

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах, на которых ведутся горные работы»: утв. 31.10.2016, № 449. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2018. – 68 с. – (Документы по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в горнорудной промышленности: сер. 06, вып. 9).
2. Аэросеть – Решение проблем рудничной вентиляции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://aeroset.net>. – (дата обращения: 25.08.2019).
3. Аналитический комплекс «АэроСеть»: программа для ЭВМ: свидетельство о гос. регистрации № 2015610589 / Зайцев А.В., Казаков Б.П., Кашников А.В., Кормщиков Д.С., Круглов Ю.В., Левин Л.Ю., Мальков П.С., Шалимов А.В.; заявитель и правообладатель ГИ УрО РАН – № 2014613790; заявл. 24.04.2014; зарегистрировано 14.01.2015; опублик. 20.02.2015. – 1 с.
4. Kirchhoff G. Ueber die Auflösung der Gleichungen, auf welche man bei Untersuchung der linearen Vertheilung, galvanische Ströme geführt wird // Annalen der Physik und Chemie. – 1847. – V. 148, № 12. – P. 497-508. DOI: 10.1002/andp.18471481202.
5. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справ. пособие. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.: Стройиздат, 1984. – 117 с.
6. Устав ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ: утв. 09.06.2017, № 251. Зарегистрировано Минюстом России 24.08.2017 г. – Текст электронный // Консорциум КОДЕКС. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: офиц. сайт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456074968>. (Дата обращения: 15.04.2019).
7. Лукашов О.Ю. Исследование волновых эффектов, возникающих при распространении ударных волн по разветвленной сети горных выработок: дис. ... канд. физ.-мат. наук; 01.02.05 / Лукашов Олег Юрьевич. – Томск, 2003. – 141 с.
8. Гришин Е.Л., Кормщиков Д.С., Левин Л.Ю. Использование результатов теплогазодинамического расчета при анализе аварийных ситуаций и разработке плана ликвидации аварий в аналитическом комплексе «АэроСеть» // Горн. информ.-аналит. бюл. – 2014. – № 9. – С. 185-189.
9. Кормщиков Д.С. Исследование и разработка систем аэрогазодинамической безопасности подземных рудников: дис. ... к.т.н.; 25.00.20 / Кормщиков Денис Сергеевич. – Пермь, 2015. – 121 с.
10. Методические рекомендации о порядке составления планов ликвидации аварий при ведении работ в подземных условиях: РД 15-11-2007: утв. 24.05.2007, № 364. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2016. – 68 с. – (Документы по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в горнорудной промышленности: сер. 06, вып. 6).
11. Левин Л.Ю., Кормщиков Д.С., Семин М.А. Решение задачи оперативного расчета распределения продуктов горения в сети горных выработок // Горн. информ.-аналит. бюл. – 2013. – № 12. – С. 179-184.
12. Левин Л.Ю., Семин М.А., Зайцев А.В. Разработка математических методов прогнозирования микроклиматических условий в сети горных выработок произвольной топологии // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2014. – № 2. – С. 154-161.

УДК 622.4

DOI:10.7242/echo.2019.4.25

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ В СИСТЕМАХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК БОЛЬШОГО СЕЧЕНИЯ

А.Г. ИСАЕВИЧ, С.В. МАЛЬЦЕВ

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: В работе представлены результаты исследований системы вентиляции гипсовой шахты, характеризующейся наличием выработок большого сечения (от 40 до 130 м²). Рассмотрены вопросы возможности проветривания тупиковых камер сечением 130 м² за счет диффузионного перемешивания, без применения вентиляторов местного проветривания. Установлены оптимальные места размещения источников тяги для интенсификации проветривания.

Ключевые слова: рудничная вентиляция, гипсовая шахта, выработки большого сечения, эжекторные установки, численное моделирование, вычислительная динамика жидкости и газа, двигатели внутреннего сгорания.

