

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

**Кафедра аэрологии, охраны труда и природы**

Составитель

**А. А. Галлер**

## **АЭРОЛОГИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Методические указания к выполнению контрольной работы  
для студентов заочной формы обучения**

Рекомендовано учебно-методической комиссией  
специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело»  
в качестве электронного издания  
для самостоятельной работы

Кемерово 2015

Рецензенты:

Кроль Г. В. – доцент кафедры аэрологии, охраны труда и природы  
Удовицкий В. И. – профессор, председатель учебно-методической  
комиссии специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело»

**Галлер Александр Александрович. Аэрология горных предприятий** [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению контрольной работы для студентов специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело», образовательная программа «Открытые горные работы», заочной формы обучения / сост.: А. А. Галлер. – Электрон. издан. – Кемерово: КузГТУ, 2015. – Систем. требования : Pentium IV; ОЗУ 8 Мб; Windows 2003; мышь. – Загл. с экрана.

Приведен материал по разделам курса «Аэрология горных предприятий», рекомендации по выполнению контрольной работы, приведена методика расчетов естественного и искусственного проветривания карьеров, выбора технических средств искусственного проветривания.

Рекомендуется студентам заочной формы обучения направления подготовки 21.05.04 (130400.65) «Горное дело» специализации «Открытые горные работы»

© КузГТУ, 2015

© Галлер А. А.,  
составление, 2015

## **Программа дисциплины «Аэрология горных предприятий»**

### **1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе**

1.1. Цель изучения дисциплины «Аэрология горных предприятий» заключается в том, чтобы дать студентам теоретические знания и практические навыки о способах и средствах создания оптимальных санитарно-гигиенических условий труда по газовому и пылевому факторам в зависимости от метеоусловий при ведении открытых горных работ.

### **1.2. Задачи дисциплины**

К основным задачам относится изучение:

- источников загрязнения атмосферы, состава воздуха, свойств вредных и ядовитых газов и пыли, их воздействия на организм человека, микроклимата карьеров;
- законов естественного воздухообмена, термодинамики, газовой и пылевой динамики атмосферы карьеров, способов и средств снижения выделения вредных газов и пыли в атмосферу карьеров;
- схем естественного проветривания карьеров, условий формирования движения воздуха, выноса вредностей;
- способов искусственного проветривания карьеров, схем проветривания горных выработок;
- контроля атмосферы карьеров;
- структуры и организации пылевентиляционной службы карьеров.

### **1.3. Место дисциплины в структуре ООП специалиста**

Дисциплина «Аэрология горных предприятий» относится к базовой части профессионального цикла и опирается на знания, полученные при изучении дисциплин «Безопасность жизнедеятельности», «Физика», «Технология и комплексная механизация открытых горных работ», «Экология».

В результате изучения дисциплин студент должен

**ЗНАТЬ:**

- свойства вредных и ядовитых газов и пыли, их воздействие на организм человека;

- способы и средства снижения выделения вредных газов в атмосферу карьеров, способы пылеподавления

**УМЕТЬ:**

- выбирать способы искусственной вентиляции карьеров;

- рассчитывать необходимое количество воздуха для снижения концентрации вредных веществ до санитарно-гигиенических норм

**ВЛАДЕТЬ:**

- методами проектирования искусственной вентиляции карьеров.

## **2. Содержание дисциплины**

### **Введение**

Аэрология в горном деле – отрасль горной науки, изучающая свойства атмосферы шахт и карьеров, законы движения воздуха, переноса газообразных примесей, пыли и тепла в горных выработках и прилегающем к ним массиве горных пород. Аэрология карьеров базируется на законах общей аэромеханики и термодинамики.

Курс «Аэрология горных предприятий» состоит из следующих частей: атмосфера и микроклимат карьеров, источники выделения пыли и газов и меры борьбы с ними, аэродинамика, термодинамика, газопылевая динамика атмосферы карьеров, схемы естественного проветривания, способы и средства искусственной вентиляции карьеров, проектирование проветривания карьеров и организация пылевентиляционной службы.

### **Атмосфера и микроклимат карьеров**

Климатические условия в районах открытой добычи полезных ископаемых в России. Состав атмосферы карьеров и предъявляемые к ней требования. Источники загрязнения атмосферы карьеров.

Вопросы для самоконтроля

1. Жесткость погоды. Разделение территории России по показателям жесткости погоды.

2. Допустимое содержание кислорода и углекислого газа в атмосфере карьеров.

3. Свойства ядовитых газов: окиси углерода, окиси азота, сероводорода, сернистого газа, формальдегида, акролеина.

### **Способы нормализации атмосферы карьеров по пылевому и газовому факторам**

Пылеулавливание. Пылеподавление. Нейтрализация вредных газов. Нормализация атмосферы карьера при совершенствовании техники и технологии. Удаление вредных примесей из карьера. Создание благоприятного климата на рабочих местах.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Источники пылеобразования в карьерах.
2. Деление пыли по тонкости ее частиц.
3. Сорбционный способ нейтрализации вредных газов.
4. Каталитический способ нейтрализации вредных газов.
5. Термический способ нейтрализации вредных газов.

### **Снижение поступления пыли в атмосферу карьера при буровзрывных работах**

Пылеподавление и пылеулавливание при бурении скважин. Снижение пылевыделения при производстве взрывных работ.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Направления снижения пылевыделения при работе станков шарошечного бурения.
2. Сухой способ пылеподавления при работе станков шарошечного бурения.
3. Мокрый способ пылеподавления при работе станков шарошечного бурения.
4. Предварительное увлажнение взрываемого массива.
5. Водяная забойка взрывных скважин.
6. Применение водонаполненных взрывчатых веществ.

## **Борьба с пылью при выемочно-погрузочных работах**

Снижение запыленности воздуха при работе одноковшовых экскаваторов. Снижение запыленности воздуха при работе роторных экскаваторов.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Увлажнение развала горных пород, разрабатываемого экскаватором.
2. Применение оросительно-вентиляционных установок для снижения концентрации пыли в забоях.
3. Применение передвижных вентиляционных установок для выноса пыли из экскаваторного забоя.
4. Применение оросителей при работе роторных экскаваторов, места их установки.

## **Снижение выделения пыли в атмосферу карьеров при транспортировании горной массы**

Борьба с пылью на автодорогах. Борьба с пылью при применении конвейерного транспорта. Борьба с пылью при применении железнодорожного транспорта. Снижение запыленности воздуха при применении комбинированных видов транспорта.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Технические средства уменьшения пылевых выделений при работе автотранспорта на дорогах с щебеночным покрытием.
2. Способы обработки верхнего слоя дорожного полотна карьерных дорог.
3. Пылеподавление пеной при работе конвейерных установок.
4. Применение форсунок для увлажнения горной массы в железнодорожных вагонах, средства закрепления поверхностного слоя транспортируемого материала.

## **Снижение пылевыведения при циклично-поточной технологии**

Борьба с пылью при работе самоходных дробильных агрегатов. Предотвращение пылевыведения на полустационарных перегрузочных пунктах.

### Вопросы для самоконтроля

1. Источники пылевыведения при работе самоходных дробильных агрегатов.
2. Применение укрытий для пылеулавливания в самоходных дробильных агрегатах.
3. Применение пылеулавливающих установок для очистки воздуха в самоходных дробильных агрегатах.
4. Аспирация и очистка воздуха на перегрузочных пунктах. Применение водо-воздушных завес.

## **Снижение поступления вредных газов в атмосферу карьеров**

Снижение интенсивности газовыделения при бурении скважин. Снижение загазованности атмосферы при взрывных работах. Нейтрализация вредных газов при работе двигателей внутреннего сгорания. Борьба с пожарами в горных выработках, отвалах.

### Вопросы для самоконтроля

1. Способы снижения газовыделения при термическом бурении (подача в горелки избыточного окислителя, совершенствование конструкций форсунок для более тонкого распыления горючего, использование высокотемпературных катализаторов, добавки к топливу водяных эмульсий).
2. Применение взрывчатых веществ с нулевым или близким к нему кислородным балансом, использование нейтрализующих добавок для снижения вредных газов, выделяющихся при массовых взрывах.
3. Учет метеорологических условий при производстве массовых взрывов.

4. Использование катализаторов для нейтрализации вредных газов при работе карьерного оборудования и технологического автомобильного транспорта.

5. Способы борьбы с эндогенными и экзогенными пожарами на угольных разрезах.

