

Министерство образования и науки Украины
Государственное высшее учебное заведение
Донецкий национальный технический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ КУРСА
«РУДНИЧНАЯ АЭРОЛОГИЯ»

для студентов специальности 7.050107 «Экономика предприятия»
специализации – «Экономика добывающей промышленности» -
(ЭГП)

Рекомендовано
на заседании кафедры
охраны труда и аэрологии.
Протокол № 1 от 31.08.2006 г.

Утверждено
на заседании учебно-
издательского совета ДонНТУ.
Протокол № от . .2006 г.

Донецк ДонНТУ 2006

УДК 622.4 (07)

Методические указания к самостоятельному изучению курса «Рудничная аэрология» для студентов специальности 7.050107 «Экономика предприятия» специализации – «Экономика добывающей промышленности» - (ЭГП) /Сост. Н.С. Почтаренко, Е.Б.Николаев. – Донецк: ДонНТУ, 2006. – 47 с.

Изложено содержание дисциплины и лабораторных занятий, приведены методические рекомендации к самостоятельному изучению курса, контрольные вопросы по самопроверке полученных знаний и терминология, обозначения и единицы физических величин в рудничной аэрологии.

Дана методика определения ожидаемой метанообильности, максимально допустимой нагрузки на очистной забой, расхода воздуха, рабочего режима и возможности вентилятора главного проветривания. Приведен список рекомендуемой литературы.

Составители

Н.С. Почтаренко, к.т.н., проф.
Е.Б.Николаев, к.т.н., доц.

Отв. за выпуск

Ю.Ф. Булгаков, д.т.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение добычи угля, повышение производительности труда и снижение себестоимости тонны угля возможно только путем концентрации и интенсификации горного производства, комплексной его механизации и автоматизации, что потребует, как следствие, высоких нагрузок на очистные забои. Однако рост добычи угля из забоев, оснащение их высокопроизводительной техникой и получение на базе этого эффективных технико-экономических показателей работы шахт сдерживают увеличивающиеся с глубиной разработки газообильность и температура горных пород. Поэтому решение вопросов проветривания выемочных участков и шахт в целом, борьбы с газовыделениями и высокими температурами воздушного потока становится определяющим фактором при выборе рациональной технологии добычи ископаемого, способной обеспечить высокие нагрузки на очистные забои. Из сказанного следует, что вентиляция – одна из важнейших неотъемлемых составных частей технологии разработки месторождений полезных ископаемых. Экономическую и организационно-управленческую деятельность в горной промышленности практически невозможно осуществлять без знания вопросов рудничной аэрологии, так как вентиляция на данном этапе развития угольной промышленности в основном определяет как объем, так и экономические показатели добычи полезного ископаемого.

Цель изучения дисциплины – усвоение студентами специальности 7.050107 «Экономика предприятия» специализации – «Экономика добывающей промышленности» - (ЭПП) теоретических основ и практических способов и средств обеспечения здоровых и безопасных атмосферных условий в горных выработках шахт, формирование умения использовать приобретенные знания для решений профессиональных задач, ознакомление с применяемыми на шахтах приборами контроля состава шахтной атмосферы и основных параметров ее физического состояния.

Курс «Рудничная аэрология» состоит из трех частей: шахтная атмосфера, шахтная аэромеханика и вентиляция шахт. В разделе «Шахтная атмосфера» изложен материал о главных составных частях, ядовитых и взрывчатых примесях шахтного воздуха; метане, его свойствах и мерах борьбы с ним; шахтной пыли и тепловом режиме шахт.

При изучении раздела «Шахтная аэромеханика» студенты ознакомятся с основными законами аэростатики и аэродинамики, аэродинамическим сопротивлением горных выработок; вентиляционными сетями шахт и регулированием распределения воздуха в сети горных выработок; естественной тягой воздуха в шахтах, работой вентиляторов на шахтную сеть и утечками воздуха в шахтных вентиляционных сетях.

Раздел «Вентиляция шахт» предусматривает изучение проветривания очистных и подготовительных выработок, вентиляционных сооружений и устройств, видов контроля проветривания шахт, пылевентиляционной службы горных предприятий и основ проектирования вентиляции шахт.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать: основные свойства газов, входящих в состав шахтной атмосферы, взрывчатые свойства угольной пыли, основные понятия рудничной аэрологии, законы движения воздуха в вентиляционной сети шахт и переноса его газообразных примесей, пыли и тепла в горных выработках шахт, вопросы инженерного и экономического обеспечения вентиляции, методы расчета ожидаемой газообильности выемочных участков и допустимой по газовому фактору нагрузки на очистную выработку, способы и схемы проветривания забоев и шахты, назначение и требования к содержанию вентиляционных сооружений, методику проектирования вентиляции, структуру и организацию работы пылевентиляционной службы шахт.

Будущий экономист добывающей промышленности должен уметь: производить необходимые измерения и делать соответствующие выводы по количественному и качественному составам шахтного воздуха, пылевому и тепловому режимам шахт, анализировать состояние проветривания выемочных участков, тупиковых выработок и шахты, прогнозировать ожидаемое газовыделение для действующих и проектируемых к разработке очистных забоев, вычислять допустимую нагрузку на забой по газовому фактору и разрабатывать мероприятия для увеличения ее значения, а также определять рабочий режим и возможности вентилятора главного проветривания.

В процессе обучения студенту следует вести конспект, в котором в краткой и ясной форме должны найти отражение все основные вопросы учебной программы. Для лучшего усвоения курса

рекомендуется составлять схемы вентиляции, изображать графики рассматриваемых физических процессов и делать эскизы и зарисовки приборов, вентиляционных устройств и сооружений. Для самопроверки знаний студенту рекомендуется ответить на все контрольные вопросы по каждой теме учебной программы. При этом важно учесть, что вопросы для самопроверки не охватывают полностью необходимых знаний по курсу.

По всем вопросам, которые в процессе работы над материалом курса остаются невыясненными, рекомендуется обращаться на кафедру охраны труда и аэрологии.

1 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Рудничная аэрология, предмет и содержание курса, его цели и задачи. Значение курса для практической деятельности экономиста добывающей промышленности. История развития дисциплины.

Литература: [1] с. 4-8.

1.1 ШАХТНАЯ АТМОСФЕРА

Тема 1 Главные составные части, ядовитые и взрывчатые примеси шахтного воздуха.

Шахтный воздух. Состав атмосферного воздуха. Изменения в составе воздуха при движении его по горным выработкам. Свежий и отработанный воздух. Основные составные части шахтного воздуха. Кислород, азот, углекислый газ, их физико-химические свойства. Опасные объемные доли газов в воздухе и санитарные нормы их содержания. Источники образования газов и контроль их содержания. Углекислотообильность: абсолютная и относительная. Главные ядовитые и взрывчатые примеси шахтного воздуха. Оксид углерода, сероводород, диоксид серы, газы разложения взрывчатых веществ (диоксид азота), водород, компрессорные газы, их физико-химические свойства. Физическая сущность ядовитости газов. Опасные и предельно допустимые содержания газов в выработках шахт. Источники образования, контроль содержания и меры борьбы с ними.

Литература: [1] с. 9-21; [2] с. 237-238.

Тема 2 Метан, его свойства и меры борьбы с ним.

Физико-химические свойства метана. Физиологическое действие на человека. Горючие и взрывчатые свойства метана, особенности воспламенения и взрывы его. Происхождение метана и формы сохранения его в угле. Метаноносность и метаноемкость углей, факторы, их определяющие. Виды выделения метана в шахтах. Обыкновенное выделение. Источники выделения метана и их характеристика. Суфлярное выделение и меры борьбы с ним. Внезапное выделение метана. Предупредительные признаки. Современные представления о механизме внезапных выбросов угля и газа. Побуждающие факторы к внезапным выбросам. Меры борьбы с выбросами угля и газа.

Абсолютная и относительная газообильность. Деление шахт на категории. Требования Правил безопасности к содержанию метана в горных выработках шахт. Определение газообильности действующих шахт. Методы прогноза газообильности очистного забоя и выемочного участка, их сущность и условия применения. Максимально допустимая нагрузка на очистную выработку по газовому фактору и мероприятия по ее увеличению.

Борьба с метаном в шахтах. Меры, препятствующие образованию в подземных выработках опасных скоплений газа. Меры против воспламенения метана. Меры по локализации взрывов метана в шахтах. Дегазация разрабатываемых пластов, спутников и выработанных пространств. Эффективность их и область применения. Управление газовыделением: изменение схем вентиляции участков и порядка отработки пластов, предварительное увлажнение угольного массива.

Литература: [1] с. 22-39, 224-251; [2] с. 249-255; [3] т. 1, с. 306-353; [4] с. 43-44, 47-48, 151-152; [5] с. 5-64.

Тема 3 Шахтная пыль. Тепловой режим шахт и меры по его нормализации.

Определение. Двоякая вредность пыли. Источники образования пыли и массовая концентрация ее в шахтном воздухе. Горючие и взрывчатые свойства угольной пыли. Взрывчатость горючих и негорючих веществ. Факторы, оказывающие влияние на взрывчатые

свойства угольной пыли. Сравнение взрывчатых свойств метана и угольной пыли.

Основные меры борьбы со взрывами угольной пыли в шахтах. Меры, препятствующие образованию пыли и пылевого облака. Эффективное по пылевому фактору проветривание горных выработок. Меры, препятствующие появлению источников воспламенения угольной пыли. Меры по локализации и подавлению взрывов пыли.

Метеорологические условия в шахтах и влияние их на организм человека. Изменение давления, влажности, скорости и температуры воздуха. Виды теплообмена человеческого организма с окружающей средой. Факторы, определяющие интенсивность отвода тепла. Метеорологический комфорт и производительность труда рабочих. Кататермометр. Допустимая Правилами безопасности температура воздуха в горных выработках шахт. Основные факторы, влияющие на температуру воздуха в шахтах. Способы регулирования теплового режима шахт. Горнотехнические мероприятия по снижению температуры воздуха. Охлаждение воздушного потока без применения и с помощью специальных холодильных машин. Стационарные установки для охлаждения воздуха в шахтах. Передвижные шахтные кондиционеры. Распределенная подача охлажденного воздуха в очистных забоях. Теплоизолированный трубопровод. Подогрев подаваемого в шахту воздуха.

