Научная статья

Original article

УДК 622.4

doi: 10.55186/2413046X\_2023\_8\_12\_611

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДИКИ ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТЫ**

**POSSIBILITIES OF USING THE MINE VENTILATION TECHNIQUE**[](http://qje.su/wp-content/uploads/2022/04/Emblema-MEZH.png)

**Рочев Виктор Федорович,** кандидат технических наук, доцент, Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, E-mail: viktor-rochev74@mail.ru

**Rochev Viktor Fedorovich,** Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Technical Institute (branch) North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, E-mail: viktor-rochev74@mail.ru

**Аннотация*.*** Статья представляет собой исследование, посвященное вопросам безопасности и эффективности проветривания шахтных сооружений. Авторы исследуют различные методики и подходы к проветриванию шахт, оценивают их преимущества и ограничения. Статья обсуждает современные технологии и инновации, применяемые в данной области, а также предоставляет практические рекомендации для оптимизации процесса проветривания шахт. Это исследование будет полезным для специалистов и инженеров, занимающихся шахтным строительством и горными работами, а также для всех, кто интересуется вопросами безопасности и эффективности в горнодобывающей индустрии.

**Abstract*.*** The article is a study devoted to the safety and effectiveness of ventilation of mine structures. The authors investigate various methods and approaches to mine ventilation, evaluate their advantages and limitations. The article discusses modern technologies and innovations used in this field, as well as provides practical recommendations for optimizing the process of mine ventilation. This study will be useful for specialists and engineers involved in mine construction and mining, as well as for anyone interested in safety and efficiency issues in the mining industry.

**Ключевые слова:** способ проветривания, схемы, пространство, вентиляция, системы разработки

**Keywords:** ventilation method, schemes, space, ventilation, development systems

Нагнетательный способ проветривания применяется на негазовых и газовых шахтах, при отработке горизонтов на шахтах имеющих аэродинамическую связь горных выработок и выработанных пространств с поверхностью.

При проектировании схемы проветривания шахты необходимо обеспечить устойчивый режим проветривания на весь период эксплуатации шахты, а так же минимальное число вентиляционных сооружений в целях снижения утечек воздуха и повышения надежности вентиляции. В каждом конкретном случае выбор способа и схемы проветривания шахты следует производить на основе принятых расчетов, одновременно с выбором схемы вскрытия, способа подготовки, системы разработки и порядком отработки пластов в свите.

В проекте принимается нагнетательный способ проветривания шахты. Обоснованием этого способа будет служить то, что на шахте по проекту проводятся мероприятия по снижению метанообильности.

Схемы проветривания выемочных участков – возвратноточные, с восходящим проветриванием. Проветривание подготовительных выработок предусматривается осуществлять вентиляторами местного проветривания.

Достоинства нагнетательного способа проветривания:

* возможность применения одной вентиляторной установки;
* ведения горных работ без общего вентиляционного горизонта;
* высокая устойчивость работы главного вентилятора;
* удобство регулирования распределения расхода воздуха в сети и управления вентиляционными режимами при авариях, а также наблюдения за работой вентилятора;
* длительный срок службы вентилятора.

**Расчет проветривания подготовительных** **выработок и выбор ВМП**

При проведении подготовительных выработок наибольшее распространение на шахтах получил нагнетательный способ проветривания. Основой расчета расхода воздуха является требование ПБ о необходимости удаления газов и пыли из призабойной зоны и соблюдение норм расхода воздуха для находящихся в выработке людей.

**Расчет расхода воздуха на проветривание шахты**

Расход воздуха для шахты в целом определяем по формуле:

*Qш*=1,1(*ΣQоч* + *ΣQвс* +*ΣQпог.в*.+*ΣQпод.в.+ΣQк*+*ΣQут*), (1)

где 1,1 - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения воздуха по сети горных выработок;

*ΣQоч* - расход воздуха для проветривания выемочных участков, м 3 /мин;

*ΣQвс* - расход воздуха, подаваемый к всасам ВМП для обособленного проветривания тупиковых выработок, м 3 /мин;

*ΣQпог.в* - расход воздуха для обособленного проветривания погашаемых выработок, м 3 /мин;

*ΣQпод.в* - расход воздуха для обособленного проветривания поддерживаемых выработок, м 3 /мин;

*ΣQк* - расход воздуха для обособленного проветривании камер, м 3 /мин;

*ΣQут* - утечки воздуха через вентиляционные сооружения, расположенные за пределами выемочных участков, м 3 /мин.

**Вентиляция выемочного участка**

Рассчитываем ожидаемое метановыделение по природной газоносности плата:

A close-up of a white background

Description automatically generated(2)

где *gпл* - метановыделение из разрабатываемого пласта, м3/т; *gсп* - метановыделение из сближенных пластов, м3/т; *gпор* - метановыделение из вмещающих пород, м3/т.

