

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Кафедра безопасности производств

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**  
**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И**  
**КЛАССИФИКАЦИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА**  
**ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКОГО**  
**ФАКТОРА**

*Методические указания  
по выполнению расчетно-графической работы  
студентами специальности 130603*

Санкт-Петербург  
2012

УДК 331.451

**Безопасность жизнедеятельности. Гигиенические критерии и классификация условий труда при воздействии химического фактора:** Методические указания по выполнению расчетно-графической работы / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост. *В.В. Смирнякова*. СПб, 2012. 17 с.

Приведены классификация вредных веществ, методики выполнения гигиенической оценки условий труда при воздействии химического фактора и расчета значений концентрации вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны, рассмотрены методы нормализации условий труда по химическому фактору, приведены индивидуальные варианты расчетного задания, а также требования по выполнению и оформлению расчетно-графической работы.

Методические указания предназначены для студентов специальности *130603 «Оборудование нефтегазопереработки»*.

Табл. 5. Библиогр.: 4 назв.

Научный редактор проф. *Г.И. Коршунов*

© Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2012 г.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время известно около 7 млн. химических веществ, из которых 60 тыс. находят применение в производственной деятельности человека, от 500 до 1000 новых химических веществ ежегодно появляется на международном рынке.

Вредными являются вещества, которые при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности могут вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

На предприятиях, производственная деятельность которых связана с вредными веществами, должны быть разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ, а также выполнены комплексы организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий, направленных на защиту работающих [3, 4].

Нормализация условий труда по химическому фактору на промышленных предприятиях является одной из важнейших проблем современности.

Будущим инженерам для успешного решения вопросов снижения вредного воздействия химических веществ на обслуживающий персонал необходимо знать и целесообразно применять методику гигиенической оценки условий труда по химическому фактору и основные средства нормализации атмосферы рабочих мест.

В методических указаниях предусмотрено выполнение гигиенической оценки условий труда при воздействии химического фактора и выбор мероприятий по нормализации атмосферы на рабочих местах при эксплуатации машин и оборудования

## 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ [3]

По характеру воздействия на организм человека вредные вещества в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» подразделяются на следующие группы:

- общетоксические;
- раздражающие;
- сенсibiliзирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- влияющие на репродуктивную функцию.

Большинство промышленных вредных веществ обладает общетоксическим действием. К их числу относятся ароматические углеводороды и их производные (бензол, толуол, ксилол, нитробензол, анилин) ртуть и фосфорорганические соединения, тетраэтилсвинец, метиловый спирт, оксид углерода и т.д.

Раздражающим действием обладают различные химические вещества. Одни вызывают воспаление верхних дыхательных путей (сероводород, хлор, аммиак), другие — глубоких дыхательных путей, т.е. легочной ткани (оксид азота, ароматические углеводороды). Сильные кислоты и щелочи, многие ангидриды кислот оказывают местное действие на кожу, вызывая ее омертвление. Нефть и продукты ее переработки (бензин, керосин и др.), попадая на кожу обезжиривают и сушат ее, вызывая различные кожные заболевания (экземы, дерматиты).

Сенсибилизирующие вещества вызывают повышенную чувствительность (аллергические реакции) организма человека. При каждом повторном даже кратковременном контакте эффект действия на человека увеличивается, приводя к астматическим явлениям, кожным реакциям, изменениям состава крови. К веществам, вызывающим сенсибилизацию, относятся формальдегид, ароматические нитро-, нитрозо-, аминоксоединения, карбонилы никеля, железа, кобальта, некоторые антибиотики, например, эритромицин и др.

Канцерогенные вещества, попадая в организм человека, вызывают образование, как правило, злокачественных или доброкаче-

ственных опухолей. Канцерогенная опасность зависит от уровней и длительности воздействия конкретных веществ.

В гигиенических нормативах ГН 1.1.029-95 приведен перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека: Перечень подразделяется на 2 раздела.

Вещества, продукты, производственные процессы и факторы с доказанной для человека канцерогенностью.

