

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА НА ФОРМИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КАРЬЕРЕ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Научный руководитель – Гендлер Семен Григорьевич

*Борисовский Иван Анатольевич*

*Аспирант*

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: s195058@stud.spmi.ru*

**Аннотация.** Отмечается, что современная тенденция золотодобывающих предприятий направлена на освоение территорий Дальнего Востока и Крайнего Севера. Для более чем 50% этих месторождений характерен открытый способ разработки. С помощью математического моделирования дана оценка влияния температурного градиента на формирование аэродинамических процессов в карьере. Установлено, что с понижением значения температурного градиента начинают развиваться зоны рециркуляционного движения воздушных потоков, в которых накапливаются вредные и загрязняющие вещества.

Современная тенденция золотодобывающих предприятий направлена на освоение территорий Дальнего Востока и Крайнего Севера. Для более чем 50% этих месторождений характерен открытый способ разработки. Одними из факторов, определяющих эффективность отработки месторождения является аэродинамические процессы внутрикарьерном пространстве, формирование которых зависит от совместного действия орографических, геологических и метеорологических факторов, характеризующих район расположения карьера.

Благодаря особенностям залегания рудной залежи, глубина карьера может достигать несколько сотен метров. С увеличением глубина ведения добычных работ изменяются мерзлотно-грунтовые условия, нарушается рельеф местности и в процессе формируется стратификация атмосферы внутрикарьерного пространства с определенным уровнем установившегося температурного градиента, который оказывает влияние на развитие зон рециркуляционного движения воздушных масс, потенциально опасных для накопления вредных и загрязняющих примесей, это в свою очередь снижает эффективность естественной вентиляции в карьере [1].

Целью работы является оценка формирующихся аэродинамических процессов, характеризующих эффективность естественной вентиляции, с учетом установившегося температурного градиента внутри границ выработанного пространства.

Научная новизна исследования связана с определением границ эффективного применения естественной вентиляции с учетом сформировавшейся температурной стратификации атмосферы внутрикарьерном пространстве.

Для определения границ эффективного применения естественной вентиляции золоторудных карьеров в зависимости от температурного градиента атмосферы было использовано математическое моделирование на основе программного комплекса AnsysFluent [2].

На основе математического моделирования аэродинамических процессов установлено, что внутрикарьерном пространстве преобладает три формы инверсий: с положительным, нулевым и отрицательным значением температурного градиента.

Инверсия с положительным температурным градиентом указывает на то, что сформировавшаяся среда в карьере теплее поступающего потока воздуха извне. Такое условие приводит к повышению температуры поступающего воздуха и развитию восходящих потоков, способствующих перемещению воздушных масс в карьере.

Инверсия с нулевым температурным градиентом является промежуточным звеном между инверсией с положительным и отрицательным температурным градиентом. Особенность этого условия заключается в том, что на формирование поля скоростей не влияет температура среды и поступающего потока воздуха, а влияет только лишь геометрические особенности карьерного пространства.

Инверсия с отрицательным температурным градиентом указывает на то, что сформировавшаяся среда в карьере холоднее поступающего потока воздуха извне. Такое условие приводит к оттоку тепла из поступающего извне воздуха. Это в свою очередь приводит к охлаждению воздушных слоев, прилегающих к поверхности горизонтов. После чего они становятся более плотными по сравнению с вышележащими воздушными слоями. Их скопление и задержка в нижней части карьера, способствует снижению интенсивности воздухообмена [3].

Таким образом при положительном температурном градиенте объем образующихся зон обратного движения воздуха не превышает 8% от общего выработанного пространства и при этом обеспечивается полноценный вынос загрязняющих веществ за границы карьера с помощью естественной вентиляции. При отрицательном температурном градиенте объем образующихся зон рециркуляции достигает 30%, эффективность естественной вентиляции снижается и для нормализации параметров карьерного воздуха необходимо дополнительное использование инженерно-технических мероприятий.

### Источники и литература

- 1) Бакланов А.А. и др. Моделирование атмосферного переноса и выпадения загрязнителей и оценка последствий для Арктики // Отчет о НИР. – Апатиты: Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, 2008. – 123 с.
- 2) Бакланов А. А. Численное моделирование в рудничной аэрологии /Апатиты: КФАН СССР, 1987. 200 с.
- 3) Гридина Е.Б., Петров И.А. Опыт математического моделирования процесса проветривания Оленегорского карьера в программном комплексе Flow Vision // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2017. - Спец. вып. 5-1: Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке-1. - С. 32-42.