

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 30.09.2023 16:29:54

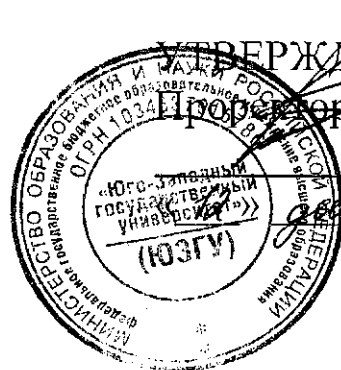
Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г.Локтионова
_____ 2016 г.


ИЗУЧЕНИЕ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ОТ ОДИНОЧНОГО ИСТОЧНИКА ВЫБРОСОВ

Методические указания к проведению практических занятий
по дисциплине «Источники загрязнения среды обитания»
для студентов направления 20.03.01 Техносферная безопасность

Курск 2016

УДК 504.3.054

Составители: А.В.Беседин, О.В.Дудник, В.В.Юшин

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Г.П. Тимофеев*

Изучение и расчет параметров загрязнения атмосферы от одиночного источника [Текст]: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Источники загрязнения среды обитания» для студентов направления 20.03.01 Техносферная безопасность / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В.Беседин, О.В.Дудник, В.В.Юшин. Курск, 2016. 18 с.: ил. 1, табл. 3, прилож. 1. Библиогр.: с.17.

Содержат теоретические сведения по вопросам загрязнения атмосферы, о процессах рассеивания выбросов. Указывается порядок расчета максимального значения концентрации вредного вещества в атмосфере, расстояния, на котором будет достигнуто максимальное значение концентрации от одиночного источника выбросов, а также распределение концентраций по оси факела и в точках, удаленных от оси. Приводятся примеры решения данной задачи и варианты исходных данных для самостоятельной работы студентов.

Предназначены для студентов направления 20.03.01 Техносферная безопасность дневной и заочной форм обучения, изучающих дисциплину «Источники загрязнения среды обитания».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 9 8/16. Уч.-изд. л. 9 7/16. Тираж 30 экз. Заказ 1207 Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель и задачи практического занятия

Цель – закрепление теоретических знаний по курсу «Источники загрязнения среды обитания» и получение практических навыков обработки аналитических данных для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Задачи работы:

1. Проработка теоретического материала для получения информации о загрязнителях атмосферы и об источниках их поступления; о критериях оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха.

2. Изучение и расчет параметров загрязненности атмосферного воздуха различными примесями от одиночного источника выбросов.

2. Основные теоретические сведения

2.1. Нормирование загрязнения атмосферы

Одним из факторов, наиболее негативно влияющих на состояние окружающей природной среды, является загрязнение атмосферного воздуха различными веществами.

Загрязнение атмосферы приводит к следующим последствиям:

- превышение ПДК многих токсичных веществ (CO , NO_2 , SO_2 , C_nH_m , бензопирена, свинца, бензола и др.) в городах и населенных пунктах;
- образование смога при интенсивных выбросах NO_x , C_nH_m ;
- выпадение кислотных дождей при интенсивных выбросах SO_x , NO_x ;
- появление парникового эффекта при повышенном содержании CO_2 , NO_x , O_3 , CH_4 , H_2O и пыли в атмосфере и, как следствие, повышение средней температуры поверхности Земли;
- разрушение озонового слоя при поступлении в него NO_x и соединений хлора, что создает опасность повышенного ультрафиолетового облучения.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяют на четыре класса: 1 – чрезвычайно опасные; 2 – высокоопасные; 3 – умеренноопасные и 4 – малоопасные.

Основной характеристикой опасности вредного вещества является его максимальная разовая (усредненная в 20-минутном интервале) предельно допустимая концентрация (ПДК_{м.р.}), которая не оказывает на человека или на окружающую среду вредное действие. Кроме разовых ПДК_{м.р.} для характеристики опасности используются среднесуточные предельно допустимые концентрации ПДК_{с.с.}. Разовые ПДК_{м.р.} веществ устанавливаются для предупреждения рефлекторных реакций человека (ощущение запаха, световой чувствительности, изменение биоэлектрической активности головного мозга и др.), а среднесуточные для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного влияния веществ на организм человека.

Степень загрязнения атмосферного воздуха устанавливают по кратности превышения предельно допустимые концентрации (ПДК) с учетом класса опасности, суммации биологического действия загрязнений воздуха и частоты превышения ПДК.

Кратность превышения ПДК K рассчитывается по формуле:

$$K = c_{95} / \text{ПДК}, \quad (1)$$

где c_{95} – значение концентрации, измеренное с уровнем достоверности 95 %.

Степень опасности характеризуется наибольшим значением концентрации вредных веществ, рассчитанных для неблагоприятных метеоусловий, в том числе – опасной скорости ветра, при которой создаются наибольшие концентрации.

Метеоусловия, неблагоприятные для рассеивания выбросов, характеризуются температурами воздуха, которые возрастают с увеличением высоты над поверхностью земли (то есть, инверсией).

Допустимость воздействия оценивается путем сравнения максимальных разовых концентраций с соответствующими разовыми предельно допустимыми концентрациями вредных веществ, ПДК:

$$c + c_{\text{ф}} < \text{ПДК}, \quad (2)$$

где c_{ϕ} – фоновая концентрация того же вещества.

Для вредных веществ, обладающих суммацией вредного действия, допустимость воздействия оценивается по сумме безразмерных концентраций:

$$\frac{c_1 + c_{\phi n}}{\text{ПДК}_1} + \frac{c_2 + c_{\phi n}}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{c_n + c_{\phi n}}{\text{ПДК}_n} \quad (3)$$

ПДК некоторых веществ приведены в таблице 1.

Таблица 1. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Загрязняющее вещество	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	
		максимальная разовая	среднесуточная
Пыль нетоксичная	3	0,5	0,15
NO ₂	2	0,2	0,04
SO ₂	3	0,5	0,05
CO	4	5,0	3,0
Бензин	4	5	1,5

Воздействие суммируется для веществ, оказывающих аналогичное биологическое действие, например, разрушение живых тканей кислотами. Аналогичное воздействие производят, например, такие вещества, как:

- диоксиды азота и серы, сероводород;
- сильные минеральные кислоты (серная, соляная, азотная);
- этилен, пропилен, бутилен, анилин;
- озон, диоксид азота, формальдегид.

2.2. Процесс рассеивания выбросов

Уменьшить загрязнение атмосферы можно следующими способами:

- совершенствовать процессы, технологии, оборудование для уменьшения массы выбросов;
- выполнять очистку выбросов;

- снижать концентрации вредных веществ в приземном слое воздуха за счет рассеивания выбросов.

Последний способ наименее эффективен, т.к. вредные вещества в конечном счете неорганизованно попадают в воду, почву и загрязняют их.

Все источники подразделяют на точечные и линейные, затененные и незатененные. Точечными считают трубы, шахты, когда их поля рассеивания не накладываются друг на друга на расстоянии двух высот здания с заветренной стороны.

Линейными считаются источники, имеющие значительную протяженность в направлении, перпендикулярном ветру.

Незатененные, или высокие, источники располагаются в недеформируемом потоке ветра (в 2,5 раза выше высоты здания $H_{зд}$).

Затененные, или низкие, источники расположены в зоне подпора или аэродинамической тени; их высота не превышает $H_{зд}$.

В зависимости от высоты H устья источника над уровнем земной поверхности их подразделяют на следующие классы:

- а) высокие, $H \geq 50$ м;
- б) средней высоты, $H = 10 \dots 50$ м;
- в) низкие, $H = 2 \dots 10$ м;
- г) наземные, $H \leq 2$ м.

На процесс рассеивания вредных выбросов из труб и вентиляционных устройств оказывают влияние: расположение предприятий и источников выбросов (наличие других зданий в зоне рассеивания), характер местности (впадины, возвышения), состояние атмосферы, высота источника и скорость выброса, диаметр устья трубы, физико-химические свойства выбрасываемых веществ (плотность, размер частиц), температура газов и др.

Распространение промышленных выбросов в атмосфере подчиняется законам турбулентной диффузии. Горизонтальное перемещение примесей зависит в основном от скорости ветра, а вертикальное – от температуры и плотности газов, распределения температур по высоте (инверсия $dT_v / dh > 0$, изотермия $dT_v / dh = 0$ и конвекция $dT_v / dh < 0$, где T_v, C – температура воздуха, $h, м$ – высота).

Скорость ветра оказывает неоднозначное влияние на рассеивание вредных веществ. С одной стороны, ее увеличение способствует турбулентному перемешиванию загрязнений с окружающим воздухом и снижению их концентраций. С другой стороны, ветер уменьшает высоту факела над устьем трубы, пригибая его к поверхности земли и способствуя повышению концентраций в приземном слое атмосферы. Скорость ветра, при которой приземные концентрации при прочих равных условиях имеют наибольшие значения, называется опасной скоростью ветра.

Для предотвращения отклонения струи вблизи горловины трубы скорость выбрасываемых газов должна вдвое превышать опасную скорость ветра на уровне горловины трубы.

Характер распределения концентрации вредных веществ в атмосфере под факелом организованного источника показан на рисунке 1.

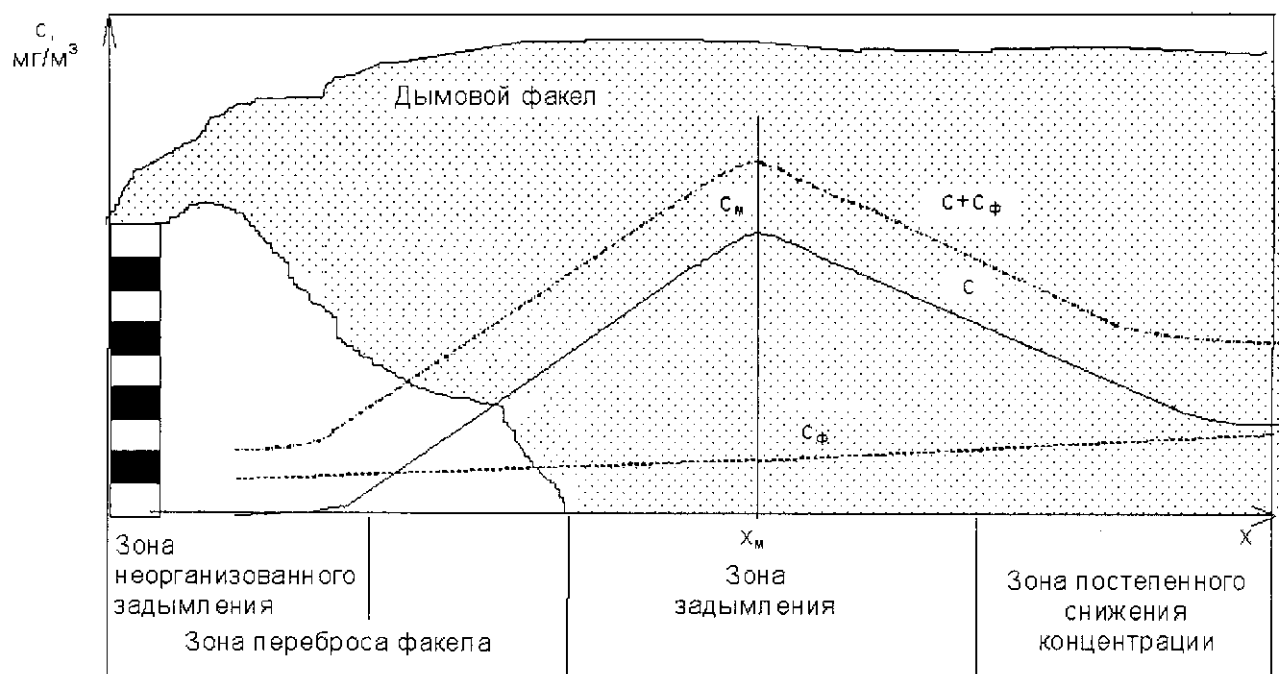


Рисунок 1. Распределение концентрации вредного вещества в атмосфере от организованного источника выбросов при наличии фонового загрязнения

Пространство под факелом по мере удаления от источника выброса можно условно разделить на три зоны:

- зону переброса факела, характеризующуюся сравнительно невысоким содержанием вредных веществ;
- зону задымления с максимальным содержанием вредных веществ, которая распространяется на расстоянии $10...49$ высот трубы (эта зона исключается из селитебной застройки);
- зону постепенного снижения концентрации вредных веществ.

При оценке воздействия на атмосферу в задачах проектирования расчёты проводятся для опасного направления ветра в сторону наибольших фоновых концентраций вредных веществ селитебной территории или на центр города.

Задачи расчета рассеивания можно разделить на две группы:

- прямые, заключающиеся в расчете концентраций веществ в приземном слое атмосферы при различных условиях рассеивания;
- обратные, заключающиеся в определении минимальной высоты источника выбросов или величины предельно допустимых выбросов, при которых максимальная концентрация загрязнений не превысит заданной величины (которая составляет ПДК - $c_{\text{ф}}$, где $c_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация вещества).

Расчет загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника заключается в решении следующих задач (согласно «Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)», утв. Госкомгидрометом СССР 04.08.1986 № 192):

1. Определение максимального значения концентрации вредного вещества $c_{\text{м}}$ и расстояния по оси факела $x_{\text{м}}$, на котором будет наблюдаться значение $c_{\text{м}}$ (см. рисунок 1) при неблагоприятных метеоусловиях.

2. Расчет опасной скорости ветра $u_{\text{м}}$ на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли).

3. Распределение приземных концентраций вредных веществ c при неблагоприятных метеоусловиях и опасной скорости ветра $u_{\text{м}}$ в зависимости от расстояний x и y , где x – расстояние по оси факела, а y – расстояние по перпендикуляру к оси факела.

Дополнительно возможно рассчитать распределение концентраций при произвольных скоростях ветра u , определить скорости ветра, при которых на заданном расстоянии от источника выброса концентрации будут максимальны, а также определить размер зоны рассеивания.

Методика позволяет рассчитывать загрязнение атмосферы выбросами точечного, линейного, площадного источников, с учетом усложняющих расчет факторов: сложного рельефа или застройки местности, наличия группы источников, суммации действия нескольких вредных веществ, фоновых концентраций, а также определять минимально допустимые высоты источников выбросов и величины предельно допустимых выбросов ПДВ, г/с.

2.3 Расчет максимального значения концентрации вредного вещества в атмосфере c_m и расстояния x_m , на котором будет достигнуто значение c_m при неблагоприятных метеоусловиях от одиночного источника выбросов

Расчет заключается в решении следующей задачи: определение максимального значения концентрации вредного вещества c_m и расстояния x_m , на котором будет достигнуто значение c_m (см. рисунок 1) при неблагоприятных метеоусловиях.

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_m на расстоянии x_m от источника с круглым отверстием при неблагоприятных метеоусловиях определяется по формуле:

$$c_m = \frac{A \times M \times F \times m \times n \times \eta}{H^2 \times \sqrt[3]{V_r \times \Delta T}}, \quad (5)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации (расслоения) атмосферы;

M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;

F – коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ;

m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газов из устья источника;

η – коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (при перепаде высот менее 50 м на 1 км длины $\eta = 1$);

H – высота источника выброса над уровнем земли, м (для наземных источников $H = 2$ м);

ΔT – разность температур между температурой выбрасываемых газов T_r и температурой окружающего воздуха T_b , °С, $\Delta T = T_r - T_b$;

V_r – расход газов,

$$V_r = 0,785 \times D^2 \times w_0, \quad (6)$$

где D – диаметр устья источника выбросов, м;

w_0 – средняя скорость выхода газов из устья источника, м/с.

