

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор ИЗО

к.п.н., доцент С.Б. Спесивцева

« 25 » _____ 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института

В.А. Уваров

« 25 » 05 _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Аэрология горных предприятий

направление подготовки (специальность):

21.05.04 Горное дело

Направленность программы (профиль, специализация):

Горные машины и оборудование

Квалификация

Горный инженер

Форма обучения

Заочная

Институт: Инженерно-строительный

Кафедра: Теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 21.05.04 «Горное дело», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 12 августа 2020 г. № 987
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): д.т.н., профессор  (О.А. Аверкова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Теплогазоснабжения и вентиляции

« 24 » 05 2021 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (В.А. Уваров)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Механического оборудования

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (В.С. Богданов)

« 24 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией
Инженерно-строительного института

« 25 » 05 2021 г., протокол № 10

Председатель: к.т.н., доцент  (А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные	ОПК-16. Способен применять навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	ОПК-16.1. Демонстрирует навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	Знать: способы и средства снижения выделения вредных газов в атмосферу карьеров, способы пылеподавления и пылеулавливания при ведении горных работ Уметь: разрабатывать мероприятия по снижению выделения вредных газов в атмосферу карьеров, пылеобразования при ведении открытых горных работ Владеть: методами контроля атмосферы карьеров
		ОПК-16.2. Продумывает и предлагает мероприятия по улучшению существующей системы контроля экологической ситуации и промышленной безопасности	Знать: свойства вредных и ядовитых газов и пыли, их воздействия на организм человека. Уметь: определять интенсивность пылеобразования и выделения вредных газов при ведении открытых горных работ, использовать методы зондирования открытых выработок с использованием Владеть: методами расчета схем естественного проветривания карьеров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-16 Способен применять навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Аэрология горных предприятий
2	Горные машины и оборудование
3	Стационарные машины
4	ГИА

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	8	8
лекции	4	4
лабораторные	0	0
практические	2	2
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	0	0
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	136	136
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	91	91
Форма промежуточной аттестации	36	36

1. 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 5 Семестр 10

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Шахтная атмосфера					
	<p>Определение аэрологии горных предприятий как науки. Ее значение. Исторический обзор. Характеристика современных шахтных вентиляционных систем. Основные достижения аэрологии горных предприятий. Содержание дисциплины. Связь со смежными науками.</p> <p>Атмосферный воздух. Изменение состава атмосферного воздуха при его движении по горным выработкам. Газообильность шахты. Составные части шахтного воздуха. Способы измерения содержания газов в воздухе.</p> <p>Метан. Физико-химические свойства. Происхождение и виды нахождения в горных породах. Метаносность и метаноемкость горных пород. Виды выделения в шахтах. Газовый баланс шахты. Предельно допустимые содержания метана в шахтах. Меры борьбы с метаном.</p> <p>Шахтная пыль. Горючие и взрывчатые свойства. Факторы, влияющие на взрывчатость угольной пыли. Особенности взрывов угольной пыли в шахтах. Меры борьбы со взрывами угольной пыли. Взрывчатость серной и сульфидной пыли. Способы измерений запыленности воздуха.</p> <p>Тепловой режим шахт. Микроклимат шахт. Термовлажностные параметры шахтного воздуха. Факторы, определяющие тепловой режим шахт. Тепловой баланс шахт.</p>	1	0,5		16
2. Шахтная аэромеханика					
	<p>Основные понятия и законы шахтной аэромеханики. Виды давления в движущемся воздухе. Депрессия. Законы сохранения. Режимы движения воздуха в шахтах. Типы воздушных потоков в горных выработках и их основные характеристики. Закон сопротивления.</p> <p>Аэродинамическое сопротивление горных выработок. Природа и виды аэродинамического сопротивления. Сопротивление трения. Местное сопротивление. Лобовое сопротивление. Общие закономерности проявления аэродинамического сопротивления. Единицы измерения. Способы снижения аэродинамического сопротивления.</p> <p>Фильтрационные течения в шахтах. Определение фильтрационного течения. Его основные характеристики. Виды и места фильтрационных течений в шахтах. Законы фильтрационного течения. Значение фильтрационного движения воздуха в вентиляции шахт.</p> <p>Шахтные вентиляционные сети (ШВС). Классификация ШВС. Основные законы движения воздуха в ШВС.</p>	1	0,5		15

	<p>Источники движения воздуха в шахте. Принцип создания движения воздуха. Шахтные вентиляторы. Естественная тяга воздуха в шахтах. Второстепенные источники движения воздуха (эжекторы, капеж, гидромониторные струи и гидротранспорт).</p> <p>Работа вентиляторов на шахтную вентиляционную сеть. Работа одного вентилятора. Совместная работа нескольких вентиляторов. Совместная работа вентилятора и естественной тяги. Работа подземных вспомогательных вентиляторов.</p>				
3. Процессы переноса в шахтах					
	<p>Общие сведения. Термины и определения. Условия, определяющие перенос вредностей: условия поступления вредностей в поток, свойства переносимых субстанций, режим движения воздуха. Виды переноса.</p> <p>Основные законы шахтной газовой динамики. Физические характеристики шахтных газодинамических процессов. Закон сохранения массы. Уравнения конвективной диффузии. Стационарные и нестационарные газодинамические процессы. Диффузия активных газов. Слойные скопления газов.</p> <p>Процессы газовыделения в шахтах. Газовыделение с обнаженной поверхности горного массива. Газовыделение из отбитой горной массы. Газовыделение при взрывных работах. Газовыделение из выработанного пространства. Процессы переноса в сквозных выработках. Газоперенос в лавах и в вентиляционных штреках. Газоперенос в выработанном пространстве. Переходные газодинамические процессы. Управление метановыделением в горные выработки.</p> <p>Процессы газопереноса в тупиковых выработках и в призабойной части выработки, в основной части тупиковой выработки. Газоперенос при вентиляции выработки с рециркуляцией.</p> <p>Основы шахтной пылевой динамики. Основные понятия и определения. Процесс осаждения пыли. Турбулентная диффузия пыли.</p> <p>Основы шахтной термодинамики. Уравнение энергии воздушного потока. Определение влагосодержания шахтного воздуха. Теплообмен между вентиляционным потоком и горным массивом.</p>	0,5	0,25		15
4. Вентиляция шахт					
	<p>Вентиляция выемочных участков. Основные определения. Требования к схемам вентиляции. Схемы вентиляции выемочных участков угольных шахт. Схемы вентиляции очистных блоков рудных шахт.</p> <p>Вентиляция тупиковых выработок при их проведении. Особенности вентиляции тупиковых выработок. Способы вентиляции. Вентиляция за счет общешахтной депрессии. Вентиляция с помощью вентиляторов местного проветривания. Вентиляция выработок большой длины. Вентиляция тупиковых камер. Вентиляционное оборудование. Проектирование вентиляции тупиковых выработок.</p> <p>Способы вентиляции шахт. Нагнетательный способ вентиляции. Всасывающий способ вентиляции. Комбинированный способ вентиляции. Области применения. Схемы вентиляции шахт. Центральная схема вентиляции. Фланговая схема вентиляции. Секционная</p>	0,5	0,25		15

