

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 02.06.2022 12:35:37  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953073046374116570cc53660c6

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**Образовательное учреждение высшего образования**  
**«Юго-Западный государственный университет»**  
**(ЮЗГУ)**

Кафедра экспертизы и управления недвижимостью, горного дела

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Проректор по учебной работе  
**О.Г. Локтионова**  
«1» 03 2022г.



**АЭРОЛОГИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Методические указания по выполнению практических работ для  
студентов специальности 21.05.04 Горное дело  
Специализаций «Обогащение полезных ископаемых»  
«Открытые горные работы»

Курск 2022

УДК 622

Составитель: Л.А. Семенова

Рецензент

Кандидат географических наук, доцент Р.А. Попков

**Аэрология горных предприятий:** методические указания по выполнению практических занятий для студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализаций «Открытые горные работы», «Обогащение полезных ископаемых» / Юго - Зап. Гос. ун-т; сост.: Л. А. Семенова – Курск, 2022. – 11 с. 2 ил.: Библиогр. 12 с.

Содержит сведения по вопросам выполнения практических занятий по дисциплине «Аэрология горных предприятий». Указывается порядок выполнения работы, подходы к решению различных задач и правила оформления практической работы.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебным советом университета по специальности 21.05.04 Горное дело для специализаций «Открытые горные работы» и «Обогащение полезных ископаемых» заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

формат 60x84 1/16

Усл. Печ. Лист 0,63 Уч.-изд.л.0,57 Тираж 100экз. Заказ Бесплатно 1085

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## Практическое занятие №1

### Тема: Выбор средств искусственной вентиляции

**Цель:** научиться выбирать вентиляторы и схемы их установки в карьере; ознакомиться с основными этапами проектирования расчета под системы искусственного проветривания карьеров.

#### Порядок выбора

Выбор средств искусственной вентиляции карьера проводится в такой последовательности:

- а) анализируются технические характеристики имеющихся вентиляционных установок и сравниваются с теми параметрами, которые необходимо обеспечить;
- б) уточняется схема установки вентиляторов;
- в) определяется необходимое количество вентиляторов.

#### Анализ технических характеристик средств вентиляции карьеров

Для сравнения параметров вентиляции, рассчитанных ранее (см. работу «Расчет искусственного проветривания карьеров»), строится таблица сравнения.

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

Из анализа параметров, которые необходимо обеспечить, выбираются наиболее подходящие средства проветривания. Приняв параметры этих средств, проводят проверочный расчет.

#### Определение количества вентиляторов.

Сравнив в соответствии с геометрическими параметрами карьера возможности вентиляционной установки, уточняют схему проветривания и определяют количество установок:

$$n = L' / D_c \cdot K'_2$$

где  $n$  – количество вентиляторов, шт.;

$K'_2$  – коэффициент, учитывающий зону действия струи:

- для одной установки  $K'_2 = 2$ ;
- для двух  $K'_2 = 1,6$ ;
- для трех и более струй  $K'_2 = 1,2 - 1,3$ .

На плане карьера располагают вентиляционные установки с нанесением границ вентиляционных струй.

### **Контрольные задания для студентов заочного формы обучения:**

1. Задача. Определить максимальную ширину заходки  $A$  забоя экскаватора ЭКГ-8И в скальных взорванных породах при радиусе  $R_{ч.у} = 11,9$  м.

2. Задача. Определить трудоемкость экскавации железистых кварцитов при следующих исходных данных:  $\delta_{сж} = 200$  МПа;  $\delta_{сдв} = 30$  МПа;  $\delta_{раст} = 120$  МПа; плотность  $\nu = 3,2$  т/м<sup>3</sup>;  $\lambda_{ср} = 0,35$ .

3. Задача. Составить уравнение баланса металла для схемы с тремя конечными продуктами переработки (концентрат, промпродукт, хвосты), выраженное через относительные показатели.

4. Задача. Определить относительные показатели принципиальной схемы обогащения, если массовая доля полезного компонента в исходной руде = 40%, в концентрате = 65%, извлечение полезного компонента в концентрат  $\varepsilon = 57\%$ .

## Практическое занятие № 2

### Тема: Расчет искусственного проветривания карьеров

При современной тенденции углубки карьеров до 1000м и более, чрезвычайно обостряется проблема эффективной нормализации их атмосферы, приведения ее в соответствии с санитарно-экологическими нормативами, создания благоприятных условий для производственной деятельности персонала.

