

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**Санкт-Петербургский горный университет**

**Кафедра геоэкологии**

## **ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ**

*Методические указания к практическим занятиям*  
*для студентов специальности 21.05.04*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**  
**2020**

УДК 628.395 (073)

**ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ:** Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *В.С. Кузнецов, И.К. Супрун*. СПб, 2020. 26 с.

Методические указания составлены в соответствии с программой курса «Горнопромышленная экология» и предназначены для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело».

Научный редактор проф. *М.А. Пашкевич*

Рецензент канд. техн. наук *С.Н. Полторыхин* (ООО Единый технический центр)

© Санкт-Петербургский  
горный университет, 2020

## **ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ**

*Методические указания к практическим занятиям  
для студентов специальности 21.05.04*

Сост.: *В.С. Кузнецов, И.К. Супрун*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой  
геоэкологии

Ответственный за выпуск *В.С. Кузнецов*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 16.06.2020. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 1,5. Усл.кр.-отт. 1,5. Уч.-изд.л. 1,3. Тираж 50 экз. Заказ 390.

Санкт-Петербургский горный университет  
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета  
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2

## ВВЕДЕНИЕ

Добыча полезных ископаемых открытым способом является процессом активного воздействия на окружающую среду, сопровождающегося весьма существенными изменениями в земных недрах, наземной поверхности, в окружающем воздушном и водном бассейнах.

Данные методические указания содержат ряд основных схем, используемых для оценки состояния окружающей среды. Для закрепления теоретических навыков приводится комплекс заданий, предназначенных для индивидуальной работы студентов, выполнение которых требует предварительного изучения соответствующего теоретического материала.

Оформление практических работ необходимо осуществлять средствами текстового редактора Microsoft Word. При этом необходимо придерживаться следующих правил в оформлении. Параметры страницы: ориентация книжная; поля: верхнее, нижнее и правое по 2,5 см, левое 3,0 см; колонтитулы: сверху от края до колонтитула верхнего 1,25 см; нижнего 1,6 см; переплет 0 см. Шрифт Times New Roman, 12 кегль, выравнивание по ширине, междустрочный интервал должен быть полуторным. Перенос слов в тексте автоматический. Для формул применять редактор Microsoft Equation.

В пояснительной записке отражаются следующие разделы:

- Цель работы;
- Теоретические основы выполнения работы;
- Исходные данные;
- Основные расчетные формулы;
- Выводы по работе.

## **РАБОТА 1. Расчет валовых выбросов вредных веществ при буровых работах**

Цель работы: определение значений валового и максимального разового выбросов пыли при проведении буровых работ.

Буровые работы оказывают негативное влияние на окружающую среду главным образом за счёт запыления атмосферного воздуха. Незначителен ущерб от загрязнения грунтовых (подземных) вод, что объясняется естественным понижением уровня грунтовых вод при ведении открытых горных работ.

Наибольшую опасность для окружающей среды представляет выделение в атмосферу мелкодисперсной пыли, образующейся в процессе бурения. При бурении скважин станками шарошечного бурения с очисткой сжатым воздухом количество образовавшейся мелкодисперсной пыли достигает сотен килограмм. Для наиболее типичных условий бурения вскрышных пород доля частиц с линейными размерами менее 0,05 мм составляет в среднем 12-15% от общей массы образующихся продуктов разрушения. Без применения пылеподавляющих и пылеулавливающих устройств при бурении скважин Ø 320 мм, при сетке скважин 8x8м; объём запыленного воздушного пространства приходящийся на каждый кубический метр подготовленной к взрыву породы составит  $8000 \div 10000 \text{ м}^3$  (при этом концентрация пыли в воздухе составляет  $50 \text{ мг/м}^3$ ).

Применяемые в настоящее время на буровых станках системы сухого пылеулавливания обладают весьма существенным недостатком: уловленная и аккумулированная в специальных ёмкостях пыль периодически сбрасывается на поверхность блока. В последующем пыль может быть поднята в атмосферу сильным ветром или взрывными работами.

Другой распространенный способ бурения - с помощью режущих долот, применяется для бурения, главным образом, мягких пород и угля. Разрушение здесь протекает при относительно небольших нагрузках и происходит за счёт скалывающих и сминающих воздействий на породу. При этом доля мелкодисперсных частиц в 2,5-3,0 раза меньше, чем при шарошечном способе бурения. Такой способ бурения не приводит к столь значительному выбросу

пыли, как шарошечный, поэтому шнековые станки не оснащают пылеулавливающими устройствами.

**Расчётная часть:** Масса пыли, выделяющейся при бурении скважин, определяется по формуле:

$$m_{\text{пб}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{оп}} \cdot q_i \cdot T_i \cdot K_2 \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \quad (1.1)$$

где:  $Q_{\text{оп}}$  - объёмная производительность  $i$ -го бурового станка по выбуриванию породы из скважины м<sup>3</sup>/ч;  $q_i$  - удельное пылевыведение с 1 метра выбуренной породы  $i$ -м станком, кг/м<sup>3</sup> (табл. 1.1);  $T_i$  - число время работы бурового станка в год ч/год;  $n$  - общее число работающих станков в разрезе;  $K_2$  - коэффициент, учитывающий влажность материала.