Коэффициент A принимается для неблагоприятных метеоусловий, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна (например, для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Ивановской, Калужской областей $A = 140$; для Европейской территории России и Урала от 50 до 52° с. ш. за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов и Украины $A = 180$ – Курская область).

Величины M , V_r , T_r определяются расчетом в технологической части проекта или по паспорту установки. Для изменяющихся во времени значений M , V_r , T_r принимаются такие их величины (усредненные в 20÷30-минутном), при которых c_m максимально.

Температура воздуха T_b принимается равной средней максимальной температуре наиболее жаркого месяца по СНиП 2.01.01–82 «Строительная климатология и геофизика» (для г. Курска – 25° С) или средней температуре самого холодного месяца для отопительных котельных.

Значение коэффициента F для вредных газообразных веществ принимается равным единице ($F = 1$), а для пыли и золы в зависимости от степени предварительной их очистки μ ($F = 2$ при $\mu > 90$, $F = 2,5$ при $75 < \mu < 90$ и $F = 3$ при $\mu < 75\%$).

Напомним, степень очистки называют отношение в процентах уловленной массы пыли и золы к поступившей.

Значения коэффициентов m и n определяют в зависимости от параметров f , v_M , v и f_e :

$$f = 1000 \times \frac{w_0^2 \times D}{H^2 \times \Delta T}, \quad (7)$$

$$v_M = 0,65 \times \sqrt[3]{\frac{V_\Gamma \times \Delta T}{H}}, \quad (8)$$

$$v = 1,3 \times \frac{w_0 \times D}{H}, \quad (9)$$

$$f_e = 800 \times v^3, \quad (10)$$

Коэффициент m ($m = 0,4 \dots 1,6$) определяется в зависимости от f по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}, \quad \text{при } f < 100; \quad (11)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}, \quad \text{при } f \geq 100.$$

Для $f_e < f < 100$ коэффициент m вычисляется по формуле (10) при $f = f_e$.

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от v_M по формуле:

$$n = 1, \quad \text{при } v_M \geq 2;$$

$$n = 0,532 \times v_M^2 - 2,13 \times v_M + 3,13, \quad \text{при } 0,5 \leq v_M < 2; \quad (12)$$

$$n = 4,4 \times v_M, \quad \text{при } v_M < 0,5.$$

Для $f \geq 100$ (или $\Delta T \approx 0$, холодные выбросы) при расчете c_m вместо формулы (4) используется формула

$$c_m = \frac{A \times M \times F \times m \times n \times \eta}{H^{4/3}} \times K, \quad (13)$$

где

$$K = \frac{D}{8 \times V_\Gamma} = \frac{1}{7,1 \times \sqrt{w_0 \times V_\Gamma}}. \quad (14)$$

Значение n рассчитывается по формулам (11) при $v_M = v$.

В случае предельно малых опасных скоростей ветра при $f < 100$ и $v_M < 0,5$ или $f \geq 100$ и $v < 0,5$ расчет c_m выполняется по другой формуле:

$$c_m = \frac{A \times M \times F \times m \times n \times \eta}{H^{7/3}}, \quad (15)$$

где

$$\begin{aligned} m_n &= 2,86 \times m, & \text{при } f < 100, v_m < 0,5; \\ m_n &= 0,9, & \text{при } f \geq 100, v < 0,5. \end{aligned} \quad (16)$$

Расстояние x_m от источника выбросов, при котором достигается максимальное значение концентрации c_m , определяется по выражению

$$x_m = \frac{5 - F}{4} \times d \times H, \quad (17)$$

где безразмерный коэффициент d находится по формуле

$$\begin{aligned} d &= 2,48 \times (1 + 0,28 \times \sqrt[3]{f_e}), & \text{при } v_m \leq 0,5; \\ d &= 4,95 \times v_m (1 + 0,28 \times \sqrt[3]{f}), & \text{при } 0,5 < v_m \leq 2; \\ d &= 7 \times \sqrt{v_m} (1 + 0,28 \times \sqrt[3]{f}), & \text{при } v_m > 2. \end{aligned} \quad (18)$$

При $f > 100$ или $\Delta T \approx 0$ значение d находится по-другому:

$$\begin{aligned} d &= 5,7, & \text{при } v \leq 0,5; \\ d &= 11,4 \times v, & \text{при } 0,5 < v \leq 2; \\ d &= 16 \times \sqrt{v}, & \text{при } v > 2 \end{aligned} \quad (19)$$

Значение опасной скорости u_m на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение c_m , в случае $f < 100$ определяется по формуле:

$$\begin{aligned} u_m &= 0,5, & \text{при } v_m \leq 0,5; \\ u_m &= v_m, & \text{при } 0,5 < v_m \leq 2; \\ u_m &= v_m \times (1 + 0,12 \sqrt{f}), & \text{при } v_m > 2. \end{aligned} \quad (20)$$

При $f \geq 100$ или $\Delta T \approx 0$ значение u_m находится по другим выражениям:

$$u_m = 0,5, \quad \text{при } v < 0,5; \quad (21)$$

$$u_m = v, \quad \text{при } 0,5 \leq v \leq 2;$$

$$u_m = 2,2, \quad \text{при } v > 2.$$

При опасной скорости ветра u_m приземная концентрация вредных веществ C в атмосфере на различных расстояниях x от источника выброса определяется по формуле

$$C = S_1 \times c_m, \quad (22)$$

где S_1 – безразмерный коэффициент, зависящий от $X = x/x_m$ и коэффициента F , определяется по формуле:

$$S_1 = 3 \times X^4 - 8 \times X^3 + 6 \times X^2, \quad \text{при } X \leq 1;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \times X^2 + 1}, \quad \text{при } 1 < X \leq 8;$$

$$S_1 = \frac{X}{3,58 \times X^2 - 35,2 \times X + 120}, \quad \text{при } F \leq 1,5 \text{ и } X > 8;$$

$$S_1 = \frac{X}{0,1 \times X + 2,47 \times X - 17,8}, \quad \text{при } F > 1,5 \text{ и } X > 8.$$

При низких источниках выброса $H \leq 10$ м при $X < 1$ величина S_1 в (18) заменяется на S_1^H , которая рассчитывается по формуле

$$S_1^H = 0,125 \times (10 - H) + 0,125 \times (H - 2) \times S_1, \quad \text{при } 2 \leq H < 10. \quad (24)$$

Значение приземной концентрации вредных веществ в атмосфере C_y на расстоянии y по перпендикуляру к оси факела выброса определяется по концентрации C

$$C_y = S_2 \times C \quad (25)$$

где S_2 – безразмерный коэффициент, зависящий от скорости ветра u , м/с и отношения x/y , определяется по формуле:

$$S_2 = (1 + 5 \times t_y + 12,8 \times t_y^2 + 17 \times t_y^3 + 45,1 \times t_y^4)^{-2}, \quad (26)$$

где

$$t_y = u \times y^2 / x^2, \quad \text{при } u \leq 5;$$

$$t_y = 5 \times y^2 / x^2, \quad \text{при } u > 5. \quad (27)$$

3.Примеры решения задач

Задача 1: Определить максимальное значение концентрации c_m газа SO_2 и расстояние x_m при неблагоприятных метеоусловиях для следующих исходных данных: $A=240$, $V_r=10,8 \text{ м}^3/\text{с}$, $\Delta T=100 \text{ }^\circ\text{C}$, $M=12 \text{ г/с}$, $H=35 \text{ м}$, $D=1,4 \text{ м}$, $\eta=1$. Наименования параметров приведены выше.

Решение: Средняя скорость выхода газов из устья истечения выбросов определяется из формулы (6):

$$w_0 = 10,8 / (0,785 \times 1,4^2) = 7,02 \text{ м/с}.$$

Коэффициент F для газовых выбросов равен единице:

$$F = 1.$$

Вспомогательные параметры f , v_m , v , f_e находятся по формулам (7)...(10):

$$f=1000 \times 7,02^2 \times 1,4/(35^2 \times 100) = 0,563;$$

$$v_m = 0,65 \times \sqrt[3]{\frac{10,8 \times 100}{35}} = 2,04;$$

$$v = 1,3 \times \frac{7,02 \times 1,4}{35} = 0,365;$$

$$f_e = 800 \times 0,365^3 = 38,8.$$

Коэффициент m рассчитывается по формуле (11) при $f < 100$ и $f < f_e$ ($0,563 < 38,8$):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \times \sqrt{0,563} + 0,34 \times \sqrt[3]{0,563}} = 0,975.$$

Коэффициент n определится по формуле (12) при $f < 100$:

$$n=1, \text{ так как } v_m \geq 2.$$

Максимальная концентрация SO_2 в приземном слое воздуха находится по формуле (5):

$$c_m = \frac{240 \times 12 \times 1 \times 0,975 \times 1 \times 1}{35^2 \times \sqrt[3]{10,8 \times 100}} = 0,223 \text{ мг/м}^3.$$

Безразмерный коэффициент d вычисляется по формуле (18) при $v_m > 2$:

$$d = 7 \times \sqrt{2,04} \times (1 + 0,28 \times \sqrt[3]{0,563}) = 12,3.$$

Расстояние x_m определим по формуле (17):

$$X_m = \frac{5-1}{4} \times 12,3 \times 35 = 430 \text{ м.}$$

Задача 2: Определить распределение приземных концентраций C по оси факела при неблагоприятных метеоусловиях и опасной скорости ветра, если $c_m = 0,223 \text{ мг/м}^3$, $x_m = 430 \text{ м}$, $u_m = 2,2 \text{ м/с}$.

Решение: Расчет концентраций на различных расстояниях x выполняется по формуле (22) с учетом (23) при $F < 1,5$. Результаты расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2. Распределение концентрации вредного вещества (SO_2) под осью факела

Параметр	Значение												
	100	200	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	2000	4300
X	0,23	0,46	0,70	0,93	1,16	1,39	1,86	2,32	2,78	3,25	3,71	4,64	10
S_1	0,232	0,632	0,913	0,999	0,962	0,903	0,780	0,665	0,563	0,476	0,405	0,297	0,081
C	0,052	0,141	0,204	0,223	0,214	0,201	0,174	0,148	0,126	0,106	0,090	0,066	0,018

В качестве примера рассмотрим расчет концентрации для трех точек $x=300$, 1000 и 4300 м , для которых соответственно получим $X=0,7$; $2,32$ и 10 :

$$C = (3 \times 0,7^4 - 8 \times 0,7^3 + 6 \times 0,7^2) \times 0,223 = (0,72 - 2,74 + 2,94) \times 0,223 = 0,204;$$

$$C = 1,13 \times 0,223 / (0,13 \times 2,32^2 + 1) = 0,252 / 1,70 = 0,148;$$

$$C = 10 \times 0,223 / (3,58 \times 100 - 35,2 \times 10 + 120) = 0,018 \text{ мг/м}^3.$$

Задача 3: Как распределяются приземные концентрации C в точках, удаленных от оси факела на расстояниях y при условиях, взятых из предыдущего ответа?

Решение: В связи с тем, что расчет выполняется для опасной скорости ветра, $u = u_m = 2,2 \text{ м/с}$.

Определим значение концентрации SO_2 в точке с координатами [$x=1000 \text{ м}$, $y=100 \text{ м}$] по формулам (27), (26), (25), учитывая, что $u \leq 5$:

$$t_y = 2,2 \times 100^2 / 1000^2 = 0,022;$$

$$s_2 = 1 / (1 + 5 \times 0,022 + 12,8 \times 0,022^2 + 17 \times 0,022^3 + 45,1 \times 0,022^4)^2 = 0,8;$$

$$c_y = 0,8 \times 0,148 = 0,119 \text{ мг/м}^3.$$

Для других координат значения концентраций приведены в таблице 3, используя которую и расчеты с другими x и y , построено поле концентраций SO_2 (рис. 3).

Таблица 3. Поле концентрации SO_2 при опасной скорости ветра и неблагоприятных метеоусловиях ($c_y \cdot 1000$ или c_y в $мкг/м^3$)

У, м	Х, м												
	100	200	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	2000	4300
0	52	141	204	223	214	201	174	148	126	106	90	66	18
50	0	36	110	158	172	173	160	140	121	103	88	65	18
100	0	1	18	56	89	109	123	119	108	95	83	63	18
150	0	0	1	10	30	51	80	90	89	83	74	59	18
200	0	0	0	1	6	17	44	61	68	68	64	53	17
250	0	0	0	0	1	5	20	37	48	53	53	47	17
300	0	0	0	0	0	1	8	20	32	39	42	40	16
350	0	0	0	0	0	0	3	10	19	27	31	34	16
400	0	0	0	0	0	0	1	4	11	18	23	27	15
450	0	0	0	0	0	0	0	2	6	11	16	22	14
500	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	11	17	13

Библиография

1. Горбунов, А.Г. Безопасность жизнедеятельности: в вопросах и ответах, задачах и решениях [Текст] / А.Г.Горбунов, В.И.Дьяков, В.Н.Ларионов, Г.В.Попов и др. – ИГЭУ. – Иваново, 2000. – 408 с.
2. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст]: учеб. для бакалавров / С.В. Белов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2013. – 682 с.
3. Защита атмосферы от промышленных загрязнений [Текст]: В 2 ч. / Под ред. С.Калверта и Г.М.Инглунда.– Пер. с англ.– М.: Металлургия, 1988. Ч.1. – 760 с.; ч.2. – 712 с.
4. ОНД-86 (Общесоюзный нормативный документ) Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных примесей, содержащихся в выбросах предприятий. – Госкомгидромет. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 92 с.
5. Юшин, В.В. Техника и технология защиты воздушной среды [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.В. Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин и др.– М.: Высш. шк., 2005. – 391 с.

Приложение

Варианты исходных данных для решения задач

№ варианта	Газ	A	$V_{г},$ $м^3/с$	$\Delta T,$ $^{\circ}C$	M, г/с	H, м	D, м	η
1	SO ₂	200	10,5	110	11	30	1,2	1
2	NO ₂	250	10,7	100	12	32	1,3	1,5
3	H ₂ S	180	10,4	120	11	34	1,4	1
4	HCHO	160	10,9	110	14	36	1,5	2
5	SO ₂	140	10,4	130	13	38	1,2	1,5
6	NO ₂	200	10,5	140	11	30	1,4	1
7	H ₂ S	180	10,6	100	12	40	1,6	1,2
8	HCHO	160	10,8	110	11	34	1,4	1,5
9	SO ₂	140	10,3	150	16	36	1,8	1
10	NO ₂	200	10,2	130	13	38	1,4	2

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по учебной работе
О.Г.Локтионова
2016 г.

ИЗУЧЕНИЕ И РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЕЩЕСТВ, ПОПАВШИХ В ВОДОЕМЫ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Методические указания к проведению практических занятий
по дисциплине «Источники загрязнения среды обитания»
для студентов направления 20.03.01 Техносферная безопасность

Курск 2016

УДК 504.4.054; 504.4.064

Составители: А.В.Беседин, О.В.Дудник, В.В.Юшин

Рецензент

Доктор медицинских наук, профессор *Л.В.Шульга*

Изучение и расчет концентрации веществ, попавших в водоемы со сточными водами [Текст]: Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Источники загрязнения среды обитания» для студентов направления 20.03.01 Техносферная безопасность / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В.Беседин, О.В.Дудник, В.В.Юшин. Курск, 2016. 16 с.: ил. 1, табл. 1, прилож. 1. Библиогр.: с.15.