Предприятие ООО «Кнауф Гипс Новомосковский» разрабатывает Новомосковское месторождение гипсового камня в Тульской области с 1949 г. Гипсовый камень под Но-

вомосковском и его окрестностями залегает на глубине около 130 м от земной поверхности. Промышленная толща колеблется в пределах от 12 до 26 м [1]. Шахтное поле вскрыто пятью шахтными стволами: клетевым, грузовым № 3, скиповыми № 1 и № 2, вентиляционным шурфом (см. рис 1). Проветривание горных выработок шахты осуществляется нагнетательным способом с помощью главной вентиляторной установки, расположенной на клетевом стволе. ГВУ состоит из двух вентиляторных агрегатов ВОД-30М и ВУПДТ-2,4. В настоящее время вентилятор главного проветривания ВОД-30М является рабочим, ВУПДТ-2,4 резервным. По газовому режиму шахта относится к негазовой.

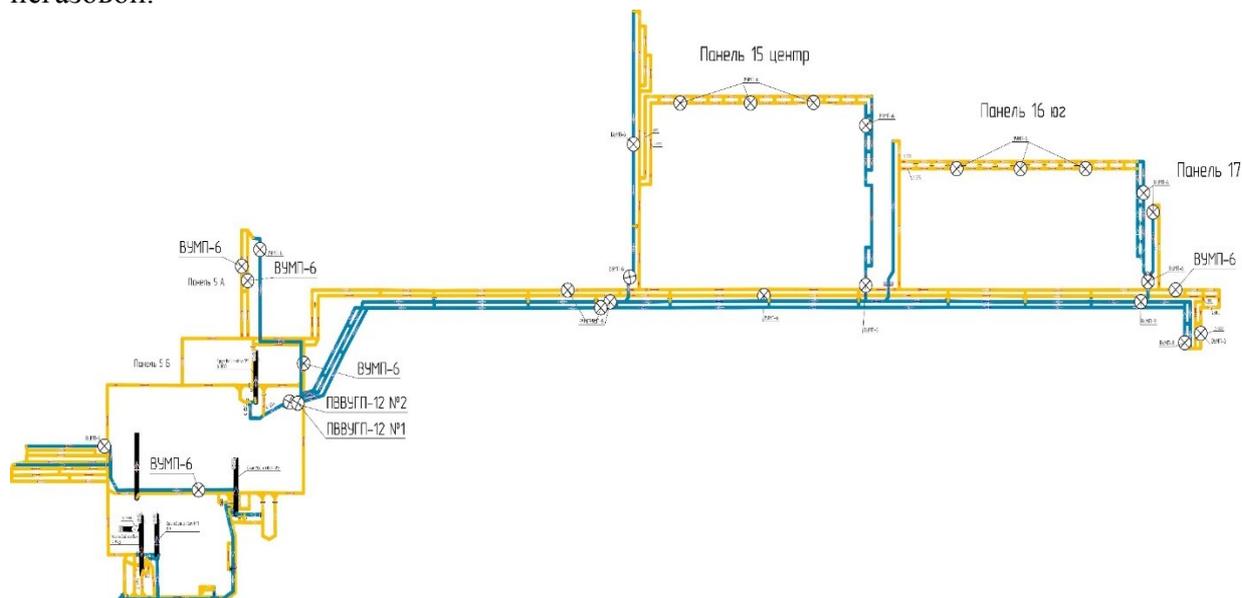


Рис. 1. Схема вентиляционной сети

На шахте применяется камерно-столбовая система разработки с оставлением ленточных междукамерных целиков и гарантированной потолочины 5-6 м в кровле горных выработок [1]. Длина отдельных камер достигает 50 м. Количество камер в панели, как правило, составляет 40 шт.

