

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Вып. 40: утв. 19.11.2013, № 30961. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2014. – 196 с. – (Документы по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в горнорудной промышленности: сер. 05).
2. ГОСТ Р 55154-2012. Оборудование горно-шахтное. Системы безопасности угольных шахт многофункциональные. Общие технические требования. – Дата введения 2012-11-22. – М.: Стандартинформ, 2013. – 27 с.
3. Положение об аэрогазовом контроле в угольных шахтах. Вып. 23: утв. 1.12.2011, № 678. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2013. – 108 с. – (Документы по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в угольной промышленности: сер. 05).
4. Протасеня И.В., Береснев С.П., Круглов Ю.В., Гришин Е.Л., Киряков А.С. Единая информационно-аналитическая система «Аэросеть» для проектирования и расчета вентиляции калийных рудников // Горн. журн. – 2010. – № 8. – С.69-72.
5. Круглов Ю.В., Семин М.А. Круглов Ю.В. Совершенствование алгоритма оптимального управления проветриванием вентиляционных сетей сложной топологии // Вестн. ПНИПУ: Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – Т. 12, № 9. – С. 106-115.
6. Гришин Е.Л., Накаряков Е.В., Трушкова Н.А., Санникович А.Н. Опыт внедрения систем динамического управления проветриванием рудников // Горн. журн. – 2018. – № 8. – С. 103-108.
7. Wallace K., Prosser B., Stinnette J.D. The practice of mine ventilation engineering. // International Journal of Mining Science and Technology. – 2015. – V. 25, № 2. – P. 165-169.
8. Левин Л.Ю., Кормщиков Д.С., Семин М.А. Решение задачи оперативного расчета распределения продуктов горения в сети горных выработок // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № 12. – С. 179-184.
9. 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» // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – № 9. – С. 185-189.

УДК 622.4

DOI:10.7242/echo.2019.4.23

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ НОРМАЛИЗАЦИИ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В БУРОВЫХ ГАЛЕРЕЯХ НЕФТЯНЫХ ШАХТ

Ю.А. КЛЮКИН

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация. В статье представлены возможные схемы нормализации микроклиматических условий в эксплуатационной галерее нефтяной шахты при подземно-поверхностной системе термошахтной разработки. Варианты технологических схем нормализации микроклиматических условий в уклонных блоках нефтяных шахт характеризуются различными уровнями энергоэффективности и конструктивной сложности. Показано, что для нормализации микроклиматических условий в уклонных блоках нефтяных шахт возможны разнообразные схемы организации движения охлажденного и нагретого воздуха с применением средств распределенной подачи и всасывания и теплоизоляционных материалов.

Ключевые слова: термошахтный способ, подземно-поверхностная схема, рудничная вентиляция, тепловой режим, теплообмен, фильтрация, теплоперенос, трещиновато-пористый массив, математическое моделирование, микроклимат.

На нефтяных шахтах Ярегского месторождения с 1972 года добыча высоковязкой нефти ведется термошахтным способом, что приводит к созданию на добычных участках особо тяжелых микроклиматических условий [1, 2]. В результате исследований микроклимата были предложены различные схемы проветривания и управления тепловым режимом участков интенсивных тепловыделений [3 — 6]. В соответствии с экспериментальными данными [7 — 9], процессы испарения и конденсации влаги в подземных рабочих зонах носят нестационарный, рассредоточенный по

длине горных выработок характер и приводят к значительному приросту теплосодержания воздуха, сравнимому по величине с теплообменом с породным массивом и нефтесодержащей жидкостью. Следовательно технологические схемы нормализации микроклиматических условий должны быть направлены на управление как тепловыделениями, так и влаговыделениями. На основе выполненных исследований предложены варианты технологических схем нормализации микроклиматических условий в горных выработках нефтяных шахт. Возможные схемы нормализации микроклиматических условий в эксплуатационной галерее нефтяной шахты представлены в виде схем на рис. 1-8.

На рис. 1 представлено сечение эксплуатационной галереи без мероприятий по нормализации микроклиматических условий. В данной схеме свежий воздух поступает в рабочую зону по всему сечению выработки, проходит последовательно по всем участкам галереи и удаляется через сопряжение с вентиляционным штреком или уклоном.