	<p>схема вентиляции. Области применения.</p> <p>Утечки воздуха в шахтах. Значение утечек. Определения и классификация. Утечки через вентиляционные сооружения. Утечки через выработанное пространство. Мероприятия по уменьшению утечек.</p> <p>Вентиляционные сооружения на шахтах. Назначение вентиляционных сооружений. Вентиляционные перемычки. Вентиляционные двери и шлюзы. Кроссинги. Замерные станции. Герметичные надшахтные здания. Вентиляторные установки на поверхности шахт.</p> <p>Контроль вентиляции шахт. Вентиляционная служба. Требования к контролю вентиляции шахты. Контроль скорости движения и расхода воздуха. Контроль состава шахтной атмосферы. Контроль температуры, влажности и давления воздуха. Организация вентиляционной службы на шахтах.</p> <p>Управление вентиляционными режимами при авариях</p> <p>Требования к вентиляционным режимам при авариях. Их виды. Выбор вентиляционного режима при пожаре. Устойчивость и стабилизация вентиляции при пожаре. Вентиляционный режим при наличии изолированных пожарных участков. Вентиляция при внезапных выбросах горной породы и газа. Задачи и значение управления вентиляцией шахты. Способы и средства управления. Управление вентиляцией при нормальной работе шахты. Управление вентиляцией шахты в аварийных ситуациях. Автоматизация управления вентиляцией: информационное обеспечение, алгоритмы, техническое обеспечение системы автоматического управления вентиляцией, экономическая эффективность.</p> <p>Надежность и эффективность функционирования шахтной вентиляционной системы. Основные понятия и определения. Критерии и показатели. Факторы, определяющие стохастическую динамику шахтной вентиляционной системы. Принципы и методы моделирования процесса функционирования шахтной вентиляционной системы и прогноза ее показателей. Синтез высоконадежных и эффективных шахтных вентиляционных систем. Экономическая эффективность функционирования шахтной вентиляционной системы.</p> <p>Проектирование шахтных вентиляционных систем. Общие требования к проектированию шахтных вентиляционных систем. Этапы проектирования. Выбор схемы вентиляции. Прогноз газообильности шахты. Проверка нагрузки на лаву по газовому фактору. Определение расхода воздуха для вентиляции шахты. Распределение воздуха по выработкам и проверка поперечных сечений выработок по допустимым скоростям движения воздуха. Проверка устойчивости движения воздуха в выработках. Расчет депрессии шахты. Выбор способа вентиляции шахты. Выбор главного вентилятора. Расчет экономических показателей вентиляции шахты.</p>				
5.	<i>Аэрология карьеров</i>				
	<p>Влияние воздухообмена в карьере на технологию ведения работ. Состав атмосферы карьера. Микроклимат карьера. Источники загрязнения атмосферы карьера. Внутренние и внешние источники выделения пыли и вредных газов в атмосферу карьера при различных процессах. Роль вентиляции в борьбе с вредными загрязнениями атмосферы карьеров. Тепловые условия в кабинах. Основы расчета</p>	0,5	0,25		15

	<p>установок кондиционирования воздуха. Кондиционеры, применяемые для горно-транспортного оборудования.</p> <p>Аэромеханика карьеров. Основные законы аэростатики и аэродинамики. Свободные и полуограниченные струи. Ограниченные воздушные потоки. Режимы движения воздуха в горных выработках. Формирование воздушных потоков в карьере.</p> <p>Термодинамика атмосферы карьеров. Основные понятия и определения. Источники тепла. Термические силы. Температурная стратификация атмосферы карьера. Туманообразование.</p> <p>Динамика распространения вредностей в карьерах. Типы источников газа и пыли. Газовая динамика в карьере. Пылевая динамика. Особенности распространения газов и пыли при различных процессах открытых горных работ. Методы и средства нормализации состава атмосферы карьера.</p> <p>Естественный воздухообмен в карьерах. Динамические схемы естественного проветривания. Тепловые схемы естественного воздухообмена. Комбинированные схемы естественной вентиляции. Интенсификация естественного воздухообмена на карьерах. Технологические решения, интенсифицирующие воздухообмен.</p>				
6 Специальные вопросы вентиляции при строительстве подземных сооружений					
	<p>Вентиляция при сооружении горных выработок большой протяженности. Выбор схемы вентиляции. Условия исключения рециркуляции воздуха. Вентиляция автодорожных и железнодорожных тоннелей при их сооружении. Вентиляция тоннелей большой протяженности и большого поперечного сечения. Особенности динамики газов ВВ и двигателей внутреннего сгорания в тоннелях. Схемы вентиляции при сооружении тоннелей большой протяженности и большого поперечного сечения. Беструбная вентиляция при сооружении тоннелей. Способы и схемы вентиляции при сооружении тоннелей метрополитенов. Расчет параметров вентиляции. Вопросы вентиляции при эксплуатации тоннелей метрополитенов, автодорожных и железнодорожных тоннелей, обоснование способов вентиляции (искусственной, естественной).</p>	0,5	0,25		15
	ИТОГО	4	2		91

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 9				
1	<i>Введение. Шахтная атмосфера</i>	Расчет мощности теплопоступлений и влаговыведений	0,5	8
2	<i>Шахтная аэромеханика</i>	<p>Аэродинамическое сопротивление горных выработок.</p> <p>Расчет депрессии шахты</p> <p>Расчет вентиляции тупиковых выработок</p>	0,5	8
3	<i>Процессы переноса в</i>	Режимы движения воздуха. Виды	0,25	8

	<i>шахтах</i>	переноса. Прогноз метеообильности горных выработок Прогнозирование температуры шахтного воздуха.		
4	<i>Вентиляция шахт</i>	Методы расчета естественного воздухораспределения и регулирования в шахтных вентиляционных системах. Определение скорости и количества вентиляционного воздуха Построение характеристики вентиляционной сети Выбор и расчет пылеулавливающего оборудования. Выбор вентилятора главного проветривания.	10	8
5	<i>Аэрология карьеров</i>	Расчет скорости, температуры и расхода воздуха в сечении основного участка приточных струй. Расчет необходимого расхода воздуха для вентиляции карьера. Определение схем, способов и режимов искусственной вентиляции карьера.	8	7
6	<i>Специальные вопросы вентиляции при строительстве подземных сооружений</i>	Вентиляция автодорожных и железнодорожных тоннелей Особенности вентиляции при строительстве камер больших объемов. Расчет параметров вентиляции.	2	7
			2	46

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

На выполнение ИДЗ предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студента.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-16. Способен применять навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
УК-16.1. демонстрирует навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	Собеседование, контрольные работы, экзамен
УК-16.2. Продумывает и предлагает мероприятия по улучшению существующей системы контроля экологической ситуации и промышленной безопасности	Собеседование, контрольные работы, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	<i>Шахтная атмосфера</i>	<p>1. Атмосферный воздух. Изменение состава атмосферного воздуха при его движении по горным выработкам</p> <p>2. Составные части шахтного воздуха. Способы измерения содержания газов в воздухе.</p> <p>3. Газовый баланс шахты. Предельно допустимые содержания метана в шахтах. Меры борьбы с метаном.</p> <p>4. Шахтная пыль. Горючие и взрывчатые свойства. Факторы, влияющие на взрывчатость угольной пыли</p>
2	<i>Шахтная аэромеханика</i>	<p>5. Тепловой режим шахт. Микроклимат шахт. Термовлажностные параметры шахтного воздуха. Факторы, определяющие тепловой режим шахт. Тепловой баланс шахт</p> <p>6. Способы измерений запыленности воздуха</p> <p>7. Аэродинамическое сопротивление горных выработок. Природа и виды аэродинамического сопротивления. Сопротивление трения. Местное сопротивление. Лобовое сопротивление</p> <p>8. Фильтрационные течения в шахтах. Определение фильтрационного течения. Его основные характеристики. Виды и места фильтрационных течений в шахтах. Законы фильтрационного течения.</p> <p>9. Источники движения воздуха в шахте. Принцип создания движения воздуха. Шахтные вентиляторы. Естественная тяга воздуха в шахтах. Второстепенные источники движения воздуха.</p> <p>10. Шахтные вентиляционные сети (ШВС). Классификация ШВС. Основные законы движения воздуха в ШВС. Методы расчета естественного воздухораспределения и регулирования в ШВС.</p> <p>11. Работа вентиляторов на шахтную вентиляционную сеть. Работа одного вентилятора. Совместная работа нескольких вентиляторов. Совместная работа вентилятора и естественной тяги.</p> <p>12. Регулирование распределения воздуха в шахтной вентиляционной сети. Способы регулирования.</p>
3	<i>Процессы переноса в шахтах</i>	<p>13. Процессы газовыделения в шахтах. Управление метановыделением увлажнением пластов. Локальные методы борьбы с внезапными выбросами угля и газа</p> <p>14. Физические характеристики шахтных газодинамических процессов. Закон сохранения массы. Уравнения конвективной диффузии. Стационарные и нестационарные газодинамические процессы.</p>

