

УДК 622.458

## Оценка параметров аэрации и загрязнения атмосферы карьеров вредными технологическими примесями

С.А. Козырев, А.Д. Вассерман, А.В. Осинцева

Горный институт КНЦ РАН

**Аннотация.** Представлены результаты разработки системы автоматизации расчетов при оценке параметров аэрации и загрязнения атмосферы карьеров вредными технологическими примесями. Описаны функциональные возможности и интерфейс программного пакета.

**Abstract.** A program package to be applied in estimation of open pit aerology and air pollution parameters has been shown. The program functionality and interface have been described.

**Ключевые слова:** аэрология карьеров, газовые примеси, атмосфера карьера

**Key words:** open pit aerology, gas admixtures, atmosphere

### 1. Введение

В связи с увеличением глубины карьеров одной из центральных проблем при разработке месторождений открытым способом становится обеспечение нормальных санитарно-гигиенических условий в атмосфере карьеров, гарантирующих безопасную и высокопроизводительную работу.

Несмотря на широкое применение мероприятий по борьбе с запыленностью и загазованностью, в последние годы на открытых горных работах участились случаи повышенных содержаний вредных примесей в атмосфере карьеров. Основной причиной сверхнормативного загрязнения атмосферы карьеров является несовершенство технологических процессов и оборудования, а также ухудшение условий естественного воздухообмена с увеличением глубины карьеров, особенно при штилях и температурной инверсии, при которых турбулентный воздухообмен выработанного пространства карьера с окружающей средой затрудняется.

Для своевременного принятия мер, обеспечивающих безопасность персонала и регулирование поступлений пыли и газов в окружающую среду, необходима разработка надежных и простых методов прогноза и контроля пылегазового режима. При этом прогноз должен быть как долгосрочным и среднесрочным, ориентированным на изменение технологии горных работ и внедрение технических средств воздействия на пылегазовый режим, так и краткосрочным, обеспечивающим применение управленческих решений организационного характера. Для долгосрочного прогноза используются в основном методы математического моделирования с учетом сценария развития карьера, а для среднесрочного и краткосрочного – статистические методы.

Бурное развитие исследований атмосферы карьеров, характерное для 80-х годов XX столетия, для решения задач поддержания ее нормативной чистоты (Алоян и др., 1986; Бакланов, 1987), в настоящее время повсеместно практически свернуто. Это можно сказать и о разработке программ автоматизированных расчетов загрязнения карьерной атмосферы, без которых невозможно прогнозирование, мониторинг и своевременное предупреждение работающих в карьере об опасных (сверх норм предельно допустимых концентраций (ПДК)) выбросах загрязняющих технологических примесей в атмосферу карьера.

В настоящее время программы для автоматизированных расчетов параметров загрязнения атмосферы карьера пока еще не доведены до возможностей практического использования, несмотря на высокий уровень заложенных в них теоретических посылок и обоснований. При этом представляется, что расчет по программам с учетом максимально полного числа влияющих факторов и усложнение примененных в таких программах методов пока еще не улучшает адекватность результатов прогноза аэрогазодинамических процессов.

Предлагаемая программа представляет собой комплекс модулей для расчета параметров состояния чистоты атмосферы карьера в зависимости от орографии его расположения, текущих метеорологических и организационно-технических условий работы карьера. Это позволяет применить ее для решения проектных и оперативных задач поддержания безопасных условий работы карьера по фактору чистоты атмосферы. При этом критерием чистоты воздушной среды являются предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных технологических примесей, выделяемых горным оборудованием и процессами (массовыми взрывами) и приводящих при их превышении к острым отравлениям горнорабочих, а также к появлению смогов.

## 2. Обзор возможностей программы расчета загрязнения атмосферы карьера

Методической основой расчета параметров естественной аэрации и загрязнения атмосферы карьера вредными технологическими примесями явилась методика В.С. Никитина – Н.З. Битколова (Никитин, Битколов, 1980), усовершенствованная в ГоИ КНЦ РАН для возможности проведения автоматизированных расчетов состояния чистоты воздушной среды в карьерном пространстве.