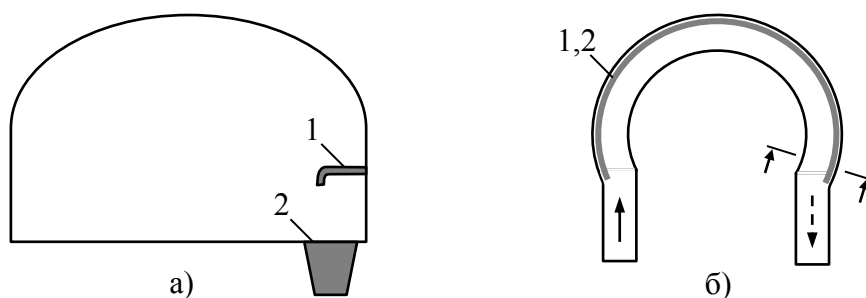


Рис. 1. Схема эксплуатационной галереи без мероприятий по нормализации микроклиматических условий (а) — разрез, (б) — вид сверху

Мероприятие по сооружению ограждений (3) устьев добывающих скважин (1) (рис. 2) направлено на защиту горнорабочих от разбрызгивания нагретой нефтесодержащей жидкости при продувке добывающих скважин. Кроме того, такие укрытия снижают интенсивность перемешивания нагретого и свежего воздуха по объему бургалереи, что благоприятно сказывается на микроклиматических условиях на удалении от устьев добывающих скважин.

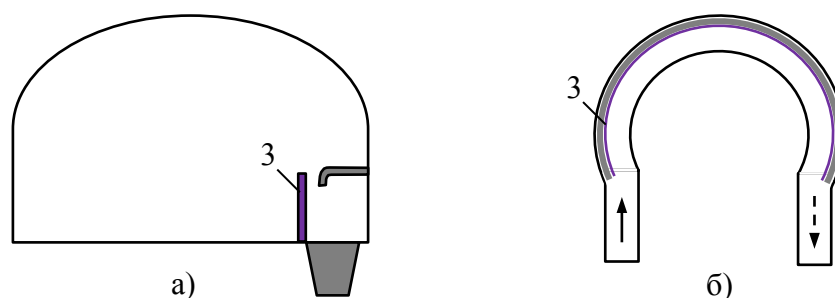


Рис. 2. Схема эксплуатационной галереи с сооруженным ограждением устьев добывающих скважин и нефтесборной канавки (а) — разрез, (б) — вид сверху

Назначение приточной вентиляции (4) (рис. 3) заключается в компенсации нагрева воздуха, происходящего на предыдущих по ходу его движения участках. На каждом последующем участке расход воздуха в выработке возрастает, а, следовательно, возрастает и необходимое для охлаждения количество приточного воздуха. Кроме того, с увеличением скорости движения воздуха в выработке возрастает и коэффициент теплообмена воздуха с нагретыми поверхностями.

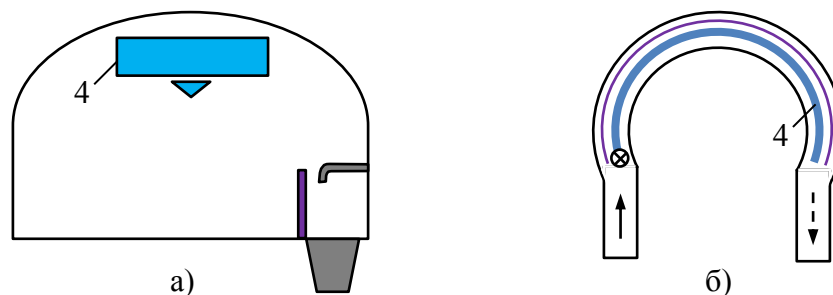


Рис. 3. Схема эксплуатационной галереи с воздухопроводом распределенной подачи (а) — разрез, (б) — вид сверху

На следующем этапе дополнительно предлагается применение вытяжной системы (5) (рис. 4) совместно с приточной. Это позволяет не только поддерживать в выработке минимальную скорость движения воздуха, но также сократить необходимое количество охлажденного воздуха для компенсации нагрева. Местные вытяжные системы позволяют дополнительно сократить тепло- и влагопоступления от прорывающегося пара и организовать их обособленный отвод.

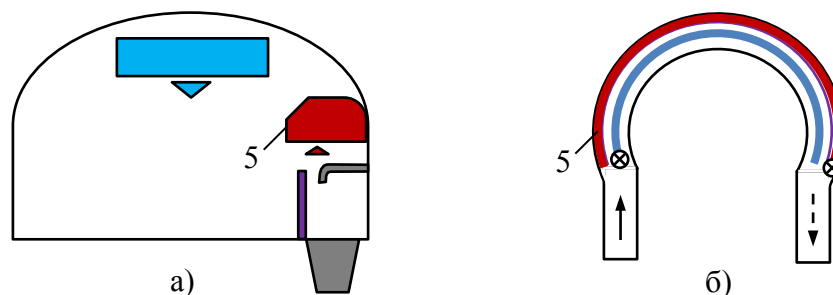


Рис. 4. Схема эксплуатационной галереи с системой местного отсоса в районе устьев добывающих скважин (а) — разрез, (б) — вид сверху

Применение закрытой системы сбора нефтесодержащей жидкости (6) (рис. 5) вместо транспортировки НСЖ по водоотливной канавке (2) дополнительно снижает интенсивность теплообмена воздуха с разогретой нефтесодержащей жидкостью, что позволяет применять системы кондиционирования воздуха на уклонных блоках большей протяженности или снижать требуемую холодопроизводительность системы.