В настоящее время на шахте очистные и подготовительные работы ведутся на панелях № 15 № 16 № 17, а также юго-восточных квершлагах № 1-4. На каждой панели работает по два LHD погрузчика (CAT R3000H), 2 оборочные машины Liebherr A934 и 1 гидромолот Liebherr A904. На подготовительных работах планируемой панели в работе находятся 2 автосамосвала Bell-45, 1 погрузчик Liebherr 566, 1 оборочная машина Liebherr A934 и 1 гидромолот Liebherr A904. На подготовительных работах в юго-восточных квершлагах в работе находятся 2 автосамосвала Bell-45, 1 погрузчик Liebherr 566, 1 оборочная машина Liebherr A934 и 1 гидромолот Liebherr A904. Одновременно на панели ведётся отгрузка гипсового камня в 4-х погрузочных точках (одновременно в четырех камерах).

Особенностью шахты являются большие сечения горных выработок. Поперечное сечение откаточных штреков варьируется в диапазоне от 40 до 60 м². Поперечное сечение добычных камер составляет приблизительно 130 м². Это привносит дополнительные сложности при анализе вентиляции шахты, поскольку течение воздуха по выработкам настолько большого сечения неминуемо сопряжено с возникновением конвективной стратификации воздушных потоков в поперечном сечении [2], а также с возрастанием влияния местных сопротивлений на закономерности распределения воздушных потоков на сопряжениях горных выработок [3].

На рис. 2 представлена принципиальная схема проветривания панели.



Рис. 2. Принципиальная схема проветривания панели

Проветривание панели осуществляется следующим способом: свежий воздух поднимается с откаточных квершлагов, проходит вдоль добычных камер и удаляется на панельный вентиляционный штрек. Вентиляторы местного проветривания не используются; тупиковые камеры проветриваются за счет диффузионного проветривания. Основными вредностями при добыче гипсового камня являются газы от работы двигателей внутреннего сгорания (автотранспортная техника, работающая на погрузочной точке), которые выделяются как в тупиковых выработках, так и в транспортных штреках.

Для интенсификации проветривания тупиковых камер применяются вентиляторы-эжекторы, установленные вдоль транспортного штрека и работающие без переключки. Для обоснования такой схемы проветривания потребовалось провести ряд исследований, целью которых было определить, не произойдет ли накопление опасных концентраций газов от двигателей внутреннего сгорания [4, 5]. Проводились как экспериментальные исследования непосредственно на шахте, так и теоретические расчеты аэродинамических процессов в трехмерной постановке. Помимо этого, анализ газо- и воздухораспределения проводился на одномерной модели вентиляционной сети в аналитическом комплексе «АэроСеть» [6].

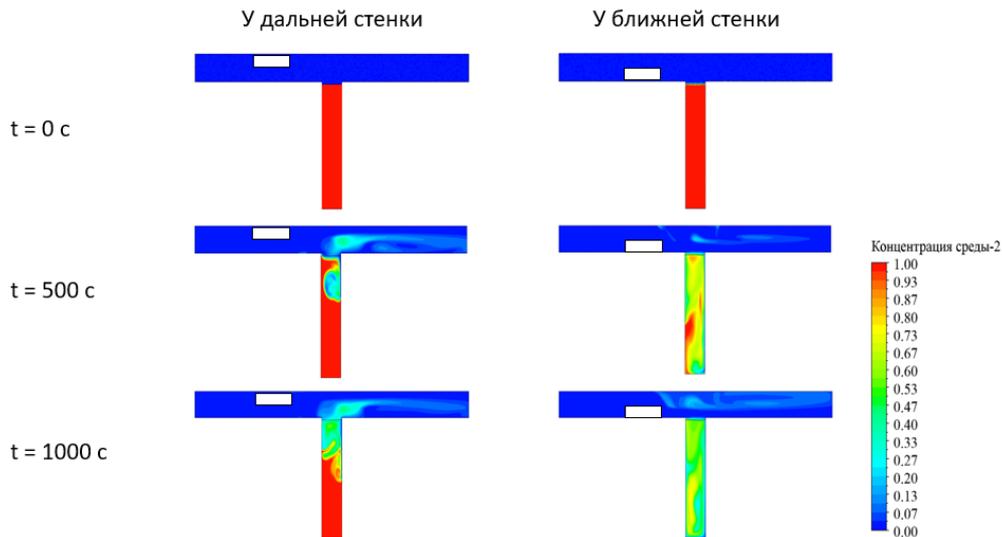


Рис. 3. Горизонтальный срединный срез поля концентраций выхлопных газов вблизи тупиковой камеры при различных моментах времени и различных мест расположения эжекторной установки