Поскольку главную опасность для чистоты атмосферы карьера представляют вредные газовые примеси, выделяемые работающим в карьере оборудованием, критерием безопасности в программе служит именно газовый фактор. Основное назначение программного комплекса – автоматизация оперативного управления горными работами в карьере на основе текущего состояния атмосферы при фактическом количестве работающего в заданных режимах оборудования.

Методика решения поставленной задачи в программе основана на том, что в зависимости от направления ветра и геометрических размеров карьера в заданном направлении возможны различные схемы естественной аэрации – схемы воздухообмена, при которых появляются зоны с обратным направлением и замкнутой циркуляцией воздушных потоков (зоны рециркуляции). От величины этих зон и количества единиц оборудования, находящегося в такой зоне, с учетом скорости и направления (румба) ветра, зависит эффективность выноса вредных технологических примесей.

По предлагаемой программе решаются следующие основные задачи:

- определение схемы естественной аэрации карьера по заданному румбу (направлению ветра, набегавшему на карьер), а также границы между зонами прямых и обратных (рециркуляционных) потоков в карьере;
- определение интенсивности выделения вредных технологических примесей и концентрации их в соответствующих зонах в зависимости от типа и количества работающего в карьере оборудования и скорости ветра, включая штили и температурные инверсии;
- определение необходимого времени проветривания карьера после штиля или температурной инверсии и после производства массового взрыва;
- определение мероприятий для поддержания безопасной чистоты атмосферы в карьере или отдельных его зонах в зависимости от текущей метеорологической ситуации;
- при планировании годовых объемов горных работ определение вероятного времени простоя карьера по метеорологическому фактору (используя розу ветров и данные о повторяемости скорости ветра) и своевременная коррекция необходимой суточной производительности с учетом времени этих простоев;
- текущий контроль состояния и управление организацией горных работ для поддержания нормативной чистоты атмосферы карьера;
- решение ряда исследовательских задач, связанных с естественной аэрацией карьера.

Для решения этих задач разработан программный комплекс расчета аэрологии карьерных пространств в среде Windows. Интерфейс отдельных модулей программного комплекса представлен на рисунке.