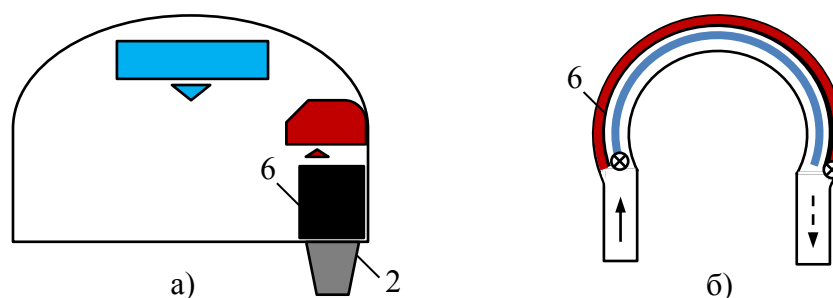


Рис. 5. Схема эксплуатационной галереи с закрытой системой сбора нефтесодержащей жидкости (а) — разрез, (б) — вид сверху

Применение теплоизоляции (7) в системе закрытого сбора нефтесодержащей жидкости (рис. 6) дополнительно снижает тепловой поток от разогретой жидкости к воздуху, а следовательно и требуемую мощность системы кондиционирования воздуха.

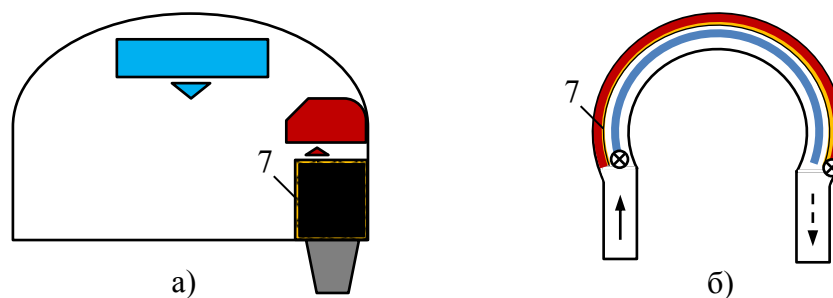


Рис. 6. Схема эксплуатационной галереи с теплоизолированной закрытой системой сбора нефтесодержащей жидкости (а) — разрез, (б) — вид сверху

Применение теплоизоляционных крепей (8) в эксплуатационной галерее (рис. 7) снижает нагрев воздуха от разогретого породного массива и позволяет снизить требуемую мощность системы кондиционирования воздуха. Мероприятие эффективно только в случае применения закрытой системы сбора нефтесодержащей жидкости.

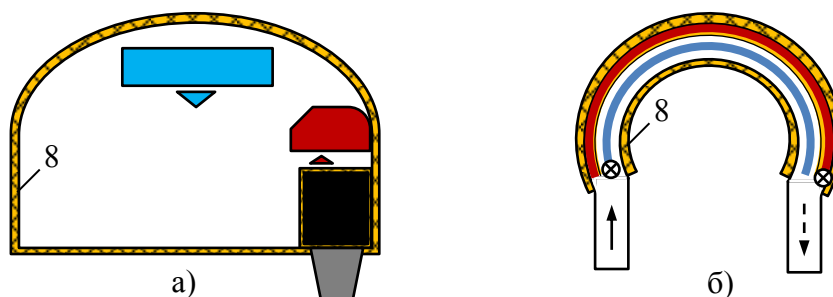


Рис. 7. Схема эксплуатационной галереи с теплоизоляционной крепью (а) — разрез, (б) — вид сверху

Воздушное душирование (9) в рабочей зоне эксплуатационной галереи (рис. 8) позволяет локально обеспечивать участки с комфортными микроклиматическими условиями и требует меньшей холодопроизводительности в сравнении с вариантом обеспечения аналогичных условий во всей горной выработке.

