РАЗДЕЛ XIV. ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ

Баклушина И.В., Новикова К.Ю., Астрашенко В.В., Налимов М.Н., Шкурят М.С.

Достижения науки и техники в области вентиляции шахт за последние 10 лет

Сибирский государственный индустриальный университет

(Россия, Новокузнецк)

doi: 10.18411/lj-07-2021-58

Аннотация

Рассмотрены различные способы совершенствования вентиляции шахт в различных направлениях для обеспечения безопасности труда горнорабочих и безостановочного технологического процесса выемки угля за счет стабильного поддержания величины содержания метана в подземных горных выработках угольных шахт в пределах установленных норм.

Ключевые слова: вентиляция шахт, вентиляторы, расчет систем вентиляции, дегазация.

Abstract

Various ways of improving ventilation of mines in various directions are considered to ensure the safety of miners and non-stop technological process of coal mining due to the stable maintenance of the methane content in underground mine workings of coal mines within the established standards.

Keywords: ventilation of mines, fans, calculation of ventilation systems, degassing.

Вентиляция шахты — система мероприятий, направленная на поддержание во всех действующих горных выработках шахты атмосферы с параметрами, необходимыми для ведения горных работ.

Вентиляция шахты была известна в 1 в. до н.э. (например, рудники в Рио-Тинто, Южная Испания). Позднее (1 в. н. э.) сведения о вентиляции шахты изложены в "Естественной истории" Плиния Старшего; первое систематизированное изложение способов вентиляции шахты (16 в.) сделано Г. Агриколой. Первоначально вентиляция шахты осуществлялась за счёт естественной тяги, впоследствии также за счёт подогрева исходящей струи. Развитие горных работ и особенно появление в шахтах метана (первые сведения в 16 в.) потребовали интенсификации вентиляции шахты, что стало возможным с изобретением в 1832 в России шахтного вентилятора [1].

В связи с необходимостью наличия в шахтных условиях надежного, необходимой мощности и управляемого источника сил движения воздуха, в качестве основного источника этих сил используется вентилятор. Вентилятором называется механическая установка, создающая разность давлений на входе в вентиляционную сеть и выходе из нее.

Вентиляторы широко применяются во всех отраслях промышленности. На их привод расходуется огромное количество электроэнергии, вырабатываемой в стране. В частности, в горной отрасли на привод вентиляторов, обслуживающих шахту, уходит от 8 до 10% электроэнергии расходуемой всей шахтой. В связи с этим, создание высокоэкономичных вентиляторов и правильное их использование имеет большое экономическое значение [2].

На данный момент существует большое количество компаний, которые занимаются разработкой и производством вентиляторов. Одна из таких компаний

«ВЕНТАР-С» выпускает вентилятор «ВОЭ-5». Инженеры смогли достичь высоких показателей, низкой себестоимости, и высокого качества [3].

<https://electro68.ru/product/shabtnyj-ventiljator-voje-5/>

Технические характеристики ВОЭ-5

КПД вентилятора (максимальный)
63 %
Звуковая мощность (уровень)
109 дБА
Электродвигатель:
АИР112М2
Мощность:
7,5 кВт
Напряжение:
380В, 220В
Частота вращения:
3000 об/мин
Частота сети:
50 Гц
Защита двигателя (степень)
IP-54
Высота изделия
660 мм
Ширина изделия
600 мм
Общая масса комплектующих
150 кг

Рисунок 1 – Вентилятор ВОЭ-5 и его технические характеристики

Но на обслуживание вентиляторов уходит большая часть энергии и поэтому оснащение шахт только экономичными вентиляторами недостаточно. Поперечное сечение шахтных стволов загромождено армировкой, лестничным отделением и коммуникациями, что обуславливает потерю общешахтной депрессии, а отсюда дополнительные затраты на проветривание из-за высокого аэродинамического сопротивления, и, следовательно, повышенный расход электроэнергии на вентиляцию. Группой исследователей проведен расчет аэродинамических характеристик стволов с центральным расположением расстрелов. Р.С. Кирин исследовал способы повышения аэродинамического качества шахтных вертикальных стволов на основе новых видов и профилей их армировки. В последние десятилетия нашли применение энергосберегающие и очевидно перспективные виды армировки - канатная, безрасстрельная - консольная, рамная, блочная, и другие. Шахтные стволы с такими армировками являются аэродинамически более совершенными [4]. Такое техническое решение позволяет снизить металлоемкость армировки и аэродинамическое сопротивление ствола в сравнении с обычной многорасстрельной армировкой, за счет снижается аэродинамическое сопротивление выработок [5].