Влажность материала, %	До 0,5	0,6-3	3,1-7	7,1-8	8,1-9	9,1-10	>10
Коэффициент $K_2$	2,0	1,4	1,1	0,7	0,3	0,2	0,1

Величина  $Q_{\text{оп}}$  для любого типа буровых станков может быть получена из показателей технической (линейной) производительности по формуле:

$$Q_{\text{оп}} = Q_{\text{тп}} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0.785 \cdot Q_{\text{тп}} \cdot d^2, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.2)$$

где:  $Q_{\text{тп}}$  - техническая производительность станка, м<sup>3</sup>/ч (табл. 1.2);  $d$  - диаметр скважины, м.

Таблица 1.1

**Удельное пылевыведение при работе буровых станков**

Станок	Средства пылеподавления или улавливания пыли	Породы угольных месторождений			
		Известняки, сланцы, конгломераты	Алевролиты, аргиллиты	Алевролиты плотные, колчеданы	Алевролиты плотные, песчанники крепкие, доломиты
		$f=2-4$	$f=4,1-6$	$f=6,1-8$	$f=8,1-12$
СБШ-200	ВВП	0,6	0,9	1,4	2,4
	УСП	0,8	1,3	2,0	3,4
	БСП	20,0	32,0	49,5	84,5
СБШ-250	ВВП	0,5	0,7	1,1	1,9
	УСП	0,6	0,9	1,3	2,4
	БСП	18,0	23,5	35,5	61,0
СБШ-320	ВВП	0,6	0,9	1,4	2,4
	УСП	0,7	1,2	1,8	3,1
	БСП	15,0	29,0	44,5	77,5
Станок	Средства пылеподавления или улавливания пыли	Породы рудных месторождений			
		Сланцы	Безрудные роговики	Магнетитовые роговики	Плотные магнетитовые роговики
		$f=4-6$	$f=6,1-10$	$f=10,1-12$	$f=12-14$
СБШ-200	ВВП	0,9	2,4	3,7	4,2
	УСП	1,3	3,3	5,2	5,9
	БСП	32,3	83,1	129,	147,6
СБШ-250	ВВП	0,8	1,9	3,0	3,5
	УСП	1,0	2,5	3,9	4,4
	БСП	24,1	62,5	96,5	110,4
СБШ-320	ВВП	0,9	2,4	3,7	4,2
	УСП	1,2	3,0	4,7	5,3
	БСП	29,3	75,3	117,1	133,8

Таблица 1.2

**Показатели бурения станками СБШ и СБР в породах различной крепости**

Станок	Коэффициент крепости пород				
	6-8	8-12	12-14	14-16	>16
СБШ-200	9,7/78,9	8,2/75,2	5,1/41,7	-	3,4/26,0
СБШ-250	9,2/73,6	7,5/71,7	5,4/45,0	4,8/39,0	4,2/33,0
СБШ-320	-	-	13,4/82,0	8,1/54,8	5,4/49,2
СБР-160	11,1/96,1	-	-	-	-

Примечание. В числителе – скорость бурения; в знаменателе – производительность станка (м/см)

Сменная производительность бурового оборудования указана для 8-ми часовой рабочей смены.

Для группы однотипных станков, работающих в одинаковых условиях эксплуатации

$$m_{\text{пб}} = Q_{\text{оп}} \cdot q_i \cdot T_i \cdot K_2 \cdot n \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \quad (1.3)$$

где:  $n$  - общее количество однотипных станков.

Максимальный разовый выброс веществ при бурении скважин

$$m_{\text{пб}} = \frac{Q_{\text{оп}} \cdot q_i}{3.6}, \text{ г/с} \quad (1.4)$$

Исходные данные для выполнения работы представлены в приложении 1.

## **РАБОТА 2. Расчет валовых выбросов вредных веществ при взрывных работах**

**Цель работы:** определение значений валового и максимально разового выбросов вредных веществ при взрывных работах.

Массовый взрыв на разрезе (карьере) является мощным периодическим источником выброса в атмосферу большого количества пыли и газов. В настоящее время заряд массового взрыва достигает 800-1200 т, а количество взорванной горной массы за один взрыв достигает 6 млн.т. По данным замеров установлено, что удельное количество пыли изменяется в диапазоне 30-160 г/м<sup>3</sup>, в зависимости от рецептуры ВВ и свойств взрывааемых пород. Установлено также, что с увеличением крепости пород удельное количество

пыли на единицу объёма горной массы возрастает, а так как с ростом глубины разработки увеличивается крепость разрабатываемых пород, то, следовательно, будет расти и запыленность.

Твердые примеси выделяются в атмосферу в виде пылегазового облака. Часть вредных газов (около одной трети) остается во взорванной горной массе и затем выделяется в атмосферу, загрязняя район взорванного блока и прилегающие к нему участки. Выделившаяся пыль, выпадая из пылегазового облака, оседает на уступах, на площадях около разреза (карьера) и в близлежащих поселках, являясь в дальнейшем источником пылевыведения, а также при атмосферных осадках образует так называемые дождевые сточные воды. Растворение взрывчатых веществ, применяемых при взрывных работах на разрезах, приводит к увеличению концентрации  $\text{NO}_x$  в производственных водах.