Методические указания содержат основные теоретические сведения по вопросам загрязнения объектов гидросферы и нормированию качества воды в водоемах. Приводится порядок и состав расчета концентрации веществ, попавших в водоем со сточными водами, даются примеры решения задач, а также варианты исходных данных для решения задач в рамках самостоятельной работы студентов.

Предназначены для студентов направления 20.03.01 Техносферная безопасность дневной и заочной форм обучения, изучающих дисциплину «Источники загрязнения среды обитания».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 94. Уч.-изд. л. 96 Тираж 30 экз. Заказ 2028 Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель и задачи практического занятия

Цель – закрепление теоретических знаний по курсу «Источники загрязнения среды обитания» и получение практических навыков обработки аналитических данных для оценки уровня загрязнения водоемов.

Задачи работы:

1. Проработка теоретического материала для получения информации о загрязнителях гидросферы, об источниках их поступления, а также о критериях оценки уровня загрязнения водоемов.

2. Изучение и расчет параметров загрязнений гидросферы различными загрязнителями.

2. Основные теоретические сведения

2.1. Источники загрязнения гидросферы и их контроль

Основными источниками загрязнений гидросферы являются:

- сточные воды промышленных предприятий, шахт и т.п.;
- городские сточные воды, содержащие растворимые органические вещества, микроорганизмы, взвешенные частицы и песок;
- канализационные воды животноводческих хозяйств;
- дождевые и талые воды, стекающие в водоемы с поверхности земли и содержащие растворенные химические вещества и взвеси;
- водный транспорт;
- осадки из атмосферы, содержащие атмосферные загрязнения; пр.

Загрязнение водоемов может привести к следующим последствиям:

- изменению физических свойств воды (повышается температура, уменьшается прозрачность, появляются окраска, привкусы, запахи);
- появлению на поверхности плавающих веществ, а на дне образование осадка;

- изменению химического состава воды (увеличение содержания органических и неорганических веществ, появление токсичных веществ, уменьшение содержания кислорода и др.);

- изменению качественного и количественного микробиологического состава, появление патогенных микроорганизмов.

В результате загрязнения водоемы становятся непригодными не только для рыбохозяйственных и культурно-бытовых целей, но для технического водоснабжения.

Для оценки степени опасности загрязнения гидросферы разработаны санитарно-гигиенические критерии для эпидемиологических, химических и других видов загрязнений.

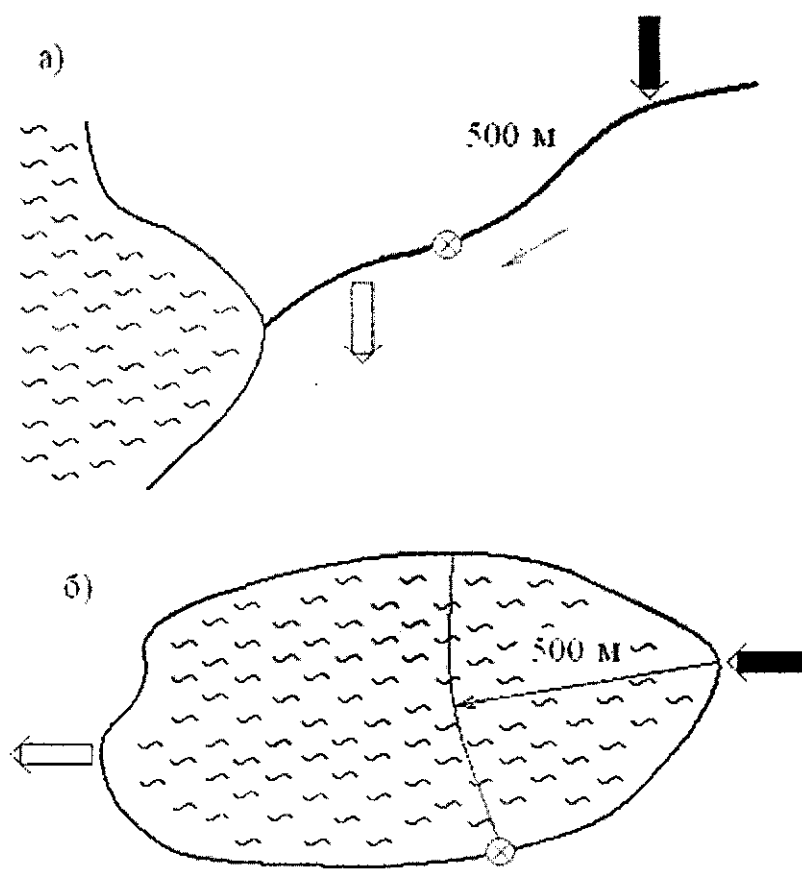
Качество воды рек, озер, водохранилищ нормируется СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

Данные санитарные правила устанавливают гигиенические нормативы состава и свойств воды в водных объектах для двух категорий водопользования.

К первой категории водопользования относится использование водных объектов или их участков в качестве источника питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

Ко второй категории водопользования относится использование водных объектов или их участков для рекреационного водопользования. Требования к качеству воды, установленные для второй категории водопользования, распространяются также на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

Ближайший к месту выпуска сточных вод пункт производственного контроля за сосредоточенным сбросом устанавливается не далее 500 м по течению от места сброса сточных вод на водотоках и в радиусе 500 м от места сброса на акватории – на непроточных водоемах и водохранилищах. При сбросе сточных вод в черте населенных мест указанный пункт контроля должен быть расположен непосредственно у места сброса.





⊗ - пункт производственного контроля,  - сброс сточных вод,  - водозабор

Рисунок 1. Створы водных объектов, в которых вода должна соответствовать нормам: а) проточные водоемы, б) непроточные водоемы или водохранилища.

2.1 Нормирование качества воды в водоемах

Качество воды в водоемах нормируется следующими параметрами воды:

- содержание плавающих примесей и взвешенных веществ;
- окраска;
- запах;
- температура;
- значение водородного показателя рН;
- состав и концентрация минеральных примесей;
- концентрация растворенного в воде кислорода;

- биологическая потребность воды в кислороде (БПК);
- химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость, ХПК);
- состав и ПДК ядовитых и вредных веществ, а также болезнетворных бактерий и жизнеспособных яиц гельминтов;
- суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии.

Поскольку вредные и ядовитые вещества разнообразны по своему действию, их нормируют по принципу лимитирующего показателя вредности (ЛПВ). Это означает, что раствор каждого вещества в воде проходит:

- органолептическую проверку (на цвет, запах, прозрачность, привкусы и т.д.);
- общесанитарную (на концентрацию взвешенных веществ, рН воды, биохимическую потребность в кислороде и т.д.);
- санитарно-токсикологическую (на концентрацию токсичных для человека веществ).

Наиболее неблагоприятное воздействие вещества определяет его ЛПВ. Например, фенолы в водоемах первой категории при $c=0,001$ мг/л не ухудшают общесанитарных показателей и не вызывают отравлений, но из-за неприятного запаха делают воду непригодной для питья. Следовательно, ЛПВ фенола является органолептическим. Для ионов цинка ЛПВ – общесанитарный, а для цианидов – санитарно-токсикологический.

СанПиН 2.1.5.980-00 запрещает сбрасывать в водоемы сточные воды (производственные, хозяйственно-бытовые, поверхностно-ливневые и т.д.), которые:

- могут быть устранены путем организации малоотходных производств, рациональной технологии, максимального использования в системах оборотного и повторного водоснабжения после соответствующей очистки и обеззараживания в промышленности, городском хозяйстве и для орошения в сельском хозяйстве;
- содержат возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной, вирусной и паразитарной природы. Сточные воды, опасные по эпидемиологическому критерию, могут сбрасываться в водные объекты только после соответствующей очистки и

обеззараживания до числа термотолерантных колиформных бактерий КОЕ/100 мл ≤ 100 (КОЕ – колониеобразующая единица), числа общих колиформных бактерий КОЕ/100 мл ≤ 500 и числа колифагов БОЕ/100 мл ≤ 100 (БОЕ - бляшкообразующая единица);

- содержат вещества (или продукты их трансформации), для которых не установлены гигиенические ПДК (предельно допустимая концентрация) или ОДУ (ориентировочный допустимый уровень), а также отсутствуют методы их определения;

- содержат чрезвычайно опасные вещества, для которых нормативы установлены с пометкой «отсутствие».

При наличии нескольких вредных веществ санитарное состояние водоема отвечает нормам, если выполняется соотношение:

$$\sum_i^k \frac{c_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1, \quad (1)$$

где c_i – концентрация i -го вещества в расчетном створе водоема, мг/л;

ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го вещества, мг/л;

k – количество веществ, имеющих одинаковый ЛПВ.

3. Расчет концентрации веществ, попавших в водоем со сточными водами

Снижению концентраций вредных веществ в водоемах до нормативных пределов способствуют:

- уменьшение количества сточных вод, за счет применения замкнутых систем водоснабжения;

- очистка сточных вод перед сбросом их в водоемы;

- обезвреживающая способность водоемов.

Под обезвреживающей способностью водоема понимают уменьшение концентрации вредных веществ, поступивших в водоем со сточными водами, по мере удаления их от места ввода.

Для веществ, которые называют консервативными, концентрация изменяется только вследствие их разбавления. Для

неконсервативных веществ концентрация изменяется вследствие протекания химических, физико-химических и биохимических процессов, которые называют процессами самоочищения. Процессы разбавления и самоочищения характеризуют обезвреживающую способность водоема.

Учет процессов самоочищения при расчете загрязнения водоемов допускается лишь в ограниченных случаях. Концентрацию консервативных веществ в максимально загрязненной части струи после перемешивания определяют по величине кратности разбавления n_p по формуле:

$$c = c_{\phi} + (c_0 - c_{\phi})/n_p, \quad (2)$$

где c_{ϕ} – концентрация загрязняющего вещества до выпуска сточных вод (фоновая),

c_0 – концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, мг/л.

Для водоемов с направленным течением кратность разбавления n_p можно определить по формуле:

$$n_p = 1 + m_c \times V_B / V_{CB}, \quad (3)$$

где V_{CB} – объемный расход сточных вод, м³/с

V_B – объемный расход воды в водоеме, м³/с

m_c – коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды участвует в смешении.

Величину m_c можно рассчитать по методу Фролова-Родзиллера, который основан на решении дифференциального уравнения турбулентной диффузии при следующих допущениях:

- речной поток считается безграничным;
- зона начального разбавления отсутствует (для рек она значительно короче, чем для озер);
- выпуск сточных вод сосредоточенный.

Коэффициент смешения для рек определяется по формуле:

$$m_c = \frac{1 - e^{-k\sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{V_B}{V_{CB}}\right) \times e^{-k\sqrt[3]{L}}}, \quad (4)$$

где $k = \varphi \times \psi \times \sqrt[3]{D_T / V_{CB}}$ – коэффициент, характеризующий гидравлические условия смешения;

ϕ – коэффициент, характеризующий условия сброса (для берегового выпуска $\phi = 1$, для выпуска в сечении русла $\phi = 1,5$);

ψ – коэффициент извилистости русла, $\psi = L / L_{\Pi}$;

L, L_{Π} – расстояния от места выпуска до расчетного створа, м, по фарватеру и по прямой линии;

D_T – коэффициент турбулентной диффузии, определяемый по формуле Караушева:

$$D_T = \frac{g \times H_p \times w_x}{M_{\text{ш}} \times c_{\text{ш}}}, \quad (5)$$

где g – ускорение силы тяжести ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$);

H_p – средняя глубина русла по длине смещения, м;

w_x – средняя по сечению русла скорость течения реки на удалении L от места выпуска сточных вод, м/с;

$c_{\text{ш}} = 40 \dots 44 \text{ м}^{0,5}/\text{с}$ – коэффициент Шези;

$M_{\text{ш}}$ – функция коэффициента Шези, для воды $M_{\text{ш}} = 22,3 \text{ м}^{0,5}/\text{с}$.

Формулы (3) и (4) можно упростить, если подставить (4) в выражение (3), которое после преобразований запишется в виде:

$$n_p = \frac{V_{\text{СВ}} + V_{\text{В}}}{V_{\text{СВ}} + V_{\text{В}} \times e^{-k\sqrt[3]{L}}}. \quad (6)$$

Выражение (6) удобно использовать для решения обратных задач по определению L .

Расстояние до створа практически полного смешения сточных вод ($m_c = 0,9$) можно найти по формуле:

$$L_{\text{ПС}} = \left[\frac{1}{k} \times n \left(\frac{V_{\text{СВ}} + 0,9 \times V_{\text{В}}}{0,1 \times V_{\text{СВ}}} \right) \right]^3. \quad (7)$$

Концентрация консервативных вредных веществ в максимально загрязненной струе для нескольких пунктов сброса сточных вод рассчитывается по формуле:

$$c = c_{\phi} + \sum_{i=1}^k \frac{c_{o,i} - c_{\phi}}{n_{p,i}}, \quad (8)$$

где $c_{o,i}$, $n_{p,i}$ – концентрация сточных вод и кратность их разбавления для i -го стока, удаленного от расчетного створа на расстоянии L_i (по фарватеру).

В озёра сточные воды рекомендуется выпускать:

- а. в мелководную часть или в верхнюю треть слоя воды;
- б. в нижнюю треть слоя воды.

Это связано с тем, что в средней части обычно образуется застойная зона и сточные воды, попавшие в неё, не рассасываются, так как течения в озёрах образуются под действием ветрового напора: верхний слой перемещается по направлению ветра, а нижний слой перетекает в обратном направлении, образуя донное компенсационное течение.

Концентрацию консервативных веществ, попавших в озеро со сточными водами можно рассчитать по методике М.А.Руффеля. Кратность разбавления для определения концентрации c по формуле (3) находится из соотношения:

$$n_p = n_n \times n_n, \quad (9)$$

где n_n – начальное разбавление в месте выпуска;

n_n – основное разбавление, возникающее при перемещении воды к расчётному створу.

Величина n_n рассчитывается по формулам:

$$n_n = \frac{V_{CB} + 0,0118 \times H_\Gamma^2}{V_{CB} + 0,00118 \times H_\Gamma^2} \text{ (случай «а»),} \quad (10)$$

$$n_n = \frac{V_{CB} + 0,0087 \times H_\Gamma^2}{V_{CB} + 0,000435 \times H_\Gamma^2} \text{ (случай «б»),} \quad (11)$$

где H_Γ – средняя глубина прибрежной загрязнённой зоны, м.

Формулы справедливы для скоростей ветра равных 5,5 м/с. При других средних скоростях ветра w_c вторые слагаемые числителей и знаменателей следует умножить на отношение ($w_c/5,5$).

Средняя глубина прибрежной загрязнённой зоны озера определяется глубинами этой зоны. Ширина зоны, в которой усредняются глубины, зависит от средней глубины озера.

Ширина загрязнённой зоны принимается 100, 150, 200 и 250 м для средних глубин озера 3...4, 5...6, 7...8 и 9...10 м соответственно.

Основная кратность разбавления n_{Π} определяется по формулам:

$$n_{\Pi} = 1 + 0,412 \times (0,513 \times l)^{0,627 + 3,06 \times 1 \times 10^{-5}} \quad (\text{случай «а»}), \quad (12)$$

$$n_{\Pi} = 1,85 + 2,32 \times (0,227 \times l)^{0,41 + 1,45 \times 1 \times 10^{-3}} \quad (\text{случай «б»}), \quad (13)$$

$$l = L / H_{\Gamma}^{1,17}, \quad (14)$$

где L – расстояние до расчётного створа.