Одиночные горные выработки с тупиковыми забоями проветривают вентиляторами местного проветривания по трем схемам: нагнетательной, всасывающей и комбинированной. На угольных шахтах, опасных по газу или пыли, применяют нагнетательную схему проветривания, которая наиболее проста, экономична и безопасна. Вентилятор устанавливают на почве или подвешивают к крепи на свежей струе на расстоянии не менее 10 м от места выхода продуктов взрыва. Свежий воздух по трубам, проложенным по выработке, подается в забой, а отработанный - удаляется по всей выработке. По мере проведения выработки трубопровод наращивают. Отставание вентиляционных труб от забоя не должно превышать 8 м в газовых шахтах

и 12 м в негазовых. Всасывающую и комбинированную схемы проветривания применяют на негазовых шахтах [6].

Системы аспирационного удаления пыли являются действенным оборудованием по снижению концентрации пыли в подготовительных забоях, дополняющим системы орошения комбайнов. Принцип их действия основан на создании отрицательного давления у места образования пыли, изолированном перемещении запыленного воздуха к узлу пылеулавливания, улавливанию пыли одним из физических способов, а также последующую выдачу в вентиляционный поток очищенного воздуха и утилизацию пыли в виде суспензии или в сухом виде [7].

Так же для совершенствования систем вентиляции немало важен расчет систем вентиляции и дегазации, он ведется разными методами.

При общешахтном методе расход воздуха рассчитывается для шахты в целом по обобщённым показателям и общешахтным коэффициентам запаса. Метод отличается простотой, однако недостаточно учитывает специфику вентиляции шахты. Статический метод основан на предположении равномерного распределения вредных примесей по всему объёму потока; не учитывает динамику переноса вредных примесей. Расход воздуха для вентиляции отдельных участков рассчитывается по газовыделению, наибольшему числу людей, занятых в смену, расходу взрывчатых веществ, пыли, теплу, выхлопным газам двигателей внутреннего сгорания; для дальнейших расчётов принимается наибольшее из подсчитанных значений [1].

В данный момент существует программное обеспечение «Вентиляция». «Вентиляция» - многоцелевой программный комплекс, выпущенный компанией «ШАХТЭКСПЕРТ-Системы», с широкими вычислительными, аналитическими и сервисными возможностями. Основным назначением этой программы является решение вентиляционных и смежных задач. Рассматриваемый программный комплекс используют более 95 % угольных шахт России, более 30 проектных организаций и шести рудников России. Особенностью ПО «Вентиляция» является использование общей пространственной сети горных выработок в качестве информационной базы [5].

Эта программа позволяет выполнять дополнительные расчеты, например, по дегазации шахт.

Режим проветривания горных выработок при авариях должен обеспечивать возможность выхода людей из аварийного участка в горные выработки со свежей струей воздуха или на поверхность за время защитного действия самоспасателя или обеспечивать возможность выхода людей из аварийного участка по горным выработкам с пригодной для дыхания атмосферой. При локализации и ликвидации последствий аварии в зависимости от вида происшедшей аварии проветривание горных выработок следует организовывать следующие режимы проветривания:

- при взрыве газа нормальный режим проветривания;
- при пожаре в горных выработках в зависимости от места его возникновения нормальный или аварийный режим проветривания.
- при пожарах в надшахтных зданиях, на ВГП и вспомогательных вентиляторных установках, копрах следует применять такой режим проветривания, при котором исключается проникновение продуктов горения в подземные горные выработки.
- в шахтах, опасных по газу метану и (или) взрывчатости пыли, при ведении работ по тушению пожара следует устанавливать вентиляционный режим, исключающий образование на аварийном участке местного или слоевого скопления метана и других горючих газов, вынос из выработанных пространств или из других выработок к очагам пожара вентиляционного потока, содержащего взрывоопасную концентрацию газов или угольной пыли.