### **Предотвращение поступления вредных примесей от внешних источников в атмосферу карьера**

Взаимодействие атмосферы карьера и прилегающих районов. Снижение интенсивности выделения вредностей при переработке полезных ископаемых. Снижение пылевыведения с поверхностей внешних отвалов и угольных складов

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Загрязнение атмосферы карьера от внешних источников.
2. Мероприятия, применяемые для предупреждения загрязнения атмосферы карьера от объектов переработки полезных ископаемых.
3. Способы закрепления пылящих поверхностей внешних отвалов и угольных складов.

### **Создание нормальных условий труда на рабочих местах**

Тепловые условия в кабинах горного и транспортного оборудования. Очистка воздуха, поступающего в кабину. Охлаждение и подогрев воздуха в системах кондиционирования, применяемых для горного и транспортного оборудования.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Элементы теплопритоков в кабины горного оборудования.
2. Оптимальные параметры воздуха в кабинах в зимнее и летнее время.

### **Основные законы естественного воздухообмена в карьерах**

Основные законы аэростатики и аэродинамики. Свободные турбулентные струи. Схемы естественного проветривания карьеров.



## Вопросы для самоконтроля

1. Закон Паскаля о статическом давлении воздуха.
2. Закон Архимеда о равнодействующей всех сил давления, приложенных к телу.
3. Статическое давление как потенциальная энергия воздуха.
4. Динамическое давление как кинетическая энергия воздуха.
5. Силы, формирующие движение воздуха в карьере.

## Термодинамика атмосферы карьеров

Источники тепла, температурная стратификация атмосферы карьеров. Термические силы и их влияние на состояние атмосферы карьера. Туманообразование.

## Вопросы для самоконтроля

1. Уравнение движения воздуха как действие равнодействующей силы от выталкивающей силы и силы тяжести.
2. Ухудшение видимости и санитарных условий труда в карьере при туманах (смог).

## Газовая динамика карьеров

Распространение газа, выделяемого точечными и линейными источниками в карьере. Распространение газов при взрывных работах.

## Вопросы для самоконтроля

1. Конвективный, молекулярный и турбулентный перенос газов в атмосфере карьера.
2. Характеристики рассеивания газа от точечных и линейных источников.
3. Влияние кинетической энергии взрыва, разности температур газов взрывчатого вещества и окружающего воздуха на формирование пылегазового облака.

## **Пылевая динамика карьеров**

Распределение пыли, выделяемой точечными и линейными источниками в карьере. Распределение пыли при взрывных работах.

Вопросы для самоконтроля

1. Зависимость запыленности воздуха у источника пылеобразования от скорости ветра.
2. Зависимость концентрации пыли от процессов разбавления пыли воздушным потоком, уноса пыли от источника пылеобразования и сдувания ранее осевшей пыли.
3. Динамика аэрозоля в пылегазовом облаке.

## **Проветривание карьера энергией ветра**

Прямоточная схема проветривания. Рециркуляционная схема проветривания.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под схемой проветривания.
2. Условия возникновения прямоточной схемы проветривания.
3. Условия возникновения рециркуляционной схемы проветривания.

## **Проветривание карьеров энергией термических сил**

Конвективная схема проветривания. Инверсионная схема движения воздуха.

Вопросы для самоконтроля

1. Условия возникновения конвективной схемы проветривания.
2. Условия возникновения инверсионной схемы проветривания.

## **Искусственная вентиляция карьеров**

Условия применения и способы искусственной вентиляции. Вентиляция с применением труб и использованием выработок. Технические средства при вентиляции свободными струями. Схемы вентиляции свободными струями. Схемы местной вентиляции. Схемы общеобменной вентиляции.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Интенсификация естественного обмена при ориентации направления фронта горных работ по направлению господствующего ветра, преимущественного ведения горных работ на наветренных бортах.
2. Интенсификация естественного обмена при ориентации траншей и съездов по направлению господствующего ветра.
3. Классификация технических средств, применяемых для вентиляции карьеров свободными струями.

## **Проектирование вентиляции карьеров**

Определение параметров естественного проветривания карьера. Определение количества и содержания вредных веществ в атмосфере карьера. Интенсификация естественного проветривания карьера и технические мероприятия по оздоровлению атмосферы. Определение периодов применения средств искусственной вентиляции. Определение расхода воздуха, необходимого для вентиляции карьера. Выбор вентиляторных установок и схем вентиляции. Определение числа вентиляторных установок.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Порядок определения зон прямоочного и рециркуляционного проветривания карьера.
2. Интенсивность накопления вредных веществ при безветренной погоде.
3. Условия применения искусственной вентиляции.
4. Последовательная, параллельная, параллельно-последовательные схемы установки вентиляторов.

## **Вентиляция подземных выработок**

Вентиляция подземных выработок при их проведении. Способы и схемы вентиляции шахт. Шахтные вентиляционные сети.

Вопросы для самоконтроля

1. Химический состав воздуха в подземных выработках.
2. ПДК метана в воздухе подземных выработок.
3. Взрывоопасная концентрация угольной пыли.
4. Что понимается под определением «шахтная вентиляционная сеть».
5. Что понимается под определением «вентиляционный план».

## **Пылевентиляционная служба и контроль состояния атмосферы карьеров**

Организация пылевентиляционной службы. Оснащение пылевентиляционной службы. Приборы и методы контроля состояния атмосферы карьеров.

Вопросы для самоконтроля

1. Задачи пылевентиляционной службы (ПВС) по созданию нормальных санитарно-гигиенических условий на рабочих местах.
2. Права и обязанности ПВС.

### **3. Учебно-методические материалы по дисциплине**

#### **3.1. Основная литература**

1. Каледина, Н. О. Вентиляция производственных объектов: учеб. пособие. – 4-е изд., – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2008. – 193 с.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=79175](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=79175)

2. Ковалев, В. А. Аэрология горных предприятий : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки (специальностям) "Горное дело" и "Физические процессы горного производства" / В. А. Ковалев, В. Н. Пузырев, Л. А. Шевченко;

ФГБОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева" . – Кемерово, 2013. – 170 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91180&type=utchposob:common>

3. Вентиляция шахт [Электронный ресурс] : учеб. пособие / сост.: В. Н. Пузырев, Л. А. Шевченко; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. аэрологии, охраны труда и природы. – Кемерово, 2012. – 165 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90598&type=utchposob:common>

### **3.2. Дополнительная литература**

4. Бирюков, Ю. М. Способы и технологические схемы управления газовой выделением на угольных шахтах средствами вентиляции и дегазации / Ю. М. Бирюков, В. А. Садчиков. – Калининград: КГТУ, 2009. – 171 с.

5. Ушаков, К. З. Аэрология карьеров : учеб. для вузов / К. З. Ушаков, В. А. Михайлов; под ред. В. В. Ржевского. – М. : Недра, 1985. – 272 с.

6. Ушаков, К. З. Безопасность жизнедеятельности / К. З. Ушаков, Н. О. Каледина, Б. Ф. Кишин, М. А. Сребный, – М.: Изд-во МГГУ, 2002. – 430 с.

7. Жаров, А. И. Угольный метан и способы управления газовой выделением в шахтах / А. И. Жаров, Н. Н. Красюк, А. В. Ремезов, К. А. Филимонов [и др.]. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2006. – 87 с.

8. Колмаков, В. А. Горноспасательное дело и тактика ведения горноспасательных работ: учеб. пособие / В. А. Колмаков, В. А. Зубарева, А. В. Колмаков; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2008. – 138 с.

9. Битколов, Н. З. Аэрология карьеров : учеб. по специальности "Открытые горные работы" / Н. З. Битколов, И. И. Медведев. – М. : Недра, 1992. – 263 с.

10. Бересневич, П. В. Аэрология карьеров: Справочник / П. В. Бересневич, В. А. Михайлов, С. С. Филатов. – М.: Недра, 1991. – 280 с.

### **3.3. Методическая литература**

11. Галлер, А. А. Аэрология горных предприятий: методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело», специализация «Открытые гор-

ные работы», всех форм обучения / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. аэрологии, охраны труда и природы. – Кемерово, 2014. – 35 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=8307>

#### **4. Методические указания по выполнению контрольной работы**

Контрольная работа состоит из двух теоретических вопросов и одного практического задания.

Контрольная работа представляет собой развернутые ответы на поставленные вопросы с приведением схем, таблиц, формул. Контрольная работа может быть разборчиво написана от руки либо напечатана на компьютере шрифтом Times New Roman, размер шрифта 14 пт с одинарным интервалом строки на бумаге стандартного формата листа А4, снабжается титульным листом (см. образец), листы нумеруются и сшиваются.