Литература: [1] с. 39-72; [2] с. 255-260, 353-354; [3] т. 1, с. 404-451.

1.2 ШАХТНАЯ АЭРОМЕХАНИКА

Тема 4 Основные законы аэростатики и аэродинамики.

Аэродинамическое сопротивление горных выработок. Вентиляционные сети шахт. Регулирование распределения воздуха в сети горных выработок.

Основное уравнение аэростатики. Закон сохранения массы. Уравнение Бернулли. Понятие о депрессии. Режимы движения воздуха в шахтах. Эпюры скоростей потоков. Критерий Рейнольдса. Закон сопротивления. Природа и виды аэродинамического сопротивления выработок шахт. Сопротивление трения. Коэффициент аэродинамического сопротивления и факторы, определяющие его

значение. Мероприятия по снижению коэффициента трения. Аэродинамическое сопротивление горных выработок, его физический смысл, единица величины. Местные сопротивления. Виды местных сопротивлений. Основные мероприятия по снижению значений местных сопротивлений. Лобовые сопротивления. Механизм действия сил сопротивления, учет их в общей потере давления. Мероприятия по уменьшению значений лобовых сопротивлений. Мощность, затрачиваемая на подачу единицы расхода полезно используемого воздуха. Деление шахт на легко и труднопроветриваемые.

Шахтные вентиляционные сети. Узел, ветвь, контур сети. Первый и второй законы вентиляционных сетей. Схемы вентиляции и вентиляционных соединений. Последовательное, параллельное, диагональное и смешанное соединения горных выработок. Аналитические методы определения общих значений депрессии, сопротивления и естественного распределения воздуха. Необходимость регулирования расхода воздуха при проектировании и эксплуатации горных предприятий. Способы регулирования распределения воздуха в сети выработок. Изменение режима работы главного вентилятора. Регулирование распределения воздуха в отдельных выработках и соединениях вентиляционной сети. Положительное и отрицательное регулирование, достоинства и недостатки, их экономическая и практическая ценность. Расчет шахтных вентиляционных сетей с использованием ЭВМ.

Литература: [1] с. 73-84, 94-132, 171-187; [3] т. 1, с. 471-472.

Тема 5 Естественная тяга воздуха в шахтах. Работа вентиляторов на шахтную сеть. Утечки воздуха в шахтных вентиляционных сетях.

Физическая сущность естественной тяги, роль ее в проветривании шахт и факторы, определяющие ее значение. Расчет депрессии естественной тяги. Влияние естественной тяги на проветривание мелких и глубоких шахт в летние и зимние периоды года. Измерение величины депрессии естественной тяги.

Характеристики вентилятора и вентиляционной сети шахты. Режим работы вентилятора на сеть. Совместная работа вентиляторов. Последовательная, параллельная и комбинированная работа

вентиляторов, преследуемые цели, область рациональной работы. Совместная работа вентилятора и естественной тяги.

Формулировка утечек. Влияние утечек на проветривание шахт. Их доля в общешахтном расходе воздуха. Классификация утечек. Поверхностные, подземные, общешахтные, сосредоточенные и непрерывно распределенные утечки. Законы движения воздуха при утечках. Утечки через вентиляционные сооружения, выработанные пространства, вентиляционные трубы и в параллельных выработках через перемычки и целики угля. Измерение утечек. Их полезность и вредность. Методы расчета и учета утечек. Способы снижения утечек воздуха в вентиляционных сетях шахт.

Литература: [I] с. 144-153, 156-166, 314-328.

1.3 ВЕНТИЛЯЦИЯ ШАХТ

Тема 6 Проветривание очистных и подготовительных выработок. Вентиляционные сооружения и устройства.

Контроль проветривания шахт. Пылевентиляционная служба.

Понятие о схемах вентиляции выемочных участков и шахт, требования, предъявляемые к ним. Классификация схем проветривания выемочных участков. Схемы вентиляции с последовательным и обособленным разбавлением вредностей по источникам поступления в атмосферу, их достоинства, недостатки и область применения. Проветривание проводимых подготовительных выработок за счет общешахтной депрессии и с помощью вентиляторов местного проветривания. Вентиляционное оборудование. Нагнетательный, всасывающий и комбинированный способы проветривания выработок, область их применения. Требования Правил безопасности к организации проветривания тупиковых выработок. Проветривание выработок большой протяженности. Комбинированный вентиляционный трубопровод.

Классификация вентиляционных сооружений. Вентиляционные сооружения для пропуска, регулирования распределения воздуха и изоляции вентиляционных потоков, их назначение и устройство.

Параметры вентиляции шахт, подлежащие систематическому контролю. Пункты замера и периодичность контроля расхода воздуха. Способы измерения скорости движения воздушного потока. Контроль

состава шахтной атмосферы, температуры, влажности и давления воздуха. Депрессионные съемки шахт. Организация пылевентиляционной службы на шахтах. Права и обязанности работников вентиляционного надзора. Периодичность контроля содержания метана и состояния заслонов.

Литература: [1] с. 274-276, 286-301, 328-356; [2] с. 238-249, 260-265; [4] с. 62-72, 97-103.

Тема 7 Проектирование вентиляции шахт.

Порядок проектирования вентиляции шахт. Исходные данные. Разделы проекта вентиляции. Выбор схем вентиляции. Предъявляемые к ним требования и область применения. Схемы вентиляции сильно газовых шахт. Способы проветривания шахт, их достоинства и недостатки. Прогноз газообильности. Расчет расхода воздуха для проветривания проектируемых и действующих шахт. Распределение расхода воздуха по горным выработкам и проверка сечений их по допустимым скоростям движения воздуха. Расчет общешахтной депрессии для различных периодов работы шахты. Выбор вентилятора главного проветривания. Расчет экономических показателей вентиляции шахт. Задачи отечественных ученых в области аэрологии горных предприятий.

Литература: [1] с. 306-313, 386-393, 402-410; [4] с. 16-18, 43-51, 73-96, 121-137.

2 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Целью проведения лабораторных занятий является ознакомление с применяемыми на шахтах приборами контроля состава шахтной атмосферы и основных ее параметров физического состояния.

Рабочей программой курса предусмотрено проведение лабораторных работ:

1. Определение содержания кислорода, углекислого газа, ядовитых и взрывчатых примесей в шахтном воздухе с помощью химических газоопределителей. [6] с. 3-8.
2. Измерение концентрации метана и диоксида углерода в рудничном воздухе с помощью шахтных интерферометров. [6] с. 9-17.

3. Изучение переносных автоматических приборов контроля содержания метана. [7] с. 3-13.
4. Изучение устойчива, принципа действия комплекса аппаратуры АКМ и схем размещения датчиков метана в газовых шахтах. [7] с. 14-33.
5. Исследование степени взрывчатости угольной пыли. [6] с. 26-29.
6. Определение основных параметров физического состояния воздуха. [6] с. 18-26.
7. Измерение скорости движения воздуха. [6] с. 29-33.
8. Изучение приборов для выполнения депрессионной съёмки шахт. [6] с. 41-45.

Студентам необходимо знать назначение, устройство и принцип действия газоанализаторов химических (ГХ), шахтных интерферометров (ШИ), сигнализаторов метана (СММ, “Сигнал”), комплекса автоматического контроля метана (АКМ), барометров-анероидов, психрометров, приборов для выполнения депрессионных съёмок шахт; область применения крыльчатых и чашечных анемометров, способы определения взрывчатости угольной пыли и измерения скорости движения воздуха в выработках шахт.

Надлежит уметь производить измерения в шахтной атмосфере содержания метана, ядовитых и взрывчатых газов, делать соответствующие выводы о количественном и качественном составе воздуха; производить измерения давления, температуры и относительной влажности воздуха, определять по результатам замеров плотность воздуха; устанавливать степень взрывчатости угольной пыли, измерять среднюю скорость движения воздуха в горных выработках шахт.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение теоретического материала следует производить в полном соответствии с изложенной выше программой (содержанием) дисциплины. При этом основной упор в познавательной деятельности необходимо делать на усвоение физической сущности теоретических основ шахтной аэрологии и практической ценности способов и средств обеспечения здоровых условий в горных выработках шахт с целью

использования полученных знаний для решения профессиональных задач.

Осваивать материал рекомендуется последовательно, так как не усвоив предыдущий материал, весьма трудно разобраться в последующем. Прорабатывая тот или иной вопрос, вначале нужно ознакомиться с содержанием (программой) раздела, затем с настоящими методическими рекомендациями по самостоятельному изучению дисциплины и лишь потом прочитать соответствующий материал по литературным источникам, приведенным в списке рекомендуемой литературы. После этого надлежит самостоятельно устно воспроизвести усвоенный материал и кратко законспектировать его, что позволит закрепить знания темы и убедиться в том, что изучаемый материал усвоен. Вопросы, возникающие при подготовке, можно брать на заметку для последующего выяснения на консультациях.

Приступая к изучению раздела “Шахтная атмосфера”, следует прежде всего уяснить необходимость постоянного проветривания горных выработок шахт, ознакомиться с историей развития рудничной аэрологии как науки.

Следует вспомнить состав атмосферного воздуха и иметь представление об изменениях, которые с ним происходят при движении его по горным выработкам шахт. Требуется запомнить относительные плотности и растворимость в воде главных составных частей атмосферного воздуха, ядовитых и взрывчатых газов шахтной атмосферы. Необходимо разобраться в физиологическом воздействии на человека ядовитых газов и четко усвоить меры по спасению людей, попавших в атмосферу ядовитых газов. Рекомендуется знать предельно допустимое Правилами безопасности (ПБ) снижение содержания кислорода в воздухе выработок, в которых находятся или могут находиться люди. Не излишне иметь представление о предельно допустимых ПБ содержаниях вредных газов в воздухе действующих подземных выработок.

Особое внимание следует уделить изучению одной из основных тем первого раздела – метану. Весьма важно знать пределы взрывчатости и допустимые объемные доли метана в вентиляционных потоках различных выработок шахты, причины образования опасных скоплений и взрывов метана в подземных выработках шахт, формы сохранения метана в угле, источники и виды метановыделения.