**Расчётная часть:** Масса вредных газов (оксид углерода, оксиды азота), выбрасываемых с пылегазовым облаком (ПГО):

$$m_{\Gamma_1} = \sum_{i=1}^n q_{\text{уд}_i} \cdot K \cdot A \cdot 10^{-6}, \text{ т} \quad (1.5)$$

где:  $K$  - коэффициент, зависящий от определяемого вредного газа (для  $\text{CO}$ :  $K=1,25$  г/л, для  $\text{NO}$ :  $K=1,4$  г/л);  $q_{\text{уд}_i}$  - удельное содержание вредных газов в ПГО при взрыве 1 кг взрывчатых веществ (ВВ) (табл. 1.3);  $A$  - количество взрывающего ВВ, кг.

Масса вредных газов, оставшихся во взорванной горной массе (ГМ) и постепенно выделяющаяся в атмосферу

$$m_{\Gamma_2} = \sum_{i=1}^n C_{\Gamma_{\text{ГМ}_i}} \cdot Q_{\text{ГМ}} \cdot (K_p - 1) \cdot 10^{-9}, \text{ т} \quad (1.6)$$

где:  $C_{\Gamma_{\text{ГМ}_i}}$  - концентрация вредного газа во взорванной горной массе, мг/м<sup>3</sup>;  $Q_{\text{ГМ}}$  - объём взорванной горной массы, м<sup>3</sup>.

$$C_{\Gamma_{\text{ГМ}_i}} = \frac{q_{\Gamma_{\text{ГМ}_i}} \cdot K \cdot A \cdot 10^3}{Q_{\text{ГМ}} \cdot (K_p - 1)}, \text{ мг/м}^3 \quad (1.7)$$



где:  $q_{ГМ_i}$  - удельное содержание вредных газов в отбитой горной массе (ГМ) в зависимости от крепости пород и рецептуры ВВ, л/кг (табл. 1.3);  $K_p$  - коэффициент разрыхления горной массы (отношение породы в разрыхленном виде к её объему в массиве).

Продолжительность выделения в атмосферу вредных веществ до уровня ПДК оценивается в конкретных условиях эксплуатации.

Расчёт общей массы вредных веществ, выделившихся при взрыве (по условному СО)

$$M_{Г} = m_{Г_{CO}} + m_{Г_{2CO}} + (m_{Г_{1NOX}} + m_{Г_{2NOX}}) \cdot 6,5, \text{ т} \quad (1.8)$$

где 6,5 - переводной коэффициент к СО.

Масса твердых частиц (пыли), выбрасываемых с ПГО

$$m_{п} = q_{п} \cdot K_2 \cdot Q_{ГМ} \cdot 10^{-3}, \text{ т} \quad (1.9)$$

где:  $q_{п}$  - удельное пылевыведение из  $1\text{ м}^3$  горной массы в зависимости от крепости пород и рецептуры ВВ: для эмульсионных ВВ при  $f=5-6$   $q_{п}=0,02$  кг/м<sup>3</sup>; для ВВ, не содержащих воды:

Крепость пород ( $f$ )	2-4	4,6	8-10	12-14
Удельное пылевыведение ( $q_{п}$ , кг/м <sup>3</sup> )	0,03	0,04	0,06-0,08	0,09-0,1

Суммарная масса вредных веществ, выделившихся при одном взрыве

$$M_{\Sigma} = m_{Г_1} + m_{Г_2} + m_{п} \quad (1.10)$$

Для определения массы вредных веществ, выделившихся при взрывах в течение одного года  $M_{\Sigma}$  следует умножить на количество взрывов за этот период.

Таблица 1.3

**Содержание вредных веществ в пылегазовом облаке (ПГО) и взорванной горной массе (ГМ) при различных коэффициентах крепости пород, л/кг**

Взрывчатые вещества	Коэфф. крепости	Вредные вещества			
		ПГО ( $q_{\text{вд}}$ )		ГМ ( $q_{\text{ГМ}}$ )	
		СО	NO <sub>x</sub>	СО	NO <sub>x</sub>
Граммонит 79/21	14-16	11,0	1,8	4,5	0,74
	13-15	9,4	2,4	3,6	0,93
	12-13	8,7	2,4	3,5	1,08
	10-12	7,0	4,8	3,2	2,20
	9-10	6,1	5,0	3,3	2,70
	6-8	5,8	5,7	2,5	2,50
	2-5	5,3	6,9	2,3	2,90
Граммонит 50/50	13-15	23,6	2,0	9,6	0,82
	12-13	21,3	2,3	9,5	1,04
Гранулотол	16-18	52,0	1,5	18,2	0,52
	14-16	47,2	2,1	18,2	0,81
	13-15	41,0	1,8	16,8	0,74
	12-14	36,0	2,2	16,2	0,99
Игданит	8-10	9,0	4,5	3,8	1,3
Гранулит С-6М	5-7	7,6	5,0	2,3	2,2
Гранулит УП	2-4	6,0	6,7	1,8	2,6
Эмульсионные ВВ		3,3	0,8	1,4	0,4

Исходные данные для выполнения работы представлены в приложении 2.