Контрольная работа должна быть подписана студентом с указанием даты ее выполнения на последней странице, после списка использованной литературы.

Все вопросы, рассматриваемые в контрольной работе, изучаются студентами самостоятельно. **Задание студентам выдается на установочной лекции.** Изучение вопросов и выполнение работы производится в течение нескольких месяцев перед сессией, в которой изучается эта дисциплина, и на занятиях с преподавателем, что соответствует принципам заочного обучения.

##### **4.1. Теоретические вопросы для контрольной работы**

1. Атмосфера и микроклимат карьеров. Климатические условия в районах открытой угледобычи полезных ископаемых.

2. Состав атмосферы карьеров и предъявляемые к ней требования. Основные элементы микроклимата карьера.

3. Источники загрязнения атмосферы карьеров (внешние и внутренние, точечные, объемные, линейные равномерно распределенные).

4. Способы нормализации атмосферы карьеров по пылевому и газовому факторам (пылеулавливание, пылеподавление, нейтрализация вредных газов).

5. Нормализация атмосферы путем изменения техники и технологии. Удаление вредных примесей из карьера. Создание микроклимата на рабочих местах.

6. Снижение поступления пыли при буровзрывных работах. Пылеподавление и пылеулавливание при бурении скважин. Снижение пылевыведения при производстве взрывных работ.

7. Борьба с пылью при выемочно-погрузочных работах. Снижение запыленности при работе одноковшовых экскаваторов. Снижение запыленности при работе роторных экскаваторов.

8. Снижение выделения пыли при транспортировании горной массы. Борьба с пылью на автодорогах.

9. Борьба с пылью при применении железнодорожного транспорта.

10. Борьба с пылью при применении конвейерного транспорта. Снижение запыленности при комбинированном транспорте.

11. Снижение пылевыведения при применении циклично-поточной технологии. Борьба с пылью при работе самоходных дробильных агрегатов. Предотвращение пылевыведения на полустационарных перегрузочных узлах.

12. Снижение поступления вредных газов в атмосферу карьеров. Снижение газовыведения при бурении скважин.

13. Снижение загазованности при взрывных работах.

14. Нейтрализация вредных газов при работе двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

15. Борьба с пожарами.

16. Предотвращение газовыведения из грунтовых вод и горных пород.

17. Законы естественного воздухообмена в карьерах. Основные законы аэростатики.

18. Основные законы аэродинамики. Закон сохранения массы, закон сохранения энергии и закон сохранения количества движения.

19. Свободные турбулентные струи. Причины образования и основные элементы свободных струй.

20. Движение воздуха в трубах. Аэродинамическое сопротивление.

21. Движение воздуха в карьере. Схемы естественного проветривания карьеров.

22. Термодинамика атмосферы карьеров. Источники тепла.

23. Температурная стратификация атмосферы. Термические силы и их влияние на атмосферу карьера. Туманообразование.
24. Естественное проветривание карьеров. Проветривание карьеров энергией ветра.
25. Прямоточная схема проветривания.
26. Рециркуляционная схема проветривания.
27. Комбинированные схемы ветрового проветривания.
28. Проветривание карьеров энергией термических сил. Конвективная схема проветривания. Инверсионная схема движения воздуха.
29. Газовая динамика карьеров. Распространение газов из точечных и линейных источников.
30. Распространение газов при взрывных работах.
31. Пылевая динамика карьеров. Распространение пыли точечными и линейными источниками. Распространение пыли при взрывных работах. Запыленность карьера в целом.
32. Искусственная вентиляция карьеров. Условия применения и способы искусственной вентиляции.
33. Интенсификация естественного воздухообмена. Вентиляция с применением труб и использованием выработок.
34. Технические средства при вентиляции свободными струями. Классификация технических средств.
35. Схемы вентиляции свободными струями.
36. Схемы местной вентиляции. Схемы общеобменной вентиляции.
37. Влияние технологии разработки на атмосферу карьеров.
38. Определение параметров естественного проветривания карьеров.
39. Типовые схемы искусственной вентиляции карьеров, разработанные С.С. Филатовым.
40. Пылевентиляционная служба и контроль состояния атмосферы карьеров. Организация пылевентиляционной службы (ПВС).
41. Приборы и методы контроля состояния атмосферы карьеров.
42. Создание благоприятных условий труда на рабочих местах. Тепловые условия в кабинах оборудования. Охлаждение воздуха в системах кондиционирования. Очистка воздуха кабин. Подогрев воздуха в системе кондиционирования.



## 4.2. Практическое задание

В практической части контрольной работы выполняется расчёт проветривания карьера по индивидуальным исходным данным. Цель практического задания состоит в том, чтобы студенты получили навыки, позволяющих принимать технические и технологические решения по проектированию проветривания карьеров, определять параметры схем естественного проветривания карьеров исходя из метеорологических условий, контуров на поверхности и глубины горных выработок, применяемой техники и технологии горных работ, выбирать схемы установки вентиляторов для проветривания карьеров, определять тип и количество вентиляторов.

Практическое задание включает: расчет естественного проветривания карьера; расчет искусственного проветривания карьера; выбор технических средств для искусственной вентиляции карьера.

**Студент получает у преподавателя номер варианта задания и согласно полученному варианту последовательно выполняет расчеты по определению параметров естественного и искусственного проветривания карьера, выбору технических средств вентиляции.**

Варианты практического задания контрольной работы

Показатели	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$B$ , м	800	900	1000	1200	1400	1600	1700	1600	1200	1800
$L$ , м	1600	700	1800	1700	1600	1200	1000	1000	1000	1500
$n$ , шт.	10	8	14	10	18	12	16	18	14	12
$h_y$ , м	15	20	15	25	15	25	20	15	20	20
$i$	3	3	3	С	3	Ю	С	Ю	С	Ю
$U_1$ , м/с	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2
$K_1$ , дней	240	250	260	270	230	240	250	260	270	280
$K_2$ , дней	90	70	80	50	60	80	80	60	60	50
$t$ , ч	3	3	4	5	5	5	5	4	3	3

Показатели	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_2$ , м/с	5	6	7	4	6	5	8	7	9	4
$i$	3	3	3	С	3	Ю	С	Ю	С	Ю
$x_T$ , м	250	300	240	200	350	400	380	300	280	320
$H_T$ м	25	30	28	32	35	30	30	28	28	32
$q_{T1}$ , г/с	15	18	20	25	20	28	18	20	22	25
$q_{T2}$ , г/с	36	40	32	45	30	32	44	43	38	48
$q_{Э1}$ , г/с	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
$x_A$ , м	200	250	200	150	250	200	180	150	180	200
$n_{A1}$ , шт.	20	22	25	23	28	30	35	26	24	32
$n_{A1P}$ , шт.	15	17	20	19	23	25	29	21	20	27
$q_{A1}$ , г/с	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4
$n_{\delta}$ , шт.	5	6	7	6	5	8	7	7	6	8
$n_{\delta p}$ , шт.	3	4	5	5	4	7	5	6	4	6
$q_{\delta}$ , г/с	0,08	0,07	0,05	0,06	0,08	0,08	0,08	0,05	0,06	0,08
$n_{Э2}$ , шт.	6	7	8	7	6	9	8	8	7	7
$n_{Э2P}$ , шт.	5	6	7	6	5	8	7	7	6	6
$q_{Э2}$ , г/с	1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,2	1,5
$n_{A2}$ , шт.	10	12	14	12	10	16	14	14	12	16
$n_{A2P}$ , шт.	8	10	12	10	8	13	12	11	10	13
$q_{A2}$ , г/с	3,5	3,5	3,0	4,0	3,5	3,0	4,0	3,5	3,5	3,0

## 5. Расчет естественного проветривания карьера

### 5.1. Исходные данные к расчету проветривания карьера

Схема карьера, имеющего длину  $L$ , ширину  $B$ , глубину  $H$ , приведена на рис. 1. Карьер обрабатывается  $n$  уступами высотой  $h_y$  (на плане рекомендуется изображать сдвоенные уступы). Известно, что ветер  $i$ -го направления, имеющий скорость  $U_1$ , характерен для  $K_1$  дней в году. Около  $K_2$  дней в году бывают штили продолжительностью  $t$ , а остальное время года для других направлений скорость ветра равна  $U_2$ .