Надлежит твердо владеть понятиями: газоносность, газоемкость, абсолютная и относительная газообильность. В зависимости от величины относительной метанообильности и вида выделения метана нужно различать категории газовых шахт. Необходимо изучить приборы для контроля содержания газа и уметь ими пользоваться. При рассмотрении вопросов борьбы с метаном важно детально разобраться в способах управления газовыделениями и дегазации разрабатываемых пластов, спутников, выработанных пространств и знать область применения и эффективность каждого из них. Рекомендуются хорошо усвоить требования, предъявляемые к электрооборудованию и освещению, применяемому в шахтах, опасных по газу.

Изучая свойства шахтной пыли, надлежит усвоить физическую сущность взрывчатости пыли и факторы, от которых она зависит. Нужно знать пределы взрывчатости, характеристику взрывов и меры борьбы со взрывами пыли. Следует обратить внимание на необходимость применения поверхностно-активных веществ (ПАВ) при орошении и увлажнении угольного массива. В результате изучения этой темы студент должен уметь оценивать пылевую обстановку в горных выработках шахт и выбирать эффективные мероприятия по борьбе с пылеобразованием в период эксплуатации угольного месторождения.

При изучении теплового режима шахт важно выяснить влияние изменения давления, влажности, температуры и скорости движения воздушного потока на организм и производительность труда подземного рабочего. Надлежит ознакомиться с видами теплообмена человеческого организма с окружающей средой; параметрами, определяющими его интенсивность и основными факторами, влияющими на изменение температуры воздуха в подземных выработках шахт. Особое внимание должно быть обращено на способы и средства по управлению тепловым режимом шахт: горнотехнические мероприятия и установки искусственного охлаждения воздуха, общее и местное кондиционирование и способы его осуществления. Рекомендуются изучить приборы, применяемые для измерения температуры, влажности, давления и скорости движения воздуха. На основе полученных знаний необходимо уметь давать оценку применяемым способам регулирования температуры воздуха в горных выработках шахт и предлагать для применения наиболее целесообразные в заданных условиях.

В завершение изучения раздела «Шахтная атмосфера» следует ознакомиться с требованиями Правил безопасности по пылегазовому и тепловому режимам шахт.

Прежде чем приступить к изучению закономерностей движения воздуха в вентиляционных сетях шахт, надо вспомнить сущность основных параметров физического состояния воздуха (плотности, влажности, давления). Полезно понять физический смысл уравнений неразрывности потока и Бернулли. Важно четко усвоить определение депрессии, хорошо разобраться в ее физической сущности и уметь практически использовать законы сохранения массы и энергии при решении конкретных вопросов вентиляции отдельных выработок и шахты в целом.

Рекомендуется ознакомиться с режимами движения воздуха по выработкам шахт (ламинарным, турбулентным, промежуточным) и критерием их оценки. Изучая сопротивления движению воздуха по горным выработкам, требуется уяснить мероприятия по уменьшению сопротивлений и учет их в общей потере давления. Следует иметь представление о мощности, затрачиваемой на подачу полезно используемого воздуха, знать его назначение и деление шахт по трудности проветривания. Конечная цель изучения этой темы – выработка умения у будущих специалистов применять экономически целесообразные меры по снижению аэродинамического сопротивления вентиляционной сети шахт.

В результате изучения закономерностей распределения воздуха в сети горных выработок и способов регулирования расхода воздуха, подаваемого в шахту и на отдельные участки, нужно усвоить аналитические методы расчета вентиляционных сетей, способы регулирования распределения воздуха в сетях, их экономичность, практическую ценность и уметь применить полученные знания, т. е. производить расчет элементарной вентиляционной сети шахты и выбирать наиболее эффективный способ регулирования распределения воздуха в ней.

При рассмотрении вопросов естественной тяги требуется понять физическую сущность и роль ее в проветривании шахт, влияние на работу вентиляторов, разобраться в факторах, определяющих ее величину, и уметь определять значение ее расчетом и замером. Важно четко усвоить определения и принципы построения характеристик

вентилятора и вентиляционной сети с целью их дальнейшего использования при установлении режима работы вентилятора на сеть.

Рассматривая совместную работу вентиляторов на сеть, необходимо обратить внимание на область их рациональной работы.

Рекомендуется ознакомиться с классификацией утечек воздуха в вентиляционной сети шахт, их влиянием на проветривание очистных и подготовительных забоев. Нужно различать полезные и вредные утечки воздуха. На основе анализа распределения воздуха в вентиляционной сети надлежит научиться проводить мероприятия, направленные на снижение утечек в шахтной сети.

Изучая проветривание выработок при их проведении, необходимо вначале остановиться на рассмотрении способов проветривания тупиковых выработок за счет общешахтной депрессии, а затем более детально разобраться в проветривании выработок вентиляторами местного проветривания. При этом следует хорошо знать область применения, достоинства и недостатки каждого из способов проветривания, требования Правил безопасности и применяемые в настоящее время средства доставки воздуха в забой (вентиляторы местного проветривания, вентиляционные трубы). Нужно изучить классификацию схем проветривания выемочных участков и знать условия применения схем с последовательным, частично и полностью обособленным разбавлением вредностей по источникам поступления в атмосферу участков.

Ознакомившись с назначением и типами вентиляционных сооружений и устройств, необходимо усвоить основные требования к ним, способы повышения их надежности и воздухопроницаемости. Студенты обязаны знать задачи контроля проветривания шахт, перечень параметров проветривания, подлежащих систематическому контролю, организацию пылевентиляционной службы на шахтах и основные направления автоматизации управления и телеавтоматического контроля проветривания горных предприятий.

В завершение курса требуется разобраться в основах проектирования вентиляции шахт: способах и схемах проветривания шахт, области их применения; методиках расчета метанообильности, расхода воздуха и депрессии угольных шахт. Важно уметь правильно рассчитывать допустимую по газовому фактору нагрузку на очистной забой; применять передовые экономически целесообразные способы снижения газовыделения в очистную выработку; мероприятия,

направленные на увеличение пропускной способности шахты по условиям ее проветривания.

В процессе изучения дисциплины на кафедре охраны труда и аэрологии осуществляется стимулирование познавательной деятельности и контроль знаний студентов. Степень усвоения лекционного материала определяется путем проведения предусмотренных учебно-методической картой дисциплины контрольных опросов по отдельным разделам курса. Уровень знаний, полученных при выполнении лабораторных работ, определяется с помощью индивидуальных бесед со студентами во время отчетов по ним.

Изучение курса заканчивается зачетом, цель которого – систематизация полученных знаний, установление и оценка умений и навыков, приобретенных студентами в процессе работы над учебной и методической литературой, а также в результате выполнения лабораторных работ по дисциплине на протяжении семестра.

К зачету по курсу допускаются студенты, выполнившие все предусмотренные рабочей программой лабораторные работы и защитившие отчеты по каждой из них. Опрос студентов на зачете производится письменно. Вопросы по изученному материалу могут быть заданы в устной форме или в виде билета.

Зачет по курсу получает студент, показавший удовлетворительные знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для предстоящей работы по профессии; справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой; знакомый с основной литературой, рекомендуемой программой. Как правило, оценка «зачтено» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на вопросы, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ
ОЖИДАЕМОЙ МЕТАНООБИЛЬНОСТИ, МАКСИМАЛЬНО
ДОПУСТИМОЙ НАГРУЗКИ НА ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ,
РАСХОДА ВОЗДУХА, РАБОЧЕГО РЕЖИМА И
ВОЗМОЖНОСТИ ВЕНТИЛЯТОРА ГЛАВНОГО
ПРОВЕТРИВАНИЯ**

4.1 Исходные данные.

Расчетные работы следует выполнить для реальных условий одной из действующих шахт Донбасса. При этом приводится описание существующих схемы и способа проветривания шахты. Данные о типах применяемых вентиляторов главного проветривания и параметрах их работы сводятся в табл. 4.1.

Таблица 4.1 Главные вентиляторные установки

Наименование ствола	Тип вентиляторной установки	Частота вращения приводного электро двигателя, мин ⁻¹	Угол установки лопаток рабочего колеса, направляющего аппарата, градус	Подача вентилятора, м ³ /с	Депрессия шахты, Па
---------------------	-----------------------------	--	--	---------------------------------------	---------------------

Излагаются результаты распределения расхода воздуха по отдельным выемочным участкам и суммарные расходы: для обособленно проветриваемых камер, подготовительных и поддерживаемых выработок; указываются значения суммарных утечек воздуха через вентиляционные сооружения за пределами выемочных участков и общего расхода воздуха, подаваемого в шахту (табл. 4.2).

Таблица 4.2 Распределение расхода воздуха в вентиляционной сети шахты

Потребители воздуха	Расход воздуха, м ³ /с
---------------------	-----------------------------------

Приводятся сведения о фактической абсолютной газообильности и составляющих газового баланса выемочных участков шахты (табл. 4.3).

Таблица 4.3 Газовый баланс выемочных участков шахты

Наименование выемочных участков	Абсолютная газообильность выемочных участков, м ³ /мин	Доля источников газовыделения а _i , %		
		из разрабатываемого пласта а _{пл}	из пластов-спутников а _{сп}	из вмещающих пород а _{пор}

4.2 Ожидаемое метановыделение очистной выработки и выемочного участка

Ожидаемое абсолютное газовыделение очистной выработки и выемочного участка, входящее в формулы для расчёта расхода воздуха и максимально допустимой нагрузки на очистную выработку, определяется по фактической газообильности выработок данного шахтопласта. Необходимые данные можно взять на участке вентиляции и техники безопасности (ВТБ) шахты.

Ожидаемое среднее метановыделение в очистной выработке ($\bar{I}_{оч}$, м³/мин) и на выемочном участке ($\bar{I}_{уч}$, м³/мин) определяется по фактическому газовыделению:

$$\bar{I}_{оч} = \bar{I}_{оч.ф} \left(\frac{l_{оч.р}}{l_{оч.ф}} \right)^{0.4} \left(\frac{A_p}{A_\phi} \right)^{0.6} k_{с.р} k_{г.р}; \quad (4.1)$$

$$\bar{I}_{уч} = \bar{I}_{уч.ф} \left(\frac{l_{оч.р}}{l_{оч.ф}} \right)^{0.4} \left(\frac{A_p}{A_\phi} \right)^{0.6} k_{с.р} k_{г.р}, \quad (4.2)$$

где $\bar{I}_{оч.ф}$ – среднее фактическое абсолютное газовыделение в очистной выработке, м³/мин;

$\bar{I}_{уч.ф}$ – среднее фактическое абсолютное газовыделение на выемочном участке, м³/мин;

$l_{оч.р}$ – длина очистной выработки, для которой рассчитывается ожидаемое газовыделение, м;

$l_{оч.ф}$ – длина очистной выработки, для которой определено фактическое метановыделение, м;

A_p – планируемая добыча угля, т/сут;

A_f – средняя добыча угля, при которой определялось фактическое метановыделение, т/сут;

$k_{c,p}$ – коэффициент, учитывающий изменение системы разработки, рассчитывается по формулам, приведенным в табл. 4.4;

$k_{z,p}$ – коэффициент, учитывающий изменение метанообильности выработки с глубиной.