Вещества, продукты, лекарственные препараты и производственные процессы, вероятно канцерогенные для человека.

В раздел 1 входят асбесты, бензол, бенз(а)пирен, бериллий и его соединения, каменноугольные и нефтяные смолы, минеральные масла неочищенные и неполностью очищенные, сажи бытовые, этилена оксид и др. Производство кокса, переработка каменноугольной, нефтяной и сланцевой смол, газификация угля, производство резины и резинотехнических изделий и др. К бытовым и природным факторам с доказанной канцерогенностью относятся солнечная радиация и табачный дым, поскольку в нем содержится бенз(а)пирен.

В раздел 2 «Перечня» включены вещества и факторы, канцерогенность которых согласно данным МАИР (международного агентства по изучению рака) доказана на животных, а доказательства канцерогенности для человека недостаточны. Это, например, отработавшие газы дизельных двигателей, формальдегид и др.

Мутагенные вещества вызывают изменение генетического кода клеток, наследственной информации. Это может вызвать снижение иммунитета организма, раннее старение, развитие заболеваний. Действие мутагенных веществ может сказаться на потомстве, не всегда первого, а возможно второго и третьего поколений. Мутагенной активностью обладают формальдегид, этилена оксид, радиоактивные и наркотические вещества.

К веществам, влияющим на репродуктивную (детородную) функцию, относят бензол и его производные, сероуглерод, соединения ртути, радиоактивные вещества и др.

Среди веществ, влияющих на репродуктивную функцию, выделяется особая группа веществ, обладающих тератогенным действием. Тератогенные вещества вызывают дефекты развития ребен-

ка в организме матери. К таким веществам относятся, например, талидомид, никотин, наркотики и некоторые вирусы, например вирус гепатита и т.д.

## 2.ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРА

### 2.1. Критерии гигиенической оценки условий труда [2, 3]

1. Степень вредности условий труда при наличии в воздухе рабочей зоны вредных веществ устанавливают при сравнении фактических концентраций с соответствующей ПДК - максимальной ПДК<sub>max</sub> или среднесменной ПДК<sub>сс</sub> (табл. 2.1.). При наличии двух величин ПДК оценка условий труда осуществляется как по максимальным, так и по среднесменной концентрациям. Окончательный класс условий труда устанавливают по более высокой степени вредности (табл. 2.2.).

Таблица 2.1

#### Предельно допустимые концентрации вредных веществ

Вещество	Формула	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Оксид углерода	CO	1,25	IV	20
Азота диоксид	NO	-	III	2,0
Оксид азота (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	NO <sub>2</sub>	2,1	III	5
Сернистый газ	SO <sub>2</sub>	2,9	III	10
Сероводород	H <sub>2</sub> S	1,6	III	10
Аммиак	NH <sub>3</sub>	0,8	IV	20
Акролеин	CH <sub>2</sub> -CH-C- OH	2,5	II	0,2
Формальдегид	CH <sub>2</sub> O	1,7	II	0,5
Ртуть (пары)	Hg	-	I	0,01/0,005
Свинец (пары)	Pb	-	I	0,01
Хлор	Cl	1,46	II	1,0
Хлора диоксид	Cl O <sub>2</sub>	-	I	0,1

В тех случаях, когда указанные вещества имеют два норматива, воздух рабочей зоны оценивают как по среднесменным, так и по максимальным концентрациям. Дополнением для сравнения полученных результатов служат значения строки "Вредные вещества 1-4 классов опасности" табл. 2.2.

Например, кратность превышения фактической среднесменной концентрации вещества, отнесенного к канцерогенам, сравнивают со строкой "Канцерогены", а если для этого вещества дополнительно установлена ПДК<sub>max</sub>, кратность превышения максимальной концентрации сравнивают с величинами, приведенными в первой строке "Вредные вещества 1-4 классов опасности" ( $\leq$  ПДК<sub>max</sub>). Соответственно для веществ, опасных для развития острого отравления, и аллергенов, дополнительно к ПДК<sub>max</sub> имеющих ПДК<sub>сс</sub>, полученные среднесменные концентрации сравнивают с величинами кратности превышения ПДК<sub>сс</sub> той же строки.