		<p>15. Процессы переноса в сквозных выработках. Газоперенос в лавах, в вентиляционных штреках, в выработанном пространстве. Переходные газодинамические процессы.</p> <p>16. Процесс осаждения пыли. Турбулентная диффузия пыли. Процесс сдувания осевшей пыли. Влияние скорости воздушного потока на содержание пыли в воздухе.</p> <p>17. Теплообмен между вентиляционным потоком и горным массивом. Прогнозирование температуры шахтного воздуха.</p> <p>18. Возвратноточная схема проветривания очистного забоя</p> <p>19. Комбинированная схема проветривания с газоотводом через выработанное пространство и газодренажную скважину</p> <p>20. Возвратноточная схема проветривания с газодренажным штреком</p>
4	<i>Вентиляция шахт</i>	<p>21. Способы вентиляции шахт и схемы вентиляции шахт</p> <p>22. Вентиляция при сооружении горных выработок большой протяженности. Выбор схемы вентиляции</p> <p>23. Вентиляционные сооружения в шахтах и их назначение</p> <p>24. Условия исключения рециркуляции воздуха. Выбор и обоснование мест установки вентиляторов при рассредоточенной схеме их расположения.</p> <p>25. Особенности вентиляции при сооружении стволов и башенных кранов. Влияние сил гравитации, капежа и температуры пород на движение воздуха в стволе.</p> <p>26. Вентиляция автодорожных и железнодорожных тоннелей при их сооружении.</p> <p>27. Особенности динамики газов ВВ и двигателей внутреннего сгорания в тоннелях. Схемы вентиляции при сооружении тоннелей большой протяженности и большого поперечного сечения.</p> <p>28. Особенности вентиляции при строительстве камер больших объемов. Схемы вентиляции.</p> <p>29. Вопросы вентиляции при эксплуатации тоннелей метрополитенов, автодорожных и железнодорожных тоннелей, обоснование способов вентиляции</p> <p>30. Состав атмосферы карьера. Микроклимат карьера. Источники загрязнения атмосферы карьера.</p> <p>31. Основы расчета установок кондиционирования воздуха. Кондиционеры, применяемые для горно-транспортного оборудования.</p>
5	<i>Аэрология карьеров</i>	<p>32. Аэромеханика карьеров. Режимы движения воздуха в горных выработках. Формирование воздушных потоков в карьере.</p> <p>33. Термодинамика атмосферы карьеров. Источники тепла. Термические силы. Температурная стратификация атмосферы карьера. Туманообразование.</p> <p>34. Динамика распространения вредностей в карьерах. Типы источников газа и пыли. Газовая динамика в карьере. Пылевая динамика. Методы и средства нормализации состава атмосферы карьера</p> <p>35. Приборы для замера концентрации газа в шахтах</p> <p>35. Естественный воздухообмен в карьерах. Динамические схемы естественного проветривания. Тепловые схемы естественного воздухообмена. Комбинированные схемы естественной вентиляции.</p> <p>36. Интенсификация естественного воздухообмена на карьерах. Технологические решения, интенсифицирующие воздухообмен.</p> <p>37. Искусственная вентиляция карьеров. Средства и способы искусственной вентиляции.</p> <p>38. Проектирование вентиляции карьеров. Исходные данные для проектирования вентиляции карьера. Стадии и порядок проектирования.</p> <p>39. Определение интенсивности выделения вредностей в атмосферу карьера. Расчет необходимого расхода воздуха для вентиляции карьера.</p> <p>40. Выбор и обоснование технологических мер по интенсификации естественного воздухообмена. Определение схем, способов и режимов искусственной вентиляции карьера.</p> <p>41. Пылевентиляционная служба карьеров (ПВС). Организация ПВС.</p>

		Оснащение ПВС. Приборы и методы контроля параметров состояния атмосферы карьеров. 42. Вентиляция подземных выработок карьеров. Атмосфера подземных выработок. Аэродинамические характеристики выработок
6	Специальные вопросы вентиляции при строительстве подземных сооружений	43. Вентиляция автодорожных и железнодорожных тоннелей при их сооружении. 44. Вентиляция тоннелей большой протяженности и большого поперечного сечения. 45. Особенности динамики газов ВВ и двигателей внутреннего сгорания в тоннелях. 46. Способы и схемы вентиляции при сооружении тоннелей метрополитенов.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме теста, контрольных работ, выполнения индивидуального домашнего задания.

Тесты по дисциплине «Аэрология горных предприятий»

1 Рудничная аэрология не изучает:

- 1 . Свойства рудничной атмосферы
- 2 . Законы движения воздуха
- 3 . Законы переноса тепла в выработках
- 4 . Порядок проектирования вентиляции шахт
5. Способы очистки воздуха

2. Наибольший диаметр рабочего колеса вентилятора главного проветривания равен:

1. 2 м
2. 3м
3. 4 м
4. 4.7м
5. 5 м

3. Что не является разделом рудничной аэрологии:

1. Шахтная атмосфера
2. Обеспыливание воздушных потоков
3. Шахтная аэродинамика
4. Шахтная аэростатика
5. Вентиляция шахт

4. Содержание азота в атмосфере составляет:

1. 78 %
2. 73 %
3. 44 %
4. 25 %
5. 21 %

5. Содержание кислорода в атмосфере составляет:

1. 90 %
2. 55 %
3. 24 %
4. 21 %
5. 18 %

6. Содержание аргона в атмосфере составляет:

1. 0.01 %
2. 0.22 %

3. 0.93%
4. 1.0 %
5. 1.12 %

7. Изменение состава воздуха при его движении по горным выработкам заключается в:

- 1 . уменьшении количества углекислого газа
- 2 . уменьшении количества кислорода
- 3 уменьшении количества водорода
- 4 уменьшении количества окислов азота
- 5 уменьшении количества угарного газа

8. При движении воздуха по горным выработкам газовых шахт не происходит:

- 1 появления ксенона
- 2 увеличения содержания водорода
- 3 увеличения содержания углекислого газа
- 4 появления метана
- 5 увеличения концентрации угольной пыли

9. Среднегодовая температура воздуха в горных выработках по сравнению с дневной поверхностью:

- 1 .значительно выше на любой глубине
- 2 .незначительно выше на любой глубине
- 3 .одинакова
- 4 .тем выше, чем больше глубина заложения выработки
- 5 .ниже на любой глубине

10. Атмосферное давление воздуха в горных выработках по сравнению с давлением на поверхности:

- 1 .незначительно ниже
- 2 .незначительно выше
- 3 .значительно выше
- 4 .зависит от режима работы вентилятора
- 5 .одинаково

11. Как с увеличением глубины изменяется амплитуда температурных колебаний:

- 1 .значительно увеличивается
- 2 .незначительно увеличивается
- 3 .значительно уменьшается
- 4 .незначительно уменьшается
- 5 .не изменяется

12. К техногенным источникам загрязнения шахтной атмосферы относятся:

- 1 .обнаженные поверхности угольного пласта
- 2 .разрушение горных пород и полезного ископаемого
- 3 .минеральные источники
- 4 .скопления метана
- 5 .породные стенки и почва выработок

13. К природным источникам загрязнения шахтной атмосферы относятся:

- 1 .производство взрывных работ
- 2 .работа двигателей внутреннего сгорания
- 3 .разрушение горных пород и полезного ископаемого
- 4 .бурение шпуров
- 5 .отбитые куски угля и породы

14. Минимально допустимая концентрация кислорода в выработках, согласно ПБ, равна:

- 1 . 18-21% в зависимости от места замера
- 2 . 19-20% в зависимости от скорости воздуха
- 3 . 19-21% в зависимости от влажности и температуры
- 4 . 19%
- 5 . 20%

15. При каком содержании кислорода наступает обморочное состояние?:

- 1 19%
- 2 17%
- 3 12%
- 4 9%
- 5 7%

16. Какие свойства характерны для углекислого газа?:

- 1 .горит при концентрации выше 0,5%
- 2 .скапливается у кровли выработки
- 3 .взрывоопасен при концентрациях выше 1%
- 4 .поддерживает горение при любых концентрациях
- 5 хорошо растворим в воде

17. Углекислый газ не образуется в результате:

- 1 окисления древесины
- 2 окисления породы
- 3 работы аккумуляторных электровоз
- 4 работы двигателей внутреннего сгорания
- 5 взрывах метана

18. К какой категории по углекислотообильности относится шахта, если выделение углекислого газа составляет 3 м куб/т:

- 1 .1-й
- 2 .2-й
- 3 .3-й
- 4 сверхкатегорной
- 5 категорий шахт по углекислотообильности не существует

19. К какой категории по углекислотообильности относится шахта, если выделение углекислого газа составляет 20 м куб/т:

- 1 категорий шахт по углекислотообильности не существует
- 2 1-й
- 3 2-й
- 4 3-й
- 5 Сверхкатегорной

20. К ядовитым газам шахтной атмосферы не относятся

- 1 окислы азота
- 2 сернистый газ
- 3 сероводород
- 4 азот
- 5 окись углерода

21. Какие свойства характерны для азота?:

- 1 является сильным окислителем
- 2 химически инертен
- 3 имеет сладковатый вкус
- 4 скапливается у почвы выработки
- 5 имеет слабую бурую окраску

22. Какие свойства не характерны для сероводорода?:

- 1 не имеет запаха
- 2 имеет сладковатый вкус
- 3 горюч
- 4 взрывается при концентрации 6%
- 5 хорошо растворим в воде

23. Какой запах имеет сероводород?:

- 1 сладковатый
- 2 кислый
- 3 чесночный
- 4 тухлых яиц
- 5 тушеной капусты

24. Какова плотность метана по отношению к воздуху?:

- 1 .1.12
- 2 .1.05
- 3 .0.77
- 4 .0.55
- 5 .0.43

25. При какой концентрации возможен взрыв метана?:

- 1 .при любой
- 2 .от 5 до 14%
- 3 .от 3 до 20%

4 .от 10 до 50%

5 .свыше 30%

26. Соединение молекул метана с поверхностью угля под действием сил молекулярного притяжения называется:

1 .абсорбция

2 .хемсорбция

3 .адсорбция

4 .коагуляция

5 .молекулярный синтез

27. Какой фактор не влияет на метаноносность угольного пласта?:

1 .степень метаморфизма

2 .пористость

3 .влажность

4 .угол падения пласта

5 Зольность

28. Какой фактор не влияет на метаноносность угольного пласта?:

1 .система разработки

2 .газопроницаемость

3 .угол падения пласта

4 .глубина

5 Пористость

29. Выделение метана с обнаженных поверхностей угольного пласта через невидимые трещины называется:

1 .внезапным

2 .суфлярным

3 .аварийным

4 .остаточным

5 .обыкновенным

30. Выделение метана из крупных трещин и пустот в горном массиве называется:

1 .обыкновенным

2 .внезапным

3 .суфлярным

4 .остаточным

5 .кливажным

31. Внезапные выбросы чаще всего происходят:

1 .при пересечении зон геологических нарушений

2 .при подработке водных объектов

3 .при нарушении технологии взрывных работ

4 .при использовании неперехранительных ВВ

5 .при бурении дегазационных скважин

32. Региональным мероприятием по борьбе с внезапными выбросами является:

1. Гидроотжим пласта

2. Гидрорыхление пласта

3. Создание разгрузочных пазов

4. Гидровывывание опережающих полостей

5. Бурение дегазационных скважин

33. При прогнозе выбросоопасности угольных пластов по сейсмоакустической активности пласта признаком входа в опасную зону является:

1. увеличение шумности пласта на 5% по сравнению с предыдущим значением

2. . увеличение шумности пласта на 10-20 % по сравнению с предыдущим значением

3. . увеличение шумности пласта на 10-20 % по сравнению с предыдущим значением не менее 2-х раз подряд

4. увеличение шумности пласта на 10-15% по сравнению с предыдущим значением не менее 3-х раз подряд

5. увеличение шумности пласта на 5-10 % по сравнению с предыдущим значением не менее 2-х раз подряд

34. При прогнозе выбросоопасности угольных пластов по начальной скорости газовыделения из шпуров шпур в очистных забоях располагают:

1. в нишах на расстоянии 1 м от кутков, а в остальной части лавы через 5 м

2. в нишах на расстоянии 0.7м от кутков, а в остальной части лавы через 15 м

3. в нишах на расстоянии 0.5 м от кутков, а в остальной части лавы через 10 м

4. в нишах не бурятся, а в остальной части лавы через 10 м

5. в нишах на расстоянии 0.3 м от кутков, а в остальной части лавы через 5 м

35. При прогнозе выбросоопасности угольных пластов по начальной скорости газовыделения из шпуров признаком входа в опасную зону является:

1. зона относится к опасной, если хотя бы в одном из шпуров на глубине 2 м замерена начальная скорость газовыделения 3 л/мин и более

2. зона относится к опасной, если хотя бы в одном из шпуров на глубине 3 м замерена начальная скорость газовыделения 5 л/мин и более

3. зона относится к опасной, если хотя бы в одном из шпуров на глубине 3.5 м замерена начальная скорость газовыделения 3 л/мин и более

4. зона относится к опасной, если хотя бы в одном из шпуров на глубине 3.5 м замерена начальная скорость газовыделения 5 л/мин и более

5. зона относится к опасной, если хотя бы в одном из шпуров на глубине 2 м замерена начальная скорость газовыделения 5 л/мин и более

36. Шахте должна присваиваться категория по метану, если:

1. постоянно в течение года в большинстве выработок выделяется метан

2. метан выделяется хотя бы на одном участке в количестве не менее 4 м куб. на тонну добычи

3. среднее метановыделение всей шахты превышает 3 м куб. на тонну добычи

4. хотя бы однократно в одной выработке наблюдалось выделение метана

5. метановыделение самого метанообильного участка шахты превышает 5 м куб. на тонну добычи

37. В шахте, опасной по метану, обязательным является способ проветривания:

1. нагнетательный

2. всасывающий

3. комбинированный

4. центральный

5. Фланговый

38. Какой фактор не оказывает влияние на взрывчатость угольной пыли:

1. химический состав пыли

2. дисперсность пыли

3. состав атмосферы

4. давление и скорость воздуха

5. влажность пыли

39. Локализация или подавление уже возникших взрывов угольной пыли осуществляется:

1. орошением мест пылеобразования и осевшей пыли

2. применением механизмов, при работе которых пылеобразование является наименьшим

3. периодической очисткой от пыли откаточных и вентиляционных выработок

4. установкой водяных завес

5. установкой водяных заслонов

40. Какой параметр практически не влияет на состояние микроклимата в глубоких шахтах:

1. температура воздуха

2. влажность воздуха

3. скорость движения воздуха

4. климат на поверхности

5. давления воздуха

41. Согласно требованиям Правил безопасности температура воздуха поступающего в шахту должна быть не ниже:

1. 0 °С

2. 2 °С

3. 12 °С

4. 22 °С

1. не нормируется

42. Какого способа проветривания тупиковых выработок не существует:

1. с помощью параллельной выработки

2. с помощью вентиляционных скважин

3. с помощью продольных перегородок

4. с помощью нагнетания ВМП

5. с помощью кроссинга "перекидной мост"

43. Какой способ проветривания не может применяться в протяженных тупиковых выработках?:

- 1 нагнетательный
- 2 всасывающий
- 3 с помощью параллельной выработки
- 4 с помощью продольной перегородки
- 5 за счет общешахтной депрессии

44. К недостаткам нагнетательного способа проветривания тупиковых выработок относится:

- 1 малая эффективность проветривания призабойного пространства
- 2 необходимость применения более мощных ВМП
- 3 невозможность применения гибких вентиляционных труб
- 4 поступление в забой воздуха с высоким содержанием метана
- 5 необходимость периодического переноса ВМП ближе к забою

45. К достоинствам всасывающего способа проветривания тупиковых выработок относится:

- 1 высокая эффективность проветривания призабойной зоны
- 2 возможность установки ВМП вблизи забоя
- 3 отсутствие загазованности всей выработки
- 4 возможность применения гибких труб
- 5 создание нормальных температурных условий за короткое время

46. К достоинствам способа проветривания тупиковых выработок с помощью параллельной выработки относится:

- 1 максимальное использование общешахтной депрессии
- 2 меньшие затраты на проветривание
- 3 большая эффективность проветривания
- 4 ненужность дополнительных вентиляционных устройств
- 5 отсутствие загазованности всей выработки

47. Расстояние от конца вентиляционного трубопровода до забоя тупиковой выработки в негазовых шахтах должно быть:

- 1 не более 8 м
- 2 не более 12 м
- 3 не менее 12 м
- 4 не менее 15 м
- 5 не более 20 м

48. Расстояние от конца вентиляционного трубопровода до забоя тупиковой выработки в газовых шахтах должно быть:

- 1 не более 15 м
- 2 не более 12 м
- 3 не более 8 м
- 4 не менее 8 м
- 5 не менее 12 м

49. Прибором для измерения скорости движения воздуха в горных выработках является:

- 1 анемометр
- 2 U-образный депрессиометр
- 3 трубка Пито
- 4 микроанометр
- 5 Психрометр

50. Прибором для непосредственного измерения депрессии воздушной струи в горных выработках является:

- 1 анемометр
- 2 психрометр
- 3 барометр
- 4 микроанометр
- 5 статическая трубка

51. К методам измерения скорости движения воздуха относятся:

- 1 метод конечных элементов
- 2 тензометрический метод
- 3 дифференциальный метод
- 4 метод обвода прибора по сечению выработки
- 5 метод подобия

52. Абсолютная метанообильность измеряется в:

- 1 $\text{м}^3/\text{т}$
- 2 $\text{м}^3/\text{сут}$
- 3 $\text{м}^3/\text{мин}$
- 4 м^3
- 5 $\text{м}^3/\text{т.с.д}$

53. При последовательном подключении на один вентиляционный трубопровод двух вентиляторов их общая депрессия:

- 1 уменьшится в 2 раза
- 2 уменьшится в 4 раза
- 3 увеличится в 2 раза
- 4 увеличится в 4 раза
- 5 не изменится

54. При параллельном подключении на один вентиляционный трубопровод двух вентиляторов их общая депрессия:

- 1 уменьшится в 2 раза
- 2 уменьшится в 4 раза
- 3 увеличится в 2 раза
- 4 увеличится в 4 раза
- 5 не изменится

55. Какой фактор не влияет на взрывчатость угольной пыли:

- 1 химический состав угольной пыли
- 2 дисперсность пыли
- 3 состав атмосферы
- 4 скорость движения воздушной струи
- 5 зольность пыли

56. При увеличении скорости воздушной струи запыленность воздуха:

1. увеличивается
2. уменьшается
- 3.. не изменяется
4. снижается, а затем увеличивается
5. увеличивается, а затем снижается

57. Каким прибором можно измерить скоростное, статическое и полное давление движущегося воздуха:

1. барометром-анероидом
2. микроманометром
3. воздухомерной трубкой
4. V-образным водяным манометром
5. микроманометром в сочетании с воздухомерной трубкой

58. Основным законом движения воздуха по горным выработкам является:

1. Закон Паскаля
2. Закон Архимеда
3. Закон сохранения массы
4. Уравнение Бернулли для идеальных жидкостей и газов
5. Уравнение Бернулли для реальных жидкостей и газов

59. Основное различие между ламинарным и турбулентным режимами движения воздуха заключается:

1. разным характером изменения скорости движения воздуха в фиксированной точке потока
2. разным характером изменения давления воздуха в фиксированной точке потока
3. разным характером изменения скорости движения и давления воздуха в фиксированной точке потока
4. в различии механизма переноса вещества
5. в различном характере распределения продольной составляющей скорости в поперечном сечении выработки

60. Основное различие между ограниченными и свободными потоками заключается:

1. разным характером изменения скорости движения воздуха в фиксированной точке потока
2. разным характером изменения давления воздуха в фиксированной точке потока
3. разным характером изменения скорости движения и давления воздуха в фиксированной точке потока
4. в различии механизма переноса вещества
5. в различном характере распределения продольной составляющей скорости в поперечном сечении выработки

61. При каком значении числа Рейнольдса в шахтах наблюдается устойчивое турбулентное движение воздуха:

1. 500
2. 500-1000
3. 1000-1500
4. 2320
5. 2500-3000

62. Основной причиной сопротивления трения при движении воздуха по горным выработкам является:

1. скорость движения воздуха
2. давление воздуха
3. скорость и давление воздуха
4. вязкость воздуха
5. давление воздуха на тела омываемые потоком

63. К элементам вентиляционной сети относится:

1. вентиляционная дверь
2. вентиляционная перемышка
3. вентилятор
4. вентиляционный узел
5. кроссинг

64. Основным законом движения воздуха в шахтных вентиляционных сетях является:

1. закон Паскаля
2. закон Архимеда
3. уравнение Бернулли
4. закон сохранения энергии
5. закон сопротивления при движении воздуха по горным выработкам

65. Сумма депрессий ветвей элементарного контура вентиляционной сети, который содержит вентилятор:

1. равно сумме депрессий ветвей входящих в контур
2. равно нулю
3. равно депрессии вентилятора расположенного в контуре
4. зависит от расхода воздуха в ветвях
5. зависит от аэродинамического сопротивления ветвей входящих в контур

66. К свойствам последовательного соединения горных выработок не относится:

1. депрессия последовательного соединения равна сумме депрессий ветвей входящих в соединение
2. аэродинамическое сопротивление последовательного соединения равно сумме сопротивлений ветвей входящих в соединение
3. депрессии отдельных ветвей пропорциональны их сопротивлениям
4. расход воздуха в последовательном соединении не изменяется и равен общему расходу
5. пропускная способность последовательного соединения равна сумме пропускных способностей ветвей, входящих в соединение

67. К свойствам параллельного соединения горных выработок не относится:

1. общая депрессия параллельного соединения равна депрессии любой ветви входящей в соединение
2. общий расход воздуха в параллельном соединении равен сумме расходов воздуха в ветвях входящих в соединение
3. общая депрессия параллельного соединения равна сумме депрессий ветвей входящих в соединение
4. расходы воздуха в ветвях параллельного соединения пропорциональны их пропускным способностям
5. общая пропускная способность параллельного соединения равна сумме пропускных способностей ветвей входящих в соединение

68. Направление движения воздуха в диагонали простого диагонального соединения зависит:

1. от величины депрессии диагонального соединения
2. от величины аэродинамического сопротивления диагонального соединения
3. от величины аэродинамического сопротивления диагонали
4. от величины давления в начале и конце диагонали
5. от величины давления в начале и конце диагонального соединения

70. По каким факторам выполняется расчет необходимого расхода воздуха для проветривания очистного забоя:

1. по минимально допустимой скорости движения воздуха в очистном забое
2. по максимально допустимой скорости движения воздуха в очистном забое
3. по минимально допустимой скорости движения воздуха в очистном забое с учетом температуры и

относительной влажности воздуха

4. из условия оптимальной по пылевому фактору скорости движения воздуха

5. по ядовитым газам, образующимся при взрывных работах

71. Правила безопасности в угольных шахтах запрещают проветривание шахт:

1. нагнетательным способом

2. всасывающим способом

3. комбинированным способом

4. естественным способом за счет естественно тяги

5. одновременно естественным и искусственным способом при помощи вентиляторов

72. К достоинствам центральных схем проветривания шахт относятся:

1. незначительные внешние утечки воздуха

2. незначительные внутренние утечки воздуха

3. простота управления проветриванием при нормальном и аварийном режимах

4. высокая безопасность работ

5. небольшая депрессия шахты

73. Согласно рекомендациям Руководства по проектированию вентиляции угольных шахт, максимальная депрессия шахты, как правило, не должна превышать:

1. 200 даПа

2. 300 даПа

3. 400 даПа

4. 450 даПа

5. 800 даПа

74. На действующих шахтах при доработке запасов угля на глубине более 700 м, для шахт, разрабатывающих пласты угля не склонные к самовозгоранию, допускается максимальная статическая депрессия:

1. 850 даПа

2. 300 даПа

3. 400 даПа

4. 450 даПа

5. 800 даПа

75. Какой режим проветривания рекомендуется применять при возникновении пожара на выемочном участке с обильным выделением метана:

1. нулевой, при котором прекращается доступ воздуха к очагу пожара путем выключения вентилятора или с помощью перемычек

2. ослабленный по дебиту и неизменный по направлению

3. реверсивный в целом по шахте

4. усиленный по дебиту и неизменный по направлению

5. неизменный по дебиту и направлению

Тестирование проводится на 15 неделе. Для успешного прохождения теста необходимо 75% верных ответов.

Типовые варианты расчетов

ЗАДАЧА № 1

ТЕМА: РАСЧЕТ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПРОСТОМ ДИАГОНАЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Цель работы: Закрепить знания теоретического курса и получить практические навыки по расчету воздухораспределения в диагональном соединении горных выработок

Заданы сопротивления ветвей простого диагонального соединения R_i и общая депрессия соединения H . (Рис.1, 2) Определить расходы воздуха во всех ветвях соединения и сделать проверку полученного результата, используя второй закон расчета вентиляционных сетей. Аэродинамические сопротивления ветвей заданы в киломюргах (кμ)(кг·с²/м⁸). Варианты заданий к задаче №1 представлены в табл.№1

ПРИМЕР РАСЧЕТА

ДАНО: $R_1=0.09\text{к}\mu$; $R_2=0.27\text{к}\mu$; $R_3=0.18\text{к}\mu$; $R_4=0.03\text{к}\mu$; $R_5=0.54\text{к}\mu$ $H=100\text{ кг/м}^2$ (Рис.2.1, 2.2).

Определить; $Q, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5$.

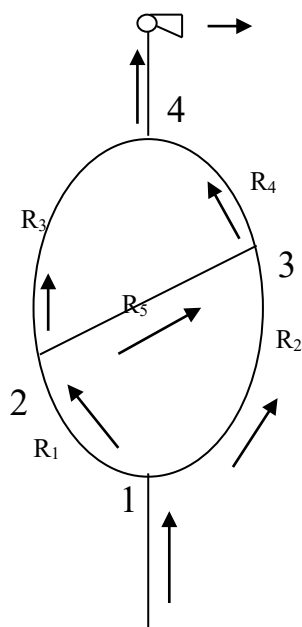


Рисунок 1

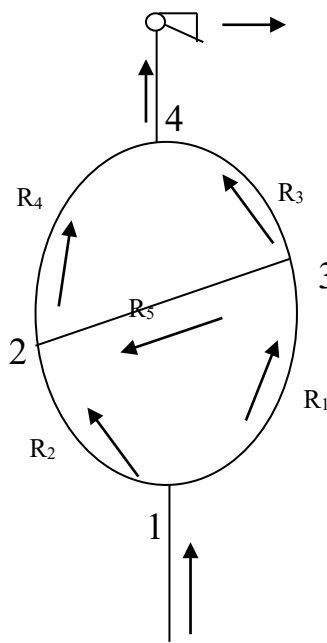


Рисунок 2

Отличительной особенностью диагональных соединений является то, что в зависимости от соотношения сопротивлений ветвей R_1, R_2, R_3, R_4 воздух в диагонали 2-3 может двигаться в любом направлении, а также не двигаться совсем. Так воздух будет двигаться от узла 2 к узлу 3 если $\frac{R_1}{R_3} < \frac{R_2}{R_4}$.

В том случае когда $\frac{R_1}{R_3} > \frac{R_2}{R_4}$ воздух в диагонали 2-3 будет двигаться от узла 3 к узлу 2, а когда $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$

воздух в диагонали не пойдет. Определим направление движения воздуха в диагонали 2-3.

В нашем примере $R_1/R_3=0.09/0.18=0.5$, а $R_2/R_4=0.27/0.03=9.0$, следовательно, $\frac{R_1}{R_3} < \frac{R_2}{R_4}$ и воздух в

диагонали будет двигаться от узла 2 к узлу 3. Если в результате расчета будет установлено, что воздух в диагонали движется от узла 3 к узлу 2 то для решения задачи необходимо обозначить ветви диагонального соединения так как показано на рис.2.

Для схем представленных на Рис.1, 2 согласно 1-го и 2-го законов расчета вентиляционных сетей можно записать следующие равенства

$$R_1 \cdot (q_3 + q_5)^2 + R_5 \cdot q_5^2 = R_2 \cdot q_2^2, \quad (1)$$

$$R_4 \cdot (q_2 + q_5)^2 + R_5 \cdot q_5^2 = R_3 \cdot q_3^2. \quad (2)$$

Система уравнений (1) (2) содержит три неизвестных q_2 , q_3 и q_5 . Разделим оба равенства на $R_5 \cdot q_5^2$ и обозначим:

$$q_2/q_5 = x; \quad q_3/q_5 = y; \quad q_5/q_5 = 1; \quad (3)$$

$$\frac{R_5}{R_1} = a^2; \quad \frac{R_5}{R_2} = b^2; \quad \frac{R_5}{R_3} = c^2; \quad \frac{R_5}{R_4} = d^2. \quad (4)$$

С учетом принятых обозначений равенства (2.1) (2.2) будут иметь вид

$$x = b \sqrt{\frac{(1+y)^2}{a^2} + 1}, \quad (2.5) \quad y = c \sqrt{\frac{(1+x)^2}{d^2} + 1}. \quad (6)$$

Решая систему уравнений (2.5) (2.6) определим значения x и y . Для этого вычислим по равенствам (2.4) значения вспомогательных величин a, b, c, d .

В нашем примере:

$$a = \sqrt{\frac{0.54}{0.09}} = 2.45, \quad b = \sqrt{\frac{0.54}{0.27}} = 1.41, \quad c = \sqrt{\frac{0.54}{0.18}} = 1.73, \quad d = \sqrt{\frac{0.54}{0.03}} = 4.24,$$

тогда равенства (2.5), (2.6) можно записать в виде

$$x = 1.41 \sqrt{\frac{(1+y)^2}{2.45^2} + 1}, \quad (7) \quad y = 1.73 \sqrt{\frac{(1+x)^2}{4.24^2} + 1}. \quad (8)$$

Систему уравнений (7) (8) решаем методом последовательных приближений. Задаемся первоначальным значением $x = x_0 = 3.0$ и из уравнения (8) определяем значение $y_1 = 2.4$. По уравнению (7) определяем значение $x_1 = 2.4$ и т. д. $y_2 = 2.21$, $x_2 = 2.32$, $y_3 = 2.19$, $x_3 = 2.31$, $y_4 = 2.19$. Дальнейшие вычисления не имеют смысла. Окончательно принимаем $x = 2.31$, $y = 2.19$.