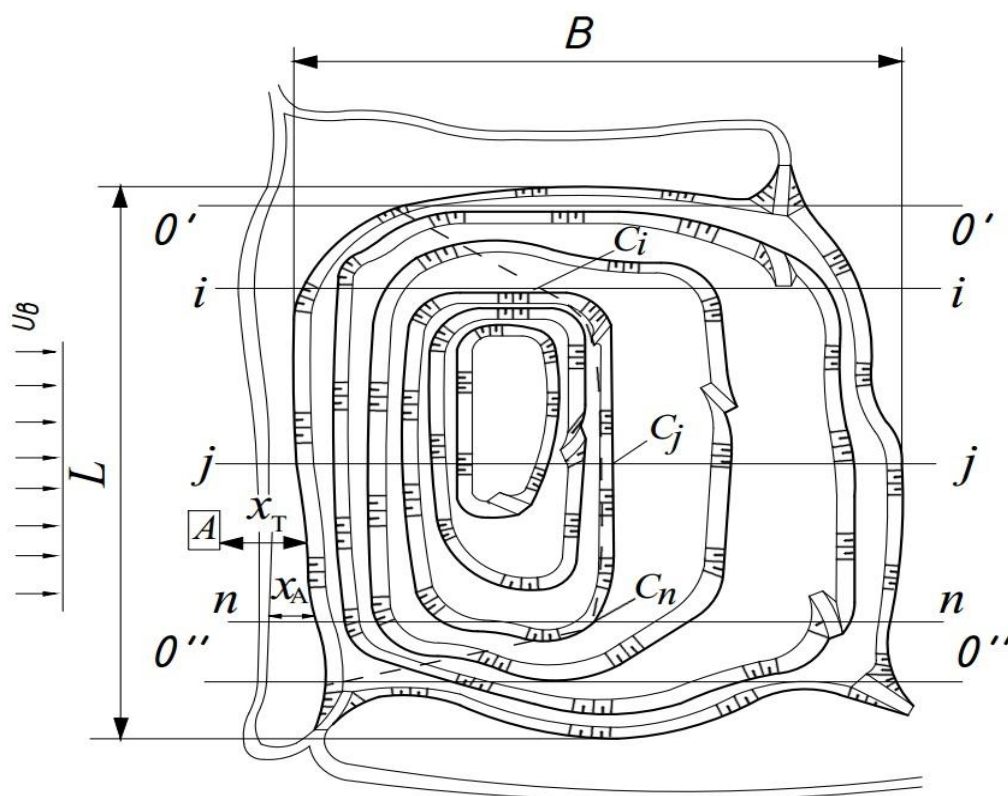


Рис. 1. Схема построения плана карьера

На подветренном борту, на расстоянии  $x_T$  от бровки карьера расположена обоганительная фабрика (объект А) с трубой высотой  $H_T$ . Из трубы выбрасывается  $q_{T_1}$  пыли, содержащей более 10 % свободной двуокиси кремния и  $q_{T_2}$  окиси углерода. Около обоганитель-

ной фабрики экскаватор ЭКГ-5 отгружает в вагоны хвосты обогащения с интенсивностью пылевыведения  $q_{Э_1}$ .

Вдоль борта на расстоянии  $x_A$  от борта карьера проходит автодорога, по которой двигаются  $n_{A_1}$  самосвалов БелАЗ-7514, из которых одновременно находятся в работе  $n_{A_1P}$  штук. Интенсивность пылеобразования для них равна  $q_{A_1}$ .

В карьере из  $n_{б}$  буровых станков СБШ-250, одновременно работает  $n_{бP}$ , с интенсивностью выделения пыли  $q_{б}$ . Экскаваторы ЭКГ-12 загружают самосвалы БелАЗ-7514, с интенсивностью выделения пыли  $q_{Э_2}$ , из  $n_{Э_2}$  экскаваторов одновременно в работе находятся  $n_{Э_2P}$ . Общая численность автосамосвалов в карьере составляет  $n_{A_2}$ , одновременно в работе находятся  $n_{A_2P}$  самосвалов. Самосвалы двигаются с интенсивностью пылевыведения  $q_{A_2}$  по дороге, находящейся на борту карьера.

## 5.2 Определение параметров естественного проветривания карьера

Методика расчета параметров естественного проветривания карьера:

1. Построение плана карьера на миллиметровой бумаге формата А4 или А3 основе исходных данных в масштабе 1:10000 или 1:5000 (рис. 1).

2. Определение расчетного направления ветра.

За расчетное направление ветра принимают ветер  $i$ -го направления со средней скоростью  $U_1$ , так как он повторяется чаще других и с минимальной скоростью.

3. Определение параметров естественного проветривания:

а) строят характерные сечения (рис. 2), совпадающие с расчетным направлением ветра ( $0' - 0'$ ;  $i - i$ ;  $j - j$ ;  $n - n$ ;  $0'' - 0''$ );

б) на каждом сечении под углом  $\alpha = 15^\circ$  проводят линию внешней границы свободной турбулентной струи, возникающей в  $i$ -м направлении ветра. Определяют точки встречи границы струи с соответствующим бортом или дном карьера (точки  $C_i, C_j, C_n$ );

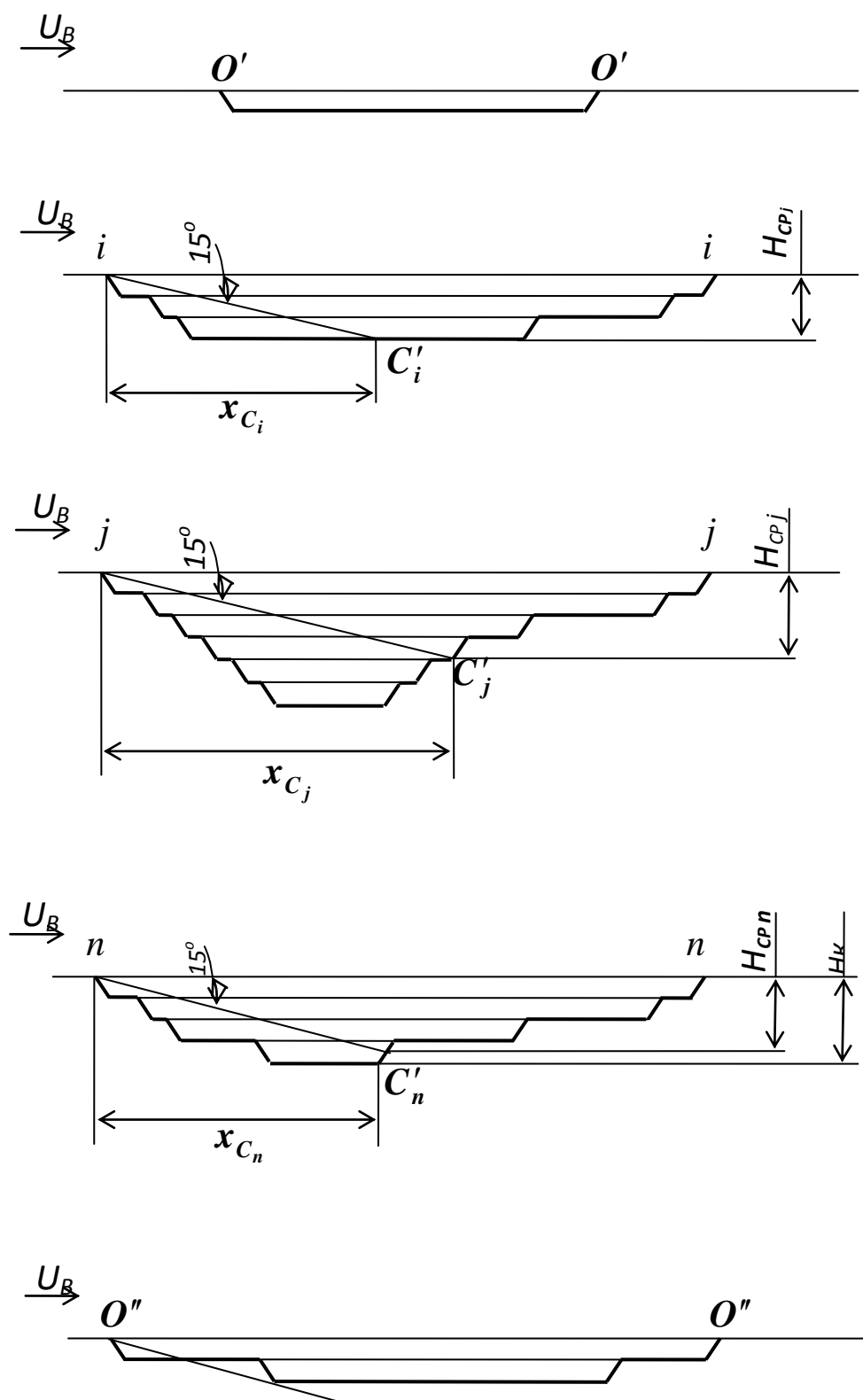


Рис. 2. Характерные профили в направлении, совпадающем с расчетным направлением ветра

в) определяют среднюю глубину карьера, когда возникает зона рециркуляции

$$H_{cp} = \frac{1}{n}(H_{ГР_i} + H_{ГР_j} + H_{ГР_n}), \quad (1)$$

где  $H_{ГР_i}, H_{ГР_j}, H_{ГР_n}$  – значения глубины расположения точки встречи внешней границы струи с бортом или дном карьера, м (рис. 2);

г) определяют среднее значение абсциссы точки встречи внешней границы струи  $i$ -го направления с дном или бортом карьера

$$x_{cp} = \frac{0 + x_{C_1} + x_{C_2} + \dots + x_{C_n} + 0}{n}, \quad (2)$$

где  $0, x_{C_1}, x_{C_2}, x_{C_n}$  – значения длины зоны рециркуляции соответственно 0-го,  $i$ -го,  $j$ -го, ...,  $n$ -го сечений, м;  $n$  – число сечений, включая нулевые.