Формулы (10) и (12) предназначены для расчетов при выпуске сточных вод у берега (случай «а») и позволяют рассчитывать концентрацию загрязнений у береговой полосы при $L \leq 20000$ м.

Формулы (11) и (13) применяются при выпуске сточных вод на расстояние до 500 метров от берега (случай «б») для расчёта концентраций у берега напротив выпуска, т.е. при $L \leq 500$ м. Для больших расстояний эти формулы не применимы.

Если сточные воды содержат несколько вредных веществ, то для расчета загрязнения водоема, определяют концентрацию каждого вещества по формуле (2), т.к. кратность разбавления для всего стока, содержащего консервативные вещества, будет одинаковой.

Примеры решения задач

Задача 1: Определить концентрацию консервативных загрязняющих веществ c на расстоянии $L=1000$, ниже места слива сточных вод, при следующих исходных данных: $c_0=30$; $c_{\phi}=0,1$ мг/м³; $H_p=3$ м; $w_x=0,5$ м/с; $V_B=60$; $V_{CB}=0,3$ м³/с; $\psi=1$ (береговой выпуск), $\phi=1,2$.

Решение: Определим коэффициенты D_T , k и m_c по (5), (4), (3), (2):

$$D_T = 9,81 \times 3 \times 0,5 / (22,3 \times 42) = 0,0157;$$

$$k = 1,2 \times 1 \times \sqrt[3]{0,0157 / 0,3} = 0,449;$$

$$m_c = \frac{1 - \exp(-0,449 \times \sqrt[3]{1000})}{1 + \frac{60}{0,3} \times \exp(-0,449 \times \sqrt[3]{1000})} = 0,304.$$

Кратность разбавления n_p сточных вод и концентрация вредных веществ через 1000 м:

$$n = 1 + 0,304 \times 60 / 0,3 = 61,9;$$

$$c = 0,1 + (30 - 0,1) / 61,9 = 0,583 \text{ мг/л.}$$

Задача 2: Определить расстояние до створа практически полного смешения (исходные данные те же).

Решение: Расстояние $L_{пс}$ найдем по формуле (7):

$$L_{пс} = \left(\frac{1}{0,449} \times \ln \frac{0,3 + 0,9 \times 60}{0,1 \times 0,3} \right)^3 = 4664 \text{ м.}$$

При удалении более чем на 4664 м, концентрация загрязнений практически не будет снижаться.

Задача 3: Определить концентрацию вредного вещества в максимально загрязненной струе расчетного створа при наличии трех пунктов сброса сточных вод, которые находятся выше по течению на расстояниях $L_1=1500$, $L_2=1000$ и $L_3=500$ м. Сточные воды имеют соответственно следующие значения параметров: $V_{св,1}=0,3$; $c_{o,1}=30$; $V_{св,2}=0,3$; $c_{o,2}=20$; $V_{св,3}=0,1$; $c_{o,3}=10$. Остальные исходные данные для реки принять по предыдущим примерам: $V_B=60 \text{ м}^3/\text{с}$; $c_{ф}=0,1 \text{ мг/л}$; $H=3 \text{ м}$; $w_x=0,5 \text{ м/с}$; $\varphi=1,2$; $\psi=1$.

Решение: Коэффициент турбулентной диффузии (формула 5) для всех стоков будет одинаков $D_T=0,0157$. Общий расход воды примем неизменным и рассчитаем коэффициенты k , m_c и n_p , например, для 3-го стока:

$$k_3 = 1,2 \times 1 \times \sqrt[3]{\frac{0,0157}{0,1}} = 0,65;$$

$$m_{c,3} = \frac{1 - \exp(-0,65 \times \sqrt[3]{500})}{1 + \frac{60}{0,1} \times \exp(-0,65 \times \sqrt[3]{500})} = 0,22;$$

$$n_p = 1 + 0,22 \times 60 / 0,1 = 133.$$

Для других пунктов сброса коэффициенты находятся аналогично:

$$k_2 = 0,45; m_{c,2} = 0,304; n_{p,2} = 62;$$

$$k_1 = 0,45; m_{c,1} = 0,457; n_{p,1} = 92,5.$$

Определим концентрацию вещества в расчетном створе по (8):

$$c_0 = 0,1 + \frac{30 - 0,1}{92,5} + \frac{20 - 0,1}{62} + \frac{10 - 0,1}{1,33} =$$

$$= 0,1 + 0,325 + 0,325 + 0,074 = 0,82 \text{ мг / л.}$$

Задача 4: Рассчитать концентрацию консервативного вредного вещества в створе, удалённом от берегового выпуска сточных вод, на расстояние 1000 м при следующих исходных данных: $c_0=30$ мг/л, $V_{CB}=0,3$ м³/с, $H_r=2$ м, $w_c=6$ м/с, $c_\phi=0,1$ мг/л.

Решение: Определим кратность начального n_n и основного разбавления n_p по формулам (10) и (12):

$$n_n = \frac{0,3 + 0,0118 \times 2^2 \times 6 / 5,55}{0,3 + 0,00118 \times 2^2 \times 6 / 5,55} = 1,15;$$

$$l = 1000 / 2^{1,17} = 444,$$

$$n_p = 1 + 0,412 \times (0,153 \times 444)^{0,627 + 3,06 \times 444 \times 10^{-5}} = 7,15.$$

Общую кратность разбавления n_p и концентрацию c найдём по (9) и (2):

$$n_p = 1,15 \times 7,15 = 8,23;$$

$$c = 0,1 + (30 - 0,1) / 8,23 = 3,73 \text{ мг/л.}$$

Необходимо обратить внимание, что при сбросе вод с таким же загрязнением в проточный водоем концентрация в расчетном створе была ниже почти в 6,5 раза.

Задача 5: Определить допустимую концентрацию сточных вод c_0 , содержащих нефть (прочую), если сброс планируется расположить выше створа питьевого водозабора на 2000 м, при следующих исходных данных: $c_\phi=0,2$ мг/л, $V_B=60$, $V_{CB}=0,3$ м³/с, $\psi=1$, $\phi=1,2$, $H_p=3$ м, $w_x=0,5$.

Решение: Концентрацию нефти в сточных водах можно найти из формулы (2), заменив c на ПДК:

$$c_0 < c_{\phi} + (\text{ПДК} - c_{\phi}) \times n_p. \quad (15)$$

Расчёт n_p выполним для расчётного створа при $L=2000-1000=1000$ м (рисунок 1). Примем $n_p=61,9$.

Определим концентрацию c_0 по (15):

$$c_0 < 0,2 + (0,3 - 0,2) \times 61,9 \text{ или } c_0 < 6,39 \text{ мг/л.}$$

Таким образом, сточные воды, для того чтобы загрязнения реки в расчётном створе не превышали предельных, должны быть очищены до $c_0 < 6,39$ мг/л.

Задача 6: Определить наименьшее расстояние (вверх по течению реки) от питьевого водозабора до пункта сброса сточных вод, если $c_{\phi}=0,1$, $c_0=30$ мг/л (остальные данные принять из условий предыдущей задачи).

Решение: Необходимый коэффициент разбавления найдётся из условия (15)

$$n_p > \frac{c_0 - c_{\phi}}{\text{ПДК} - c_{\phi}} \text{ или} \quad (16)$$

$$n_p > \frac{30 - 0,1}{0,3 - 0,1} = 150.$$

Выразим величину L из формулы (6):

$$L = \left[\frac{1}{k} \times \ln \left(\frac{V_B \times n_p}{V_B - V_{CB} \times (n_p - 1)} \right) \right]^3 \quad (17)$$

и, определив

$$D_r = 9,81 \times 3 \times 0,5 / (42 \times 22,3) = 0,0157 \text{ и}$$

$$k = 1,2 \times 1 \times \sqrt[3]{0,0157 / 0,3} = 0,449,$$

рассчитаем L по (17):

$$L = \left[\frac{1}{0,449} \times \ln \left(\frac{60 \times 150}{60 - 0,3 \times (150 - 1)} \right) \right]^3 = 2865 \text{ м.}$$

Поскольку найдено расстояние L от пункта сброса до расчётного створа, искомое расстояние должно быть не меньше $2865+1000=3865$ м (см. рисунок 1).

Список использованных источников

1. Горбунов, А.Г. Безопасность жизнедеятельности: в вопросах и ответах, задачах и решениях [Текст] / А.Г.Горбунов, В.И.Дьяков, В.Н.Ларионов, Г.В.Попов и др. – ИГЭУ. – Иваново, 2000. – 408 с.
2. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст]: учеб. для бакалавров / С.В. Белов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2013. – 682 с.
3. Инженерная защита окружающей среды. Очистка вод. Утилизация отходов [Текст]: монография / ред.: Ю. А. Бирман, Вурдова Н. Г. - М. : АСВ, 2002. – 295 с.
4. Садовникова, Л. К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении [Текст]: учебное пособие / Л. К. Садовникова, Д. С. Орлов, И. Н. Лозановская. - 3-е изд., перераб. – М. : Высшая школа, 2006. – 334 с.
5. Семин, В. А. Основы рационального водопользования и охраны водной среды [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / В. А. Семин. – М. : Высшая школа, 2001. – 319 с.
6. Хотунцев, Ю. Л. Экология и экологическая безопасность [Текст]: учебное пособие / Ю. Л. Хотунцев. – М. : Академия, 2002. – 480 с.

Приложение

Варианты исходных данных для решения задач

Таблица 1 – Исходные данные для решения задач

№ варианта	c_0 , мг/л	c_f , мг/л	H_p , м	w_x , м/с	V_B , м ³ /с	V_{CB} , м ³ /с	ψ	φ	H_Γ , м	w_c , м/с
1	30	0,2	3	0,6	60	0,2	1	1,1	3	5
2	20	0,1	6	0,5	75	0,3	1,5	1,2	4	6
3	10	0,3	4	0,4	70	0,1	1	1,3	3,5	7
4	15	0,2	3	0,35	65	0,25	1	1	5	4
5	5	0,3	3,5	0,5	50	0,23	1	1,2	3	6
6	35	0,4	5	0,45	60	0,31	1,5	1,4	7	4
7	20	0,15	5	0,2	65	0,1	1	1,6	8	5
8	25	0,3	4	0,3	70	0,2	1,5	1,3	3	7
9	15	0,1	3	0,5	80	0,3	1,5	1,2	5	6
10	30	0,25	3,5	0,5	50	0,1	1	1,1	4	5

Таблица 2 – Исходные данные для задачи 3

№ варианта	L_1 , м	L_2 , м	L_3 , м	$V_{CB,1}$, м ³ /с	$V_{CB,2}$, м ³ /с	$V_{CB,3}$, м ³ /с	$c_{0,1}$, мг/л	$c_{0,2}$, мг/л	$c_{0,3}$, мг/л
1	1000	800	1500	0,3	0,35	0,2	30	10	30
2	1500	1000	1250	0,2	0,15	0,25	20	15	20
3	500	1250	800	0,15	0,2	0,3	20	25	10
4	800	1200	500	0,25	0,1	0,35	10	20	15
5	1200	750	1000	0,35	0,1	0,1	15	30	25
6	1250	1500	1500	0,1	0,15	0,3	25	35	35
7	1000	1000	800	0,15	0,3	0,2	35	20	30
8	500	500	750	0,2	0,35	0,15	10	30	40
9	1500	1000	500	0,3	0,3	0,25	20	10	25
10	800	1500	1000	0,3	0,25	0,3	30	15	20

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ

Методические указания к проведению лабораторной работы
занятий по дисциплине «Безопасность технологического
производства» для студентов направления
15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

УДК 504.3.054

Составители: А.В. Беседин, Г.П. Тимофеев, А.В. Иорданова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.Н.Барков*

Определение класса опасности отходов расчетным методом
[Текст]: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Безопасность технологического производства» для студентов направления 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В.Беседин, Г.П.Тимофеев, А.В. Иорданова. Курск, 2018. 14 с.: ил. -, табл. 2 , прилож. 1. Библиогр.: с.9.

Содержат теоретические сведения о видах отходов производства; их составе; действующих нормативных документах по определению класса опасности отходов; методах и критериях определения класса опасности отходов производства. Указывается порядок определения расчетным методом класса опасности отходов. Приводятся примеры решения данной задачи и варианты исходных данных для самостоятельной работы студентов.

Предназначены для студентов направления 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 02.10.2018.. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,81 . Уч.-изд. л. 0,74 Тираж 20 экз. Заказ 2094.

Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель и задачи лабораторной работы

Цель – закрепление теоретических знаний по курсу «Безопасность технологического производства» и получение практических навыков определения класса опасности отходов для окружающей среды расчетным методом.

Задачи работы:

1. Проработка теоретического материала о видах отходов производства; их составе; действующих нормативных документов по определению класса опасности отходов.

2. Изучение методов и критериев определения класса опасности отходов производства.

3. Определение расчетным методом класса опасности отходов.

Материалы для выполнения лабораторной работы получены на основе экспериментальных данных о составе отходов различных производств.

2. Основные теоретические сведения

В соответствии с Санитарными правилами «Определение класса опасности токсичных отходов производства и потребления» СП 2.1.7.1386-03, утвержденными Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 16 июня 2003 г., отходы по степени воздействия на человека и окружающую среду распределяются на четыре класса опасности (токсичности):

- I класс – чрезвычайно опасные;
- II класс – высоко опасные;
- III класс – умеренно опасные;
- IV класс – мало опасные;
- V класс – практически неопасные.

Настоящие правила не распространяются на радиоактивные, взрыво- и пожароопасные отходы, а также отходы, способные вызвать инфекционные заболевания (пищевые отходы, отходы лечебно профилактических учреждений, осадки хозяйственно-бытовых сточных вод и т.п.).

Класс опасности отходов определяется на основании Приказа Минприроды России: от 04.12.2014 г. № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду». Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды разработаны в соответствии со ст. 14 Федерального закона «Об отходах производства и потребления» (от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ).

Класс опасности вида отходов определяется их химическим и (или) компонентным составом по степени возможного вредного воздействия на окружающую среду при непосредственном и опосредованном воздействии опасного отхода на нее и устанавливается:

- на основании сведений, содержащихся в федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО) и банке данных об отходах (БДО), формируемых Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) согласно Порядку ведения государственного кадастра отходов, утвержденному приказом Минприроды России от 30.09.2011 № 792;

- при отсутствии вида отходов, класс опасности которого требует подтверждения, в ФККО и БДО, на основании Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду, утверждаемых Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

Критериями отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду являются:

- степень опасности отхода для окружающей среды;
- кратность разведения водной вытяжки из отхода, при которой вредное воздействие на гидробионты отсутствует.

Отнесение отходов к классу опасности может осуществляться расчетным и экспериментальными методами.

Расчетный метод применяется, если известен качественный и количественный состав отхода и в литературных источниках имеются необходимые сведения для определения показателей опасности компонентов отхода. В противном случае определение класса опасности проводится экспериментально. Отнесение отхода

к IV классу опасности (мало опасные) может быть сделано только на основании результатов экспериментального метода.

Отнесение отходов к классу опасности для окружающей среды расчетным методом осуществляется на основании вычисления степени опасности отхода для окружающей среды K .

Значения степени опасности отхода K по классам опасности отхода приведены в таблице 1.