Так как, по условию задачи задана общая депрессия соединения, то для определения общего расхода воздуха и потоков воздуха в ветвях необходимо определить общее сопротивление диагонального соединения. Для расчета аэродинамического сопротивления диагонального соединения нет общепринятых формул. Для определения аэродинамического сопротивления диагонального соединения общую депрессию диагонального соединения можно выразить как сумму депрессий последовательно соединенных ветвей т. е.

$$h_{1-4}=H=h_{1-2}+h_{2-4} . \quad (9)$$

Выразим депрессии ветвей в равенстве (9) через аэродинамическое сопротивление и расходы воздуха

$$R_0 * Q_0^2 = R_1 * (q_3 + q_5)^2 + R_3 * q_3^2 . \quad (10)$$

Так как $Q_0 = q_2 + q_3 + q_5$, равенство (10) будет иметь вид

$$R_0 * (q_2 + q_3 + q_5)^2 = R_1 * (q_3 + q_5)^2 + R_3 * q_3^2 . \quad (11)$$

Разделив равенство (2.11) на q_5^2 получим

$$R_0 * (x + y + 1)^2 = R_1 * (1 + y)^2 + R_3 * y^2 . \quad (12)$$

Из равенства (12) определяем общее сопротивление диагонального соединения

$$R_0 = \frac{R_1 * (1 + y)^2 + R_3 * y^2}{(x + y + 1)^2} . \quad (13)$$

В нашем примере:

$$R_0 = \frac{0.09 * (1 + 2.19)^2 + 0.18 * 2.19^2}{(2.31 + 2.19 + 1)^2} = 0.059 \text{ км.}$$

Определим общий расход воздуха в сети

$$Q_0 = \sqrt{\frac{H}{R_0}} , \text{ м}^3/\text{с} , \quad (14) \quad Q_0 = \sqrt{\frac{100}{0.059}} = 41.17 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Суммируя, левые и правые части равенств (2.3) получим

$$\frac{q_2 + q_3 + q_5}{q_5} = x + y + 1 . \quad (15)$$

Так как $Q_0 = q_2 + q_3 + q_5$ из равенства (15) получим

$$q_5 = \frac{Q}{x + y + 1} \text{ м}^3/\text{с}. \quad (16)$$

В нашем примере $q_5 = \frac{41.17}{2.31 + 2.19 + 1} = 7.48 \text{ м}^3/\text{с}.$

Далее из равенств(3) получим:

$$q_2 = q_5 * x = 7.48 * 2.31 = 17.29 \text{ м}^3/\text{с}; \quad q_3 = q_5 * y = 7.48 * 2.19 = 16.38 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$q_1 = q_3 + q_5 = 16.38 + 7.48 = 23.86 \text{ м}^3/\text{с}; \quad q_4 = q_2 + q_5 = 17.29 + 7.48 = 24.77 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Проверяем правильность полученного распределения воздуха, используя второй закон расчета вентиляционных сетей. Для контура 1-2-3-1 должно выполняться равенство (2.1), а для контура 2-4-3-2 равенство (2)

$$0.09 * 23.86^2 + 0.54 * 7.48^2 - 0.27 * 17.29^2 = 51.23 + 30.21 - 80.7 = 0.74 = 0$$

$$0.18 * 16.38^2 - 0.03 * 24.77^2 - 0.54 * 7.48^2 = 48.3 - 18.4 - 30.21 = -0.31 = 0$$

Незначительная невязка депрессии по контурам связана с округлениями при вычислениях.

Таблица 1-Варианты заданий к задаче №1

№ варианта	Аэродинамическое сопротивление ветвей, кп					Депрессия соединения, Н, кг/м ²
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	
1	2	3	4	5	6	7
1	0.07	0.35	0.21	0.05	0.7	210
2	0.45	0.12	0.09	0.48	0.30	200
3	0.50	0.01	0.10	0.25	0.75	300
4	0.80	0.12	0.20	0.36	0.45	300
5	0.15	0.90	0.03	0.60	0.30	180
6	0.40	0.05	0.04	0.50	0.20	225
7	0.25	0.04	0.05	0.10	0.75	240
8	0.48	0.08	0.12	0.32	0.40	175
9	0.80	0.12	0.15	0.36	0.33	400
10	0.09	0.27	0.18	0.03	0.54	100
11	0.25	0.06	0.05	0.30	0.08	230
12	0.12	0.36	0.25	0.09	0.16	120
13	0.14	0.04	0.08	0.18	0.20	150
14	0.24	0.08	0.06	0.24	0.16	100
1	2	3	4	5	6	7
15	0.03	0.30	0.15	0.06	0.60	150

16	0.36	0.09	0.06	0.39	0.16	160
17	1.20	0.06	0.12	0.18	0.8	260
18	0.90	0.16	0.09	0.32	0.30	290
19	0.32	0.08	0.16	0.64	0.16	160
20	0.15	0.12	0.03	0.48	0.60	150
21	0.30	0.03	0.16	0.48	0.25	110
22	0.12	0.36	0.24	0.06	0.48	240
23	1.5	0.30	0.15	0.45	0.60	400
24	0.30	0.15	0.06	0.60	0.90	300
25	0.45	0.30	0.15	0.25	0.05	100

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме экзамена.

Экзамен включает две части: теоретическую (2 вопроса) и практическую (1 задача). Для подготовки к ответу на вопросы и задания билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 30 минут. После ответа на теоретические вопросы билета, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Типовой вариант экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
 (БГТУ им. В.Г. Шухова)

Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

Дисциплина Аэрология горных предприятий

Направление 21.05.04 Горное дело

Профиль Горные машины и оборудование

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Аэродинамическое сопротивление горных выработок. Природа и виды аэродинамического сопротивления. Сопротивление трения. Местное сопротивление. Лобовое сопротивление
2. Шахтные вентиляционные сети (ШВС). Классификация ШВС.
3. Задача

Утверждено на заседании кафедры _____, протокол № _____
 (дата)

Заведующий кафедрой _____ / В.А. Уваров
 (подпись)

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Атмосферный воздух. Изменение состава атмосферного воздуха при его движении по горным выработкам
2. Составные части шахтного воздуха. Способы измерения содержания газов в воздухе.
3. Газовый баланс шахты. Предельно допустимые содержания метана в шахтах. Меры борьбы с метаном.
4. Шахтная пыль. Горючие и взрывчатые свойства. Факторы, влияющие на взрывчатость угольной пыли
5. Тепловой режим шахт. Микроклимат шахт. Термовлажностные параметры шахтного воздуха. Факторы, определяющие тепловой режим шахт. Тепловой баланс шахт
6. Способы измерений запыленности воздуха
7. Аэродинамическое сопротивление горных выработок. Природа и виды аэродинамического сопротивления. Сопротивление трения. Местное сопротивление. Лобовое сопротивление
8. Фильтрационные течения в шахтах. Определение фильтрационного течения. Его основные характеристики. Виды и места фильтрационных течений в шахтах. Законы фильтрационного течения.
9. Источники движения воздуха в шахте. Принцип создания движения воздуха. Шахтные вентиляторы. Естественная тяга воздуха в шахтах. Второстепенные источники движения воздуха.
10. Шахтные вентиляционные сети (ШВС). Классификация ШВС. Основные законы движения воздуха в ШВС. Методы расчета естественного воздухораспределения и регулирования в ШВС.
11. Работа вентиляторов на шахтную вентиляционную сеть. Работа одного вентилятора. Совместная работа нескольких вентиляторов. Совместная работа вентилятора и естественной тяги.
12. Регулирование распределения воздуха в шахтной вентиляционной сети. Способы регулирования.
13. Процессы газовыделения в шахтах. Управление метановыделением увлажнением пластов. Локальные методы борьбы с внезапными выбросами угля и газа
14. Физические характеристики шахтных газодинамических процессов. Закон сохранения массы. Уравнения конвективной диффузии. Стационарные и нестационарные газодинамические процессы.
15. Процессы переноса в сквозных выработках. Газоперенос в лавах, в вентиляционных штреках, в выработанном пространстве. Переходные газодинамические процессы.
16. Процесс осаждения пыли. Турбулентная диффузия пыли. Процесс сдувания осевшей пыли. Влияние скорости воздушного потока на содержание пыли в воздухе.
17. Теплообмен между вентиляционным потоком и горным массивом. Прогнозирование температуры шахтного воздуха.
18. Возвраточная схема проветривания очистного забоя
19. Комбинированная схема проветривания с газоотводом через выработанное пространство и газодренажную скважину
20. Возвраточная схема проветривания с газодренажным штреком.
21. Способы вентиляции шахт и схемы вентиляции шахт
22. Вентиляция при сооружении горных выработок большой протяженности. Выбор схемы вентиляции
23. Вентиляционные сооружения в шахтах и их назначение
24. Условия исключения рециркуляции воздуха. Выбор и обоснование мест установки вентиляторов при рассредоточенной схеме их расположения.
25. Особенности вентиляции при сооружении стволов и башенных кранов. Влияние сил гравитации, капежа и температуры пород на движение воздуха в стволе.
26. Вентиляция автодорожных и железнодорожных тоннелей при их сооружении.
27. Особенности динамики газов ВВ и двигателей внутреннего сгорания в тоннелях. Схемы вентиляции при сооружении тоннелей большой протяженности и большого поперечного сечения.
28. Особенности вентиляции при строительстве камер больших объемов. Схемы вентиляции.
29. Вопросы вентиляции при эксплуатации тоннелей метрополитенов, автодорожных и железнодорожных тоннелей, обоснование способов вентиляции
30. Состав атмосферы карьера. Микроклимат карьера. Источники загрязнения атмосферы карьера.
31. Основы расчета установок кондиционирования воздуха. Кондиционеры, применяемые для горно-транспортного оборудования.
32. Аэромеханика карьеров. Режимы движения воздуха в горных выработках. Формирование воздушных потоков в карьере.
33. Термодинамика атмосферы карьеров. Источники тепла. Термические силы. Температурная стратификация атмосферы карьера. Туманообразование.
34. Динамика распространения вредностей в карьерах. Типы источников газа и пыли. Газовая динамика в карьере. Пылевая динамика. Методы и средства нормализации состава атмосферы карьера
35. Приборы для замера концентрации газа в шахтах