Производство массовых взрывов, интенсивное движение технологического автотранспорта, выемочно–погрузочные и буровые работы, в особенности с использованием техники с дизельным приводом, нередко приводят к возникновению критического пылегазового содержания в атмосфере карьера, принуждающего к полному прекращению всех работ в карьере. Пылегазовое насыщение атмосферы особенно ускоряется при глубинах карьеров более 200м при относительно небольших размерах поля по поверхности, когда существенно ограничиваются возможности естественного проветривания, а также создаются условия для возникновения температурных инверсий в карьерном пространстве.

Известны два основных подхода к поддержанию благоприятной атмосферы в карьерах: обеспечение режимов естественного и искусственного проветривания карьеров и использования экологически чистых технологий, ограничивающих пылевыведение и объемы вредных выхлопных газов от двигателей внутреннего сгорания ( см. приложение А).

К сожалению, нужно отметить, что известные на сегодня практические меры и результаты научных исследований по обеспечению нормальной атмосферы карьеров весьма скромны. Проблема в целом остро нуждается в более эффективных, оригинальных, комплексных и кардинальных решениях.

Целью работы является ознакомление с основными этапами расчета и проектирования искусственных подсистем аэрации карьеров.

В практической работе изучается материал являющийся основой рудничной аэромеханики и аэродинамики.

### Исходные данные к расчетам проветривания карьера

На рисунке 1 приведена схема карьера, имеющего длину  $L$ , ширину  $B$ , глубину  $H$ . Карьер отрабатывается  $n$  уступами высотой  $h_y$  (на плане рекомендуется изображать сдвоенные уступы). Известно, что ветер  $i$ -го направления, имеющий скорость  $U_i$ , 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  $U_2$ . На подветренном борту  $I$  на

расстоянии  $x_1$  от бровки карьера расположена обогатительная фабрика (объект А) с трубой высотой  $H_T$ . Из трубы выбрасывается  $q_{T1}$  пыли, содержащей более 10% свободной двуокиси кремния и  $q_{T2}$  окиси углерода. Около обогатительной фабрики экскаватор ЭКГ-4 отгружает в вагоны хвосты обогащения с интенсивностью пылевыведения  $q_{Э1}$ .

Вдоль  $I$  борта на расстоянии  $x_A$  от борта карьера проходит автодорога, по которой двигаются  $n_{A1}$  самосвалов БелАЗ-540, из которых одновременно находятся в работе  $n_{A1P}$  штук. Интенсивность пылеобразования для них равна  $q_{A1}$ .

В карьере из  $n_b$ , находящихся в работе буровых станков 2СБШ-200 одновременно работает  $n_{бр}$  с интенсивностью выделения пыли  $q_b$ , там же работает  $n_{Э2}$  экскаваторов ЭКГ-8, которые с интенсивностью выделения пыли  $q_{Э2}$  загружают самосвалы БелАЗ, общая численность которых в карьере составляет  $n_{A2}$ , одновременно в работе находятся  $n_{A2}$  самосвалов. Самосвалы двигаются с интенсивностью пылевыведения  $q_{A2}$  по дороге, находящейся в карьере на  $I$  борту.

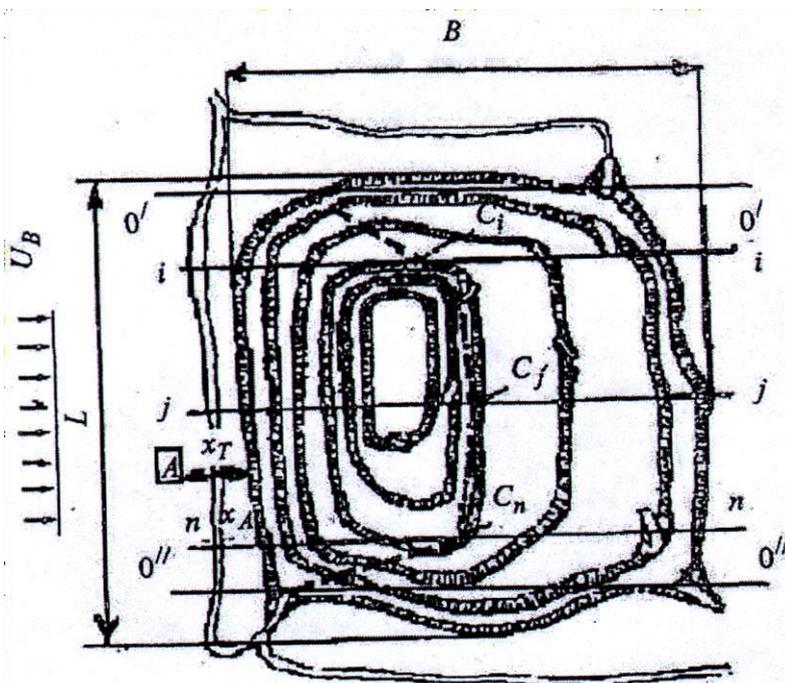


Рисунок 1. Схема построения плана карьера

**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  $N_2$  дней в году средней продолжительности  $t$  часов.

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

$$r = \frac{Cq \cdot V_k}{\bar{b}}, \quad (1)$$

где  $r$  - время, с;