Дополнительной задачей, решавшейся в ходе данного исследования, была задача определения оптимальных мест расположения эжекторных установок в поперечном сечении транспортного штрека по критерию наискорейшего выноса вредных примесей из тупиковой камеры. Для этого проведено численное моделирование нестационарного распределения аэрогазодинамических параметров в трехмерной постановке. Результаты моделирования представлены на рис. 3.

Результаты моделирования показывают, что размещение источника тяги (вентилятора-эжектора) у ближней стенки (по отношению к устью камеры) на 30-40% улучшают условия диффузионного выноса вредных примесей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта № 19-77-30008.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макеев А.В. Обеспечение безопасности горных работ на шахте ОАО «Кнауф Гипс Новомосковский» // Записки Горного института. – 2005. – Т. 164. – С. 102-106.
2. Казаков Б.П., Шалимов А.В., Семин М.А., Гришин Е.Л., Трушкова Н.А. Конвективная стратификация воздушных потоков по сечению горных выработок, ее роль в формировании пожарных тепловых депрессий и влияние на устойчивость проветривания // Горный журнал. – 2014. – №12. – С. 105-109.
3. Левин Л.Ю., Семин М.А., Газизуллин Р.Р. Разработка метода расчета местных аэродинамических сопротивлений при решении сетевых задач воздухораспределения // Горн. информ.-аналит. бюл. – 2014. – № 9. – С. 200-205.
4. Казаков Б.П., Семин М.А., Мальцев С.В. Математическое моделирование проветривания панелей гипсовой шахты эжекторными установками // Изв. Тульского гос. ун-та. Науки о Земле. – 2018. – № 3. – С. 245-255.
5. Исаевич А.Г. Актуальные вопросы организации проветривания тупиковых выработок // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. Вып. 14 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2016. – С. 266-268.
6. Казаков Б.П., Исаевич А.Г., Мальцев С.В., Семин М.А. Автоматизированная обработка данных воздушно-депресссионной съемки для построения корректной математической модели вентиляционной сети рудников // Изв. вузов. Горн. журн. – 2016. – № 1. – С. 22-30.

УДК 622.4

DOI:10.7242/echo.2019.4.26

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПОВЫШЕННЫМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ ШАХТНОЙ АТМОСФЕРЫ В РАБОЧИХ ЗОНАХ НЕФТЯНЫХ ШАХТ ЯРЕГСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ю.В. КРУГЛОВ

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: Одной из наиболее сложных задач, с решением которых сталкивается НШПП «Яреганефть» ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» (Республика Коми, г. Ухта), являющееся единственным в мире предприятием, осуществляющим добычу тяжелой высоковязкой нефти термошахтным способом, является разработка технологии поддержания температуры шахтного воздуха в пределах значений, определяемых современными нормами промышленной безопасности. Нарастание объемов добычи тяжелой нефти на Ярегском нефтяном месторождении, сопровождающееся увеличением объемов закачиваемого в нефтяной пласт перегретого пара, влечет за собой рост температур воздуха в рабочих зонах, приводящий к ухудшению условий труда персонала нефтяных шахт, падению производительности его работы и снижению уровня безопасности ведения горных и нефтедобычных работ, что в конечном итоге приводит к ухудшению показателей нефтедобычи. В статье дана краткая технико-экономическая оценка эффективности различных способов борьбы с тепловыделениями и нормализации температурных параметров атмосферы в горных выработках применительно к условиям Ярегского нефтяного месторождения, а также рассмотрены наиболее перспективные из них.

Ключевые слова: нефтяная шахта, шахтная атмосфера, рудничная вентиляция, теплоизоляция горных выработок, кондиционирование горных выработок, проветривание шахты