### **РАБОТА 3. Расчет валовых выбросов вредных веществ при погрузочно-разгрузочных работах**

**Цель работы:** определение значений валового и максимально разового выбросов пыли при проведении погрузочно-разгрузочных работ.

Погрузочно-разгрузочные работы в карьере сопровождаются значительным пылевыведением. Максимальное количество пыли выделяется при работе экскаваторов, несколько меньшее - при работе бульдозеров. Концентрация пыли при выемочно-погрузочных работах, также как и при буровзрывных, зависит от крепости и естественной влажности горных пород.

Результаты замеров концентрации пыли в кабине машиниста и в забое на рудных карьерах показали, что часто она одинакова зимой и летом, или выше в период отрицательных температур. Это связано как с отсутствием средств гидрообеспыливания, так и за счёт большей ветровой активности в зимний период. На увеличение запыленности зимой влияет также частое осыпание смерзшихся кусков породы с верхней части забоя.

На интенсивность пылевыведения оказывают влияние объем одновременно разгружаемой породы, высота разгрузки, угол поворота экскаватора. Так, при высоких забоях чаще происходит обрушение верхней части уступа, что приводит к повышению (в 1,5-5 раз) запылённости. Запылённость воздуха изменяется почти в таких же соотношениях, как и изменение объёма одновременно разрушаемой породы.

Одноковшовые экскаваторы являются основным оборудованием на добычных, вскрышных и отвальных работах. С помощью одноковшовых экскаваторов осуществляются: погрузка вскрышных пород и полезного ископаемого в забое, переэкскавация навалов породы, проведение траншей, нарезка новых горизонтов, погрузка угля и породы, укладка пород во внутренние и внешние отвалы и т.д. Все перечисленные процессы сопровождаются значительным выделением пыли.

**Расчетная часть:** Масса пыли, выделяющейся при работе одноковшовых экскаваторов, определяется по формуле

$$m_{\text{э}_1} = q_{\text{уд}} \left( \frac{3,6 \cdot E \cdot K_3}{t_{\text{ц}}} \right) \cdot T_{\text{г}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \quad (1.11)$$

где:  $q_{\text{уд}}$  - удельное пылевыведение из  $1\text{ м}^3$  загружаемого (перегружаемого) материала,  $\text{г/м}^3$  (табл. 1.4);  $E$  - вместимость ковша экскаватора,  $\text{м}^3$ ;  $T_{\text{г}}$  - чистое время работы экскаватора в год, ч.;  $K_3$  - коэффициент экскавации (табл. 1.5);  $t_{\text{ц}}$  - время цикла работы экскаватора, с.

Таблица 1.4

**Удельное пылевыведение экскаваторов при работе в забое и на отвале**

Наименование оборудования	Удельное пылевыведение (г/м <sup>3</sup> ) в зависимости от крепости пород (f)						
	Порода					Уголь	
	2	4-6	7-10	11-13	14-18	1-2	2-4
ЭКГ-5А	2,4	3,4	4,8	7,2	10,9	1,9	2,0
ЭКГ-8И	2,9	4,1	5,8	8,7	13,2	2,7	2,8
ЭКГ-10	3,1	4,4	6,3	9,4	14,3	2,8	2,9
ЭКГ-12,5	3,8	4,4	7,6	9,4	17,3	2,9	3,1
ЭКГ-15	4,2	5,4	8,4	11,4	19,2	3,0	3,2
ЭКГ-20	4,8	5,9	9,6	12,7	21,8	3,2	3,5

Максимальный разовый выброс вредных веществ при погрузочных работах одноковшовым экскаватором:

$$m_{з_1} = \frac{q_{уд} \cdot E \cdot K_3 \cdot K_1 \cdot K_2}{t_{ц}}, \text{ г/с} \quad (1.12)$$

Таблица 1.5

**Коэффициенты разрыхления горной массы и экскавации (по ЕНВ 1989 г.)**

Категория пород по трудности экскавации	Плотность породы в массиве, т/м <sup>3</sup>	Коэффициенты		
		Разрыхления горной массы	Экскавации	
			Прямая лопата	Драглайн
1	1,6	1,15	0,91	0,83
2	1,8	1,25	0,84	0,75
3	2,0	1,35	0,70	0,65
4	2,5	1,50	0,60	0,58

Исходные данные для выполнения работы представлены в приложении 2.

#### **РАБОТА 4. Расчёт валовых выбросов вредных веществ при транспортировании горной массы**

**Цель работы:** определение значений валового и максимально разового выбросов вредных веществ при транспортировании горной массы.

Негативное воздействие на окружающую среду существующих, видов транспорта проявляется в виде отчуждения территорий при сооружении транспортных коммуникаций, загрязнения воды подвижным составом и обслуживающим хозяйством, загрязнения атмосферы пылью в результате сдувания её с поверхности транспортируемого материала. Автомобильный транспорт, помимо этого, загрязняет атмосферу при движении в результате взаимодействия автомобильных, колес с поверхностью дороги. Интенсивность пылеобразования зависит от скорости движения, грузоподъемности автомашин, а также от состояния дороги и материала верхнего её покрытия. Запылённость воздуха в зоне автодороги может достигать десятков и сотен миллиграмм на  $1 \text{ м}^3$ .