Таблица 4.4 Формулы для расчёта $k_{c,p}$

Система разработки		Формулы для расчёта $k_{c,p}$
для которой определено фактическое метановыделение	для которой определяется ожидаемое метановыделение	
Сплошная	Столбовая, парные штреки (обратный ход)	$\frac{l_{оч} - 2b_{3,0}}{l_{оч}}$
То же	Парные штреки (прямой ход), сплошная (коренная лава)	$\frac{l_{оч} + 2b_{3,0}}{l_{оч}}$
Столбовая, парные штреки (обратный ход)	Сплошная	$\frac{l_{оч}}{l_{оч} - 2b_{3,0}}$
То же	Парные штреки (прямой ход), сплошная (коренная лава)	$\frac{l_{оч} + 2b_{3,0}}{l_{оч} - 2b_{3,0}}$
Парные штреки (прямой ход), сплошная (коренная лава)	Сплошная	$\frac{l_{оч}}{l_{оч} + 2b_{3,0}}$
То же	Столбовая, парные штреки (обратный ход)	$\frac{l_{оч} - 2b_{3,0}}{l_{оч} + 2b_{3,0}}$
Комбинированная, один штрек пройден, а другой проводится вслед за лавой в массиве угля	Сплошная (коренная лава), парные штреки (прямой ход)	$\frac{l_{оч} + 2b_{3,0}}{l_{оч}}$
То же	Столбовая, парные штреки (обратный ход)	$\frac{l_{оч} - 2b_{3,0}}{l_{оч}}$

Примечание. 1. В приведенных формулах $b_{3,0}$ – ширина условного пояса дренирования, м; принимается по табл. 4.5.

2. При расчёте $k_{c,p}$ $l_{оч}$ – длина очистной выработки, для которой определяется ожидаемое метановыделение, м.

Таблица 4.5 Значения $b_{3,0}$ в зависимости от выхода летучих веществ V^{daf}

Выход летучих веществ, %	до 8	8-12	12-18	18-26	26-35	Более 35
Значение $b_{3,0}$, м	8	11	14	18	14	11

При ведении работ на глубинах до 300 м ниже верхней границы зоны метановых газов $k_{z,p}$ принимается равным единице при разности глубин разработки до 20 м, а при большей разности глубин определяется по формуле:

$$k_{z,p} = (x_{z,p} - x_{o,z}) / (x_z - x_{o,z}), \quad (4.3)$$

где $x_{z,p}$ – природная метаноносность пласта на планируемой глубине разработки, м³/т с.б.м.;

$x_{o,z}$ – остаточная метаноносность угля, м³/т с.б.м., определяется для каменного угля и антрацитов с объёмным выходом летучих веществ $V_{об}^{daf} > 165$ мл/г с.б.м. по табл. 4.6, а для антрацитов с $V_{об}^{daf} \leq 165$ мл/г с.б.м. по формуле:

$$x_{o,z} = 0.15V_{об}^{daf} - 13.6, \quad (4.4)$$

где $V_{об}^{daf}$ – объёмный выход летучих веществ, мг/г с.б.м.;

x_z – природная метаноносность пласта на глубине, для которой определено фактическое газовыделение, м³/т с.б.м.

Таблица 4.6 Остаточная метаноносность углей $x_{o,z}$

Выход летучих веществ, %	2-8	8-12	12-18	18-26	26-35	35-42	42-50
Остаточная метаноносность углей $x_{o,z}$, м ³ /т с.б.м	12.1-5.3	5.3-4.1	4.1-3.2	3.2-2.6	2.6-2.2	2.2-1.9	1.9-1.7

Коэффициент $k_{z,p}$ при ведении работ на глубинах более 300 м ниже границы метановой зоны принимается равным единице при разности глубин разработки до 50 м, а при большей определяется по приведенной выше формуле (4.3).

4.3 Максимально допустимая нагрузка на очистной забой по газовому фактору

Максимально допустимая по газовому фактору нагрузка на очистной забой (A_{\max}) рассчитывается по формуле [4]:

$$A_{\max} = A_{\phi} \bar{I}_p^{-1.67} \left(\frac{Q_p (C - C_o)}{194} \right)^{1.93} \left(\frac{l_{\text{оч.п}}}{l_{\text{оч.}\phi}} \right)^{-0.67}, \quad (4.5)$$

где \bar{I}_p - среднее абсолютное метановыделение в очистной выработке или на выемочном участке, м³/мин, принимается по табл. 4.7;

Q_p - максимальный расход воздуха, который может быть использован для разбавления выделяющегося в очистной выработке или на выемочном участке метана, м³/мин, принимается по табл. 4.7;

C - допустимая согласно ПБ концентрация метана в исходящем из очистной выработки вентиляционном потоке, %;

C_o - концентрация метана в поступающем на выемочный участок вентиляционном потоке, %.

В математических выражениях табл. 4.7 приняты следующие условные обозначения:

$k_{\text{ут.в}}$ - коэффициент, учитывающий утечки воздуха через выработанное пространство в пределах выемочного участка;

$k_{\text{о.з}}$ - коэффициент, учитывающий движение воздуха по части выработанного пространства, непосредственно прилегающей к призабойному пространству;

$Q_{\text{оч.тах}}$ - максимальный расход воздуха, который можно подать в очистную выработку, м³/мин.

Таблица 4.7 Средняя абсолютная метанообильность (\bar{I}_p) и максимальный расход воздуха (Q_p) в очистной выработке или на выемочном участке

Схема проветривания выемочного участка	Направление движения исходящего потока из лавы	Значения	
		Q_p	\bar{I}_p
С последовательным разбавлением метана по источникам выделения (схемы типа 1-В, 1-М, 1-К)	На массив	$Q_{оч.маx} k_{ум.в}$	$\bar{I}_{уч}$
	На выработанное пространство : при $\frac{\bar{I}_{уч}}{I_{оч}} \leq \frac{k_{ум.в}}{k_{о.з}}$	$Q_{оч.маx} k_{о.з}$	$\bar{I}_{оч}$
		при $\frac{\bar{I}_{уч}}{I_{оч}} > \frac{k_{ум.в}}{k_{о.з}}$	$Q_{оч.маx} k_{ум.в}$
С обособленным разбавлением метана по источникам выделения (схемы типа 2-В, 3-В)	На выработанное пространство	$Q_{оч.маx} k_{о.з}$	$\bar{I}_{оч}$

Примечание: При расчётах A_{max} по $\bar{I}_{оч}$ и $\bar{I}_{уч}$ в формуле (4.5)

$l_{оч.р} / l_{оч.ф}$ принимается равным единице, т. к. при определении $\bar{I}_{оч}$ и $\bar{I}_{уч}$ уже учтено влияние длины лавы на изменение метановыделения. Соотношение $l_{оч.р} / l_{оч.ф}$ справедливо, когда расчёты выполняются по фактическому метановыделению действующего выемочного участка, но изменяется длина лавы.

Значения коэффициента $k_{ум.в}$ при отработке пологих и наклонных пластов и управлении кровлей полным обрушением и плавным опусканием для схем проветривания типа 1-В, 2-В, 2-М и 3-В определяется по номограмме [4] или формуле (4.6), для схем типа 1-М – по номограмме [4] или формуле (4.7), а при отработке тонких крутых пластов – по табл. 4.8.

$$k_{ум.в} = 1 + 0.5m_{е.нр} \exp(0.24\bar{f} - 0.35S_{оч.мин}); \quad (4.6)$$

$$k_{ум.в} = 1 + 0.13m_{е.нр} \exp(0.35\bar{f} - 0.25S_{оч.мин}), \quad (4.7)$$

где \bar{f} - средневзвешенный коэффициент крепости пород кровли на расстоянии от кровли вынимаемого пласта равном $8 m_{в.нр}$;

$$\bar{f} = \frac{f_{н.у} \sum m_{н.у} + f_{н.с} \sum m_{н.с} + f_{с.с} \sum m_{с.с}}{\sum m_{н.у} + \sum m_{н.с} + \sum m_{с.с}}, \quad (4.8)$$

где $f_{н.у}$, $f_{н.с}$, $f_{с.с}$ - коэффициент крепости соответственно песчаников и известняков, песчаных сланцев, глинистых сланцев по шкале проф. Протождьяконова; берётся из геологических отчётов;

$\sum m_{н.у}$, $\sum m_{н.с}$, $\sum m_{с.с}$ - суммарная мощность соответственно песчаников и известняков, песчаных сланцев, глинистых сланцев, м.

Примечание. Если по расчётам $\bar{f} > 8$, то при определении $k_{ум.в}$ значение \bar{f} принимается равным 8.

При отработке пологих и наклонных пластов и управлении кровлей частичной закладкой $k_{ум.в.з}$ рассчитывается из выражения $k_{ум.в.з} = 0.5 (1 + k_{ум.в})$, а $k_{ум.в}$ определяется по номограммам [4] или по формулам (4.6) и (4.7), как для управления кровлей полным обрушением.