При одновременном присутствии в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия с эффектом суммации исходят из расчета суммы отношений фактических концентраций каждого из них к их ПДК. Полученная величина не должна превышать единицу (допустимый предел для комбинации), что соответствует допустимым условиям труда.

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1 \quad (2.1)$$

где  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – фактическая концентрация вредных веществ;

ПДК<sub>1</sub>, ПДК<sub>2</sub>, ... ПДК<sub>n</sub> – предельно допустимая концентрация соответствующих веществ.

Если полученный результат больше единицы, то класс вредности условий труда устанавливают по кратности превышения единицы по той строке табл. 2.1, которая соответствует характеру биологического действия веществ, составляющих комбинацию, либо по первой строке этой же таблицы.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны двух и более вредных веществ разнонаправленного действия класс условий труда для химического фактора устанавливают следующим образом:

- 1 - по веществу, концентрация которого соответствует наиболее высокому классу и степени вредности;
- 2 - присутствие любого числа веществ, уровни которых соответствуют классу 3.1, не увеличивает степень вредности условий труда;

3 - три и более веществ с уровнями класса 3.2 переводят условия труда в следующую степень вредности - 3.3;

4 - два и более вредных веществ с уровнями класса 3.3 переводят условия труда в класс 3.4. Аналогичным образом осуществляется перевод из класса 3.4 в 4 класс - опасные условия труда.

Если одно вещество имеет несколько специфических эффектов (канцероген, аллерген и др.), оценка условий труда проводится по более высокой степени вредности.

2. При работе с веществами, проникающими через кожные покровы и имеющими соответствующий норматив - ПДУ (согласно ГН 2.2.5.563-96 "Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения кожных покровов вредными веществами"), класс условий труда устанавливают в соответствии с табл. 2.2. по строке - "Вредные вещества 1-4 классов опасности".

3. Химические вещества, имеющие в качестве норматива ОБУВ (согласно ГН 2.2.5.1314-03 "Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны"), оценивают согласно табл. 2.2 по строке "Вредные вещества 1-4 классов опасности".



Таблица 2.2  
Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ  
(превышение ПДК, раз)

Вредные вещества			Класс условий труда					
			допусти- мый	вредный				опасный
				2	3.1	3.2	3.3	
Вредные вещества 1-4 классов опасности за исключением перечисленных ниже			$\leq$ ПДК <sub>max</sub>	1,1-3,0	3,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	$>$ 20,0
			$\leq$ ПДК <sub>cc</sub>	1,1-3,0	3,1-10,0	10,1-15,0	$>$ 15,0	-
Особенности действия на организм	вещества опасные для развития острого отравления	с остронаправленным механизмом действия, хлор, аммиак	$\leq$ ПДК <sub>max</sub>	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	6,1-10,0	$>$ 10,0
		раздражающего действия	$\leq$ ПДК <sub>max</sub>	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	10,1-50,0	$>$ 50,0
	канцерогены; вещества, опасные для репродуктивного здоровья человека		$\leq$ ПДК <sub>cc</sub>	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-10,0	$>$ 10,0	-
	аллергены	высоко опасные	$\leq$ ПДК <sub>max</sub>	-	1,1-3,0	3,1-15,0	15,1-20,0	$>$ 20,0
		умеренно опасные	$\leq$ ПДК <sub>max</sub>	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-15,0	15,1-20,0	$>$ 20,0

## 2.2. Методика расчета значений концентрации вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны [2]

### Исходные данные для расчета концентрации вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны:

$v$  – скорость воздуха, м/с;  $S$  – поперечное сечение помещения (выработки) м<sup>2</sup>;  $I_{г}$  – интенсивность выделения вредных химических веществ, м<sup>3</sup>/с. Определяется технологией ведения работ, типом применяемого оборудования и т.п.