Нулевое сечение – сечение, где нет рециркуляции. Нулевым является сечение с одним уступом;

д) по точкам  $0, x_{C_1}, x_{C_2}, x_{C_n}, 0$  строится на плане карьера зона рециркуляции (рис. 1).

### 5.3. Определение баланса вредностей в атмосфере карьера от внутренних источников загрязнения воздуха

Баланс поступления вредностей от внутренних источников:

$$G_{общ} = \sum G_L + \sum G_T, \quad (3)$$

где  $G_L, G_T$  – интенсивность выделения одноименных вредностей линейными (автосамосвалами на дорогах) и точечными источниками (буровыми станками и экскаваторами), расположенными в зоне рециркуляции, то есть работающими на  $I$  борту карьера, мг/с.

Определение каждого из слагаемых в формуле (3).

$$\sum G = n_1 K_0^1 q_1 + \dots + n_n K_0^n q_n, \quad (4)$$

где  $n_1, \dots, n_n$  – число источников соответствующего типа, шт.;  $q_1, \dots, q_n$  – интенсивности выделения вредностей разными источниками, мг/с;  $K_0^1, \dots, K_0^n$  – коэффициенты одновременности работы разных источников данного типа.

Интенсивность выделения пыли каждым типом источников (буровыми станками  $G_B$ , экскаваторами  $G_{Э_2}$  и автомобилями  $G_{A_2}$ ) определяют:

$$G_n = n K_0 q, \quad (5)$$

где  $n$  – число горных машин одного типа (буровых станков, экскаваторов и автосамосвалов), находящихся в зоне рециркуляции, шт.;  $q$  – интенсивность выделения пыли горными машинами одного типа, мг/с;  $K_0$  – коэффициент одновременности работы горных машин одного типа с постоянной интенсивностью выделения пыли:

$$K_0 = \frac{n_p}{n}, \quad (6)$$

где  $n_p$  – число работающих горных машин одного типа, шт.

Суммарная интенсивность поступления пыли от внутренних источников определится:

$$G_{общ_n} = G_{B_n} + G_{Э_{2n}} + G_{A_{2n}}. \quad (7)$$

Интенсивность поступления вредных газов от автосамосвалов (окись углерода, окись азота, акролеин) в зону рециркуляции карьера

$$G_{A_2} = n_{A_2} K_0^A q_0, \quad (8)$$

где  $q_0$  – интенсивность выделения вредных газов автосамосвалами, работающими под нагрузкой, мг/с;

$$K_0^A = 1 - \frac{n_{A_2P}(q_0 - q_x)}{n_{A_2}q_0}, \quad (9)$$

где  $K_0^A$  – коэффициент одновременности работы автосамосвалов с переменной интенсивностью выделения вредных газов;  $q_x$  – интенсивность выделения вредных газов автосамосвалами, работающими на холостом ходу, мг/с;  $q_0, q_x$  – определяются по табл. 1.

Таблица 1

Выбросы вредных веществ

Автосамосвал	Интенсивность выделения, мг/с					
	окись углерода		окись азота		акролеин	
	$q_0$	$q_x$	$q_0$	$q_x$	$q_0$	$q_x$
БелАЗ-7514	264	132	39	31	18	11

Если других внутренних источников выделения вредных газов нет, то суммарная интенсивность вредных газов составит:

$$G_{общCO} = G_{A_2CO}; G_{общNO} = G_{A_2NO}; G_{общAKP} = G_{A_2AKP}$$

#### 5.4. Определение баланса вредностей в атмосфере карьера от внешних источников загрязнения воздуха

Баланс поступления вредностей от внешних источников:

$$G'_{общ} = \sum m_1 G'_{Л} + \sum m_2 G'_{Т} + \sum m_3 G'_{ТВ}, \quad (10)$$

где  $G'_{Л}, G'_{Т}, G'_{ТВ}$  – интенсивность выделения вредностей линейными (автосамосвалами), точечными (экскаваторами) и точечными на высоте (труба) внешними источниками, мг/с;



$$G'_{общ} = n_1 K_0^1 m_1 q_1 + \dots + n_n K_0^n m_n q_n,$$

где  $m_1, m_2, m_3$  – коэффициенты, показывающие, какая часть примесей заносится в зону рециркуляции карьера.

Интенсивность поступления в карьер пыли:

$$G_n = n_1 K_0^1 m_i q_1, \quad (11)$$

где  $n_1$  – количество источников пылевыделения отдельно по каждому виду (автосамосвалов, экскаваторов, труб), шт.;  $K_0^1$  – коэффициент одновременности работы;  $q_1$  – интенсивность выделения пыли (автосамосвалом / экскаватором / трубой), мг/с;  $m_i$  – коэффициент заноса пыли.

Интенсивность поступления в карьер пыли, выделяемой автосамосвалами, движущимися по дороге вдоль борта карьера, рассчитывается по формуле (11). Для определения  $m_1$  используется кривая 1 графика (рис. 3). Для этого необходимо найти отношение расстояния

от дороги  $x_A$  до бровки карьера к  $H_{cp}$ ,  $\overline{x_n} = \frac{x_A}{H_{cp}}$ .

Интенсивность поступления в карьер пыли от экскаватора, отгружающего хвосты обогатительной фабрики, рассчитывается по формуле (11). Для определения  $m_2$  используется кривая 2 графика (рис. 3). Для этого необходимо найти отношение расстояния от экскаватора

$x_T$  до бровки карьера к  $H_{cp}$ ,  $\overline{x_n} = \frac{x_T}{H_{cp}}$ .

Интенсивность поступления пыли из трубы обогатительной фабрики рассчитывается по формуле (11). Для определения  $m_3$  используется график (рис. 4). Для этого необходимо найти отношение расстояния  $x_T$  от трубы обогатительной фабрики до бровки борта карьера

к средней глубине карьера  $H_{cp}$ ,  $\overline{x_n} = \frac{x_T}{H_{cp}}$ , затем определить

отношение высоты трубы  $H_T$  к  $H_{cp}$ ,  $\overline{H_T} = \frac{H_T}{H_{cp}}$ , отложить  $\overline{H_T}$  на оси абсцисс, восстановить перпендикуляр до одной из кривых 1–7, соответствующих  $\overline{x_H} = 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15$ . При  $\overline{x_H}$ , равном дробному числу, значение двух соседних кривых можно интерполировать. Затем на оси ординат найти значение  $m_3$ .