Требования к вентиляции шахты при авариях: режимы проветривания горной выработки, в которой ведутся работы по тушению пожара, должны быть устойчивыми, управляемыми, способствовать снижению активности пожара и обеспечивать безопасность работ по тушению пожара, предупреждению распространения ядовитых газов по шахте; предупреждению образования опасных концентраций взрывчатых газов [8].

На сегодняшний день не существует какого-то одного идеального способа для совершенствования вентиляции. Разработка в этой области ведется по сей день в различных направлениях и постоянно совершенствуется. Обеспечение безопасности труда горнорабочих и безостановочного технологического процесса выемки угля за счет стабильного поддержания величины содержания метана в подземных горных выработках угольных шахт в пределах установленных норм возможно за счет синхронизации работы систем вентиляции, дегазации и газоотсоса [9]. Разработанные в настоящее время способы повышения эффективности проветривания рудников со сложными системами вентиляции, в основе которых лежит детализация моделей и дальнейшая оптимизация режимов работы нескольких главных вентиляторных установок, в несколько раз повышают эффективность вентиляции шахт и рудников [10].

1. Вентиляция шахты - горная энциклопедия [Электронный ресурс]. Mining-enc.ru. 2021. Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/v/ventilyaciya-shaxty> свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 01.04.2021).
2. Баклушина И.В. Применение специализированного программного комплекса для расчета вентиляционных сетей предприятий горнодобывающей промышленности / И.В. Баклушина, П.С. Корешкова, Г.А. Колегов // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. - №33(3), - 2020 – С.45-51.
3. Шахтные вентиляторы главного проветривания [Электронный ресурс]. Ventar-s.ru. 2013. Режим доступа: <https://ventar-s.ru/shop/promushlennue-ventilyatoru/shahtnye-ventilyatory/ventilyator-shahtnyj> – свободный. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 01.04.2021).
4. Армирование вертикального шахтного ствола [Электронный ресурс]. Freepatent.ru. 2010. Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents> - свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 09.04.2021).
5. Уголь Донбасса – история и развитие горного дела [Электронный ресурс]. Coal.in.ua. 2015. Режим доступа: http://coal.in.ua/tehnicheskoe_obslyuzhivanie_remont_shahtnyh_stvolov/shahtnyj_stvol_proektirovanie_sooruzhenie_to/3591-ayerodinamicheskoe-soprotivlenie-shaxtnyx-stvolov.html - свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 03.04.2021).
6. Способы и схемы проветривания подготовительных выработок, условия их применения, достоинства и недостатки [Электронный ресурс]. Studbooks.net. 2021. Режим доступа: https://studbooks.net/2537491/tovarovedenie/sposoby_shemy_provetrivaniya_podgotovitelnyh_vyrabotok_usloviya_primeneniya_dostoinstva_nedostatki – свободный. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 21.06.2021).
7. Романченко С.Б. Практика применения схем проветривания подготовительных выработок с системами пылеудаления/ С.Б. Романченко, Г.И. Коршунов, А.Н. Тимченко // Вестник. - №33(3), - 2020 – С.7-8.
8. Судебные и нормативные акты [Электронный ресурс]. sudact.ru. 2018. Режим доступа: <https://sudact.ru/law/prikaz-rostekhnadzora-ot-31102016-n-449-ob/> – свободный. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 21.06.2021).
9. Направления повышения эффективности использования систем дегазации угольных шахт [Электронный ресурс]. giab-online.ru. 2019. Режим доступа: <https://giab-online.ru/catalog/12801> – свободный. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 21.06.2021).
10. Мальцев, С.В. Разработка способов повышения эффективности проветривания рудников со сложными системами вентиляции /С.В. Мальцев, Б.П. Казаков, М.А. Семин // Известия тульского государственного университета. Науки о земле. - №4 – 2019, - С.283-291