При работе автомобильного и железнодорожного (тепловозы) транспорта загрязнение атмосферы карьера происходит также за счёт выброса вредных веществ при сжигании топлива в двигателях внутреннего сгорания. При этом в атмосферу с отработавшими газами поступают аэрозольные и газообразные компоненты. Наиболее опасными из газообразных выбросов дизельных двигателей являются нормируемые вредные вещества: оксиды азота  $\text{NO}_x$  - сумма  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$  в пересчёте на  $\text{NO}_2$ ; оксид углерода (II) -  $\text{CO}$ ; углеводороды  $\text{CH}_x$  - пары несгоревшего топлива и смазочного масла в пересчёте на  $\text{CH}_4$ ; частицы – твёрдый фильтр (углерод)  $\text{C}$  и аэрозоли несгоревшего топлива и смазочного масла. К ненормируемым вредным веществам относятся: оксиды серы  $\text{SO}_x$  - сумма  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$  в пересчёте на  $\text{SO}_2$ .

**Расчётная часть:** Масса годового выброса вредных веществ от сжигания топлива в двигателях автомобилей

$$m_{\text{ат}} = \sum_{i=1}^n m_{\text{ат}_i}, \text{ Т/ГОД} \quad (1.13)$$

где:  $n$  – общее число примесей;  $m_{ат_i}$  - масса  $i$ -го вредного вещества, выделяемого при работе автомобиля.

$$m_{ат_i} = m_{i_k} \cdot n_{год} \cdot N_{ар} \cdot k_t \cdot k_1 \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \quad (1.14)$$

где:  $m_{i_k}$  - масса  $i$ -го вредного вещества выделяемого при работе в различных режимах, кг/сут;  $n_{год}$  - число дней работы предприятия в году;  $k$  – режим работы двигателя;  $N_{ар}$  - число работающих автосамосвалов;  $k_t$  - коэффициент влияния климатических условий: для северных и южных районов  $k_t=1,1-1,25$ , для средней полосы  $k_t=1$ ;  $k_1$  - коэффициент, зависящий от состояния автопарка: для автомобилей со сроком эксплуатации менее 2 лет  $k_1=1$ , при сроке эксплуатации более 2 лет  $k_1=1,2$ .

Масса  $i$ -го вредного вещества определяется по формуле:

$$m_{i_k} = \sum_{i=1}^3 q_{i_k} \cdot t_k, \text{ кг/сут} \quad (1.15)$$

где:  $q_{i_k}$  - удельный выброс  $i$ -го вредного вещества при работе двигателя в  $k$ -м режиме (табл. 1.7);  $t_k$  - время работы двигателя в  $k$ -м режиме в течение рейса (табл. 1.6).

Таблица 1.6

**Процентное распределение времени работы двигателей при различных нагрузочных режимах**

Вид транспорта	Режим работы двигателя, %		
	Холостой ход	50% мощности	Максимальная мощность
Автомобили	37-40	13-15	50-45
Технологические процессы	Ожидание при погрузке, движение на спуске	Движение по горизонтальным участкам трассы в порожнем состоянии	Движение на подъём, движение с грузом

Максимальный разовый выброс  $i$ -го вредного вещества с отработанными газами автомобилей

$$m_{\text{атр}} = \frac{m_{i_k} \cdot N_{\text{ар}}}{24 \cdot 3,6}, \text{ г/с} \quad (1.16)$$

Таблица 1.7

**Удельные выбросы вредных веществ дизельными двигателями автомобилей**

Марка автомобиля	Вредные вещества	Значения удельных выбросов вредных веществ, кг/ч, при различных режимах работы		
		Холостой ход	50% мощности	Максимальная мощность
БелАЗ-7540 (30т)	CO	0,160	0,219	0,519
	NO <sub>x</sub>	0,115	0,963	1,767
	CH	0,044	0,087	0,161
	C	0,005	0,024	0,052
БелАЗ-7548 (42т)	CO	0,190	0,261	0,617
	NO <sub>x</sub>	0,130	1,148	2,105
	CH	0,052	0,104	0,192
	C	0,009	0,034	0,052
БелАЗ-7549 (80т)	CO	0,371	0,488	0,895
	NO <sub>x</sub>	0,254	2,148	3,398
	CH	0,098	0,195	0,358
	C	0,017	0,053	0,116
БелАЗ-7513 (120т)	CO	0,494	1,081	1,108
	NO <sub>x</sub>	0,363	2,660	4,876
	CH	0,121	0,242	0,443
	C	0,023	0,079	0,144
БелАЗ-75215 (180т)	CO	0,874	1,413	1,961
	NO <sub>x</sub>	0,642	4,706	8,605
	CH	0,214	0,427	0,804
	C	0,069	0,139	0,255

Масса годового образования пыли на автодорогах при движении автомобилей

$$m_{\text{п}} = 2 \cdot (q_{\text{ср.в}} K_5 L_{\text{в}} + q_{\text{ср.с}} K_5 L_{\text{с}}) \cdot n_{\text{р}} \cdot (365 - T_{\text{с}}) \cdot N_{\text{ап}} \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \quad (1.17)$$

где:  $K_5$  - коэффициент, учитывающий среднюю скорость автосамосвалов в карьере;  $q_{\text{ср.в}}$ ,  $q_{\text{ср.с}}$  - удельное выделение пыли при прохождении одним автомобилем 1 км соответственно временной и стационарной дороги (табл. 1.8), кг/км;  $L_{\text{в}}$ ,  $L_{\text{с}}$  - длина временных и стационарных дорог, км;  $n_{\text{р}}$  - число рейсов автосамосвала в сутки;  $T_{\text{с}}$  - годовое количество дней с устойчивым снежным покровом;  $N_{\text{ап}}$  - число работающих автосамосвалов.