Интенсивности газовыделения и содержания в выделяющихся выхлопных газах вредных веществ для некоторых типов горного оборудования приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Интенсивность выделения в атмосферу ядовитых газов при работе оборудования

Оборудование	Марка	Интенсивность газовыделения, м <sup>3</sup> /с	Объемная доля газов, %		
			СО	NO, NO <sub>2</sub>	альдегиды СН-СН-СНО
Станки огневого бурения	СТО-160/20	0,8	1-16,9	0,0045	0,0089-0,132
	СБТМ-20	0,8	0,4-9	0,0014-0,0035	0,0021-0,132
Тепловозы	ТЭ-3	6,5	0,0013-0,006	0,0043-0,018	0,0022-0,012
Автосамосвалы	КаА3-256	0,34	0,33-0,584	0,008-0,069	0,00134-0,042
	БелА3-540	1,25	0,104-0,39	0,0003-0,42	0,0048-0,0164
Тракторы	Т-180	0,33	0,0221-0,136	0,0013-0,62	0,00024-0,046
	ДЭТ-250	0,53	0,036-0,057	0,0004-0,011	0,00024-0,042

В табл. 2.4. приведены данные, характеризующие суммарные выбросы оксидов азота и аэрозолей при электросварке.

Таблица 2.4

Интенсивность выделения в атмосферу аэрозолей и диоксида азота при электросварке

Виды сварочных работ	Марка электрода	Сила тока, А	Аэрозоли		NO <sub>2</sub>	
			интенсивность, кг/с·10 <sup>6</sup>	кол-во на 1 кг электродов г/кг	интенсивность, кг/с·10 <sup>6</sup>	кол-во на 1 кг электродов г/кг
Монтаж кронштейнов под оборудование	MP-3	160	2,94	11,3	1,0	4500
Монтаж металлоконструкций	ОЭС-4	200	10,5	19,2	0,7	1370
Монтаж освещения	MP-4	60	1,8	24,4	1,0	4500

$C_0$  – начальная концентрация вредных химических веществ в воздухе, мг/м<sup>3</sup>.

### 2.3. Последовательность расчета концентрации вредных химических веществ в воздухе [2]

2.3.1. Определяем расход воздуха Q (величину воздухообмена) в помещении (выработке), м<sup>3</sup>/с.

$$Q = v \cdot S \quad (2.1)$$

2.3.2. Рассчитываем конечную концентрацию вредных химических веществ в воздухе,  $C_k$ , мг/м<sup>3</sup>

$$C_k = C_0 + \frac{k_n \rho_{\Gamma} I_{\Gamma}}{Q} \cdot 10^6 \quad (2.2)$$

где  $\rho_{\Gamma}$  – плотность газообразного вещества, кг/м<sup>3</sup>;

$k_n$  – коэффициент неравномерности выделения веществ (для сварочных работ  $k_n = 1,2-1,6$ ; для работы оборудования  $k_n = 1$ ).

### 3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО НОРМАЛИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ТРУДА ПО ХИМИЧЕСКОМУ ФАКТОРУ [2, 3]

Мероприятия сводятся к:

- снижению интенсивности выделения в атмосферу вредных веществ, например, за счет установки на оборудование нейтрализаторов различных типов;
- повышения количества подаваемого воздуха;
- применению СИЗ.

Определение необходимой величины снижения интенсивности выделения в атмосферу вредных веществ ( $\Delta I_r$ ) и вычисление требуемого количества воздуха для обеспечения нормативного значения ПДК вредных веществ осуществляется с помощью формулы

(2.2), которая преобразуется к виду:

$$\Delta I_r = \frac{(C_k - C_{\text{ПДК}})Q}{k_n \rho_k} \cdot 10^{-6} \quad (3.1)$$

$$Q = \frac{k_n \rho_k I_r \cdot 10^6}{(C_{\text{ПДК}} - C_o)} \quad (3.2)$$

### 4. РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ

Задание состоит из 2 задач:

1. Гигиеническая оценка условий труда рабочих при работе оборудования
2. Гигиеническая оценка условий труда рабочих при проведении электросварочных работ.