Таблица 1. Значения степени опасности отхода для окружающей среды (K) по классам опасности отхода

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для окружающей среды (K)
I	$10^6 \geq K > 10^4$
II	$10^4 \geq K > 10^3$
III	$10^3 \geq K > 10^2$
IV	$10^2 \geq K > 10$
V	$K \leq 10$

Степень опасности отхода K определяется по сумме степеней опасности веществ, составляющих отход (далее – компоненты отхода), для окружающей среды K_i :

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_m, \quad (1)$$

где K_1, K_2, \dots, K_m – показатели степени опасности отдельных компонентов отхода для окружающей среды;

m – количество компонентов отхода.

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки (на основании сведений, содержащихся в технологических регламентах, технических условиях, стандартах, проектной документации), либо по результатам количественных химических анализов.

Степень опасности компонента отхода для окружающей среды K_i рассчитывается как отношение концентрации компонента отхода C_i к коэффициенту его степени опасности для окружающей среды W_i :

$$K_i = \frac{C_i}{W_i}, \quad (2)$$

где C_i – концентрация i -го компонента в отходе, мг/кг;

W_i – коэффициент степени опасности i -го компонента отхода для окружающей среды, мг/кг.

Коэффициентом степени опасности компонента отхода для окружающей среды W_i является показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже значения которого он не оказывает негативного воздействия на окружающую среду.

Данный коэффициент рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\lg W_i = 4 - \frac{4}{Z_i} \quad \text{для } 1 < Z_i < 2, \quad (3)$$

$$\lg W_i = Z_i \quad \text{для } 2 \leq Z_i \leq 4, \quad (4)$$

$$\lg W_i = 2 + \frac{4}{6 - Z_i} \quad \text{для } 4 < Z_i < 5, \quad (5)$$

где Z_i – унифицированный относительный параметр опасности компонента для окружающей среды, определяется по формуле:

$$Z_i = 4 \times \frac{X_i}{3} - \frac{1}{3}, \quad (6)$$

где X_i – относительный коэффициент опасности отхода для окружающей среды, определяется по формуле:

$$X_i = \frac{(\sum_{j=1}^n B_j) + B_{inf}}{n + 1}, \quad (6)$$

где B_j – значение балла, соответствующее каждому оцененному первичному показателю опасности компонента отхода;

n – количество оцененных первичных показателей опасности компонента отхода;

B_{inf} – значение балла, соответствующее показателю информационного обеспечения системы первичных показателей опасности компонента отхода.

Значения баллов B_{inf} , соответствующие показателю информационного обеспечения, системы первичных показателей опасности компонента отхода, рассчитываются делением числа

установленных показателей n на 12 (количество наиболее значимых показателей опасности компонентов отхода для окружающей природной среды). Баллы V_{inf} присваиваются в зависимости от диапазона изменения показателя информационного обеспечения (см. таблицу 2).

Таблица 2. Значения баллов V_{inf} в зависимости от диапазона изменения показателя информационного обеспечения

Диапазоны изменения показателя информационного обеспечения ($n / 12$)	Балл (V_{inf})
< 5 ($n < 6$)	1
0,5-0,7 ($n = 6-8$)	2
0,71-0,9 ($n = 9-10$)	3
$> 0,9$ ($n \geq 11$)	4

Экспериментальный метод используется в следующих случаях:

- для подтверждения отнесения отходов к 5 классу опасности, установленного расчетным методом;
- при отнесении к классу опасности отходов, у которых невозможно определить их качественный и количественный состав;
- при уточнении по желанию и за счет заинтересованной стороны класса опасности отходов, полученного в соответствии с расчетным методом.

Экспериментальный метод основан на биотестировании водной вытяжки отходов. В случае присутствия в составе отхода органических или биогенных веществ, проводится тест на устойчивость к биодegradации для решения вопроса о возможности отнесения отхода к классу меньшей опасности. Устойчивостью отхода к биодegradации является способность отхода или отдельных его компонентов подвергаться разложению под воздействием микроорганизмов.

Экспериментальная оценка степени опасности отхода базируется на принципиальных положениях методологии гигиенического нормирования химических загрязнений среды обитания человека (почва, вода, воздух и др.), а также включает

методы, допущенные для целей государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Экспериментальный метод позволяет определить класс опасности отхода как единого целого с учетом комбинированного, комплексного действия его компонентов и продуктов их трансформации на здоровье человека и среду его обитания. Обязательным этапом оценки опасности отхода являются исследования по идентификации его химического состава. Экспериментальная оценка опасности отхода проводится поэтапно по сокращенной или расширенной схеме.

3. Порядок выполнения работы

При выполнении работы необходимо решить задачу по определению класса опасности отходов для конкретного промышленного производства. Исходные данные для решения задач представлены в Приложении А.

После выполнения лабораторной работы представляется отчет, который должен включать следующие разделы:

1. Основные виды промышленных отходов.
2. Методы определения класса опасности отходов.
3. Результаты расчетного метода отнесения отходов к классу опасности для окружающей среды.

Заключение и выводы.

После проверки отчета преподавателем студенту необходимо защитить выполненную работу.

Контрольные вопросы

1. Что такое отходы?
2. Какие существуют различия между отходами производства и потребления?
3. На основе какой информации определяются нормативы образования отходов?
4. Что понимается под деятельностью, связанной с обращением с отходами?
5. Как классифицируют отходы по степени их опасности?

6. Какие методы применяют для отнесения отхода к определенному классу опасности?
7. Какие показатели применяются для отнесения отходов к определенному классу опасности?
8. Как определяется показатель степени опасности отхода?
9. Что понимается под коэффициентом степени опасности компонента отхода для окружающей среды и как определяется данная величина?
10. Порядок проведения экспериментального определения класса опасности отходов.

Библиография

1. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст]: учеб. для бакалавров / С.В. Белов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2013. – 682 с.
2. Утилизация отходов производства и потребления [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. М. Попов [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Юго-Западный государственный университет.– Курск: ЮЗГУ, 2012.– 172 с.
3. Природопользование [Текст]: учебник для студентов вузов / ред. Э. А. Арустамов.– 4-е изд., перераб. и доп.– М.: Дашков и К, 2002. – 275 с.
4. Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду (Утв. приказом Минприроды России от 04.12.2014 № 536) [Текст]. – М., 2015.
5. Об утверждении Порядка отнесения отходов I - IV классов опасности к конкретному классу опасности (Утв. приказом Минприроды России от 05.12.2014 № 541) [Текст]. – М., 2015.
6. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления. Санитарные правила. – СП 2.1.7.1386-03 [Текст]. – М., 2003.
7. Порядок разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (утв. приказом

Минприроды России от 25 февраля 2010 г. № 50, с изм. и доп. от 25.07.2014 г.) [Текст]. – М., 2014.

8. Об утверждении федерального классификационного каталога отходов (утв. приказом Росприроднадзора от 18.07.2014 № 445, ред. от 03.06.2016) [Текст]. – М., 2016.

Приложение А

Варианты исходных данных для решения задач

Вариант 1. По приведенным данным определите класс опасности отходов аккумуляторов свинцовых отработанных неразобранных, со слитым электролитом.

Таблица А.1 – Код отхода: 9211010213013. Название отхода: Аккумуляторы свинцовые отработанные неразобранные, со слитым электролитом

№	Название компонента	C_i , мг/кг	W_i , мг/кг
1	Свинца оксид	778600	803,086
2	Полипропилен	175000	8576,959
3	Полиэтилен	46400	10000
	ИТОГО:	1000000	

Вариант 2. По приведенным данным определите класс опасности отходов аккумуляторов свинцовых отработанных неразобранных, со слитым электролитом.

Таблица А.2 – Код отхода: 9211010213013. Название отхода: Аккумуляторы свинцовые отработанные неразобранные, со слитым электролитом

№	Название компонента	C_i , мг/кг	W_i , мг/кг
1	Свинца оксид	911500	803,086
2	Полипропилен	64800	2154,435
3	Полиэтилен	16700	25118,864
	ИТОГО:	993000	

Вариант 3. По приведенным данным в таблице определите класс опасности отходов ртутных ламп ЛБ-20.

Таблица А.3 – Химический состав ртутных ламп ЛБ-20

№	Название компонента	C_i , мг/кг	W_i , мг/кг
1	Медь	3017	358,9
2	Ртуть	570	10
3	Алюминий	29000	1668,101
4	Вольфрам	164	4641,589
5	Платина	86	4641,589
6	Люминофор	16400	4641,589
7	Гетинакс	3086	599,484
8	Стекло	914000	100000
9	Латунь	6570	1000000
	ИТОГО:	972893	

Вариант 4. По приведенным данным в таблице определите класс опасности отходов ртутных ламп ЛБ-40

Таблица А.4 – Химический состав ртутных ламп ЛБ-40

№	Название компонента	C_i , мг/кг	W_i , мг/кг
1	Медь	1320	803,086
2	Ртуть	250	17,013
3	Алюминий	15970	1668,101
4	Вольфрам	100	4641,589
5	Платина	40	4641,589
6	Люминофор	18500	4641,589
7	Латунь	2880	25118,864
8	Сталь	310	2154,435
	Гетинакс	1350	1359,356
9	Стекло	941000	1000000
	ИТОГО:	981720	

Вариант 5. По приведенным данным в таблице определите класс опасности лома меди несортированного

Таблица А.5 – Химический состав лома меди несортированного

№	Название компонента	C _i , мг/кг	W _i , мг/кг
1	Медь	995000	1185,971
	ИТОГО:	995000	

Вариант 6. По приведенным данным в таблице определите класс опасности аккумуляторных батарей щелочных со слитым электролитом

Таблица А.6 – Химический состав аккумуляторных батарей щелочных со слитым электролитом

№	Название компонента	C _i , мг/кг	W _i , мг/кг
1	Железо	823500	29935,773
2	Никель	54000	17,013
3	Резина	60000	25118,864
4	Полимеры	8500	1000000
5	Кобальт	54000	215,443
	ИТОГО:	1000000	

Вариант 7. По приведенным данным в таблице определите класс опасности аккумуляторных батарей щелочных со слитым электролитом

Таблица А.7 – Химический состав аккумуляторных батарей щелочных со слитым электролитом

№	Название компонента	C _i , мг/кг	W _i , мг/кг
1	Никель	80310	215,443
2	Натрия гидроксид	256400	7196,857
3	Пластмасса	6320	10000
4	Железо	612350	1000
5	Резина	44620	2154,435
	ИТОГО:	1000000	

Вариант 8. По приведенным данным в таблице определите класс опасности аккумуляторов свинцовых отработанных с неслитым электролитом

Таблица А.8 – Химический состав аккумуляторов свинцовых отработанных с неслитым электролитом

№	Название компонента	C_i , мг/кг	W_i , мг/кг
1	Свинец	670000	334,048
2	Полипропилен	47000	599,484
3	Полиэтилен	12000	18632,463
4	Кислота серная	270000	2154,435
	ИТОГО:	999000	

Вариант 9. По приведенным данным в таблице определите класс опасности шлака сварочного

Таблица А.9 – Химический состав шлака сварочного

№	Название компонента	C_i , мг/кг	W_i , мг/кг
1	Марганца окись (двуокись)	46000	1185,971
2	Железо металлическое, оксид железа	79000	29935,773
3	Титан, титана окислы	22000	6812,921
4	Кремния диоксид	433000	25118,864
5	Кальция оксид	420000	35111,917
	ИТОГО:	1000000	

Вариант 10. По приведенным данным в таблице определите класс опасности отходов, содержащих латунь (в том числе пыль латуни)

Таблица А.10 – Химический состав отходов, содержащих латунь

№	Название компонента	C_i , мг/кг	W_i , мг/кг
1	Медь	610000	1000
2	Свинец	8000	334.048
3	ИТОГО:	618000	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЕМЫХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания к проведению лабораторных работ
по дисциплине «Безопасность технологического производства»
для студентов направления 15.04.05 Конструкторско-
технологическое обеспечение машиностроительных производств

УДК 699.81

Составители: А.В.Беседин, В.И. Томаков, А.В. Иорданова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Г.П.Тимофеев*

Расчет количества вредных веществ, выделяемых при реализации технологических процессов [Текст]: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Безопасность технологического производства» для студентов направления 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В.Беседин, В.И. Томаков, А.В. Иорданова. Курск, 2018. 24 с.: ил. -, табл. 12 , прилож. 3. Библиогр.: с.17.

Методические указания содержат основные теоретические сведения по вопросам определения количества вредных веществ, поступающих в атмосферный воздух от различных источников их выделения при реализации некоторых технологических процессов. Указывается порядок расчета количества вредных веществ в зависимости от применяемого оборудования, выполняемых технологических операций, сырья и соответствующих условий.

Предназначены для студентов направления 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 02.10.2018. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,26 Тираж 30 экз. Заказ 2092. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1 Цель лабораторной работы

Цель – рассчитать количество вредных веществ, поступающих в атмосферный воздух от различных источников их выделения при выполнении некоторых технологических процессов.

2 Основные теоретические сведения

2.1 Расчет выбросов вредных веществ при механической обработке материалов

При механической обработке материалов источниками образования и выделения вредных веществ являются металлорежущие станки, штамповочно-прессовое оборудование и другое основное и вспомогательное оборудование участков механической обработки.

При механической обработке в воздух выделяются вредные вещества в виде пыли, аэрозолей, туманов масел, других смазочно-охлаждающих жидкостей, а также газообразных компонентов.

Максимально разовые предельно-допустимые концентрации (ПДК_{МР}) для металлической пыли с абразивными частицами, а также для абразивной пыли составляет 0,3 мг/м³, для пыли чугуна – 0,5 мг/м³ соответственно.

Масса пыли, поступающей в атмосферный воздух при механической обработке хрупких материалов M (г\с), определяется по следующей формуле:

$$M = \frac{q_0 \times N_0 \times k_3 \times (1 - \eta)}{3600}, \quad (1)$$

где q_0 – удельное выделение пыли на единицу оборудования, г/ч (см. таблицы 1 и 2);

N_0 – число одновременно работающих станков, шт;

k_3 – коэффициент эффективности местного отсоса (принимается равным 0,9);

η – коэффициент эффективности пылеулавливающего устройства (определяется по справочным данным или расчетом с учетом типа устройства и характеристики пыли; принимается равным 0,7).

Таблица 1 – Удельные показатели выделения пыли при обработке материалов на металлорежущих станках

Тип станка	Удельное выделение пыли, г/ч
Обработка чугуна	
Токарный	20-40
Фрезерный	15-25
Сверлильный	3-5
Расточный	6-10
Шлифовальный	120-310
Обработка цветных металлов	
Токарный	8-10
Фрезерный	6-8
Сверлильный	12-16
Расточный	2,0 – 2,8
Шлифовальный	120-310
Обработка текстолита	
Токарный	50-80
Фрезерный	100-120
Зубофрезерный	20-40
Обработка карболита	
Токарный, расточный	40-80
Фрезерный	180-220
Сверлильный	36-50

Таблица 2 – Удельные показатели выделения пыли при абразивной обработке

Диаметр абразивного круга, мм	Удельное выделение пыли, г/ч
1	2
Круглошлифовальный	
150	117
300	155
600	235
750	270
900	310
Плоскошлифовальный	
175	130

1	2
250	150
350	181
450	212
500	225
Заточной	
100	30-40
150	40-62
200	62-85
300	110-135
400	160-182
Бесцентрово-шлифовальный	
10-30	44-47
395-500	58-80
480-600	78-100
Зубошлифовальный	
75	42
120	44
160	47-48
Внутришлифовальный	
5-20	25-30
16-50	26-45
17-80	28-58

Масса вредных примесей, поступающих в атмосферный воздух M (г/с) при обработке с охлаждением, определяется по формулам 2 и 3:

- аэрозоль масла:

$$M = \frac{q_m \times P_o \times (1 - \eta_T)}{3600}; \quad (2)$$

- аэрозоль эмульсола:

$$M = \frac{10^3 \times q_э \times P_o \times (1 - \eta_T)}{3600}, \quad (3)$$

где q_m и $q_э$ – удельные выделения соответственно аэрозоля масла в

г/ч и аэрозоля эмульсола в мг/ч на 1 кВт мощности станка;

P_0 – установленная мощность (суммарная номинальная электрическая мощность) станка, кВт;

η_t – коэффициент эффективности устройства для очистки воздуха от тумана масел и туманоуловителя (принимается равным 0,7).