Таблица 4.8 Значения коэффициента $k_{ум.в}$ при отработке тонких крутых пластов

Схемы проветривания выемочно го участка	Значения $k_{ум.в}$ в зависимости от способа управления и пород непосредственной кровли								
	полное обрушение			частичная закладка			плавное опускание, удержание на кострах		
	гли-нис-тые слан-цы	песчаные слан-цы	песчаные слан-цы	гли-нис-тые слан-цы	песчаные слан-цы	песчаные слан-цы	гли-нис-тые слан-цы	песчаные слан-цы	песчаные слан-цы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-В-Н-вт 1-В-Н-пт	1,40	1,55	1,70	1,20	1,25	1,40	1,25	1,35	1,50
1-В-З-пт	1,30	1,40	1,55	1,20	1,25	1,35	1,20	1,30	1,50
1-М-Н-вт	1,25	1,30	1,40	1,10	1,15	1,25	1,2	1,30	1,35

1-М-Н-пт	1,30	1,35	1,45	1,20	1,25	1,30	1,20	1,30	1,50
2-В-Н-вт	1,5	1,70	1,80	1,20	1,25	1,40	1,25	1,35	1,50
3-В-Н-вт									
2-М-Н-пт	1,50	1,55	1,65	1,20	1,25	1,35	1,25	1,35	1,50
2-М-Н-вт	1,50	1,65	1,80	1,20	1,25	1,35	1,25	1,35	1,50
3-В-Н-пт	1,50	1,60	1,70	1,20	1,25	1,35	1,25	1,35	1,50
2-В-Н-пт									

Примечание. При обработке крутонаклонных и крутых пластов щитовыми агрегатами типа АНЩ, АЩМ $k_{ум.в}$ принимается равным 1,75 при $f \leq 4$ и 2,0 при $f > 4$.

Значения коэффициента $k_{0.3}$ принимаются по табл.4.9.

Таблица 4.9 Значения коэффициента $k_{0.3}$

Способ управления кровлей	Породы непосредственной кровли	$k_{0.3}$
Полное обрушение	Песчаники	1,30
То же	Песчаные сланцы	1,25
То же	Глинистые сланцы	1,20
То же	Сыпучие	1,05
Плавное опускание	Независимо от пород	1,15
Частичная закладка	То же	1,10
Полная закладка	То же	1,05

Примечание. При обработке тонких крутых пластов щитовыми агрегатами значение $k_{0.3}$ принимается равным 1,15.

Максимальный расход воздуха, который можно подать в очистную выработку определяется по формуле:

$$Q_{оч.мах} = 60 S_{оч.мин} V_{мах}, \quad (4.9)$$

где $S_{оч.мин}$ – минимальная площадь поперечного сечения призабойного пространства очистной выработки в свету, м²;

$V_{мах}$ – максимально допустимая ПБ скорость движения воздушного потока в очистной выработке, м/с.

Площадь поперечного сечения призабойного пространства очистной выработки в свету при механизированных крепях принимается согласно табл. 4.10, а при индивидуальной крепи рассчитывается по формуле:

$$S_{оч.мин} = k_3 m_{в.пр} b_{мин}, \quad (4.10)$$

где k_3 – коэффициент, учитывающий загромождённость призабойного пространства; принимается равным 0,9;

$m_{e,np}$ – вынимаемая мощность пласта с учётом породных прослоек, м;

b_{min} – минимальная ширина призабойного пространства, м; принимается согласно паспорту крепления и управления кровлей.

Таблица 4.10 Площадь поперечного сечения призабойных пространств в свету очистных выработок с механизированными крепями

Тип крепи (комплекса, агрегата)	Вынимаемая мощность пласта, м	Сечение в свету, м ²	Тип крепи (комплекса, агрегата)	Вынимаемая мощность пласта, м	Сечение в свету, м ²
1	2	3	4	5	6
“Донбасс”-М	0,8	1,56	ОКП 70	1,9	3,1
	1,2	2,5		3,5	6,5
1 КМ 103	0,7	1,4	2ОКП 70	2,3	4,8
	0,95	1,9		3,3	6,4
КМ 87УМН КМ 87УМП	1,15	2,3	КМ130	2,35	4,7
	1,95	4,6		3,2	8,2
КМ 87УМА КМ 87УМВ	1,15	2,3	КД80	0,85	1,7
	1,95	4,6		1,2	2,4
1КМ88	1,0	2,3	1КМТ	1,1	2,4
	1,3	2,7		1,5	3,3
КМ 81	2,0	3,5	1УКП	1,3	2,0
	3,2	6,3		2,5	4,5
КМ 137	0,8	1,58	КМ138	1,4	2,93
	1,1	3,44		2,2	5,15
КСМ (АМС)	2,2	4,5	2УКП	2,4	4,0
	3,0	6,7		4,0	8,0
1МКМ	1,4	2,8	МК75	1,6	2,8
	1,75	3,8		2,2	3,9
КМ87 УМС	1,15	2,3	АНЦ	0,7	1,05
	1,95	4,6		1,3	2,35
2 МКЭ	1,6	2,7	1АЦМ	1,2	1,8
	2,2	4,4		2,2	3,2
1КМ 97 Д	0,7	1,5	2АНЦ	1,05	1,6
	1,3	3,4		2,2	3,3

1ОКП, 2ОКП	1,85	2,7	КГУ	0,7	1,2
	3,0	5,4		1,2	3,2
3ОКП	2,5	3,1	АКЗ	1,6	3,6
	3,3	5,8		2,5	5,6

Примечание. При мощности пласта и площади поперечного сечения, не указанных в таблице, сечение в свету определяется интерполяцией.

При получении малых значений нагрузки на очистной забой по газовому фактору следует разработать мероприятия по уменьшению газообильности очистной выработки. Для этого рекомендуется определить и проанализировать составляющие газового баланса участка (из разрабатываемого пласта, пластов – спутников, боковых пород), значения которых указывают на порядок применения мероприятий по увеличению нагрузки на очистной забой. Выделение метана из отдельно взятого источника вычисляется по формуле:

$$\bar{I}_i = 0.01a_i \bar{I}_{yч}, \quad (4.11)$$

где a_i – доля источника метановыделения в газовом балансе участка, %.

Значения a_i долевого содержания источников газовой выработки в общей газообильности проектируемого участка можно принять равным фактическим их значениям на действующем горизонте (см. табл. 4.3) в случае аналогии основных горно-технических и геологических условий с таковыми на проектируемых выемочных участках. Очевидно, следует попытаться снизить газовой выделение прежде всего из преобладающего источника и проанализировать изменение A_{max} . При выборе способа снижения газообильности того или иного источника необходимо учитывать как эффективность, так и экономическую целесообразность его применения, то есть затраты на осуществление мероприятий. Следует стремиться к достижению максимальной эффективности снижения газообильности при минимуме затрат.

Для увеличения нагрузки на очистной забой по вентиляции рекомендуется осуществление таких мероприятий, как применение дегазации разрабатываемого пласта, спутников и выработанных пространств, изменение схемы проветривания и другие.

Абсолютная газообильность того или иного источника выделения газа после дегазации (\bar{I}_i^* , м³/мин), определяется по выражению:

$$\bar{I}_i^* = \bar{I}_i(1 - k_{\text{дег.}i}), \quad (4.12)$$

где \bar{I}_i - среднее абсолютное газовыделение из отдельного источника до дегазации, м³/мин;

$k_{\text{дег.}i}$ - коэффициент эффективности дегазации источника метановыделения.

Конкретные значения коэффициентов эффективности дегазации в зависимости от методов воздействия на угленосную толщу и способов дегазации приведены в табл. 4.11 – 4.15 [5].

Таблица 4.11 Эффективность дегазации разрабатываемых пластов

Направление бурения скважин по пласту	Коэффициент дегазации источника, доли единицы
Восстающие и горизонтальные скважины	0,2 – 0,3
Нисходящие скважины	0,1 – 0,2
Пластовые скважины в сочетании со скважинами гидроразрыва	$\frac{0,3 - 0,4^*}{0,2 - 0,3}$
Развёрнутые на забой восстающие скважины, перекрещивающиеся скважины	0,3 – 0,4

^{*)} Числитель – для скважин, пробуренных по восстанию пласта и простирацию; знаменатель – по падению.

Таблица 4.12 Эффективность дегазации подрабатываемых пологих и наклонных пластов скважинами

Схема дегазации	Вариант схемы	Условия применения и схема расположения скважин	Коэффициент дегазации источника, доли ед.
1	2	3	4
Скважины пробурены из выработки, погашаемой за	1а	<u>Столбовая система разработки:</u> Скважины пробурены навстречу очистному забою из конвейерной или вентиляционной выработок.	0,3

лавой впереди очистного забоя	1б	То же, но дополнительно пробурены скважины над монтажной камерой.	0,4
	1в	Скважины пробурены в плоскости, параллельной очистному забою. Под скважинами выложены охранные полосы длиной, равной длине проекции скважины на пласт.	0,5
Скважины пробурены из выработки, поддерживаемой за лавой	2а	<u>Столбовая или сплошная система разработки:</u> Выработка за лавой охраняется кострами или бутовой полосой. Скважины пробурены с разворотом в сторону очистного забоя из конвейерной или вентиляционной выработки.	0,5
	2б	То же, с дополнительными скважинами, пробуренными над монтажной камерой.	0,6
	2в	Выработка за лавой поддерживается за счёт усиления крепления.	0,6
Скважины пробурены из выработки, отделённой от участка (столба) целиком угля	3а	<u>Столбовая система разработки:</u> Скважины пробурены в плоскости, параллельной очистному забою, над выработкой с исходящей струёй.	0,6
	3б	То же, но скважины пробурены над выработкой с поступающей струёй.	0,5
Скважины пробурены из выработок, оконтуривающих выемочное поле (блок, панель) и	4	Комбинация схем дегазации 3а, 3б, и 4.	0,6

поддерживаемых в течение всего времени его отработки (фланговая схема дегазации)			
--	--	--	--

Таблица 4.13 Эффективность дегазации пологих и наклонных надрабатываемых пластов скважинами

Схема дегазации	Коэффициент дегазации источника, доли ед.
Скважины пробурены из выработки, погашаемой за лавой	0,3
Скважины пробурены из выработки, поддерживаемой за лавой	0,4
Скважины пробурены из выработки, пройденной в почве пласта	0,5

Таблица 4.14 Эффективность дегазации сближенных крутых пластов скважинами

Схема дегазации	Вариант схемы	Условия применения и схемы расположения скважин	Коэффициент дегазации источника, доли ед.
Скважины пробурены из выработки разрабатываемого пласта	1а	<u>Сплошная система разработки:</u> Скважины пробурены из откаточного штрека.	0,3
	1б	<u>Столбовая система разработки:</u> Скважины пробурены из откаточного штрека.	0,2
Скважины пробурены из		<u>Сплошная или столбовая системы разработки:</u>	