$C$  - ПДК, мг/м<sup>3</sup>;

$V_k$  - объем карьера, м<sup>3</sup>.

$$V_k = L_g \cdot B_g \cdot H_{cp} + \frac{1}{2} \cdot P \cdot H^2 \cdot ctg \gamma + \frac{\pi}{4} \cdot H^3 \cdot ctg^2 \gamma_{cp}, \quad (2)$$

где  $L_g, B_g, P$  - длина, ширина и периметр дна карьера, м;

$\gamma_{cp}$  - средний угол откоса бортов карьера, град;

$\bar{b}$  - баланс поступления вредных веществ в атмосферу карьера во время шторма, т.е. от внутренних источников, мг/с.

Время накопления вредных веществ по пыли, окиси углерода, окислам азота, акролеину определяют по формуле, подставляя соответствующие значения:

$$C = \frac{\bar{b}}{1 \cdot \bar{b}} \quad (3)$$

Если время накопления какой-либо вредной примеси до опасной концентрации  $C_H$  больше средней продолжительности шторма  $t$ , значит, искусственное проветривание не потребуется, если же  $t_i$  меньше  $t$ , необходимо искусственное проветривание, так как в атмосфере карьера концентрация вредной примеси составит:

$$C_H = \dots \frac{\bar{b}}{V_k} \quad (4)$$

где  $C_H$  - концентрация вредной примеси;

$\bar{b}$  - суммарная интенсивность поступления вредной примеси в атмосферу карьера, мг/с;

$t$  - среднее время шторма, 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:

$$Q = V_k \cdot b \cdot \sqrt{\ln(C_H/C_q)} / r, \quad (5)$$

где  $Q$  - количество воздуха в струе, м<sup>3</sup>/с;

$r$  - время проветривания, с;

$C_H, C_q$  - 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, необходимой дальностью струи, выбираемой по длине зоны проветривания  $L'$ , выбирают необходимую (последовательную, параллельную или веерную) схему установки вентиляторов.

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:

$$U_0 = 0,04 \cdot U_{min} \cdot \left( \frac{aL}{R_0} + 0,29 \right), \quad (6)$$

где  $U_0$  – скорость на выходе струи, м/с;  
 $a$  – коэффициент структуры струи (0,07);

$r_0$  – принятый ориентировочно в расчете начальный радиус струи (1,0), м;

$L$  – длина карьера, м.

5. Определение ориентировочной производительности вентилятора:

$$g_0 = \pi * R_0^2 * U_0 , \quad (7)$$

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

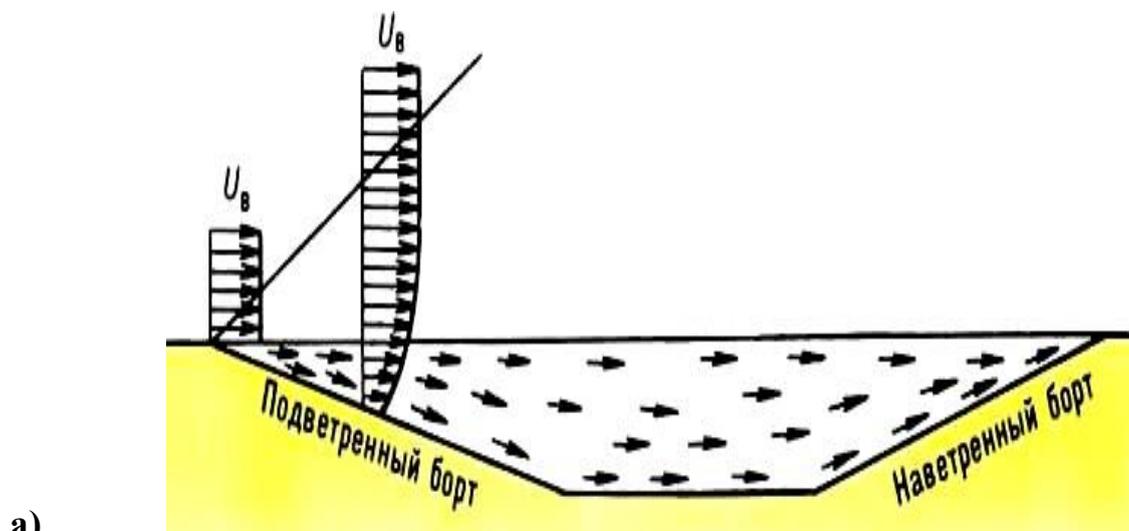
6. Определение ориентировочного количества вентиляторов, которые обеспечат подачу в карьер необходимого для проветривания количества воздуха:

$$n = \frac{Q}{g_0} , \quad (8)$$

где  $n$  – количество вентиляторов, шт.

### **Защита выполненных работ**

После выполнения расчетов искусственного проветривания с выбором средств искусственной вентиляции, проводится собеседование с преподавателем. Положительным результатом собеседования является допуск к зачету по курсу.



б)

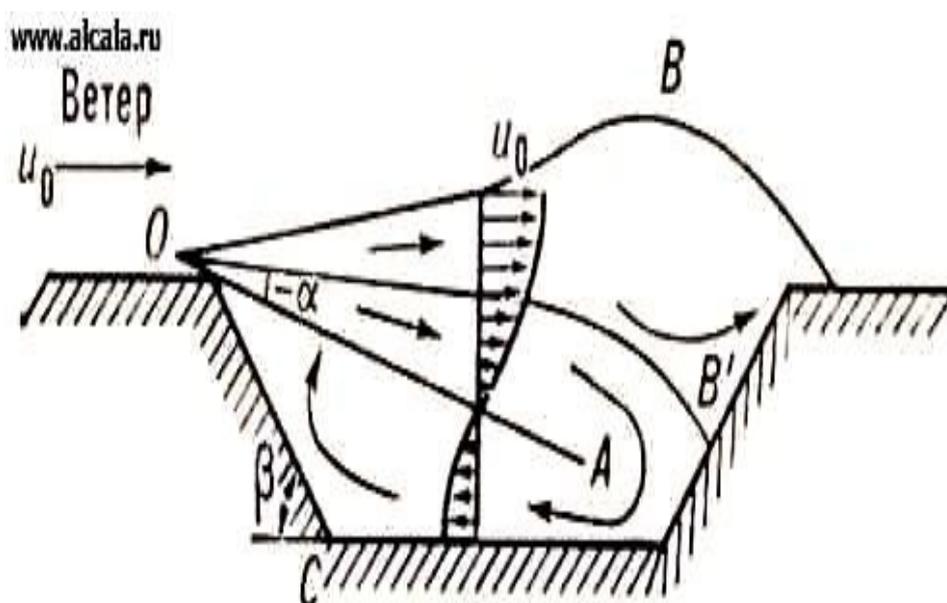


Рисунок 2 – Структура воздушного потока при различных схемах проветривания карьеров: а)- прямоточная; б)- рециркуляционная.

## Список литературы

1. Батугина, И. М. Горное дело и окружающая среда. Геодинамика недр : [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. М. Батугина, А. С. Батугин, И. М. Петухов. - Москва : Горная книга, 2012. - 121 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228926> (дата обращения: 20.10.2021) . - режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

2. Горное дело и окружающая среда : учебник / С. В. Сластунов [и др.]. - М. : Логос, 2001. - 272 с. : ил. - ISBN 5-94010-110-0 : 77.00 р. - Текст : непосредственный.

3. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 682 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - ISBN 978-5-9916-23 35-3 : 610.00 р. - Текст : непосредственный.

4. Ушаков, К. З. Аэрология карьеров : учебник для вузов / под ред. В. В. Ржевского. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : Недра, 1985. - 272 с. - Б. ц. - Текст : непосредственный.

5. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов : учебное пособие : [16+] / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019.– 317 с. : ил., табл., схем. – (Инженерная экология для бакалавриата). – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564889> (дата обращения: 13.11.2021). - Режим доступа: по подписке. – Библиогр.: с. 311 - 313. – ISBN 978-5-9729-0248-4. – Текст : электронный.

6. Мосинец, В. Н. Горные работы и окружающая среда / В. Н. Мосинец, М. В. Грязнов. - М. : Недра, 1978. - 190 с. - 0.45 р. - Текст : непосредственный.