Количество загрязнителей атмосферного воздуха в виде аэрозолей масла, эмульсола и паров воды (при охлаждении соответственно маслом, эмульсией, содовым раствором) при обработке материалов с охлаждением рассчитывается по данным таблицы 3.

Таблица 3 – Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при обработке материалов с охлаждением

Оборудование	Установленная мощность, кВт	Аэрозоль масла, г/ч	Аэрозоль эмульсола, мг/ч	Пары воды, кг/ч
1	2	3	4	5
Токарные станки малых и средних размеров	0,65-14	0,1-2,8	4-88	0,1-2,1
Токарные станки крупных размеров	10-200	2-40	63-1260	1,5-30
Вертикально-сверлильные станки	1-10	0,2-2	60-63	0,2-1,5
Радиально-сверлильные станки	1,7-14	0,3-2,8	11-88	0,3-2,1
Продольно-фрезерные станки	7-40	1,4-8	40-252	1,1-6
Строгальные станки	40-180	8-36	252-1134	6-27

1	2	3	4	5
Зубофрезерные станки	0,6-20	0,1-4	4-126	0,1-3
Зуборезные и зубодолбежные станки	0,6-7	0,1-1,4	4-40	0,1-1,1
Фрезерные станки	2,8-14	0,6-2,8	17-88	0,4-2,1
Внутришлифовальные станки	2-4,5	60-135	330-742	0,3-0,7
Круглошлифовальные станки	0,7-10	21-300	115-1650	0,1-1,5
Плоскошлифовальные станки	1,7-28	51-840	280-4620	0,3-4,2
Бесцентровошлифовальные станки	4,5-20	135-600	742-3300	0,7-3
Зубошлифовальные станки	3,1-10	93-300	511-1650	0,5-1,5
Резьбо- и шлицешлифовальные станки	2,8-4,2	84-126	462-693	0,4-0,6

Масса вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу M_{Γ} (т/год), определяется по следующей формуле:

$$M_{\Gamma} = 3,6 \times 10^{-3} \times M \times T, \quad (4)$$

где T – суммарное время выброса, ч/год;

M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с.

Исходные данные для расчета приведены в приложении А.

2.2 Расчет выбросов вредных веществ при выполнении окрасочных работ

При выполнении окраски изделий методом окунания масса паров органических растворителей, поступающих в атмосферный воздух от ванны $M_{ок}$ (г/с) определяется по следующей формуле:

$$M = \frac{q_{ор} \times m \times S}{3600}, \quad (5)$$

где $q_{ор}$ – удельное количество паров органических растворителей, г/(м²ч), выделяющееся с 1 м² поверхности зеркала ванны окунания (приведены в таблице 4);

S – площадь зеркала испарения ванны, м²;

m – коэффициент пересчета (см. таблицу 5).

Масса паров органических растворителей, поступающих в атмосферный воздух от лотков стока и сушильных устройств рассчитывается по формулам 6 и 7:

$$M = \frac{q_{л} \times S_u}{3600}, \quad (6)$$

$$M = \frac{q_{с} \times S_u}{3600}, \quad (7)$$

где $q_{л}$, $q_{с}$ – удельные выделения паров органических растворителей, соответственно на лотке и сушильном устройстве, г/м² (приведены в таблице 4);

S_u – скорость технологической операции, м²/ч.

При окраске способом пневматического распыления, нанесения лакокрасочных материалов кистью, шпателем масса паров органических растворителей, поступающих в атмосферный воздух от рабочих постов, определяется по формулам 8 и 9:

$$M = \frac{q_{н} \times S_u}{3600}, \quad (8)$$

$$M = \frac{q_c \times S_u}{3600}, \quad (9)$$

где q_n , q_c – удельные выделения паров органических растворителей, соответственно при нанесении лакокрасочного покрытия и сушке, г/м² (приведены в таблицах 5, 6, 7).

Таблица 4 – Количество паров растворителей, выделяющихся в атмосферу при окунании и сушке изделий

Лакокрасочные материалы (ЛКМ)	Летучие компоненты ЛКМ	Количество паров растворителей, выделяющихся от ванны окунания г/(м ² ч)	Количество паров растворителей, выделяющихся с поверхности изделия, г/м ²	
			лоток	сушка
Глифталевые	Ксилол	130	3,4	10,1
	Сольвент	70	3,2	9,5
	Уайт-спирит	70	3,8	11,5
Полиуретановые	Бутил-ацетат	60	5,8	17,4
	Ксилол	270	21,5	64,5
Перхлорвиниловые	Ацетон	1900	11,5	34,5
	Бутилацетат	40	9,8	29,4
Эпоксидные	Ацетон	1300	4,9	14,7
	Бутил-ацетат	40	6,2	18,3
	Ксилол	50	7,2	21,7
	Этанол	110	1,6	4,8
	Бутанол	10	1,9	5,7
	Этил-ацетат	30	3,7	11,1
	Толуол	100	6,1	18,4
Ацетон	1300	4,9	14,7	

Таблица 5 – Значения коэффициента пересчета m

S, м ²	m	S, м ²	m	S, м ²	m
0,05	2,886	0,3	1,853	0,7	1,272
0,1	2,56	0,4	1,6	0,75	1,178
0,15	2,346	0,5	1,453	0,8	1,133
0,2	2,173	0,55	1,386	0,85	1,093
0,25	2,0	0,6	1,333	0,95	1,034

Таблица 5 – Количество паров органических растворителей, выделяющихся в атмосферу при нанесении ЛКМ на 1 м² поверхности кистью, г

Лакокрасочные материалы	Летучие компоненты, содержащиеся в ЛКМ при рабочей вязкости	Рабочее место окраски	Сушильное устройство до полного высыхания
1	2	3	4
Глифталевые, пентафталевые, фенольные	Ксилол	1,7	15,5
	Сольвент	1,6	14,6
	Уайт-спирит	2,0	17,8
Алкидно-акриловые	Ацетон	4,4	39,8
	n-бутилацетат	4,4	39,8
	Ксилол	6,3	56,6
Сополимервинилхлоридные	Ацетон	3,0	26,8
	n-бутилацетат	1,4	12,3
	Этанол	0,7	6,4
	Толуол	6,8	60,8
	Циклогексанол	2,7	24,0
Эпоксидные	Ацетон	1,5	13,2
	n-бутилацетат	1,8	16,6
	Ксилол	2,2	19,4
	Этанол	0,5	4,3
	Бутанол	0,6	5,1
	Толуол	1,8	16,5
	Этилацетат	1,1	1,0

1	2	3	4
Кремнийорганические	Ацетон	1,4	12,9
	n-бутилацетат	2,0	18,3
	Ксилол	1,8	16,7
	Толуол	5,4	48,3
	Этанол	0,8	7,4
	Бутанол	0,8	7,5
	Этилацетат	2,4	21,7
Поливинилацетатные	Ксилол	1,1	5,7
	Этанол	4,6	41,0
	Бутанол	1,8	15,9
	Этилцеллозольв	1,2	11,2

Таблица 6 – Количество паров органических растворителей, выделяющихся в атмосферу при нанесении ЛКМ на 1 м² поверхности шпателем, г

Лакокрасочные материалы	Летучие компоненты, содержащиеся в ЛКМ при рабочей вязкости	Рабочее место окраски	Сушильное устройство до полного высыхания
1	2	3	4
Шпатлевки эпоксидные	Ацетон	0,5	4,2
	n-бутилацетат	0,3	2,8
	Ксилол	0,2	2,0
	Этанол	0,2	2,2
	Толуол	0,7	6,3
Шпатлевки нитроцеллюлозные	Ацетон	0,2	1,6
	n-бутилацетат	1,1	9,6
	Этанол	0,6	5,3
	Бутанол	0,6	5,3
	Толуол	2,9	26,5
	Этилацетат	0,5	4,8
Шпатлевки перхлорвиниловые	Ацетон	3,7	33,0
	n-бутилацетат	3,7	33,0
	Ксилол	4,9	43,9

1	2	3	4
Шпатлевки пентафталевые	Сольвент	2,1	19,0
	Уайт-спирит	2,1	19,0

Таблица 7 – Количество паров органических растворителей, выделяющихся в атмосферу от источников выделения при нанесении ЛКМ на 1 м² поверхности методом пневматического распыления, г

Лакокрасочные материалы	Летучие компоненты, содержащиеся в ЛКМ при рабочей вязкости	Окрасочная камера	Сушильное устройство
1	2	3	4
Глифталевые, пентафталевые, фенольные	Ксилол	8,9	6,0
	Сольвент	6,7	8,2
	Уайт-спирит	5,3	12,2
Перхлорвиниловые	Ацетон	32,2	0,0
	n-бутилацетат	7,5	24,2
	Ксилол	6,8	19,2
	Толуол	33,3	57,3
Эпоксидные	Ацетон	13,4	0,0
	Бутилацетат	4,3	14,8
	Ксилол	5,8	17,1
	Этанол	3,0	1,8
	Бутанол	1,1	4,6
	Толуол	6,6	12,6
	Этилацетат	7,3	3,4
Этилцеллозольв	1,3	7,1	
Полиакриловые	Ацетон	7,1	0,0
	n-бутилацетат	24,2	47,1
	Ксилол	28,8	48,2
	Сольвент	4,8	14,0
	Этанол	19,0	0,0
	Толуол	33,6	24,5

1	2	3	4
Нитроцеллюлозные	Ацетон	11,1	0,0
	n-бутилацетат	13,0	32,6
	Бутанол	20,6	8,3
	Этанол	7,5	24,0
	Толуол	46,4	67,4
	Этилацетат	16,6	4,3
	Этилцеллозольв	3,1	12,1
Полиуретановые	n-бутилацетат	7,1	10,5
	Ксилол	30,3	36,7
Масляно-стирольные	Ксилол	27,3	20,7
	Сольвент	10,8	14,1
	Бутанол	5,7	6,7
	Уайт-спирит	11,7	28,6
Поливинилацетатные	Ксилол	3,5	9,7
	Этанол	24,3	30,7
	Бутанол	4,1	16,1
	Этилцеллозольв	12,6	0,0

В соответствии с выданным заданием (см. приложение В) рассчитайте массу вредных веществ (мощность выброса), выбрасываемых в атмосферный воздух в единицу времени (г/с) и за год (т/год). Расчеты выполните по каждому вредному веществу применительно к указанному виду работ и оборудованию.

2.3 Расчет выбросов вредных веществ при обработке древесины

Количество пылевидных отходов при механической обработке древесины зависит от вида станка и коэффициента использования машинного времени.

Масса древесной пыли (размером менее 200 мкм), поступающей в атмосферный воздух при механической обработке древесины на станках M (г/с), определяется по следующей формуле:

$$M = \frac{10^3 \times q_{от} \times k_{и} \times k_{э} \times (1 - \eta)}{3600}, \quad (9)$$

где $q_{от}$ – среднечасовое количество отходов, кг/ч;

$k_{и}$ – коэффициент содержания пылевидных отходов (частицы пыли размером менее 200 мкм), в долях;

$k_{э}$ – коэффициент эффективности работы местного отсоса (принимается по справочным данным или определяется экспериментально в зависимости от сечения отсоса, объема отсасываемого воздуха и места расположения отсоса по отношению к месту выделения вредности, принимается равным 0,9).

Характеристика дисперсного состава пыли при механической обработке древесины приведена с таблице 8.

Таблица 8 – Количество пылевидных отходов при механической обработке древесины

Станки	Коэффициент использования машинного времени	Минимальный объем отсасываемого воздуха, тыс. м ³	Среднее количество отходов $q_{от}$, кг/ч	Среднее содержание пыли с размером частиц менее 200 мкм $k_{и}$, %
1	2	3	4	5
Круглопилильные:			Пыль, опилки	
Ц6-2	-	0,84	29,7	36
ЦТЭФ	-	2,52	46,3	34
ЦКБ-4, ЦМЭ-2	0,5-0,6	0,86	44	36
Универсальный круглопилильный Ц6	0,7	-	28	30
Универсальный круглопилильный УП	0,7	-	21	30

1	2	3	4	5
Строгальные:			Стружка, пыль	
Фуговальные с ручной подачей				
СФ-3	0,7	-	33	25
СФ-6	0,6	-	73	25
Фуговальные с механической подачей:				
СФ-4	0,9	-	97	25
СФ-6	0,9	-	190	25
СФА-4	0,9	-	97	25
Фрезерные:			Стружка, пыль	
ФЛ, ФЛА, ФСШ-1	-	0,9	24	20
Ф-4, Ф-6	0,7	1,35	26,1	20
Ф-5	0,7	1,5	26,1	20
Шипорезные:				
Шипорезные фрезы	-	1,51	73	16
ШО-10 (пила)	-	0,72	4,6	16
Проушечные фрезы	-	0,83	24	16
ШО-6 (пила)	-	0,72	3,7	16
Ленточнопиль- ные:			Опилки, пыль	
ЛО-80	0,8	1,15	29	34
ЛД-140	0,8	2,5	245	34
ЛС-80-1, ЛС-40- 1	-	1,2	36	33
Сверлильные и долбежные:			Стружка, пыль	
СВПА	0,6	-	22	
СВА-2	0,5	0,15	14	

1	2	3	4	5
СВА-2М	-	0,15	25,9	
Шлифовальные:			Пыль	
ШлПС-5П	-	3	2,8	100
ШлПС-7	-	3	5,6	100
ШлНСВ	-	2,4	1,2	100

Характеристика дисперсного состава пыли при механической обработке древесины приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Дисперсный состав пыли при механической обработке древесины

Технологический процесс	Содержание фракций пыли, %				
	200-100	100-75	75-53	53-40	40 и менее
Пиление	16	68	10	3	3
Фрезерование	40	53	4,5	2	0,5
Сверление	46	4,5	4,5	2,5	1,5
Строгание	52	3	3	1,2	0,8
Шлифование	21	17,5	17,5	12	21,5

При проведении технологических операций отделки древесины (шпаклевка, грунтовка, окраска) выделяются вредные вещества из применяемых лакокрасочных материалов в виде различных паровоздушных смесей.

Масса вредного вещества, поступающего в атмосферный воздух при отделке изделий M (г/с), определяется по следующей формуле.

$$M = G_{\text{ом}} \times k_{\text{к}} \times k_{\text{л}}, \quad (10)$$

Где $G_{\text{ом}}$ – расход отделочного материала, г/с;

$k_{\text{к}}$ – содержание рассматриваемого компонента в составе летучей части, доли (см. таблицы 10, 11, 12);

$k_{\text{л}}$ – коэффициент поступления летучих веществ в атмосферный воздух (принимается равным 0,8).