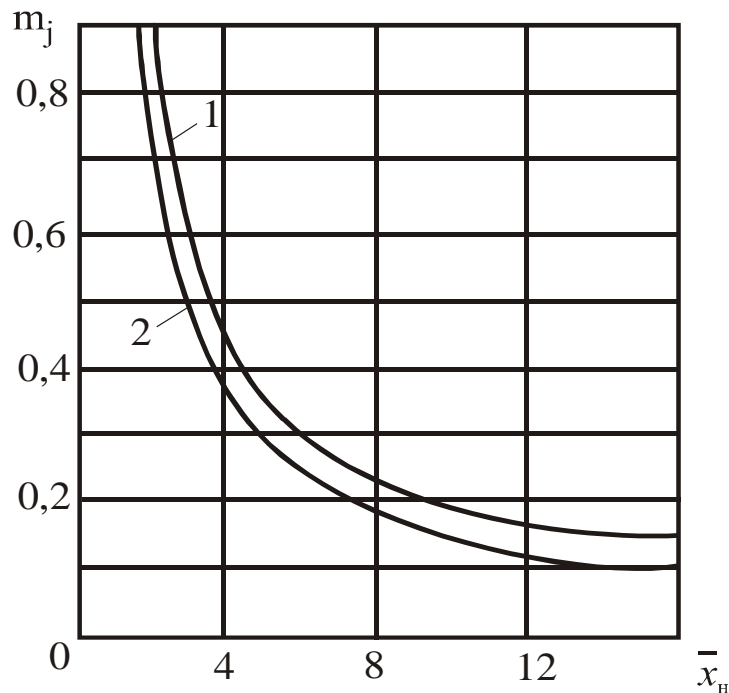


Рис. 3. График определения коэффициента  $m_1, m_2$

Суммарная интенсивность источников поступления пыли:

$$G'_{общ.п} = G'_{A_1n} + G'_{Э_1n} + G'_{Tn}. \quad (12)$$

Интенсивность поступления в зону рециркуляции карьера вредных газов от автосамосвалов:

$$G'_{A_1Г} = n_{A_1} K_0^A m_1 q_0.$$

Интенсивность поступления в атмосферу карьера:  
окси углерода

$$G'_{A_1CO} = n_{A_1} K_0^A m_1 q_{0CO};$$

окси азота

$$G'_{A_1NO} = n_{A_1} K_0^A m_1 q_{0NO} ;$$

акролеина

$$G'_{A_1AKP} = n_{A_1} K_0^A m_1 q_{0AKP} .$$

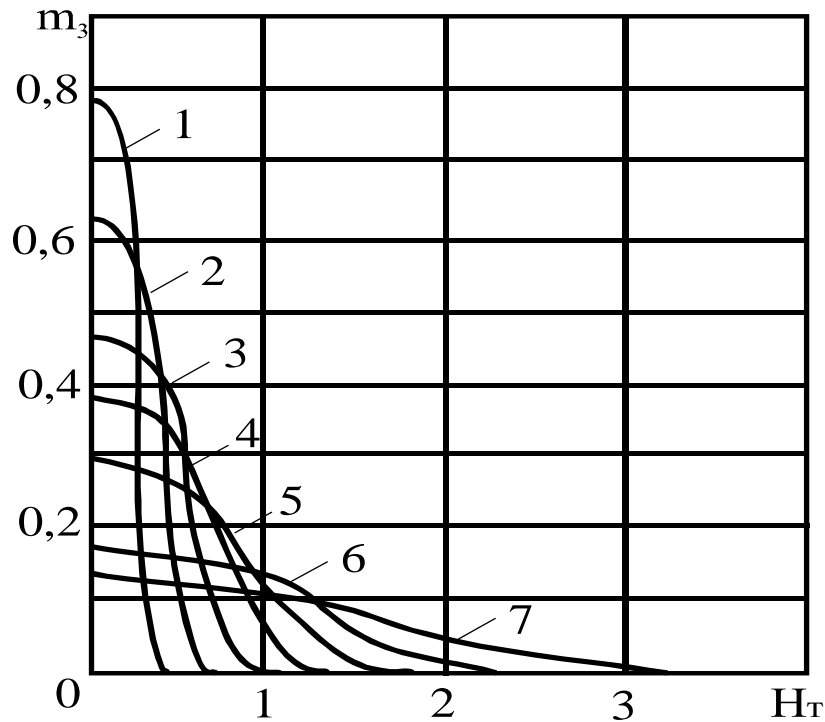


Рис. 4. График для определения коэффициента  $m_3$ . Кривые 1–7 соответствуют отношению  $\frac{x_T}{H_{cp}}$ , равному 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15

Интенсивность поступления в зону рециркуляции карьера вредных газов, выделяющихся из трубы обогатительной фабрики:

$$G'_{TB_{CO}} = n_T K_0^T m_3 q_{T_2} ,$$

где  $q_{T_2}$  – интенсивность выделения из трубы фабрики окиси углерода, мг/с.

Суммарная интенсивность вредных газов, поступающих в зону рециркуляции карьера от внешних источников:  
по окиси углерода

$$G'_{общCO} = G'_{A_1CO} + G'_{TCO}; \quad (13)$$

по окислам азота

$$G'_{общNO} = G'_{A_1NO};$$

по акролеину

$$G'_{общAKP} = G'_{A_1AKP}.$$

### 5.5. Определение уровня загрязнения атмосферы карьера

Баланс поступления примесей в зону рециркуляции карьера от внутренних и внешних источников:

$$G''_{общ} = G_{общ} + G'_{общ}; \quad (14)$$

по пыли

$$G''_{общ.n} = G_{общ.n} + G'_{общ.n},$$

где  $G_{общ.n}, G'_{общ.n}$  – суммарная интенсивность поступления пыли от внутренних и внешних источников, мг/с;

по окиси углерода

$$G''_{общCO} = G_{общCO} + G'_{общCO},$$

где  $G_{общCO}, G'_{общCO}$  – суммарная интенсивность поступления окиси углерода от внутренних и внешних источников, мг/с;

по окислам азота

$$G''_{общNO} = G_{общNO} + G'_{общNO},$$

где  $G_{общNO}$ ,  $G'_{общNO}$  – суммарная интенсивность поступления окисла азота от внутренних и внешних источников, мг/с;  
по акролеину

$$G''_{общАКР} = G_{общАКР} + G'_{общАКР},$$

где  $G_{общАКР}$ ,  $G'_{общАКР}$  – суммарная интенсивность поступления акролеина от внутренних и внешних источников, мг/с.

Исходя из анализа характерных профилей при расчетном направлении ветра определяют, по какой схеме (прямоточной или рециркуляционной) проветривается глубокая часть карьера. В соответствии со схемой проветривания определяют концентрацию каждой вредной примеси в зоне рециркуляции и за ее пределами.

Концентрация пыли в зоне рециркуляции ( $C_p^n$ , мг/м<sup>3</sup>)

$$C_p^n = \frac{33,3G''_{общ.n}}{x_{cp}U_1L_1}, \quad (15)$$

Концентрация пыли за пределами зоны рециркуляции ( $C^n$ , мг/м<sup>3</sup>)

$$C^n = \frac{15G''_{общ.n}}{x_{cp}U_1L_1}, \quad (16)$$

где  $U_1$  – скорость ветра в расчетном направлении, м/с;  $L_1$  – длина зоны рециркуляции, м.

Сравниваем уровень загрязнения  $C_p^n$ ,  $C^n$  с ПДК пыли при содержании в ней SiO<sub>2</sub> ( $C_q^n = 2$  мг/м<sup>3</sup>).

### Концентрация окиси углерода

$$C_p^{CO} = \frac{33,3G_{общCO}^{//}}{x_{cp}U_1L_1}, \quad C^{CO} = \frac{15G_{общCO}^{//}}{x_{cp}U_1L_1},$$

сравниваем уровень загрязнения атмосферы  $C_p^{CO}, C^{CO}$  с ПДК окиси углерода ( $C_q^{CO} = 20 \text{ мг/м}^3$ ).

### Концентрация окислов азота

$$C_p^{NO} = \frac{33,3G_{общNO}^{//}}{x_{cp}U_1L_1}, \quad C^{NO} = \frac{15G_{общNO}^{//}}{x_{cp}U_1L_1}$$

сравниваем уровень загрязнения атмосферы  $C_p^{NO}, C^{NO}$  с ПДК окислов азота ( $C_q^{NO} = 5 \text{ мг/м}^3$ ).

### Концентрация акролеина

$$C_p^{AKP} = \frac{33,3G_{общAKP}^{//}}{x_{cp}U_1L_1}, \quad C^{AKP} = \frac{15G_{общAKP}^{//}}{x_{cp}U_1L_1}$$

сравниваем уровень загрязнения атмосферы  $C_p^{AKP}, C^{AKP}$  с ПДК акролеина ( $C_q^{AKP} = 0,2 \text{ мг/м}^3$ ).

Если уровень загрязнения атмосферы по какой-либо из вредностей превышает ПДК, то необходимо оценить удельное значение источников в загрязнении атмосферы данной вредной примесью, выраженное в процентах.

Доля внутренних источников в загрязнении атмосферы какой-либо вредной примесью

$$\rho = \frac{G_{общ}}{0,01G_{общ}^{//}}. \quad (17)$$

Доля внешних источников в загрязнении атмосферы какой-либо вредной примесью

$$\rho' = \frac{G'_{общ}}{0,01G''_{общ}} \quad (18)$$

Доля одного из видов внутренних или внешних источников в загрязнении атмосферы

$$\rho = \frac{G}{0,01G_{общ}} \quad (19)$$

Ориентировочное снижение интенсивности выделения пыли за счет применения средств пылеподавления можно определить из табл. 2.

