ борьбы с пылегазовым облаком в карьерах/А.В.Зборовский, В.И.Бондаренко,Б.Е.Собко.-опубл. в Б.И.№21,1992,с.124.

14.А.с. N 1693263 СССР, МКК E21F5/00. Способ борьбы с пылегазовым облаком в карьерах /А.В.Зборовский, Б.Е.Собко.-опубл. в Б.И.№43,1991,с.137.

15.А.с. N 1798522 СССР, МКК E21F5/00. Способ очистки атмосферы в карьерах /А.В.Зборовский, В.В.Волк, Б.Е.Собко.-опубл. в Б.И.№9,1993,с.126.

16.А.с. 5020977/03/055396, МКК E21F5/00. Способ защиты окружающей среды от пылегазового облака при взрывных работах в карьере /А.В.Зборовский, В.В.Волк, Б.Е.Собко.-Заявлено 7.07.92.

В работах, написанных в соавторстве участие соискателя заключается: 1,2,3,4,9 - в разработке методик оценки вредного воздействия горных работ на окружающую среду и методики расчета проветривания открыто-подземных горных работ, 6,8 - предложено применение дополнительного заряда ВВ для пневматического подавления, 7,10,11,13,14,16 - в разработке существенных признаков новых способов и средств защиты окружающей среды от пневматических выбросов при производстве взрывных работ, 12 - в разработке конструкции проветривания взрывных блоков, 15 - в разработке схем очистки атмосферы карьера для различных периодов года.

Подписано в печать 16.05.94    формат 60/84

Заказ 274 , тираж 100, ДХТІ ротаприт.

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

154000

AB 30.201