Исходные данные для проведения расчета сведены в таблицу 4.1.

Начальная концентрация газов в воздухе равна нулю ( $C_o = 0$ ). Необходимо определить концентрации вредных веществ в воздухе, выполнить гигиеническую оценку условий труда рабочих, при необходимости, разработать мероприятия по их нормализации

Таблица 4.1

Индивидуальные варианты исходных данных для гигиенической оценки условий труда при воздействии химического фактора и выбора мероприятий по их нормализации (2 задачи)

Вариант	S, м <sup>2</sup>	v, м/с	I задача Оборудование	II задача Вид сварочных работ
1	75	0,3	Станки огневого бурения СТО-160/20	Монтаж кронштейнов под оборудование
2	80	0,2	Станки огневого бурения СБТМ-20	Монтаж металлоконструк- ций
3	85	0,25	Тепловозы ТЭ-3	Монтаж освещения
4	82	0,3	Автосамосвалы КаАЗ-256	Монтаж кронштейнов под оборудование
5	72	0,24	Станки огневого бурения СТО-160/20	Монтаж металлоконструк- ций
6	83	0,26	Станки огневого бурения СБТМ-20	Монтаж освещения
7	76	0,31	Станки огневого бурения СТО-160/20	Монтаж кронштейнов под оборудование
8	78	0,2	Автосамосвалы БелАЗ-549	Монтаж металлоконструк- ций
9	81	0,3	Тракторы Т-180	Монтаж освещения
10	90	0,31	Тракторы ДЭТ-250	Монтаж кронштейнов под оборудование
11	92	0,3	Станки огневого бурения СТО-160/20	Монтаж металлоконструк- ций
12	84	0,25	Автосамосвалы КаАЗ-256	Монтаж освещения
13	65	0,3	Станки огневого бурения СБТМ-20	Монтаж кронштейнов под оборудование
14	75	0,15	Тепловозы ТЭ-3	Монтаж металлоконструк- ций
15	92	0,18	Тракторы ДЭТ-250	Монтаж освещения
16	66	0,2	Тепловозы ТЭ-3	Монтаж кронштейнов под оборудование
17	80	0,26	Автосамосвалы БелАЗ-549	Монтаж металлоконструк- ций
18	85	0,31	Станки огневого бурения СТО-160/20	Монтаж освещения
19	79	0,24	Тракторы Т-180	Монтаж металлоконструк- ций
20	75	0,25	Станки огневого бурения СБТМ-20	Монтаж освещения

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

1. Титульный лист (с указанием № варианта)
2. Методика расчета концентрации вредных химических веществ в воздухе.
3. Исходные данные для расчета
4. Результаты расчета с примером расчета
5. Выводы по результатам расчета

## 6. ПРИМЕР ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТРУДА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРА И ВЫБОРА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ НОРМАЛИЗАЦИИ [2]

При проходке автодорожного тоннеля сечения  $75 \text{ м}^2$  для транспортировки отбитой горной массы используется автосамосвал БелАЗ 540. Скорость воздуха в проходимой выработке  $0,3 \text{ м/с}$ . Воздух подается к забою с поверхности вентилятором местного проветривания. Начальная концентрация газов в воздухе равна нулю ( $C_0 = 0$ ). Необходимо определить концентрации вредных веществ в воздухе на устье выработки, выполнить гигиеническую оценку условий труда рабочих, осуществляющих проходку, при необходимости, разработать мероприятия по их нормализации.

1. По табл. 2.1. определяем общую интенсивность газовой выделенности при работе автосамосвала БелАЗ 540 и интенсивность выделения оксидов углерода (СО) и азота (NO), которые соответственно равны  $1,25 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $0,0013 \text{ м}^3/\text{с}$  и  $0,00015 \text{ м}^3/\text{с}$ .