Таблица 2

Интенсивность выделения пыли в карьере  
различными источниками

Наименование оборудования	Интенсивность выделения, мг/с		Примечание
	угольные	рудные	
1. ЭКГ-12	1000–1200	300–400	без орошения
	500–600	60–100	с орошением
2. ЭКГ-5	400–500	100–500	без орошения
	150–250	30–150	с орошением
3. БелАЗ-7514	3000–4000	6000–12000	дороги без покрытия и обработки
	1000–2000	200–300	дороги с обработанной поверхностью
4. СБШ-250	600–1200	300–4300	без улавливания пыли
	50–80	50–80	с улавливанием пыли

Выявив вид источника, оказывающего основное влияние на загрязнение атмосферы, необходимо принять организационные или

технические меры к снижению интенсивности выделения вредных примесей. Расчет баланса вредностей и уровня загрязнения атмосферы повторять до тех пор, пока концентрация вредностей в зоне рециркуляции  $C_p$  и за ее пределами не станет меньше  $C_q$ .

## **6. Расчет искусственного проветривания карьера**

Проектирование искусственной вентиляции карьеров проводится в следующей последовательности:

а) оценивается возможность интенсификации естественного воздухообмена или нормализации атмосферы за счет изменения параметров карьера, механизации и технологии;

б) определяют периоды, требующие применения искусственной вентиляции;

в) определяют параметры, характеризующие требования к средствам искусственной вентиляции (количество воздуха, скорость движения воздуха, требуемая производительность вентиляционной установки и их ориентировочные значения).

Искусственная вентиляция необходима, если естественная интенсивность воздухообмена в карьере недостаточна для поддержания нормального санитарно-гигиенического состояния атмосферы в местах ведения горных работ.

К способам искусственной вентиляции относятся:

- вентиляция с помощью труб и выработок;

- вентиляция свободными струями с помощью специальных вентиляторных установок.

Способы искусственной вентиляции делятся на способы местной и общеобменной вентиляции.

Местная вентиляция используется для очистки небольших объемов карьерного пространства (забоев, перегрузочных пунктов и др.).

Общеобменная вентиляция применяется для очистки значительных пространств или карьера. При общеобменной вентиляции применяются схемы, обеспечивающие вынос загрязнений из карьера за счет дальнобойности струи вентиляторов.

При больших объемах зон загрязнения требуется применять последовательную, параллельную или параллельно-веерную схемы работы вентиляторных установок (рис. 5).



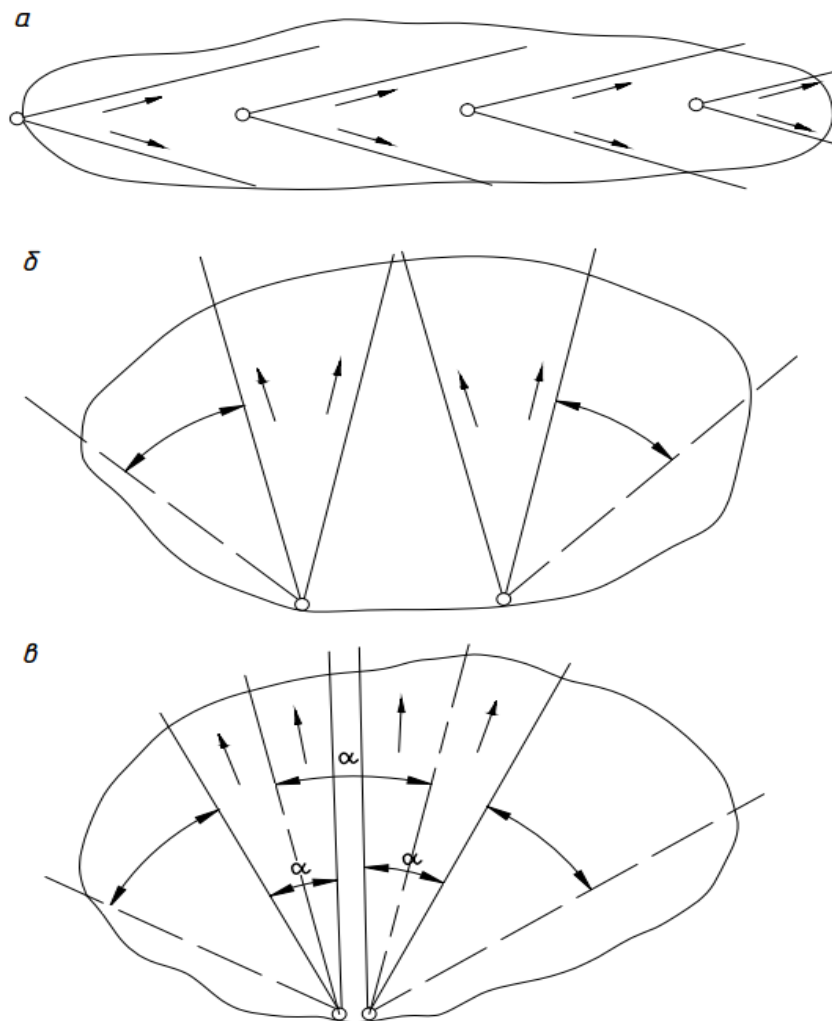


Рис. 5. Схемы совместной работы вентиляторных установок:  
 а – последовательная; б – параллельная; в – параллельно-веерная

При выборе схем вентиляции учитываются направление и скорость ветра на поверхности. Вентиляторные установки должны работать по направлению ветра или под небольшими углами к нему. В любом случае угол между направлением ветра и вентиляционной струей не должен превышать  $120^\circ$ .

#### Методика расчета искусственного проветривания карьера

1. Определение времени накопления вредностей в атмосфере карьера при штилевой погоде

Из условия задачи число случаев штилевой погоды в течение года составляет  $K_2$  дней в году средней продолжительности  $t$  часов.

Промежуток времени, за который накапливается концентрация вредных веществ, равная ПДК, определяется

$$\tau = \frac{C_q V_k}{G_{общ}}, \quad (20)$$

где  $\tau$  – время, с;  $C_q$  – ПДК, мг/м<sup>3</sup>;  $G_{общ}$  – баланс поступления вредных веществ в атмосферу карьера во время штиля, т.е. от внутренних источников, мг/с;  $V_k$  – объем карьера, м<sup>3</sup>.

$$V_k = \sum_{i=1}^n L_{срi} B_{срi} h_i, \quad (21)$$

где  $L_{срi}$  – длина среднего сечения  $i$  горизонта, м;  $B_{срi}$  – ширина среднего сечения  $i$  горизонта, м;  $h_i$  – высота уступа, м;  $n$  – число горизонтов в карьере.

Время накопления вредных веществ по пыли, окиси углерода, окислам азота, акролеину определяют по формуле (20), подставляя соответствующие значения. Если время накопления какой-либо вредной примеси до опасной концентрации  $C_n$  больше средней продолжительности штиля  $t$ , значит, искусственное проветривание не потребуется, если же  $\tau_i$  меньше  $t$ , необходимо искусственное проветривание, так как в атмосфере карьера концентрация вредной примеси составит

$$C_n = \frac{G_{общ,i} 3600t}{V_k}, \quad (22)$$

где  $C_n$  – концентрация вредной примеси;  $G_{общ,i}$  – суммарная интенсивность поступления вредной примеси в атмосферу карьера, мг/с;  $t$  – среднее время штиля, ч.

2. Определение количества воздуха, необходимого для проветривания карьера

Наиболее эффективным видом проветривания считают свободные турбулентные струи. Количество воздуха, необходимого для проветривания свободной турбулентной струей:

$$Q = V_k b \sqrt{\ln(C_n / C_q)} / t, \quad (23)$$

где  $Q$  – количество воздуха в струе, м<sup>3</sup>/с;  $b$  – коэффициент структуры струи (0,1);  $t$  – время проветривания, с;  $C_n, C_q$  – концентрация примесей в начале и в конце проветривания, мг/м<sup>3</sup>.

3. Ориентировочный выбор схемы установки вентиляторов и оценка ее параметров

Исходя из геометрии карьера, а также расчетной дальностью струи вентилятора, выбирают необходимую (последовательную, параллельную или веерную) схему искусственного проветривания карьера (рис. 5).