Метановыделение из разрабатываемого пласта:

gпл=kпл∙(x-x1)+kэк∙(x-xoг)

где kпл - коэффициент, учитывающий влияние системы разработки на метановыделение пласта; x - природная метаноносность пласта, м3/т; x1 - остаточная метаноносность угля, выдаваемого за пределы выемочного участка, м3/т; kэк - коэффициент, учитывающий метановыделение из эксплуатационных потерь, 0,397; xo - остаточная метаноносность угля, м3/т.

A mathematical equation with numbers and lines

Description automatically generated(3)

где  - ширина условного пояса дренирования, 10.

Метаноносность выемочного участка

*хг*= 4; *хог=* 2.

*хг=*4 м3/т, *xог=*2 м3/т

*х1=хг∙[*1*-k∙exp(-п) ]∙k1* (4)

где *k* - коэффициент, 1; *n* - коэффициент, равный 0,21; *k1*- коэффициент, определяемый временем нахождения угля в лаве, принят равным 0,82:

*х1=*4∙[1-1∙0,81 ]∙0,82=0,62 м3/т

Метановыделение из разрабатываемого пласта:

*gпл=*0,43∙(4-0,62)+0,397∙(4-2)=2,24 м3/т

Метановыделение из подрабатываемого и надрабатываемого пластов не учитываем.

Рассчитываем метановыделение из вмещающих пород:

*gпор = kп ∙ gпл*,

где *kп* - коэффициент, 0:

*gпор =* 0∙ 2,24*=*0 м3/т

Относительная метанообильность выемочного участка:

*gуч=*2,24 м3/т

Рассчитаем количество воздуха необходимого для проветривания выемочного участка по формуле:

A black numbers and a line

Description automatically generated(5)

где *Qуч* - количество воздуха, необходимое для проветривания очистной выработки, м 3 /мин;

*Iуч* - ожидаемое среднее газовыделение в очистной выработке, м 3 /т;

*kн* - коэффициент неравномерности газовыделения, 1,7;

*с* - допустимая концентрация газа в исходящей из очистной выработки вентиляционной струе, 1%;

*со* - концентрация газа в поступающей на выемочный участок вентиляционной струе, 0%;

A math equations with numbers

Description automatically generated with medium confidence

Расчет по числу людей:

Qуч=6nч, (6)

где *nч –* наибольшее число людей, одновременно работающих в очистной выработке.

*Qуч*  6 15  90 м /мин

Проверяем по минимально допустимой скорости движения воздуха в очистной выработке:

Qуч≥60Svmin, (7)

где *S* – площадь поперечного сечения призабойного пространства

очистной выработки в свету (принято в разделе II), м2 *S*=9,6 м 2 ;

*vmin* – минимально допустимая скорость движения воздуха в очистной выработке, 0,25м 3 /с.

*Qуч*  60  9, 6  0, 25  144

1493  144 , удовлетворяет условию

Проверяем по максимально допустимой скорости движения воздуха в очистной выработке:

*Qуч* ≤60*Svmах,* (8)

где *vmах* – максимально допустимая скорость движения воздуха в очистной выработке, 4м 3 /с.

*Qуч*  60  9, 6  4  2304 м3/мин

1493  2304 , удовлетворяет условию

Рассчитаем расход воздуха, подаваемый к всасам ВМП для обособленного проветривания тупиковых выработок:

Расчет производительности ВМП:

*Qв= kут. Qзп,,* (9)

*Q*  1, 3 495  643,5 м 3 /мин.

*в*

где *kут* – коэффициент утечек в вентиляционных трубах соответственно от устья выработки до забоя, 1,3.

Количество воздуха, поступающее к всасу ВМП *Qвс* (м3 /мин):

*Qвс =*1,43 *Qв,* (10)

*Q*  1, 43  643,5  920 *м*3 / *мин*

*вc*

Расчет расхода воздуха для погашаемых выемочных участков:

*Qпог* = 0,5  *Qуч* , (11)

*Qпог* = 0,5  1493= 746,5 м3/мин

Расчет количества воздуха для камер не требуется, так как стоянка дизелевозов находится на поверхности.

Расчет расхода воздуха для поддерживаемых выработок:

A mathematical equation with numbers and symbols

Description automatically generated(12)

где *Jп* – полное метановыделение на всем протяжении выработки, м3/мин, 1,4;

*K н*. – коэффициент метановыделения, 1,35;

*С* – допустимое содержание метана в исходящей струе;

*Со* – допустимое содержание метана в поступающей струе.

Расчёт количества воздуха на утечки через вентиляционные сооружения:

Qут. =  Qпер. +  Qшл +  Qкр.., (13)

где: *Qут.* – потребного количества воздуха на утечки через

вентиляционные сооружения, м3/мин.