выработки соседнего пласта или из полевой выработки	2	Скважины пробурены вкрест сближенного пласта.	0,5
Скважины пробурены в плоскости надрабатываемого пласта	3а	Восстающие скважины, пробуренные из выработки, пройденной по дегазируемому пласту.	0,7
	3б	То же, но скважины пробурены веером из промежуточного квершлага.	0,5

Таблица 4.15 Эффективность дегазации выработанного пространства

Схема дегазации	Вариант схемы	Условия применения и схема расположения скважин (отростков труб)	Коэффициент дегазации источника, доли ед.
Скважины пробурены из выработок	1а	Столбовая система разработки, вентиляционная выработка погашена за лавой: Скважины пробурены навстречу очистному забою над куполами обрушения.	0,3
	1б	Столбовая или сплошная система разработки по падению: Скважины пробурены над монтажной камерой.	0,5
	1в	То же по простиранию и восстанию.	0,3
	1г	Сплошная система разработки: Скважины пробурены из выработки с исходящей вентиляционной струей в плоскости, параллельной очистному забою.	0,4
Отвод метана через	2а	Столбовая система разработки с погашением выработок за лавой:	0,4

перфорированные отростки труб	26	Перфорированные отростки труб оставляют в погашаемой вентиляционной выработке и сообщаются со сбоечными скважинами. То же, перфорированные отростки подключаются к газопроводу, оставляемому в завале.	0,3
-------------------------------	----	---	-----

Абсолютная газообильность очистной выработки $\bar{I}_{оч}$ и выемочного участка $\bar{I}_{уч}$ находятся по выражениям:

$$\bar{I}_{оч} = \bar{I}_{пл} + k_{в.н} \bar{I}_{в.н}; \quad (4.13)$$

$$\bar{I}_{уч} = \bar{I}_{пл} + \bar{I}_{в.н}, \quad (4.14)$$

где $\bar{I}_{пл}$, $\bar{I}_{в.н}$ - среднее абсолютное газовыделение соответственно из разрабатываемого пласта и из выработанного пространства, м³/мин;

$k_{в.н}$ – коэффициент, учитывающий метановыделение из выработанного пространства в призабойное, для схем проветривания выемочных участков с выдачей исходящего из лавы потока воздуха на массив угля (1-М, 2-М) значение коэффициента $k_{в.н}$ можно принять равным единице, а для схем проветривания с выдачей исходящего потока на выработанное пространство (1-В, 2-В, 3-В) – нулю.

С достаточной для практических целей точностью, можно считать, что метановыделение из выработанного пространства обусловлено в основном суммарным дебетом газа из пластов-спутников $\bar{I}_{сн}$ и вмещающих пород $\bar{I}_{пор}$, то есть:

$$\bar{I}_{в.н} = \bar{I}_{сн} + \bar{I}_{пор} \quad (4.15)$$

4.4 Расчёт расхода воздуха для проветривания очистных выработок.

Расход воздуха, необходимый для проветривания очистных выработок, рассчитывается по выделению метана, газов, образующихся при взрывных работах, по числу людей и проверяется по допустимой скорости воздуха, а при последовательном проветривании тупиковых выработок, примыкающим к очистным –

так же по подаче ВМП. Окончательно принимается наибольший результат.

При выемке каменных углей с прослойками в пласте породы суммарной мощностью 0,05 м и более, или с присечкой боковых пород, а так же антрацитовых пластов и температуре воздуха 16°C и выше расход воздуха должен быть дополнительно рассчитан из условия оптимальной по пылевому фактору скорости, если для разбавления вредных газов или по температурным условиям не требуется большая скорость воздуха.

Для схем проветривания с примыканием исходящей струи к целику и погашением вентиляционной выработки (схемы типа 1-М) расчёт воздуха по выделению метана следует вести сразу для выемочного участка по формуле (4.36).

Расчёт расхода воздуха по выделению метана.

Расход воздуха для проветривания очистной выработки (лавы) по выделению метана определяется по формуле:

$$Q_{оч} = \frac{100\bar{I}_{оч}k_n}{C - C_o}, \quad (4.24)$$

где $Q_{оч}$ – расход воздуха для проветривания очистной выработки, м³/мин;

$\bar{I}_{оч}$ – среднее ожидаемое (фактическое) газовыделение в очистной выработке, м³/мин; определяется в соответствии с указаниями, приведенными в подразделе 4.2;

C – допустимая согласно ПБ концентрация метана в исходящем из очистной выработки вентиляционном потоке, %;

C_o – концентрация газа в поступающем на выемочный участок вентиляционном потоке, %; определяется для выработок действующих шахт по результатам измерений, а для проектируемых принимается равной 0,05%;

k_n – коэффициент неравномерности метановыделения, доли ед.; значение коэффициента неравномерности метановыделения определяется по формуле (4.25) или берётся из табл. 4.16:

$$k_n = 1,94\bar{I}^{-0,14} \quad (4.25)$$

Таблица 4.16 Значения коэффициента неравномерности метановыделения

Среднее метановыделение из очистной выработки, выемочного участка, м ³ /мин	0,2 - 0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 6,0	6,0 - 10	10 - 15	15 - 20	бо ле е 20
Значения k_n	2,43 2,14	2,14 1,94	1,94 1,83	1,83 1,76	1,76 1,66	1,66 1,60	1,60 1,51	1,51- 1,40-	1,40- 1,33	1,33 1,28	1,28

Примечание. При выемке угля в лавах буровзрывным способом значение k_n , полученное по формуле (4.25), необходимо умножить на коэффициент 1,2.

При обработке тонких крутых пластов щитовыми агрегатами полосами по падению в расход $Q_{оч}$, определённый по формуле (4.24), входит воздух для проветривания полосы и монтажной ниши.

Для схем проветривания выемочных участков с примыканием исходящей струи к целику угля и погашением вентиляционных выработок вслед за лавами (схемы типа 1-М), когда расход воздуха для проветривания выемочного участка определяется по формуле (4.36), расход воздуха для проветривания очистной выработки по газовыделению рассчитывается по формуле:

$$Q_{оч} = \frac{Q_{уч} k_{o.з}}{k_{ум.в}}, \quad (4.26)$$

Значения $Q_{уч}$ и $k_{ум.в}$ определяются в соответствии с указаниями, приведенными в подразделах 4.5 и 4.3.

Расчёт по газам, образующимся при взрывных работах, для очистных забоев типа лав выполняется по формуле:

$$Q_{оч} = \frac{34}{T} \sqrt{B_{уз} V_{оч} k_{o.з}}, \quad (4.27)$$

где T – время проветривания выработки, мин; принимается согласно ПБ;

$B_{уз}$ – масса одновременно взрывааемых ВВ по углю, кг;

$V_{оч}$ – проветриваемый объём очистной выработки, м³;

$$V_{оч} = m_{в.пр} b_{max} l_{оч}, \quad (4.28)$$

b_{max} – максимальная ширина призабойного пространства, м; принимается согласно паспорту крепления и управления кровлей, а для лавообразных выработок с большим шагом обрушения (закладки) – равной ширине трёх рабочих лент (дорожек).

Расчёт расхода воздуха по числу людей производится по формуле:

$$Q_{оч} = 6n_{чел} k_{о.з}, \quad (4.29)$$

где $n_{чел}$ – наибольшее число людей, одновременно работающих в очистной выработке.

Расчёт расхода воздуха из условия оптимальной скорости по пылевому фактору производится по формуле:

$$Q_{оч} = 60S_{оч\ min} V_{opt} k_{о.з}, \quad (4.30)$$

где V_{opt} – оптимальная скорость воздуха в призабойном пространстве, м/с; принимается 1,6 м/с.

Проверка расхода воздуха по скорости производится по следующим формулам:

- по минимальной скорости воздуха в очистной выработке

$$Q_{оч} \geq Q_{оч\ min} k_{о.з} = 60S_{оч\ max} V_{min} k_{о.з}, \quad (4.31)$$

где $S_{оч\ max}$ – максимальная площадь поперечного сечения призабойного пространства очистной выработки в свету, м²; при механизированных крепях принимается согласно табл. 4.10, а при индивидуальной крепи рассчитывается по формуле:

$$S_{оч\ max} = k_3 m_{в.пр} b_{max}, \quad (4.32)$$

где b_{max} – максимальная ширина призабойного пространства, м; принимается согласно паспорту крепления и управления кровлей, а для лав с большим шагом обрушения (закладки) – равной ширине трёх рабочих лент (дорожек);

V_{min} – минимально допустимая скорость воздуха в очистной выработке, м/с; принимается согласно ПБ;

- по максимальной скорости воздуха в очистной выработке:

$$Q_{оч} \leq Q_{оч\ max} k_{о.з} = 60S_{оч\ min} V_{max} k_{о.з}. \quad (4.33)$$

Расход воздуха для проветривания резервных лав определяется по тем же факторам, что и для действующих.

4.5 Расчёт расхода воздуха для проветривания выемочных участков.

Под выемочным участком понимается обособленно проветриваемый очистной забой и прилегающие к нему подготовительные выработки. Две спаренные лавы с общей исходящей струёй воздуха представляют собой один выемочный участок. При щитовой системе разработки выемочный участок включает действующий щитовой забой с прилегающими к нему выработками.

Расчёт для выемочного участка выполняется по расходу воздуха, необходимому для проветривания очистной выработки, или газовыделению на участке и проверяется по числу людей.

По постоянно выделяющимся газам.

При схемах проветривания с последовательным разбавлением метана по источникам выделения (схемы типа 1-В) и при выполнении условия формулы (4.34) расход воздуха определяется по формуле (4.35), а если условие не выполняется, а также для других схем проветривания (схемы типа 1-М, 2-М, 2-В, 3-В) – по формуле (4.36):

$$\frac{\bar{I}_{уч}}{I_{оч}} \leq \frac{k_{ут.в}}{k_{о.з}}, \quad (4.34)$$

$$Q_{уч} = Q_{оч} \frac{k_{ут.в}}{k_{о.з}}, \quad (4.35)$$

$$Q_{уч} = \frac{100\bar{I}_{уч}k_n}{C - C_o}, \quad (4.36)$$

где $\bar{I}_{уч}$ – среднее фактическое (ожидаемое) абсолютное метановыделение в пределах выемочного участка, м³/мин;

$k_{ут.в}$ – коэффициент, учитывающий утечки воздуха через выработанное пространство в пределах выемочного участка.