Средняя скорость движения автосамосвала, км/ч	5	10	20	30
Коэффициент $K_5$	0,6	1,0	2,0	3,5

Масса вредных веществ, сдуваемых с поверхности материала, транспортируемого автотранспортом

$$m_{\text{гм}} = 3,6 \cdot q_{\text{гм}} \cdot S_{\text{а}} \cdot N_{\text{ап}} \cdot n_{\text{р}} \cdot t_{\text{двг}} \cdot K_2 \cdot K_6 \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \quad (1.18)$$

где:  $q_{\text{гм}} = 0,003 \text{ г/м}^2 \cdot \text{с}$  - удельная сдуваемость твёрдых частиц с  $1 \text{ м}^2$  поверхности горной массы;  $S_{\text{а}}$  - площадь поверхности транспортируемого материала в кузове автосамосвала,  $\text{м}^2$ . Она составляет для автомобилей: БелАЗ-7540 -  $14 \text{ м}^2$ ; БелАЗ-7548 -  $17 \text{ м}^2$ ; БелАЗ-7549 -  $31 \text{ м}^2$ ; БелАЗ-7512 -  $42 \text{ м}^2$ ; БелАЗ-75215 -  $52 \text{ м}^2$ ;  $N_{\text{ап}}$  - количество рабочих автосамосвалов;  $n_{\text{р}}$  - число рейсов автосамосвалов в год;  $t_{\text{двг}}$  - средняя длительность движения автосамосвала с грузом за 1 рейс, час;  $K_2$  - коэффициент, учитывающий влажность транспортируемого материала;  $K_6$  - коэффициент, учитывающий скорость обдува материала, которая определяется как геометрическая сумма скорости ветра и обратного вектора скорости движения автосамосвала ( $K_6 = 1-1,8$  при скорости обдува от 2 до 15 м/с).



Таблица 1.8

**Удельное выделение пыли на автодорогах при движении автомобилей, кг/км**

Условия транспортирования		Тип покрытия			
		Щебёночное	Грунто-щебёночное	Грунтовое на отвале	Грунтовое в забое
Угольная пыль	БелАЗ-7540	0,73	0,92	1,30	1,59
	БелАЗ-7548	0,86	1,08	1,53	1,87
	БелАЗ-7549	1,01	1,28	1,80	2,20
	БелАЗ-7512	1,41	1,94	2,66	3,29
	БелАЗ-75215	2,20	2,74	3,85	4,73
Породная пыль	БелАЗ-7540	0,36	0,53	0,71	0,90
	БелАЗ-7548	0,42	0,61	0,85	1,06
	БелАЗ-7549	0,59	0,72	1,01	1,26
	БелАЗ-7512	0,79	0,99	1,38	1,71
	БелАЗ-75215	1,04	1,31	1,84	2,25

Исходные данные для выполнения работы представлены в приложении 3.

### **РАБОТА 5. Расчёт валовых выбросов вредных веществ при отвалообразовании**

**Цель работы:** определение значений валового и максимально разового выбросов пыли при отвалообразовании.

Выброс вредных веществ (пыли) при отвалообразовании вскрышных пород осуществляется независимо от способов отвалообразования, точечными, линейными и плоскостными источниками. Точечные источники - экскаваторы, бульдозера. При их работе выделяется значительное количество пыли, причем при экскаваторном способе отвалообразования запылённость воздуха выше, чем при

бульдозерном. Линейные источники - конвейеры, железнодорожные составы, автодороги.

Общим для всех способов отвалообразования является образование больших незакрепленных поверхностей (плоскостных источников), которые при неблагоприятных условиях приводят к интенсивному преобразованию, зависящему от вида материала, гранулометрического состава, метеорологических условий.

**Расчётная часть:** Масса вредных веществ, образующихся в зоне выгрузки и укладки пород:

$$m_o = m_{в.у.} + m_{с.отс.} \cdot S_{с.отс.} + m_d \cdot S_d, \text{ т/год} \quad (1.19)$$

где:  $m_{в.у.}$  - масса пыли, выделяющейся в зоне выгрузки и укладки пород, т/год;  $m_{с.отс.}$  - масса пыли, сдуваемая с  $1\text{ м}^2$  свежееотсыпанного отвала за год, т/год;  $S_{с.отс.}$  - площадь свежееотсыпанного отвала, равная площади, отсыпаемой за год,  $\text{м}^2$ ;  $m_d$  - масса пыли, сдуваемая с  $1\text{ м}^2$  дефлирующих поверхностей отвала, т/год;  $S_d$  - площадь дефлирующих поверхностей отвала,  $\text{м}^2$ .