 *Qпер.* – утечки воздуха через перемычки (норма утечки – 33 м3/мин. на одну перемычку);

 *Qшл*. – утечки воздуха через шлюзы ( 84 м3/ мин. );

 *Qкр*. – утечки воздуха через кросинги ( 40 м3/мин. );

*Qут*. = 33 **.** 0 + 84 **.** 9 + 40 **.** 0 = 756 м3/мин.

Расход воздуха для шахты в целом равен:

*Qш*=1,1**.** (1493+(920+920)+746,5+189+0+756)= 5527м3 /мин = 92м3/с.

**Заключение**

Применяемые в настоящее время способы и средства пылеподавления, к сожалению, недостаточно эффективны и не являются составной частью технологического процесса проведения подготовительных выработок [1]. Поэтому потенциальная опасность взрывов метанопылевоздушных смесей всегда остается, требуя разработки качественно новых способов борьбы с пылью, обеспечивающих высокие темпы проведения подготовительных выработок.

Проблема на шахте по пылеподавлению остается открытой, закуплено много высокопроизводительной техники иностранного производства, которые разработаны с предустановленной системой пылеулавливания виде навесного на комбайн оборудования, но в целях экономии были закуплены комбайны без данного навесного оборудования. Высокопроизводительная техника и высокие темпы работ увеличили выброс угольной пыли в горные выработки шахты, при этом методы борьбы с ней остались до сих пор на старом уровне, и не позволяют справиться с возросшим пылевыделением.

Эффективность существующего метода с применением орошения комбайна под зубок и пылеподавление исходящих из забоев струй воздуха с помощью лабиринтно-тканевой завесы и ОКВ-7 в очистном и подготовительном забое составит 50 и 40 процентов соответственно. Такое положение требует переходить на совершенно новый уровень борьбы с угольной пылью.

Рассмотренные в данной работе методы борьбы с пылью показали высокую эффективность стационарных пылеулавливающих систем на основе мокрого улавливания пыли из воздуха подготовительного забоя с помощью пылеулавлевателя ДПУ-1000 отечественного производства, достигающую 96 процентов, и на выемочном участке мокрый обеспыливатель Hoeko-Vent импортного производства с эффективностью 99 процентов.

Данные нововведения по применению новых технологий пылеотсоса с последующим обеспыливанием захваченной вентиляционной струи позволят снизить пылеотложения в очистных и подготовительных забоях с 50 процентов до 99 процентов и с 40 процентов до 96 процентов соответственно. Это позволит предотвратить распространение угольной пыли по сети горных выработок шахты, что снижает риск аварийности всего предприятия, а также снизит риск получения профессиональных заболеваний рабочих, занятых на подземных горных работах.

**Список источников**

1. Будущее угольной промышленности России. Журнал «Уголь» 11-2001г.- 64с
2. Бурчаков А.С., Малкин А.С., Устинов Н.И. Проектирование шахт - М: Недра, 1978г. – 407с
3. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах - М: ИГД им. Скочинского, 1979г. – 333с
4. Бурчаков А.С., Гринько Н.К., и др. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых - М: Недра, 1983г. – 487с
5. Бурчаков А.С., Харченко В.А., Кофорин Л.А. Выбор технологических схем угольных шахт М. Недра 1975г.
6. Машины и оборудования для угольных шахт: Справочник под редакцией В.Н. Хорина – 4-е изд., переаб. и доп. – М: Недра, 1987г – 424с
7. Килячков А.П. Вскрытие и системы разработки угольных месторождений. Изд.4, переаб. и доп.М., Недра, 1976.-360с
8. Эталоны ТЭО строительства предприятий по добыче и обогащению угля. В 2 т. / Под научным руководством В.М. Еремеева, Г.Л. Краснянского. – М.: Издательство Академии горных наук, 1998. – Т.1 – 439 с
9. Бокий Б.В. Горное дело. Изд.3, испр. и доп.,– М: Недра, 1959.-864с
10. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтых,–М: ИГД имени Скочинского, 1979г.
11. Ф. М. Киржнер, В.Н. Скуба и др. Технология разработки нарушенных угольных пластов. – Якутск: изд. ЯФ СО АН СССР, 1983.
12. Справочник по шахтному транспорту, под редакцией Тейсаховича Г.Я. М.: Недра, 1997. - 624с
13. Картавый Н.Г., Топорков П.А. Шахтные стационарные установки – М.: Недра, 1978г – 263с
14. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – М.: Недра, 1975.-237с
15. Ушаков К.З. Справочник по рудничной вентиляции. – М.: Недра, 1977.- 328с
16. Хейфиц С.Я., Балтайтис В.Я. Охрана труда и горноспасательное дело. – М.: Недра, 1971.-330с
17. Козлюк А.И., Хорольский В.Т., Захаров А.Б., и др. Основы противопожарной защиты угольных шахт.М.: Недра, 1971.-104с
18. Мельников Н.И. Проведение и крепление горных выработок. Изд. 2, пераб.и доп. М.: Недра, 1979.-343с
19. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03) серия 05. Выпуск 11. М.: ГУП «Научно – технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003.-296с
20. Астахов А.С., Каменецкий А.Е., Чернегов Ю.А. Экономика горной промышленности. М. Недра 1982г.
21. Семенютина, А. В. Эколого-биологические особенности таксонов семейства Cupressaceae в дендрологических коллекциях сухостепного региона / А. В. Семенютина, М. В. Цой // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. – 2021. – Т. 12. – № 2. – С. 4-34. – DOI 10.25726/q2423-4851-2863-i.
22. Khuzhakhmetova, A., Lazarev, S., & Semenyutina, V. (2020). Ecological and biological assessment of climbing shrubs for landscaping residential areas. World Ecology Journal, 10(2), 88-109. https://doi.org/10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2020.2.5