Расход воздуха на подсыживание при схемах проветривания выемочных участков типа 2-М, 2-В и 3-В определяется по формуле:

$$Q_{\text{доп}} = Q_{\text{уч}} - Q_{\text{оч}} \frac{k_{\text{ум.в}}}{k_{\text{о.з}}}, \quad (4.37)$$

где $Q_{\text{доп}}$ – расход воздуха, необходимый для подсыживания исходящего из выемочного участка вентиляционного потока, м³/мин.

Расход воздуха, подсчитанный по формуле (4.36) для схем проветривания типа 1-М, 1-В и 1-К, должен удовлетворять условию формулы (4.38), а по формуле (4.37) – условию (4.39) и (4.40):

$$Q_{\text{уч}} \leq Q_{\text{оч max}} k_{\text{ум.в}} = 60S_{\text{оч. min}} V_{\text{max}} k_{\text{ум.в}}; \quad (4.38)$$

$$Q_{\text{доп}} \geq 60SV_{\text{min}}; \quad (4.39)$$

$$Q_{\text{доп}} \leq 60SV_{\text{max}}^{\text{уч}}, \quad (4.40)$$

где S – площадь поперечного сечения выработки с подсыживающей струёй воздуха в свету, м².

$V_{\text{max}}^{\text{уч}}$ – максимально допустимая ПБ скорость движения воздуха в подготовительной выработке с подсыживающей струёй, м/с.

По другим факторам.

Расход воздуха по газам, образующимся при ведении взрывных работ в лаве, скорости движения воздуха в призабойном пространстве лавы (оптимальный по пылевому фактору, минимальной или максимальной), а также по людям для схем проветривания с последовательным разбавлением вредностей (схемы типа 1-М, 1-В, 1-К) определяется по формуле (4.41), а для схем проветривания с подсыживанием (схемы типа 2-В, 2-М и 3-В) – по формуле (4.42):

$$Q_{\text{уч}} = Q_{\text{оч}} \frac{k_{\text{ум.в}}}{k_{\text{о.з}}}; \quad (4.41)$$

$$Q_{\text{уч}} = Q_{\text{оч}} \frac{k_{\text{ум.в}}}{k_{\text{о.з}}} + 60SV_{\text{min}}. \quad (4.42)$$

Расход воздуха, проверяемый по числу людей, должен удовлетворять условию:

$$Q_{\text{уч}} \geq 6n_{\text{чел}}, \quad (4.43)$$

где $n_{\text{чел}}$ – максимальное число людей, одновременно работающих на выемочном участке.

Примечание. При полной закладке выработанного пространства с применением закладочного комплекса расход воздуха для

проветривания выемочного участка принимается $1.1Q_{уч}$, где $Q_{уч}$ – наибольший из результатов расчёта расход воздуха, полученный по формулам (4.35), (4.36), (4.41), (4.42), (4.43).

4.6 Рабочий режим вентиляторной установки.

Режим работы вентиляторной установки определяется точкой пересечения характеристик вентилятора и вентиляционной сети. Установление экономичных рабочих режимов производится по области промышленного использования (экономичной работы) вентиляторов и характеристике сети, которые представляются графически и совмещаются на одном рисунке. Характеристики и графики областей промышленного использования вентиляторов следует взять на шахте в отделе главного механика, их можно также найти в литературном источнике [4].

Характеристика вентиляционной сети шахты строится на основании известного аэродинамического сопротивления $R_{ш}$, которое определяется по фактическим значениям депрессии (h) и расхода воздуха (Q):

$$R_{ш} = h/Q^2. \quad (4.44)$$

Построение характеристики сети необходимо осуществлять следующим образом: в уравнение $h = RQ^2$ надо подставить ряд произвольных значений расхода воздуха и вычислить соответствующие им депрессии. Результаты вычислений надлежит свести в табл. 4.17.

Таблица 4.17 Расчётные значения депрессий

$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	Q_1	Q_2	Q_3	...	Q_n
$h, \text{ Па}$	h_1	h_2	h_3	...	h_n

В осях координат $h - Q$ необходимо нанести точки, соответствующие парам $Q_i - h_i$ значений и соединить их плавной кривой.

С полученной характеристикой вентиляционной сети нужно совместить характеристику и график зон промышленного использования действующего на шахте вентилятора главного проветривания и определить возможности вентиляторной установки с

вводом в действие проектируемых к разработке выемочных участков шахты.

Расчётное значение расхода воздуха, необходимого для проветривания шахты в проектируемых условиях разработки месторождения, может быть определено по выражению:

$$Q_{ш}^p = Q_{ш}^н - \sum Q_{уч}^н + \sum Q_{уч}^p, \quad (4.45)$$

где $Q_{ш}^н$ - расход воздуха действующей шахты, м³/с;

$\sum Q_{уч}^н$ и $\sum Q_{уч}^p$ - соответственно суммарный расход воздуха действующих и проектируемых к разработке выемочных участков, м³/с.

Если действующая вентиляторная установка не обеспечивает требуемого режима работы, то прежде всего для данного вентилятора следует попытаться выбрать другой приводной электродвигатель с иной частотой вращения или принять меры по уменьшению утечек воздуха и аэродинамического сопротивления выработок шахты. В случае, если это не приводит к должному результату, то нужно по графикам зон промышленного использования [4] принять другой вентилятор, который бы при достаточно высоком значении КПД ($\eta \geq 0,6$) обеспечил подачу в шахту расчётного расхода воздуха.

5 ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

1. Главные составные части шахтного воздуха.
2. Состав атмосферного воздуха, причины изменения содержания составных частей его при движении по горным выработкам шахт.
3. Понятия свежего (поступающего) и отработанного (исходящего) потоков воздуха, обозначения их на вентиляционных схемах и планах.
4. Кислород, его свойства, контроль содержания, требования ПБ. Причины снижения содержания кислорода в шахте.
5. Азот, его свойства, источники образования.
6. Диоксид углерода, его свойства, источники образования и контроль содержания в шахтной атмосфере. Углекислотаобильность шахт. Требования ПБ к содержанию углекислого газа в шахтном воздухе.

7. Основные ядовитые примеси шахтного воздуха: оксид углерода, сероводород, диоксид серы, оксиды азота, их физико-химические свойства (запах, вкус, цвет, относительная плотность, растворимость в воде и др.), механизм отравляющего действия, источники выделения или образования, контроль содержания.

8. Требования Правил безопасности к содержанию вредных газов в действующих подземных выработках шахт.

9. Метан, его свойства. Физическая сущность взрывчатых свойств метана.

10. Взрывы метановоздушной смеси в шахтах и их характеристика.

11. Происхождение метана и формы сохранения его в угле.

12. Газоносность и газоемкость углей. Факторы, от которых они зависят.

13. Газообильность абсолютная и относительная, деление шахт на категории.

14. Источники метановыделения в горные выработки шахт.

15. Виды выделения метана в шахтах и их характеристика.

16. Суфлярные выделения метана и меры борьбы с ними.

17. Внезапные выделения метана. Предупредительные признаки, факторы, влияющие на возникновение внезапных выбросов. Меры борьбы с внезапными выбросами.

18. Меры борьбы с метаном в шахтах. Требования Правил безопасности к содержанию метана в горных выработках шахт.

19. Меры, препятствующие образованию на горных предприятиях опасных скоплений метана.

20. Управление газовой выделением в горные выработки шахт.

21. Дегазация разрабатываемых пластов, смежных пластов-спутников, выработанных пространств. Схемы и эффективность дегазации.

22. Мероприятия по предупреждению воспламенения метана в шахтах.

23. Мероприятия по локализации взрывов метана в шахтах.

24. Шахтная пыль, ее опасность, источники образования.

25. Горючие и взрывчатые свойства угольной пыли.

26. Взрывы угольной пыли и их характеристика.

27. Факторы, оказывающие влияние на взрывчатые свойства пыли.

28. Мероприятия, препятствующие образованию и накоплению пыли в выработках шахт.
29. Мероприятия по нейтрализации угольной пыли, осевшей на стенках выработок.
30. Мероприятия по предупреждению распространения взрывов угольной пыли по горным выработкам.
31. Назначение осланцевания выработок; выработки, подлежащие осланцеванию; требования, предъявляемые к инертной пыли.
32. Требования к сланцевым и водяным заслонам, принцип их действия.
33. Способы предварительного увлажнения угольного массива.
34. Метеорологические условия в шахтах и влияние их на здоровье и производительность труда рабочих.
35. Виды теплообмена человеческого организма с окружающей средой.
36. Факторы, определяющие интенсивность теплообмена человеческого организма с окружающей средой.
37. Требования ПБ к температуре и влажности воздуха в действующих горных выработках, где постоянно (в течение смены) находятся люди.
38. Основные факторы, влияющие на температуру воздуха в шахте.
39. Горнотехнические мероприятия по снижению температуры воздуха в действующих горных выработках.
40. Способы охлаждения воздуха без применения холодильных машин.
41. Охлаждение воздушного потока в очистных и подготовительных забоях.
42. Подогрев подаваемого в шахту воздуха.
43. Измерение охлаждающего действия атмосферы.
44. Шахтные интерферометры, их назначение, устройство, принцип действия и проверки. Порядок измерения содержания метана и углекислого газа.
45. Газоанализатор химический, его назначение и устройство. Порядок измерения содержания газов.
46. Определение влажности воздуха с помощью психрометра.

47. Способы измерения скорости движения воздуха и ее определение с помощью анемометров.

48. Основное уравнение аэростатики. Изменение аэростатического давления в вертикальных и наклонных горных выработках шахт.

49. Уравнение неразрывности потока воздуха, его практическая ценность.

50. Уравнение Бернулли как основной закон движения воздуха в горных выработках. Понятие о депрессии.

51. Режимы движения воздуха в горных выработках шахт. Критерий Рейнольдса.

52. Сопротивление трения воздуха о стенки выработок. Факторы, определяющие сопротивление трения. Мероприятия по уменьшению его значения.

53. Аэродинамическое сопротивление выработки и его определение.

54. Лобовые и местные сопротивления, механизм действия. Мероприятия по их снижению.

55. Подсчет депрессии выработки.