При железнодорожном и автомобильном транспорте масса вредных веществ (пыли) на отвале в зоне выгрузки складывается из массы пыли, образующейся в момент выгрузки из вагона или самосвала и образующейся при складировании вскрышных пород:

$$m_{в.у.} = \left( q_{уд.} + \frac{q_{уд.ск.}}{\gamma} \right) \cdot Q \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (1.20)$$

где:  $q_{уд.}$ ,  $q_{уд.ск.}$  - удельное выделение пыли, соответственно выгружаемой из транспортного средства (0,32 г/т) и складываемой в отвал (табл.1.4.);  $Q$  - объём породы, транспортируемой на отвал, т/год.

Максимальный разовый выброс пыли на отвале в зоне выгрузки и складирования пород:

$$m_{в.у.} = \left( q_{уд.} + \frac{q_{уд.ск.}}{\gamma} \right) \cdot Q_{ч} \cdot K_1 \cdot K_2 / 3600, \text{ т/год} \quad (1.21)$$

где:  $Q_{ч}$  - объём породы, подаваемой в отвал за 1 час, т/ч.

Масса пыли, сдуваемой с  $1\text{ м}^2$  свежесыпанного отвала:

$$m_{\text{с.отс.}} = 86,4 \cdot q_0 \cdot (365 - T_c) \cdot K_2 \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (1.22)$$

где:  $q_0$  - удельная сдуваемость пыли с пылящей поверхности отвала (табл.1.9.),  $\text{мг/м}^2\cdot\text{с}$ ;  $T_c$  - годовое количество дней с устойчивым снежным покровом.

Таблица 1.9

Удельная сдуваемость пыли с поверхностей отвала

Приземная скорость ветра, м/с	Удельная сдуваемость пыли, $\text{мг/м}^2\cdot\text{с}$ при высоте отвала, м			
	10	50	100	150
5	3,7	9,3	13,8	17,4
8	14,3	35,8	53,3	67,3
10	26,7	68,2	100,9	127,1

Масса пыли, сдуваемой с  $1\text{ м}^2$  дефлирующих поверхностей отвала:

$$m_d = 86,4 \cdot q_0 \cdot (365 - T_c) \cdot K_2 \cdot K_7 \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (1.23)$$

где:  $K_7$  - коэффициент, учитывающий эффективность сдувания твёрдых частиц с поверхности отвала. (0,2 – в первые три года после прекращения эксплуатации; 0,1 – в последующие годы до полного озеленения отвала).

Исходные данные для выполнения работы представлены в приложении 4.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В методических указаниях представлен комплекс заданий по оценке воздействия промышленных производственных объектов различного направления деятельности на компоненты природной среды, экологического состояния атмосферы, гидросферы, почвы в зоне действия этих производственных объектов.

Дисциплина « Горнопромышленная экология» направлена на формирование и совершенствование навыков применения знаний, полученных на лекциях и практических работах для решения практических задач на производстве.

В результате освоения дисциплины « Горнопромышленная экология» и выполнения представленных в настоящих методических указаниях работ, студент должен:

Знать:

- основные закономерности распространения загрязняющих веществ в окружающей среде;
- представления об оценке воздействия на окружающую среду;
- принципы нормирования состояния окружающей среды;
- основы природопользования.

Уметь:

- выполнять математические расчеты;
- читать простейшие и инженерно-экологические карты, схемы, разрезы.

Владеть:

- навыками работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач;
- теоретическим навыком применения полученных знаний на практике.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### *а) основная литература:*

1. *Калыгин В.Г.* Промышленная экология: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 432 с.

2. *Муртазов А.К.* Экологический мониторинг. Методы и средства: Учебное пособие. Рязань: Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, 2008. 146 с.

3. *Семёнова И.В.* Промышленная экология. Учебное пособие. М.: Академия, 2009. 528 с.

### *б) дополнительная литература:*

5. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

6. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.

7. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.

8. РД 52.04.306-92. Охрана природы. Атмосфера. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха.

12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.

13. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Варианты заданий к работе 1