**References**

1. The future of the Russian coal industry. Magazine "Coal" 11-2001- 64c

2. Burchakov A.S., Malkin A.S., Ustinov N.I. Design of mines - M: Nedra, 1978 – 407s

3. Progressive technological schemes of reservoir development at coal mines - M: IGD im. Skochinsky, 1979. – 333c

4. Burchakov A.S., Grinko N.K., et al. Technology of underground mining of stratified mineral deposits - M: Nedra, 1983 – 487s

5. Burchakov A.S., Kharchenko V.A., Koforin L.A. The choice of technological schemes of coal mines M. Nedra 1975.

6. Machinery and equipment for coal mines: Handbook edited by V.N. Khorin – 4th ed., transab. and additional – M: Nedra, 1987g – 424s

7. Kilyachkov A.P. Opening and systems of development of coal deposits. Ed.4, transab. and additional M., Nedra, 1976.-360c

8. Standards of feasibility studies for the construction of coal mining and processing enterprises. In 2 vols. / Under the scientific guidance of V.M. Eremeev, G.L. Krasnyansky. – M.: Publishing House of the Academy of Mining Sciences, 1998. – Vol.1 – 439 p.

9. Bokiy B.V. Mining. Ed.3, ispr. and add.,– M: Nedra, 1959.-864c

10. Progressive technological schemes for the development of layers in coal mines,–M: IGD named after Skochinsky, 1979.

11. F. M. Kirzhner, V.N. Skuba and others. Technology for the development of disturbed coal seams. – Yakutsk: ed. JF SB of the USSR Academy of Sciences, 1983.

12. Handbook of Mine Transport, edited by Teisakhovich G.Ya. M.: Nedra, 1997. - 624c

13. Kartavy N.G., Toporkov P.A. Mine stationary installations – M.: Nedra, 1978g – 263s

14. Guidelines for the design of ventilation of coal mines. – M.: Nedra, 1975.-237c

15. Ushakov K.Z. Handbook of mine ventilation. – M.: Nedra, 1977.- 328c

16. Heifits S.Ya., Baltaitis V.Ya. Labor protection and mine rescue. – M.: Nedra, 1971.-330s

17. Kozlyuk A.I., Khorolsky V.T., Zakharov A.B., et al. Fundamentals of fire protection of coal mines.Moscow: Nedra, 1971.-104c

18. Melnikov N.I. Carrying out and fixing of mine workings. Ed. 2, perab.and additional M.: Nedra, 1979.-343c

19. Safety rules in coal mines (PB 05-618-03) series 05. Issue 11. Moscow: SUE "Scientific and Technical Center for Industrial Safety of Gosgortehnadzor of Russia", 2003.-296c

20. Astakhov A.S., Kamenetsky A.E., Chernegov Yu.A. Economics of mining industry. M. Nedra 198221.

Semenyutina, A.V. Ecological and biological features of cypress family taxa in dendrological collections of the dry-steppe region / A.V. Semenyutina, M. V. Tsoi // Nauka. Thought: electronic periodical journal. – 2021. – Vol. 12. – No. 2. – pp. 4-34. – DOI 10.25726/q2423-4851-2863- me.

22. Khuzhakhmetova A., Lazarev S. And Semenyutina V. (2020). Ecological and biological assessment of climbing shrubs for landscaping residential areas. World Ecological Journal, 10(2), 88-109. https://doi.org/10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2020.2.5

**Для цитирования:** Рочев В.Ф. Возможности использования методики проветривания шахты // Московский экономический журнал. 2023. № 12. URL: https://qje.su/rekreacia-i-turizm/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-12-2023-9/

*© Рочев В.Ф., 2023. Московский экономический журнал, 2023, № 12.*