Таблица 10 – Состав полиэфирных, поли- и нитроуретановых лаков, %

Компоненты	ПЭ- 246	ПЭ- 232	ПЭ- 250М	УР- 277М	УР-249, "М"
Ацетон	1,5	29	38	-	-
Бутил-ацетат	5	-	-	-	26
Стирол	1,5	-	-	-	-
Ксилол	-	1	1	5	16
Толуол	-	5	4	-	-
Этилглицоль-ацетат	-	-	-	26	15
Летучая часть	8	35	43	65	71
Сухой остаток	92	65	57	35	39

Таблица 11 – Состав эмалей и лаков, %

Компоненты	НЦ- 25	НЦ- 258	ХВ- 518	ПФ- 115	МС -17	НЦ- 0140
1	2	3	4	5	6	7
Бутил-ацетат	6,6	6,5	7	-	-	-
Этил-целло-зольв	5,28	-	-	-	-	-
Ацетон	4,62	-	19,6	-	-	-
Спирт бутило-вый	9,9	10,4	-	-	-	-
Спирт этило-вый	9,9	5,85	-	-	-	-
Толуол	29,7	13	-	-	-	15
Ксилол	-	16,2	-	13,8	60	-

1	2	3	4	5	6	7
Уайт-спирит	-	-	-	31,2	-	15
Летучая часть	66	65	70	45,0	60	30
Сухой остаток	34	35	30	55	40	70

Таблица 12 – Состав шпатлевок и грунтовок, %

Компоненты	ПФ-002	НЦ-008	ХВ- 005	ГФ- 030	ГФ- 031	АК- 070
Ацетон	-	4,5	8,5	-	-	-
Бутил-ацетат	-	9	4,0	-	-	43,5
Толуол	-	9	20,5	-	-	17,4
Этанол	-	-	-	-	-	8,7
Ксилол	-	-	-	-	51	-
Уайт-спирит	25	-	-	25	-	-
Летучая часть	25	30	33	25	51	87
Сухой остаток	75	70	67	75	49	13

В соответствии с заданием (см. приложение Г) рассчитайте массу вредных веществ (мощность выброса), выбрасываемых в атмосферный воздух в единицу времени (г/с). Расчеты выполните по каждому вредному веществу.

Библиографический список

1. Временные методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятиями деревообрабатывающей промышленности [Текст]. – 2-е изд. – Петрозаводск, 1992.– 57 с.
2. Инженерная экология и экологический менеджмент [Текст]: учебник / Под ред. Н. И. Иванова, И. М. Фадына. – М.: Логос, 2002. – 528 с.
3. Коробкин, В. И. Экология [Текст]: учебник для студентов вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – 7-е изд. – Ростов н/Д.: Феникс, 2004. – 576 с.
4. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (по величинам удельных выделений) [Текст]. – СПб., 2002. – 38 с.
5. Орлов, Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении [Текст]: учебное пособие / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 334 с.
6. Степановских, А. С. Прикладная экология: охрана окружающей среды [Текст]: учебник / А. С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 751 с.
7. Хван, Т. А. Промышленная экология [Текст]: учебное пособие / Т. А. Хван. – Н. Новгород: Феникс, 2003. – 320 с.

Приложение А

Таблица А.1 – Варианты заданий для расчета выбросов вредных веществ при механической обработке

№ варианта	Обрабатываемый материал	Тип станка	Число станков, шт	Тип станка	Диаметр абразивного круга, мм	Число станков, шт	Оборудование	Охлаждение
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Чугун	Токарный	5	Круглошлифовальный	750	5	Токарный станок крупных размеров	Масло
2	Цветные металлы	Токарный	6	Плоскошлифовальный	250	2	Вертикально-сверлильный станок	Эмульсол
3	Текстолит	Токарный	3	Зубошлифовальный	75	3	Продольно-фрезерный станок	Масло
4	Карболит	Токарный, расточной	4	Внутришлифовальный	16-50	1	Фрезерный станок	Эмульсол
5	Чугун	Фрезерный	6	Заточный	200	5	Продольно-строгальный станок	Масло
6	Цветные металлы	Фрезерный	5	Бесцентровошлифовальный	395-500	1	Круглошлифовальный станок	Эмульсол
7	Текстолит	Фрезерный	7	Круглошлифовальный	300	3	Токарный станок малых размеров	Масло

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Карболит	Сверлиль- ный	3	Зубошлифо- вальный	160	2	Вертикально- сверлильный станок	Эмульсол
9	Чугун	Сверлиль- ный	4	Плоскошли- фовальный	450	4	Продольно- фрезерный станок	Масло
10	Цветные металлы	Сверлиль- ный	5	Внутришли- фовальный	50	3	Радиально- сверлильный станок	Эмульсол

Приложение Б

Таблица Б.1 – Варианты заданий для расчета выбросов вредных веществ при выполнении окрасочных работ

№ варианта	Метод, способ окраски	ЛКМ	Растворитель ЛКМ	Площадь зеркала испарения ванны, м ²	Скорость технологической операции, м ² /ч
1	Окунание	Глифталевые	Ксилол	0,4	4
2	Окунание	Полиуретановые	Бутилацетат	0,4	5
3	Окунание	Перхлорвиниловые	Ацетон	0,5	6
4	Пневматическое распыление	Глифталевые	Ксилол	-	10
5	Пневматическое распыление	Фенольные	Сольвент	-	14
6	Нанесение ЛКМ кистью	Кремнийорганические	Ацетон	-	8
7	Нанесение ЛКМ шпателем	Шпатлевки эпоксидные	Этанол	-	7
8	Нанесение ЛКМ кистью	Поливинилацетатные	Бутанол	-	9
9	Нанесение ЛКМ шпателем	Шпатлевки пентафталевые	Уайт-спирит	-	6
10	Пневматическое распыление	Эпоксидные	ацетон	-	17

Приложение В

Таблица В.1 – Варианты заданий для расчета выбросов вредных веществ при обработке древесины

№ варианта	Станок для механической обработки древесины	ЛКМ, шпаклевка	Растворитель	Расход, г/с
1	2	3	4	5
1	1 Круглопилильный ЦМЭ-2, 2 шт. 2 Фуговальный с ручной подачей СФ-3, 1 шт. 3 Ленточнопильный ЛД-140, 1 шт.	НЦ-25, НЦ-008	Бутилацетат, ацетон	12
2	1 Круглопилильный Цб-2, 3 шт. 2 Фуговальный с ручной подачей СФ-6, 2 шт. 3 Ленточнопильный ЛО-80, 3 шт.	НЦ-0140, АК-070	Этилцеллозольв, ацетон	11
3	1 Универсальный круглопилильный Цб, 3 шт. 2 Фуговальный с механической подачей СФ-4, 1 шт. 3 Шлифовальный ШЛНСВ, 2 шт.	НЦ-25, ХВ-005	Ацетон	5
4	1 Универсальный круглопилильный УП, 2 шт. 2 Фуговальный с механической подачей СФ-6, 3 шт. 3 Шлифовальный ШЛПС-7, 2 шт.	НЦ-258, ГФ-031	Спирт бутиловый, ксилол	9
5	1 Круглопилильный ЦМЭ-2, 2 шт. 2 Фуговальный с механической подачей СФА-4, 2 шт. 3 Шлифовальный ШЛНСВ, 1 шт.	НЦ-258, ГФ-030	Спирт этиловый, ксилол	5
6	1 Универсальный круглопилильный Цб, 3 шт. 2 Фуговальный с механической подачей СФА-4, 2 шт. 3 Ленточнопильный ЛД-140, 3 шт.	НЦ-258, НЦ-008	Толуол, ксилол	7
7	1 Универсальный круглопилильный Цб, 3 шт. 2 Шипорезная фреза ШО-10 (пила), 2 шт. 3 Шлифовальный ШЛНСВ, 1 шт.	НЦ-258, ХВ-005	Этилацетат, толуол	11

1	2	3	4	5
8	1 Универсальный круглопилильный Ц6, 3 шт. 2 Шипорезная фреза ШО-6 (пила), 2 шт. 3 Ленточнопильный ЛО-80, 2 шт.	НЦ-258 , АК-070	Ксилол, толуол	10
9	1 Круглопилильный Ц6-2, 3 шт. 2 Проушечная фреза, 1 шт. 3 Шлифовальный ШЛПС-7, 2 шт.	ПФ-115 , АК-070	Уайт-спирит, этанол	9
10	1 Круглопилильный Ц6-2, 3 шт. 2 Шипорезная фреза ШО-10 (пила), 2 шт. 3 Шлифовальный ШЛПС-5П, 2 шт.	НЦ-25, АК-070	Ацетон, этанол	12

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



Профессор
А.А. Кудряшов
2011 г.

**ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ СРЕДСТВАМИ
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РАБОТАЮЩИХ**

Методические указания по выполнению практического занятия
по дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности»,
«Безопасность труда», «Управление безопасностью
производства охраной труда на предприятии»
для студентов специальности 280101

Курск 2011

УДК568.345:614.89

Составители: В.М. Попов, В.В.Юшин, Е.В. Меркулова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана труда и окружающей среды» П.Н. Северенчук

Оценка обеспеченности средствами индивидуальной защиты работающих : методические указания по выполнению практического занятия / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М. Попов, В.В.Юшин, Е.В. Меркулова Курск, 2011 33 с.: табл. 2, прилож. 2. Библиогр.: с.30.

Содержат сведения о классификации средств индивидуальной защиты в зависимости от их назначения и методику оценки СИЗ при проведении аттестации рабочих мест по условиям труда.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальностям безопасности жизнедеятельности в техносфере (УМО БЖ)

Работа предназначена для студентов всех специальностей и специальностей 280101 дневной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 4.02.11 формат 60x84₃₀₀.
Усл. печ. л.1,9. Уч. изд. л. 1,7. Тираж 30 экз. Заказ Бесплатно
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цели работы:

изучить:

- классификацию средств индивидуальной защиты в зависимости от их назначения;
- краткую характеристику отдельных видов средств индивидуальной защиты.

освоить:

- методику оценки обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты при аттестации рабочих мест по условиям труда

Перечень основных документов, необходимых при изучении раздела:

- ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».
- Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 1 июня 2009г №290н.
- Правила проведения сертификации средств индивидуальной защиты. Пост. Госстандарт РФ от 19.07.2000г.
- Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех отраслей экономики

Оценка обеспеченности работников СИЗ:

Оценка обеспеченности работников СИЗ осуществляется посредством сопоставления фактически выданных средств с нормами бесплатной выдачи рабочим и служащим сертифицированной специальной одежды, специальной обуви, а также смывающих и обезвреживающих средств и правилами, утвержденными в установленном порядке, а также путем проверки соблюдения правил обеспечения СИЗ (наличие личной карточки учета, заполненной в установленном порядке).

Оценку обеспеченности работников СИЗ следует проводить при наличии результатов гигиенической оценки условий труда и факторов травмобезопасности рабочего места. Оценка соответствия выданных СИЗ фактическому состоянию условий труда производится путем сравнения параметров условий труда с маркировкой СИЗ, предусмотренной требованиями их классификации по защитным свойствам.

Оценка обеспеченности работников СИЗ на рабочем месте оформляется протоколом, за исключением случаев, когда выдача средств индивидуальной защиты не предусмотрена нормами и не требуется по фактическому состоянию условий труда.

Общие сведения

- Средства защиты работающих в зависимости от характера их применения подразделяют на две категории:
 - ♦ средства коллективной защиты;
 - ♦ средства индивидуальной защиты.
- ☑ К средствам коллективной защиты относятся, например:
 - вентиляция, очистка, кондиционирование воздуха;
 - локализация вредных веществ;
 - источники света, осветительные приборы, светозащитные устройства, светофильтры;
 - звукоизолирующие и звукопоглощающие устройства, глушители шума;
 - виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие устройства;
 - теплоизолирующие устройства, устройства обогрева и охлаждения;
 - устройства защитного заземления, зануления, выравнивания потенциалов и понижение напряжения, молниеотводы и разрядники;
 - знаки безопасности и т.п.

Средство индивидуальной защиты (СИЗ) работающих – средство защиты, надеваемое на тело человека или его части или используемое им и направленное на предотвращение или уменьшение воздействия на работника опасных и вредных производственных факторов.

- ☑ Согласно ГОСТ 12.4.011-89 средства индивидуальной защиты в зависимости от назначения подразделяются на 12 классов:
 - костюмы изолирующие;
 - средства защиты органов дыхания;
 - одежда специальная защитная;
 - средства защиты ног;
 - средства защиты рук;
 - средства защиты головы;
 - средства защиты лица;
 - средства защиты глаз;
 - средства защиты органов слуха;

- средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства;
- средства дерматологические защитные;
- средства защитные комплексные.

• Костюмы изолирующие

Костюмы изолирующие предназначены для изоляции человека от воздействия опасных и вредных факторов и применяются в экстремальных и аварийных условиях.

Подразделяются на защищающие от:

- ⇒ повышенного содержания радиоактивных веществ в воздухе рабочей зоны;
- ⇒ повышенной или пониженной температуры воздуха рабочей зоны;
- ⇒ химических факторов;
- ⇒ биологических факторов.

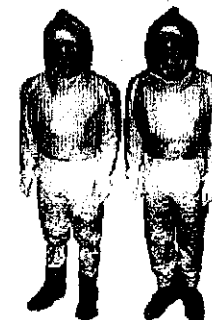


В промышленности чаще всего применяются костюмы изолирующие хлорные (типа КИХ-4, КИХ-5) для защиты от химических веществ. КИХ-4 используется в сочетании с изолирующим противогазом АП-93, АП-96, АВХ, а костюм КИХ-5 – с ИП-4М.



По конструктивным особенностям костюмы изолирующие подразделяются на:

- пневмокостюмы в комплекте со шланговым противогазом ПШ-1 или ПШ-2;
- гидроизолирующие костюмы;
- скафандры:
 - ✓ со шланговой подачей воздуха и автономные;
 - ✓ с регулируемой температурой воздуха в подождежном пространстве и без регулирования.



Пожарные, горноспасательные и газоспасательные подразделения оснащаются костюмами изолирующими различных конструкций.

❖ Средства защиты органов дыхания

К ним относятся:

- респираторы;
- противогазы;
- самоспасатели;
- пневмошлемы;
- пневмомаски;
- пневмокуртки.

Средства защиты органов дыхания (СИЗ ОД) по способу обеспечения защиты подразделяются на фильтрующие и изолирующие.

Фильтрующие СИЗ ОД используются в условиях наличия в воздухе вредных веществ в виде аэрозолей (пыли, дыма, тумана), газов или паров известного состава.

Запрещается применение фильтрующих СИЗ ОД при загрязнении воздуха вредными веществами неизвестного состава и концентрации, при проведении работ внутри емкостей, в колодцах канализации.

По назначению фильтрующие СИЗ ОД подразделяются на противоаэрозольные, противогазовые и противогазоаэрозольные и представляют собой полумаску (маску) фильтрующего типа или полумаску (маску) изолирующего типа с фильтрующей, поглощающей и фильтрующе-поглощающей системой в виде патрона или коробки.

Фильтрующие полумаски – это облегченные респираторы (бесклапанные или с клапаном выдоха) 1, 2, и 3 классов.