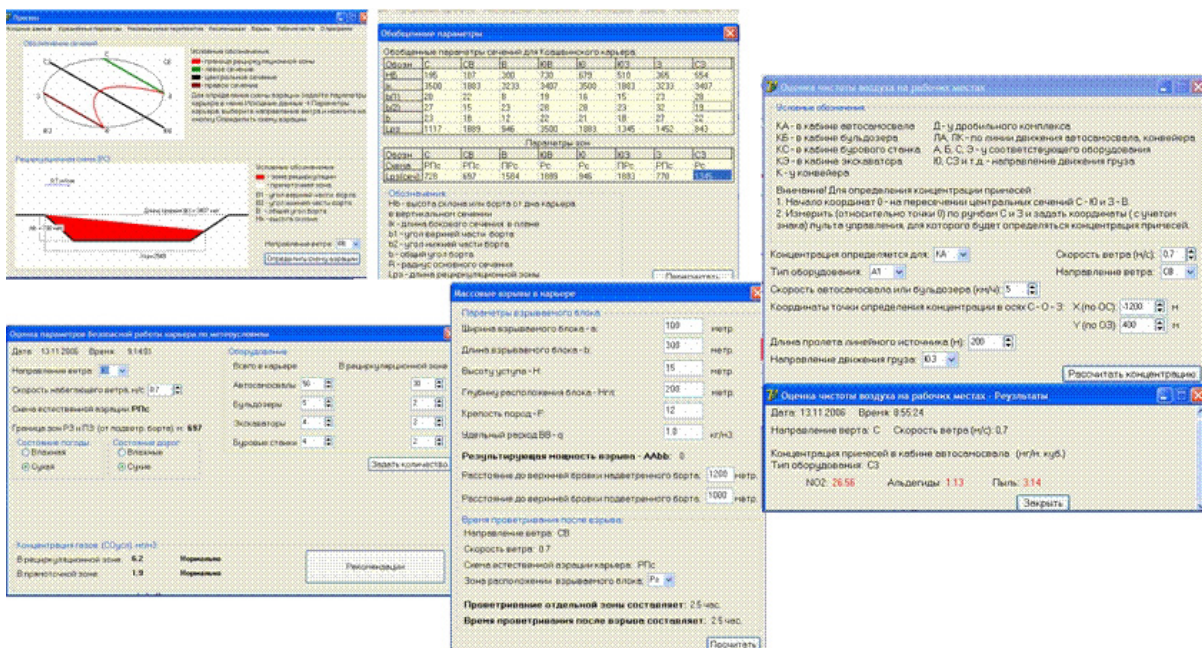


Рис. Пакет программ для оценки состояния атмосферы в карьерах

Основной порядок работы с программой следующий:

- задание геометрических размеров карьера в определенных сечениях;
- сохранение начальных данных о моделях оборудования, работающего в карьере, с учетом времени работы в различных режимах и выделяемых газовых примесей;
- последующий расчет размеров прямоточной и рециркуляционной зон на схеме естественной аэрации карьера при ветре с заданным направлением и скоростью;
- расчет концентрации вредных примесей в атмосфере карьера по размерам рециркуляционных зон и количеству оборудования, работающего в них;
- определение условий, при которых не будет превышения ПДК, в результате проведения вычислительного эксперимента;
- при штиле определение времени, необходимого для нормализации атмосферы карьера.

Вероятность появления опасных (по загрязнению атмосферы карьера) метеорологических ситуаций в общем случае наступает при пасмурной погоде со слабыми ветрами или в периоды температурных инверсий, когда в карьере или над ним появляются слои воздуха, в которых температура выше, чем у дна карьера.

При проведении прогнозной оценки уровня чистоты атмосферы карьера при проектировании и планировании горных работ на основе среднегодовых многолетних метеорологических данных необходимо предварительно задать геометрические параметры карьера на определенные периоды его работы. Эта информация сохраняется в единой базе данных, что позволяет впоследствии проводить коррекцию и сравнение результатов во временном масштабе.

Задача оперативного управления решается в программном комплексе посредством задания текущей информации о состоянии погоды и горных работ в карьере на основе краткосрочного метеорологического прогноза.

### 3. Заключение

С использованием разработанного пакета программ проведены аэрогазодинамические расчеты и сделана оценка состояния воздушной среды на различных стадиях отработки месторождений в проектируемых карьерах "Железный" Ковдорского ГОКа, "Олений ручей" Северо-Западной фосфорной компании, месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова, которые приняты в качестве регламентов по нормализации воздушной среды и вошли составной частью в проектную документацию.

Задачи, решаемые с помощью данной программы, связаны с задачами экологических расчетов окружающей среды вокруг карьеров. Применение программы позволяет осуществлять прогноз чистоты атмосферы карьера и повысить качество проектирования горных работ в карьере. На горном предприятии она позволяет осуществлять оперативный контроль и управление горными работами при поддержании постоянно безопасной воздушной среды в карьере.

### Литература

- Алоян А.Е., Бакланов А.А., Битколов Н.З. Нормализация атмосферы глубоких карьеров. *Л., Наука*, 296 с., 1986.
- Бакланов А.А. Численное моделирование в рудничной аэрологии. *Апатиты, КФАН СССР*, 200 с., 1987.
- Никитин В.С., Битколов Н.З. Проектирование вентиляции в карьерах. *М., Недра*, 171 с., 1980.