2. По формуле (2.1) расход воздуха на сквозном участке выработки составляет

$$Q = 0,3 \cdot 75 = 22,5 \text{ м}^3/\text{с}$$

3. По формуле (2.2) вычислим конечные концентрации в воздухе рабочей зоны СО и NO. При этом коэффициент неравномерности выделения вредных веществ принимаем, равным единице ( $k_n=1$ ), а их плотности  $1,25 \text{ кг/м}^3$  и  $2,1 \text{ кг/м}^3$ .

$$C_{CO} = \frac{1,25 \cdot 0,0013}{22,5} \cdot 10^6 = 72 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{NO} = \frac{2,1 \cdot 0,00015}{22,5} \cdot 10^6 = 14 \text{ мг/м}^3$$

4. В соответствии с данными табл.2.3 оксид углерода (CO) относится к IV классу опасности, а его ПДК равна 20 мг/м<sup>3</sup>. Оксид азота (NO) относится к III классу опасности с ПДК, составляющей 5 мг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, превышение ПДК в воздухе рабочей зоны по оксиду углерода составляет 3,6, а по оксиду азота – 2,8.

5. По табл. 2.4. определяем классы условий труда для рассматриваемых веществ. Для оксида углерода устанавливается класс условий труда 3.2, а для оксида азота – 3.1. Окончательно класс условий труда при наличии в воздухе рабочей зоны различных вредных веществ разнонаправленного действия выбираем по веществу, имеющему наиболее высокий класс, т.е. 3.2.

6. Рассчитаем потребное количество воздуха для снижения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны до ПДК.

Используя формулу (3.2), получим:

$$Q_1 = \frac{1,25 \cdot 0,0013 \cdot 10^6}{20} = 81,2 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_2 = \frac{2,1 \cdot 0,00015 \cdot 10^6}{5} = 63 \text{ м}^3/\text{с}$$

Определим необходимую для нормализации условий труда величину снижения интенсивности выделения в воздух рабочей зоны оксида углерода (CO) и оксида азота (NO). Используем формулу (3.1). Получим:

$$\Delta I_{Г_{CO}} = \frac{(72 - 20)}{1,25} \cdot 22,5 \cdot 10^{-6} = 0,00094 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\Delta I_{Г_{NO}} = \frac{(14 - 5)}{2,1} \cdot 22,5 \cdot 10^{-6} = 0,000096 \text{ м}^3/\text{с}$$

Таким образом, для нормализации условий труда при воздействии рассматриваемого химического фактора необходимо увеличить количество воздуха, подаваемого в выработку, до 81,2 м<sup>3</sup>/с или снизить интенсивность выделения в воздух рабочей зоны оксида углерода (СО) на 0,00094 м<sup>3</sup>/с и оксида азота (NO) на 0,000096 м<sup>3</sup>/с.

## РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гейц И.В.* Охрана труда: учебно-практическое пособие. – М.: Изд-во «Дело и Сервис», 2006, 688 с.
2. *Гендлер С.Г.* Безопасность жизнедеятельности. Гигиеническая оценка условий труда: Учеб. пособие / *С.Г. Гендлер, Е.И. Домпальм, И.А. Павлов, В.Б. Соловьев.* Санкт-Петербургский государственный горный ин-т. СПб, 2009, 173 с.
3. *Глебова Е.В.* Производственная санитария и гигиена труда: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2005, 383 с.
4. *Ушаков К.З. и др.* Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2000, 430 с.



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Классификация вредных веществ.....	4
2. Гигиеническая оценка условий труда при воздействии химического фактора.....	6
2.1. Критерии гигиенической оценки условий труда.....	6
2.2. Методика расчета значений концентрации вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны.....	10
2.3. Последовательность расчета концентрации вредных химических веществ в воздухе.....	11
3. Мероприятия по нормализации условий труда по химическому фактору.....	12
4. Расчетное задание .....	12
5. Содержание отчета по выполнению расчетно-графической работы.....	14
6. Пример осуществления гигиенической оценки труда при воздействии химического фактора и выбора мероприятий по их нормализации.....	14
Рекомендательный библиографический список .....	16