№ вар.	Тип бурового станка	Диаметр скважины, м ( $K_p=1,05-1,2$ )	Блочность массива	Крепость породы, $f$	Плотность породы, $\text{т/м}^3$	Средства пылеподавления	Месторождение	Число машин, ед.	Влажность материала, %	Скорость ветра, $\text{м/с}$
1	СБШ-200	$0,20 \cdot K_p$	крупн.	8	2,0	ВВП	У	4	3,0	2
2	СБШ-250	$0,25 \cdot K_p$	средн.	10	2,3	УСП	Р	4	5,0	3
3	СБШ-320	$0,32 \cdot K_p$	мелк.	12	2,5	БСП	У	3	6,0	6
4	СБШ-200	$0,20 \cdot K_p$	крупн.	6	1,8	ВВП	Р	2	8,0	10
5	СБШ-250	$0,25 \cdot K_p$	средн.	9	1,9	УСП	У	4	0,5	8
6	СБШ-320	$0,32 \cdot K_p$	мелк.	14	2,1	БСП	Р	5	15,0	5
7	СБШ-200	$0,20 \cdot K_p$	крупн.	8	2,0	ВВП	У	4	3,0	2
8	СБШ-250	$0,25 \cdot K_p$	средн.	10	2,3	УСП	Р	4	5,0	3
9	СБШ-320	$0,32 \cdot K_p$	мелк.	12	2,5	БСП	У	3	6,0	6
10	СБШ-200	$0,20 \cdot K_p$	крупн.	6	1,8	ВВП	Р	2	8,0	6
11	СБШ-250	$0,25 \cdot K_p$	средн.	9	1,9	УСП	У	4	1,0	8
12	СБШ-320	$0,32 \cdot K_p$	мелк.	14	2,1	БСП	Р	5	15,0	5
13	СБШ-200	$0,20 \cdot K_p$	крупн.	8	2,0	ВВП	У	4	5,0	3
14	СБШ-250	$0,25 \cdot K_p$	средн.	10	2,3	УСП	Р	3	6,0	6
15	СБШ-320	$0,32 \cdot K_p$	мелк.	12	2,5	БСП	У	2	8,0	12

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2****Варианты заданий к работам 2, 3**

№ вар.	Количество взрываемого ВВ, кг.	Число взрывов в год, ед.	Коэфф. разрыхления взорванной горной массы, $K_p$	Тип экскаватора	Число работающих машин, ед.
1	80 000	40	1,35	ЭКГ-5А	3
2	120 000	50	1,45	ЭКГ-8И	3
3	100 000	48	1,25	ЭКГ-10	2
4	150 000	60	1,34	ЭКГ-5А	2
5	250 000	45	1,28	ЭКГ-8И	3
6	130 000	40	1,32	ЭКГ-20	2
7	300 000	70	1,48	ЭКГ-10	6
8	400 000	46	1,25	ЭКГ-5А	5
9	140 000	30	1,28	ЭКГ-15	4
10	120 000	45	1,25	ЭКГ-8И	2
11	100 000	40	1,34	ЭКГ-20	6
12	150 000	70	1,28	ЭКГ-10	5
13	250 000	46	1,32	ЭКГ-5А	4
14	130 000	30	1,48	ЭКГ-15	2
15	300 000	40	1,34	ЭКГ-5А	6

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3****Варианты заданий к работе 4**

№ вар.	Марка автосамосвала	Число работающих машин, ед.	Протяженность стационарных дорог, км	Протяженность временных дорог, км	Число рейсов автомобиля в сутки, ед.	Средняя длительность движения груженого автосамосвала за рейс, ч
1	БелАЗ-7548 (42т)	20	3,0	4,0	26	0,21
2	БелАЗ-7549(80т)	24	4,5	3,4	18	0,31
3	БелАЗ-7549(80т)	18	4,3	3,6	18	0,31
4	БелАЗ-7548(42т)	20	2,1	4,2	24	0,23
5	БелАЗ-7549(80т)	25	3,5	5,5	22	0,25
6	БелАЗ-75215(180т)	16	5,5	3,6	16	0,35
7	БелАЗ-7549(80т)	24	2,7	3,8	21	0,26
8	БелАЗ-7548(42т)	40	2,5	3,2	25	0,22
9	БелАЗ-7512(120т)	22	4,3	3,4	12	0,46
10	БелАЗ-7548(42т)	25	2,1	3,6	16	0,35
11	БелАЗ-7549(80т)	16	3,5	4,2	22	0,25
12	БелАЗ-75215(180т)	24	5,5	5,5	16	0,35
13	БелАЗ-7549(80т)	40	2,7	3,6	21	0,26
14	БелАЗ-7548(42т)	22	2,5	3,8	25	0,22
15	БелАЗ-7512(120т)	18	3,0	3,6	12	0,30



**ПРИЛОЖЕНИЕ 4****Варианты заданий к работе 5**

№ вар.	Объем породы, млн.т/год	Площадь свежесотсыпанного отвала, тыс.м <sup>2</sup>	Объем породы, т/ч	Площадь деформирующей поверхности, тыс.м <sup>2</sup>
1	10,0	22	1300	88
2	8,5	18	1100	72
3	14,5	35	1800	140
4	23,0	50	3200	200
5	18,0	43	2450	172
6	13,0	33	1750	132
7	15,4	40	2200	160
8	8,5	16	1150	65
9	8,0	15	1000	60
10	23,0	18	1300	62
11	18,0	25	1700	70
12	13,0	17	1250	65
13	15,4	30	2500	180
14	8,5	26	2300	150
15	10,5	40	3000	200

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Работа 1. Расчет валовых выбросов вредных веществ при буровых работах .....	4
Работа 2. Расчет валовых выбросов вредных веществ при взрывных работах.....	7
Работа 3. Расчет валовых выбросов вредных веществ ..... при погрузочно-разгрузочных работах .....	10
Работа 4. Расчет валовых выбросов вредных веществ при транспортировании горной массы .....	13
Работа 5. Расчет валовых выбросов вредных веществ при отвалообразовании .....	17
Заключение .....	20
Библиографический список.....	21
Приложение 1 .....	22
Приложение 2 .....	23
Приложение 3 .....	24
Приложение 4 .....	25