35. Естественный воздухообмен в карьерах. Динамические схемы естественного проветривания. Тепловые схемы естественного воздухообмена. Комбинированные схемы естественной вентиляции.
36. Интенсификация естественного воздухообмена на карьерах. Технологические решения, интенсифицирующие воздухообмен.
37. Искусственная вентиляция карьеров. Средства и способы искусственной вентиляции.
38. Проектирование вентиляции карьеров. Исходные данные для проектирования вентиляции карьера. Стадии и порядок проектирования.
39. Определение интенсивности выделения вредных веществ в атмосферу карьера. Расчет необходимого расхода воздуха для вентиляции карьера.
40. Выбор и обоснование технологических мер по интенсификации естественного воздухообмена. Определение схем, способов и режимов искусственной вентиляции карьера.
41. Пылевентиляционная служба карьеров (ПВС). Организация ПВС. Оснащение ПВС. Приборы и методы контроля параметров состояния атмосферы карьеров.
42. Вентиляция подземных выработок карьеров. Атмосфера подземных выработок. Аэродинамические характеристики выработок.
43. Вентиляция автодорожных и железнодорожных тоннелей при их сооружении.
44. Вентиляция тоннелей большой протяженности и большого поперечного сечения.
45. Особенности динамики газов ВВ и двигателей внутреннего сгорания в тоннелях.
46. Способы и схемы вентиляции при сооружении тоннелей метрополитенов.

Типовые задачи к экзамену

1. Выбрать вентилятор для проветривания тупиковой выработки длиной 500 м, сечением в свету $S_{св} = 13,7 \text{ м}^2$, проводимой буровзрывным способом по породе с пересечением угольных пластов. Количество одновременно взрываемого ВВ по породе – 95,4 кг. Количество одновременно работающих в забое людей – 10. Абсолютная метанообильность составляет $2,5 \text{ м}^3/\text{мин}$, коэффициент, учитывающий обводненность тупиковой выработки, $K_{обв} = 0,6$.
 2. Рассчитать количество воздуха и выбрать необходимое оборудование для проветривания откаточного штрека, проводимого буровзрывным способом впереди очистного забоя (сплошная система разработки). Составить схему проветривания выработки в соответствии с требованиями ПБ Исходные данные для расчетов:
 1. Длина тупиковой части выработки, $L_{п} = 400 \text{ м}$;
 2. Поперечное сечение выработки в свету, $S = 16,4 \text{ м}^2$;
 3. Мощность пласта, $m = 0,90 \text{ м}$;
 4. Газоносность угля $X_{г} = 15,0 \text{ м}^3/\text{т.с.б.м.}$;
 5. Выход летучих веществ, $V_{г} = 40,0 \%$
 6. Ширина выработки по угольному забою, $b_{у} = 6,2 \text{ м}$.
 7. Глубина заходки $l_{в.з} = 1,8 \text{ м}$;
 8. Расход ВВ: по углю $V_{у} = 15 \text{ кг}$
по породе $V_{п} = 25 \text{ кг}$
 9. Температура воздуха в призабойном пространстве выработки $t_{с} = 22$;
 10. Относительная влажность воздуха в забое 92 %;
 11. Скорость проведения выработки $V_{п} = 2,7 \text{ м/сут}$;
 12. Марка угля-Д;
 13. Зольность угля $A_{з} = 14 \%$;
 14. Влажность угля $W_{р} = 2 \%$;
 15. Объемный вес угля $\gamma = 1,35 \text{ т/м}^3$

Критерии оценивания экзамена

Оценка	Критерии оценивания
5	Студент полностью и правильно ответил на теоретические вопросы билета. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения. Студент правильно выполнил практическое задание билета, правильно использовал методику решения задачи, самостоятельно сформулировал полные, обоснованные и аргументированные выводы. Ответил на все дополнительные вопросы.
4	Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории. Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями, использовал общую методику решения задачи, сформулировал достаточные выводы. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
3	Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Студент владеет теоретическим материалом, присутствуют незначительные ошибки при описании теории. Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
2	При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. Студент допустил существенные ошибки при использовании общей методики решения задачи. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

Лаборатория “Вентиляции и очистка воздуха” (Гк 007), оснащенная действующими стендами местной вытяжной и приточной систем вентиляции. Приборное обеспечение, позволяющее проводить измерение аэро и пылединамических параметров воздушных потоков, а также параметров атмосферного воздуха.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Office 2013	Договор 31401445414 от 25.09.2014

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Аверкова О.А. Вычислительный эксперимент в аэродинамике вентиляции : учеб. пособие; БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011. – 109 с.
2. Каледина, Н. О. Вентиляция производственных объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Каледина Н. О. - Москва: Издательство Московского государственного горного университета, 2008. - 194 с.
<http://www.iprbookshop.ru/6668>
3. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Горное дело" / К. З Ушаков [и др.] ; ред. К. З. Ушаков. - 2-е изд., стер. - Москва: Издательство Московского государственного горного университета, 2008.
4. Малашкина, В. А. Дегазационные установки [Электронный ресурс]: учебное пособие / Малашкина В. А. - Москва: Издательство Московского государственного горного университета, 2007. - 190 с. <http://www.iprbookshop.ru/6682>
5. Логачев, И. Н. Аэродинамические основы аспирации: монография / И. Н. Логачев, К. И. Логачев. - Санкт-Петербург: Химиздат, 2005. - 658 с.
6. Кутузов Б. Н. Методы ведения взрывных работ. Часть 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности: учебник. - Москва: Горная книга, 2011 - .Методы ведения взрывных работ. Часть 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности / - 2011. - 512 с

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Консультант плюс. Надежная правовая поддержка www.consultant.ru
2. Научная электронная библиотека www.elibrari.ru
3. Официальный сайт Белгородского государственного технологического университета www.bstu.ru
4. ФГБУН Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук <http://www.viniti.ru/>
5. Независимый научно-технический портал <http://ntpo.com>
6. Электронная библиотека. Наука и техника <http://n-t.ru/>
7. ООО Ассоциация инженерного образования в России <http://aeer.ru>

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

8.1. Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 202_/202_ учебный год.

Протокол №___ заседания кафедры «___» _____ 20___ г.

Заведующий кафедрой _____ **В.А. Уваров**

Директор института _____ **В.А. Уваров**