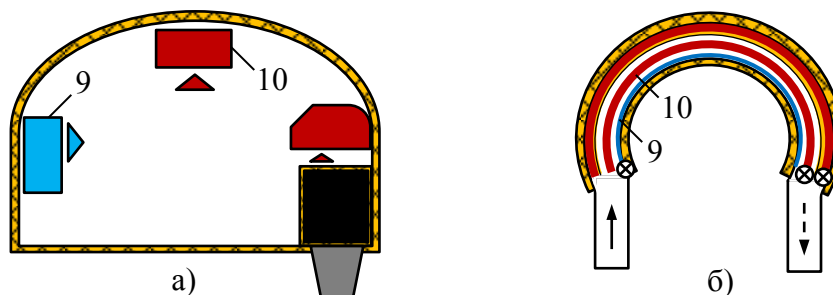


Рис. 8. Схема эксплуатационной галереи с системой воздушного душирования (а) — разрез, (б) — вид сверху

Обозначенный на рис. 8 красным цветом вентиляционный короб (10) у кровли выработки является дополнительным элементом вытяжной системы вентиляции, наряду с (5).

В результате проведенных исследований разработаны варианты технологических схем нормализации микроклиматических условий в уклонных блоках нефтяных шахт, характеризующиеся различными уровнями энергоэффективности и конструктивной сложности. Для нормализации микроклиматических условий в уклонных блоках нефтяных шахт возможны разнообразные схемы организации движения охлажденного и нагретого воздуха с применением средств распределенной подачи и всасывания. Для различных условий целе-

сообразно разрабатывать системы по приточной, вытяжной и приточно-вытяжной схемам с разными балансами по подаваемому и удаляемому воздуху.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации в рамках научного проекта № МК-6244.2018.5.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левин Л.Ю., Зайцев А.В., Клюкин Ю.А., Семин М.А. Математическое прогнозирование микроклиматических параметров в горных выработках нефтяных шахт // Изв. Тульского гос. ун-та. Науки о Земле. – 2018. – № 4. – С. 294-309.
2. Николаев А.В., Файнбург Г.З. Об энерго- и ресурсосберегающем проветривании подземных горных выработок нефтешахт // Вестн. ПНИПУ: Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2015. – Т. 14, № 14. – С. 92-98.
3. Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 360 с.: ил.
4. Николаев А.В. Способ проветривания уклонных блоков нефтешахт, повышающий энергоэффективность подземной добычи нефти // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 11. – С. 133-136.
5. Николаев А.В. Способ раздельного проветривания уклонных блоков и подземных горных выработок нефтяной шахты // Вестн. ПНИПУ: Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2016. – Т. 15, № 20. – С. 293-300.
6. Левин Л.Ю., Семин М.А., Клюкин Ю.А. Оценка эффективности системы распределенной подачи охлажденного воздуха как способа управления микроклиматическими параметрами шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № 12. – С. 185-189.
7. Клюкин Ю.А., Семин М.А., Зайцев А.В. Экспериментальное исследование микроклиматических условий и факторов их формирования в нефтяной шахте // Вестн. ПНИПУ: Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 63-75. DOI: 10.15593/2224-9923/2018.3.6.
8. Зайцев А.В., Клюкин Ю.А., Киряков А.С. Исследование процессов тепломассопереноса в горных выработках при применении систем частичного повторного использования воздуха // Вестн. ПНИПУ: Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2014. – Т. 13, № 11. – С.121-129.
9. Zaitsev V., Levin L.Yu., Kazakov V.P., Klyukin Yu.F. Thermotechnical systems for normalization of microclimate parameters in deep mines of Nornickel's Polar Division // Gornyi Zhurnal. – 2018. – № 6. – P. 34-40. DOI: 10.17580/gzh.2018.06.07.

УДК 622.4

DOI:10.7242/echo.2019.4.24

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ АЭРОСЕТЬ В СВЯЗИ С НОВЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ К ПРОВЕДЕНИЮ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Д.С. КОРМЩИКОВ

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация. В статье приведены расчетные и аналитические инструменты, которые потребовалось внедрить в программу «Аэросеть» после вступления в силу Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах, на которых ведутся горные работы». Описаны разработанные алгоритмы расчета водоснабжения, зон поражения при взрыве и пожаре, маршрутов движения в задымленной атмосфере. Приведены примеры их реализации в программе.

Ключевые слова. шахта, рудник, инженерные расчеты, моделирование, вентиляция, Водоснабжение, взрыв, ударная волна, пожар, устойчивость проветривания, аэросеть.

Введение

В конце 2016 года в силу вступил приказ Ростехнадзора №449 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах, на которых ведутся горные работы» [1]. Согласно пункту 26 этой инструкции **расчеты**