4. Определение скорости движения воздуха на выходе струи из вентилятора

Исходя из условия, что на оси струи в сечении, прилегающем к подошве карьера, скорость воздуха не должна превышать  $U_{\min} = 2,5$  м/с, скорость воздуха на выходе из вентилятора ориентировочно составит

$$U_0 = 1,04 U_{\min} \left( \frac{a L_p}{R_0} + 0,29 \right), \quad (24)$$

где  $U_0$  – скорость на выходе струи, м/с;  $a$  – коэффициент структуры турбулентной струи (0,07);  $R_0$  – принятый ориентировочно в расчете начальный радиус струи (1,0), м;  $L_p$  – расчетная дальность вентилятора, м.

5. Определение ориентировочной производительности вентилятора

$$g_0 = \pi R_0^2 U_0, \quad (25)$$

где  $g_0$  – производительность установки, м<sup>3</sup>/с.

6. Определение ориентировочного количества вентиляторов, которые обеспечат подачу в карьер необходимого для проветривания количества воздуха:

$$n = \frac{Q}{g_0}, \quad (26)$$

где  $n$  – количество вентиляторов, шт.

#### 7. Определение диаметра струи

$$D_c = 6,8aL_p + D_0, \quad (27)$$

где  $D_c$  – диаметр струи в сечении, прилегающем ко дну карьера, м;  
 $D_0$  – начальный диаметр струи, м;  $L_p$  – расчетная дальнобойность вентилятора, м.

### **7. Выбор схемы установки вентиляторов для искусственного проветривания карьера. Определение количества вентиляторов**

Выбор средств искусственной вентиляции карьера проводится в следующем порядке:

а) анализируются технические характеристики имеющихся вентиляторных установок и сравниваются с расчетными параметрами, которые необходимо обеспечить;

б) уточняется схема установки вентиляторов (рис. 6);

в) определяется необходимое количество вентиляторов.

#### 1. Анализ технических характеристик средств вентиляции карьеров

Для сравнения параметров вентиляции, рассчитанных ранее, строится таблица сравнения (табл. 3). На основе анализа параметров, которые необходимо обеспечить, выбираются наиболее подходящие средства проветривания. Приняв параметры этих средств, проводят проверочный расчет.

#### 2. Определение количества вентиляторов

Определение количества выбранных вентиляторов, которые необходимы для проветривания карьера:

$$n = \frac{Q}{g_b}, \quad (28)$$

где  $n$  – количество вентиляторов, шт.;  $Q$  – количество воздуха в струе, м<sup>3</sup>/с;  $g_b$  – начальный расход воздуха в струе выбранного вентилятора, м<sup>3</sup>/с.

Таблица 3

Технические характеристики установок

Параметры установок	Типы установок					Необходимые расчетные параметры
	ДП-20	НК-8	4 ДП-20	АИ-20	НК-12 КВ	
1. Начальный расход воздуха в струе, м <sup>3</sup> /с	123	173	420	640	1300	$Q$
2. Начальный диаметр струи, м	0,07	1,04	1,75	4,0	5,0	$D_0$
3. Рабочая дальность, м	520	630	1050	300	500	$L_p$

При параллельной работе нескольких стационарных вентиляторных установок, создающих горизонтальные или наклонные струи, их число, необходимое для проветривания загрязняющей зоны, определяется по формуле

$$n = B/(kb), \quad (29)$$

где  $n$  – количество вентиляторов, шт.;  $B$  – ширина загрязненной зоны в плоскости, перпендикулярной к действию вентиляционных струй, м;  $k$  – коэффициент, учитывающий зону действия струи в пределах проветриваемого участка: для двух  $k = 1,6$ ; для трех и более струй  $k = 1,2 \div 1,3$ ;  $b$  – ширина вентиляционной струи на границе загрязненной зоны, м;

$$b = 6,8aL + D, \quad (30)$$

где  $D$  – начальный диаметр струи вентилятора, м;  $L$  – расстояние от вентиляторной установки до границы загрязненной зоны, м;  $a$  – коэффициент структуры турбулентной струи (0,07).

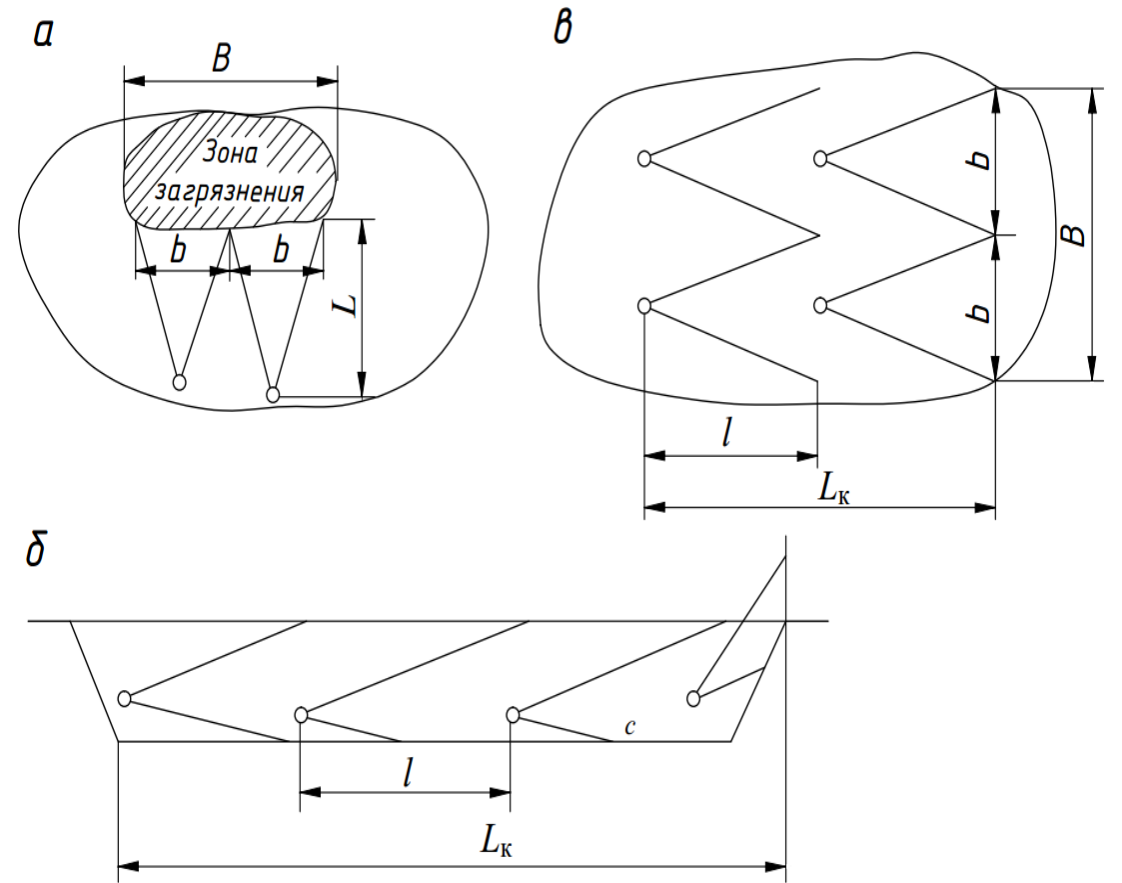


Рис. 6. Схемы к расчету вентиляторных установок, работающих:  
 а – параллельно; б – последовательно;  
 в – параллельно-последовательно

При последовательной (каскадной) работе необходимое число вентиляторных установок определяется по формуле

$$n = \frac{L_K}{l}, \quad (31)$$

где  $L_K$  – длина каскада, м;  $l$  – рабочая дальность струи одной вентиляторной установки, м.

При параллельно-последовательной работе вентиляторных установок их общее число определяется по формуле

$$n = BL_K / (kbl) \quad (32)$$

При динамической работе вентиляторной установки, когда установка в процессе работы перемещается, число установок определяется по формуле

$$n = Q / g_d, \quad (33)$$

где  $Q$  – расход воздуха, необходимый для проветривания загрязненной зоны, м<sup>3</sup>/с;  $g_d$  – подача вентиляторной установки, м<sup>3</sup>/с.

Сравнив в соответствии с геометрическими параметрами карьера возможности вентиляторных установок, уточняют схему проветривания и определяют количество установок по условию размещения в карьере.

На плане карьера (рис. 1) располагают места вентиляторных установок с нанесением границ струй.

Образец титульного листа

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра аэрологии, охраны труда и природы

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА  
по дисциплине  
«Аэрология горных предприятий»

Выполнил:  
Ф.И.О.  
специальность  
шифр зачетной книжки

Проверил: Ф.И.О.  
преподавателя

Кемерово 20 \_\_\_\_