56. Показатель ПБ, характеризующий трудность проветривания шахты. Легко, средней трудности и трудно проветриваемые шахты.

57. Понятие схем вентиляции и вентиляционных соединений.

58. Виды соединений вентиляционных потоков горных выработок, их характеристика.

59. Последовательное соединение горных выработок. Общие: сопротивление, расход воздуха, депрессия соединения.

60. Параллельное соединение горных выработок. Общие: сопротивление, расход воздуха, депрессия параллельно соединенных выработок. Естественное распределение воздуха в выработках.

61. Диагональное соединение выработок и его основные свойства. Устойчивость расхода воздуха и направления движения его в диагонали.

62. Регулирование расхода воздуха, поступающего в шахту, с помощью вентиляторов главного проветривания (осевых, центробежных).

63. Положительное регулирование распределения воздуха в вентиляционной сети шахты. Достоинства и недостатки.

64. Отрицательное регулирование распределения воздуха в вентиляционной сети шахты. Практическая ценность.

65. Естественная тяга в шахте, причины, побуждающие ее. Роль естественной тяги в проветривании шахты.

66. Работа вентиляторов на шахтную сеть. Характеристики вентилятора, вентиляционной сети. Рабочий режим вентилятора.

67. Совместная работа вентиляторов на шахтную сеть. Области их рациональной работы при последовательной и параллельной работе на вентиляционную сеть.

68. Утечки воздуха и их влияние на проветривание отдельных забоев и шахты.

69. Полезность и вредность утечек воздуха в вентиляционной сети шахт. Методы учета утечек воздуха.

70. Способы снижения утечек воздуха в вентиляционной сети шахт.

71. Классификация схем проветривания выемочных участков по степени обособленности разбавления вредностей по источникам поступления в атмосферу. Достоинства и недостатки. Область применения.

72. Способы проветривания подготовительных выработок за счет общешахтной депрессии.

73. Нагнетательный способ проветривания подготовительных выработок. Достоинства, недостатки, область применения.

74. Всасывающий и комбинированный способы проветривания подготовительных выработок. Их достоинства, недостатки, область применения.

75. Проветривание протяженных выработок при их проведении. Комбинированные вентиляционные трубопроводы.

76. Вентиляционные сооружения для пропуска воздуха. Назначение и требования, предъявляемые к ним.

77. Вентиляционные сооружения для регулирования распределения воздуха в вентиляционной сети шахт и предъявляемые к ним требования.

78. Вентиляционные сооружения для изоляции потоков воздуха. Их конструкция и требования к устройству.

79. Контроль за состоянием атмосферы шахт. Параметры воздуха, подлежащие систематическому контролю.

80. Места и периодичность контроля содержания метана в газовых шахтах.

81. Контроль содержания метана работниками пылевентиляционной службы и ИТР участков шахт.

82. Вентиляционный надзор шахт, требования, предъявляемые к руководству пылевентиляционной службы шахты.

83. Приборы контроля состояния атмосферы и проветривания угольных предприятий.

84. Порядок проектирования вентиляции шахт, содержание проекта.

85. Способы проветривания шахт, их достоинства и недостатки.

86. Схемы проветривания шахт, их достоинства и недостатки, область применения.

87. Расчет расхода воздуха, необходимого для проветривания шахт.

88. Расчет максимальной и минимальной депрессии шахты.

89. Выбор вентилятора главного проветривания шахты.

90. Мероприятия по увеличению нагрузки на очистной забой по газовому фактору.

6 ТЕРМИНОЛОГИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В РУДНИЧНОЙ АЭРОЛОГИИ

В литературных источниках, посвященных проветриванию шахт, нередко одни и те же физические величины имеют различные наименования, обозначения, а иногда и единицы.

Под физической величиной понимают свойство, качественно общее для многих физических объектов, явлений или процессов, но количественно индивидуальное для каждого из них. Например, скорость, плотность, аэродинамическое сопротивление, удельная теплоёмкость, энтальпия и т. д. – физические величины. Для выражения только количественной стороны рассматриваемого свойства объекта, явления или процесса, во избежание тавтологии не следует употреблять термин «величина», например, «величина депрессии», «величина расхода воздуха» и т. д., так как эти свойства (депрессия, расход) сами являются величинами. В таких случаях рекомендуется либо опустить этот термин, либо заменить его словом «размер».

Недопустимо смешивать единицу физической величины и её обозначения с размерностью величины. Под единицей физической величины (единицей величины) понимают физическую величину, которой по определению присвоено числовое значение, равное единице. Размерность же физической величины (размерность величины) представляет собой выражение в виде произведения степеней основных величин принятой системы единиц. Она описывается в форме степенного одночлена с коэффициентом, равным единице. Размерность величины предложена для обеспечения идентификации величин и не даёт полной информации об их физической природе. Так в Международной системе единиц (СИ) одной из основных физических величин «длина» присвоена размерность L, единицей длины выбран метр; величина «масса» имеет размерность M, единица массы – килограмм; величина «время» имеет размерность T, единица измерения – секунда; термодинамическая температура имеет размерность Θ , единица её Кельвин. На основании изложенного, в единицах СИ, например, размерность теплопроводности будет иметь вид: $LMT^{-3}\Theta^{-1}$, а обозначение единицы теплопроводности – Вт/(м·К).

Обозначения единиц необходимо приводить только после числовых значений величин и помещать в строку с ними, не допуская переноса на следующую строку. Кратные и дольные единицы надлежит выбирать таким образом, чтобы числовые значения величины находились в диапазоне от 0,1 до 1000.

Прилагательное «удельный» следует применять только с величинами, представляющими собой отношение какой-либо физической величины к массе тела.

При изложении понятия физической величины не допускается употребление единиц величин, так как физический смысл величин не должен зависеть от выбора единиц.

Термин «объём» рекомендуется использовать для характеристики пространства, занимаемого внешней поверхностью тела, сосуда или аппарата. Характеризуя внутреннее пространство сосуда или аппарата, необходимо использовать слово «вместимость», а не «ёмкость».

При изложении вопроса о скорости изменения числа циклов вращения во времени нужно применять термин «частота вращения» взамен устаревшему выражению «число оборотов».

Для выражения отношения массы (объёма) i -го компонента, содержащегося в веществе к общей массе (объёму) вещества следует пользоваться термином «массовая (объёмная) доля». Например, массовая доля азота в атмосферном воздухе составляет 0,7517 (или 75,17%), объёмная доля кислорода в воздухе 0,2095 (или 20,95%). Отношение массы какого-либо компонента, содержащегося в веществе, к общему объёму вещества называют массовой концентрацией компонента.

Определяющие слова надлежит присоединять к наименованию величины, а не к единице её измерения. Нельзя употреблять выражения: «% массовый», «% объёмный», «погонный метр», «тонна условного топлива». В подобных случаях должно быть сформулировано: «массовая доля 10%», «объёмная доля 0,03%», «погонная длина 300 метров», «масса условного топлива 6 тонн» и т. д.

Следует отказаться от употребления устаревших или неверных наименований физических величин. Некоторые из них приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1 Рекомендуемые нормативными документами наименования физических величин

Рекомендуемое наименование величины	Устаревшее наименование (или неверное) величины
Давление, Па	Абсолютное давление, напор
Напор, м	Давление
Парциальное давление	Упругость
Площадь сечения	Сечение
Подача вентилятора	Производительность вентилятора
Разрежение, остаточное давление	Вакуум
Расход воздуха, м ³ /с	Количество воздуха, м ³ /с
Теплопроводность	Коэффициент теплопроводности
Теплота, количество теплоты	Тепло, количество тепла
Удельная теплоёмкость	Удельная массовая теплоёмкость
Удельная теплота сгорания топлива	Теплотворная способность, калорийность топлива
Ускорение свободного падения	Ускорение силы тяжести
Холодильная мощность	Холодопроизводительность
Энтальпия	Теплосодержание

7 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Пучков Л.А., Медведев И.И. Аэрология горных предприятий: Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1987. – 421 с.

Дополнительная

2. Правила безпеки у вугільних шахтах. – К.: Відлуння, 2005. – 400 с.

3. Збірник інструкцій до Правил безпеки у вугільних шахтах. – К.: Донеччина, 2003. Т. 1. – с. 480; Т. 2. – с. 416.

4.Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К.:Основа, 1994. – 312 с.

5.Руководство по дегазации угольных шахт. – М., 1990. – 185 с.

6. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Аэрология горных предприятий» для студентов горных специальностей /Сост.: Стукало В.А., Почтаренко Н.С., Тельной А.П., Николаев Е.Б. – Донецк: ДонНТУ, 2005. – 48 с.

7. Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Аэрология горных предприятий», «Аэрология шахт», «Рудничная вентиляция» (часть 2). /Сост. Стукало В.А.. – Донецк: ДонНТУ, 2003. – 60 с.

8. Аэрология горных предприятий. Сборник задач. /Б.И.Медведев и др. – К.: Либідь, 1992. – 258 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Содержание дисциплины.....	5
1.1 Шахтная атмосфера.....	5
1.2 Шахтная аэромеханика.....	7
1.3 Вентиляция шахт.....	9
2 Лабораторные работы.....	10
3 Методические рекомендации по самостоятельному изучению дисциплины.....	11
4 Методические указания к определению ожидаемой метанообильности, максимально допустимой нагрузки на очистной забой, расхода воздуха, рабочего режима и возможности вентилятора главного проветривания.....	17
4.1 Исходные данные.....	17
4.2 Ожидаемое метановыделение очистной выработки и выемочного участка.....	18
4.3 Максимально допустимая нагрузка на очистной забой по газовому фактору.....	21
4.4 Расчёт расхода воздуха для проветривания очистных выработок.....	31
4.5 Расчёт расхода воздуха для проветривания выемочных участков.....	35
4.6 Рабочий режим вентиляторной установки.....	37
5 Примерный перечень контрольных вопросов.....	38
6 Терминология, обозначения и единицы измерения физических величин в рудничной аэрологии.....	43
7 Рекомендуемая литература.....	46

Методические указания к самостоятельному изучению курса «Рудничная аэрология» для студентов специальности 7.050107 «Экономика предприятия» специализации – «Экономика добывающей промышленности (ЭГП)

Составители

Почтаренко Николай Сергеевич
Николаев Евгений Борисович