Они обеспечивают защиту при концентрации вредных веществ в воздухе на уровне:

- 1 класс – 2-5 ПДК;
- 2 класс – 6-25 ПДК;
- 3 класс – 26-50 ПДК.

СИЗ ОД с полумаской – это патронные респираторы, обеспечивающие защиту при концентрации вредных веществ в воздухе на уровне 10 – 50 ПДК.

СИЗ ОД с маской – это противогазы, укомплектованные совместно с поглощающими и фильтрующее-поглощающими коробками. Они обеспечивают защиту при концентрациях вредных веществ в воздухе на уровне 50-2000 ПДК.

Изолирующие СИЗ ОД предназначены для использования в условиях наличия в воздухе вредных веществ неизвестного состава и неизвестных концентраций, а так же при концентрациях вредных веществ в воздухе на уровне выше 2000 ПДК.

Изолирующие СИЗ ОД подразделяются на шланговые и автономные и могут быть:

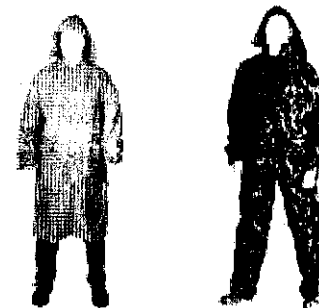
- с постоянной подачей дыхательной смеси (воздуха);
- с подачей дыхательной смеси (воздуха) по потребности;
- с подачей дыхательной смеси с избыточным давлением.

❖ Одежда специальная защитная

Специальная одежда в зависимости от защитных свойств подразделяется на группы и подгруппы.

К одежде специальной относятся:

- тулупы, пальто, полупальто, полушубки;
- накидки, плащи, полуплащи, халаты;
- костюмы, куртки, рубашки, брюки, шорты;
- комбинезоны, полукombineзоны, жилеты;
- платья, сарафаны, блузы, юбки, фартуки, наплечники.



Специальная защитная одежда выдается рабочим и служащим с целью обеспечения безопасности и подразделяется на группы в зависимости от:

- ⇒ механических воздействий;
- ⇒ повышенных и пониженных температур;
- ⇒ радиоактивных загрязнений и рентгеновских излучений;



- ⇨ электрического тока, электромагнитных полей;
- ⇨ нетоксичной пыли;
- ⇨ токсичных веществ;
- ⇨ растворов нетоксичных веществ;
- ⇨ растворов кислот и щелочей;
- ⇨ органических растворителей;
- ⇨ нефти, нефтепродуктов, масел и жиров;
- ⇨ общих производственных загрязнений;
- ⇨ вредных факторов.

❖ Средства защиты ног

К средствам защиты ног относятся:

- Сапоги, сапоги с удлиненным голенищем, сапоги с укороченным голенищем, полусапоги;
- Ботинки, полуботинки, туфли, бахилы;
- Галоши, боты, унты, чуваки;
- Тапочки, щитки, ботфорты, наколенники, портянки.



Обувь специальная по исполнению подразделяется на обувь кожаную, из полимерных материалов, валяную.



По обеспечению безопасности труда средства защиты ног подразделяются на группы и подгруппы в зависимости от:

- ⇨ механических воздействий;
- ⇨ скольжения;
- ⇨ повышенных и пониженных температур;
- ⇨ радиоактивных загрязнений и рентгеновских излучений;
- ⇨ электрического тока, электрических зарядов и полей;
- ⇨ нетоксичной пыли и токсичных веществ;
- ⇨ растворов кислот и щелочей;
- ⇨ органических растворителей;
- ⇨ нефти, нефтепродуктов, масел и жиров;
- ⇨ общих производственных загрязнений;
- ⇨ вредных биологических факторов;
- ⇨ статических нагрузок (от утомляемости).

❖ Средства защиты рук

К средствам защиты рук относятся:

рукавицы, перчатки, полуперчатки, наладонники, напульсники, нарукавники, налокотники.



По защитным свойствам средства защиты рук подразделяются на группы и подгруппы в зависимости от:

- ⇨ механических воздействий;
- ⇨ повышенных и пониженных температур;
- ⇨ радиоактивных загрязнений и рентгеновских излучений;
- ⇨ электрического тока, электрических зарядов и полей;
- ⇨ нетоксичной пыли;
- ⇨ токсичных веществ;
- ⇨ воды и растворов нетоксичных веществ;
- ⇨ растворов кислот и щелочей;
- ⇨ органических растворителей;
- ⇨ нефти, нефтепродуктов, масел и жиров;
- ⇨ общих производственных загрязнений;
- ⇨ вредных биологических факторов.



❖ Средства защиты головы

К средствам защиты головы от

повреждений относятся:

- каски защитные;
- шлемы, подшлемники;
- шапки, береты, шляпы, колпачки, косынки, накомарники.



Каски защитные изготавливают из различных материалов: текстолита, полиэтилена, винилпласта, стеклопласта. В зависимости от профессий

каска изготавливают различного цвета.



Качество каски определяется ударной прочностью и максимальным весом. Вес касок составляет в среднем 250-470 г.

Наиболее легкие и прочные каски изготавливают из поликарбоната, вес составляет всего 200г. В холодное время года, а также для защиты от дождя и ветра, каски снабжаются пелериной и утепляющим подшлемником.

❖ Средства защиты глаз

К средствам защиты глаз относятся очки защитные, щитки, маски.

Очки предназначены для защиты глаз от твердых частиц, брызг жидкостей, газов, пыли, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, слепящей яркости света.



По конструктивным особенностям и назначению очки защитные подразделяются на:

- открытые откидные защитные очки;
- закрытые защитные очки с прямой и непрямой вентиляцией;
- закрытые герметичные очки;
- насадные защитные очки;
- защитный лорнет.

❖ Средства защиты глаз и лица

Для защиты глаз и лица работающих применяются щитки защитные лицевые.

В зависимости от назначения щитки защитные лицевые подразделяются на следующие группы:

- ⇒ для защиты от ударов твердых частиц;
- ⇒ для защиты от излучений

(ультрафиолетового и инфракрасного излучения, слепящей яркости, радиоволн СВЧ-диапазона);



- ⇒ для защиты от брызг разбавленных кислот, щелочей, растворов солей;
- ⇒ для защиты от брызг и искр расплавленного металла;
- ⇒ комбинированные – для защиты от сочетания перечисленных факторов.

По конструктивным особенностям щитки подразделяются на:

- щитки с наголовным креплением;
- щитки с креплением на каске;

- щитки с ручкой;
- щитки универсальные.

К средствам защиты лица и глаз от излучений при электросварке относятся щитки защитные лицевые, очки открытые с естественной вентиляцией и очки закрытые с принудительной вентиляцией.



❖ Средства защиты органов слуха

По назначению и конструкции средства индивидуальной защиты органов слуха подразделяются на три вида:

- противошумные наушники, закрывающие ушную раковину;
- противошумные вкладыши («беруши»), закрывающие наружный слуховой канал;
- противошумные шлемы, закрывающие часть головы и ушную раковину.



Подбор средств индивидуальной защиты органов слуха производится в зависимости от уровня шума (в дБ) на рабочем месте.

❖ Средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства

Для предотвращения падения работника с высоты (работа, выполняемая на высоте 1.3 и более) или его эвакуация из опасных зон (работа в колодцах, траншеях, котлованах и других закрытых пространствах глубиной до 3 м) используются специальные средства защиты:

- канаты, тросы и пояса;
- жилеты и вспомогательные портупей;
- лебедки, страховочные и спасательные тали;



- подъемники, стропы, самохваты, карабины.
- треноги;
- стационарные системы страховки (работа на мачтах, заводских трубах, в шахтах) и др.

В зависимости от конструкции пояса предохранительные классифицируются на безлямочные и лямочные, а так же на пояса с амортизатором или без него.

Все предохранительные пояса должны быть сертифицированы, проверены на соответствие требованиям безопасности и требованиям ГОСТ Р 50849-96 «Пояса предохранительные. Общие технические условия»

- от общих производственных загрязнений;
- от нефтепродуктов;
- смол, клеев.

По составу дерматологические средства подразделяются на средства:

- ♦ гидрофильного (предназначены для защиты рук при работе с органическими растворителями, минеральными маслами, лакокрасками, нефтепродуктами, каменноугольными и минеральными маслами);
- ♦ гидрофобного характера (предназначены для защиты кожного покрова от воздействия разбавленных водных растворов, кислот, щелочей, некоторых солей и щелочно-масляных эмульсий).

Защитные дерматологические средства обладают направленными свойствами, легко наносятся на кожу и легко смываются.

Средства дерматологические защитные

подразделяются на:

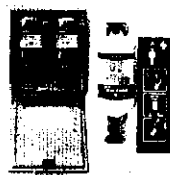
- защитные;
- очистители кожи;
- репаративные средства.

Защитные дерматологические средства выполняют одну из двух функций:

⇒ защищают кожу человека от возможного ее соприкосновения с

вредными и опасными веществами и продуктами;

⇒ очищают кожу, когда по разным причинам не удалось ее защитить.



В зависимости от назначения дерматологические средства делятся на группы и подгруппы:

А. Защитные:

- от пыли (нетоксичной, токсичной);
- от воды, растворов солей, кислот и щелочей низких концентраций;
- от смазочно-охлаждающих жидкостей;
- от органических растворителей (лаков, красок, и др.);
- от нефтепродуктов, смол, отвердителей.

Б. Очистители кожи:

❖ Средства защитные комплексные

К комплексным средствам индивидуальной защиты относятся такие средства, которые одновременно защищают работника от нескольких факторов вредности и опасности.

К таким средствам защиты относится, например, автономный защитный индивидуальный комплект с принудительной подачей очищенного воздуха АЗИК. Он предназначен для защиты органов дыхания, зрения, лица от сероводорода, выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания и пыли в рудниках, карьерах, в производстве порошкообразных удобрений.

Задание:

1. Выполнить подбор средств индивидуальной защиты согласно варианта заданий и заполнить личную карточку учета СИЗ на предлагаемые профессии.

2. Заполнить протокол оценки обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты на рабочем месте при выполнении аттестации рабочих мест по условиям труда (форма протокола см. приложение №1).

Варианты заданий:

№ п/п	Перечень профессий	СВПФ		
		Шум, дБ	Химический фактор	Физические факторы
1	аккумуляторщик	87	серная кислота	Воздействие электрического тока
2	арматурщик	85	сварочная аэрозоль	Падение с высоты Наличие острых кромок, заусенец, шероховатостей поверхности
3	бетонщик	93	минеральные масла	Воздействие движущих деталей
4	каменщик	86	цементная пыль	Падение с высоты Повышенная и пониженная температура воздуха рабочей зоны Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации
5	машинист буровой установки	88	метан	Падение с высоты Воздействие движущих деталей
6	вулканизаторщик	82	сера	Воздействие движущих деталей
7	газорезчик	90	марганец	Наличие острых кромок, заусенец, шероховатостей поверхности
8	дорожный рабочий	89	битум	Повышенная и пониженная температура воздуха рабочей зоны Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации

9	жестянщик	86	толуол	Наличие острых кромок, заусенец, шероховатостей поверхности
10	землекоп	83	метан	Падение с высоты Обрушение земляных масс
11	изолировщик	87	бензол	Падение с высоты Повышенная и пониженная температура воздуха рабочей зоны

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие средства защиты органов дыхания применяются в условиях наличия в воздухе вредных веществ неизвестного состава и неизвестной концентрации?
2. Какие СИЗ необходимо применять станочникам при работе на металлорежущих станках?
3. Из какого материала изготавливают наиболее легкие и прочные каски для защиты головы?
4. Какие СИЗ применяются работниками, обслуживающими электроустановки?
5. Какие средства защиты лица и глаз от излучений применяются при электросварке?
6. Из каких средств работодатель организует надлежащий уход за СИЗ и их химчистку, дезактивацию, дезинфекцию, обезвреживание, обеспыливание, ремонт.
7. Приобретение СИЗ осуществляется за чей счет?
8. Каким документом подтверждена исправность применяемых СИЗ?

**ПРОТОКОЛ
ОЦЕНКИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАБОТНИКОВ СРЕДСТВАМИ
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ №**

_____ (профессия, должность)

Дата проведения оценки _____

1. Наименование организации _____
2. Наименование Аттестующей организации _____
3. Основания для выдачи (СИЗ) работнику:
 - 3.1. обязательных (согласно действующим нормам) _____ (наименование документа)
 - 3.2. дополнительных (стандарт организации, коллективный договор и т. п.) _____ (наименование документа)
4. Результаты оценки СИЗ:

№ п/п	Перечень СИЗ, положенных работнику согласно действующим нормам	Наличие СИЗ у работников (есть, нет)	Соответствие СИЗ условиям труда (соответствует, не соответствует)	Наличие сертификата или декларации соответствия (номер и срок действия, не требуется, отсутствует)
1.	Обязательные:			
2.	Дополнительные			

5. Наличие заполненной в установленном порядке личной карточки учета _____ (да, нет)
6. Итоговая оценка _____ (рабочее место соответствует, не соответствует требованиям обеспеченности работников СИЗ)
7. Предложения по улучшению обеспеченности СИЗ _____
8. Оценку провели: _____
9. Представитель организации, в которой проводилась оценка: _____
10. Ответственное лицо Аттестующей организации _____

Печать организации, проводившей оценку

**Типовые нормы
бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на строительных, строительно-монтажных и ремонтно-строительных работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением**

N пп	Наименование профессий и должностей	Наименование средств индивидуальной защиты	Норма выдачи на год (количество единиц или комплектов)
1	2	3	4
Рабочие			
1.	Аккумуляторщик	При выполнении работ по ремонту и зарядке аккумуляторов и приготовлению электролита: Костюм хлопчатобумажный с кислотозащитной пропиткой или Костюм из смешанных тканей для защиты от растворов кислот Сапоги резиновые Рукавицы комбинированные или Перчатки с полимерным покрытием Перчатки резиновые Фартук прорезиненный Очки защитные На наружных работах зимой дополнительно: Куртка на утепляющей прокладке Брюки на утепляющей прокладке или Костюм для защиты от пониженных температур из смешанной или шерстяной ткани Валенки Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	1 1 1 пара 12 пар 12 пар дежурные дежурный до износа по поясам по поясам 3 пары
2.	Арматурщик	Костюм брезентовый или	1

	Костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1
	Фартук брезентовый	до износа
	Ботинки кожаные с жестким подноском или	1 пара
	Сапоги кожаные с жестким подноском или	1 пара
	Сапоги резиновые с жестким подноском	1 пара
	Рукавицы брезентовые или	6 пар
	Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
	Нарукавники	до износа
	Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
	При выполнении работ по установке и укладке арматуры на наружных работах зимой дополнительно:	
	Костюм сигнальный на утепляющей прокладке 3 класса защиты	по поясам
	Валенки	по поясам
	Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	3 пары
3.	Асфальтобетонщик	
	При выполнении работы по разливу вяжущего материала из распределителей:	
	Комбинезон сигнальный 3 класса защиты или	1
	Костюм сигнальный 3 класса защиты	1
	Ботинки кожаные или	1 пара
	Полусапоги кожаные	1 пара
	Рукавицы комбинированные или	12 пар
	Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
	При выполнении работы по развеске и дозировке материалов:	
	Комбинезон сигнальный 3 класса защиты или	1
	Костюм сигнальный 3 класса защиты	1

4.	Асфальтобетонщик-варильщик	
	Ботинки кожаные с жестким подноском или	1 пара
	Сапоги резиновые с жестким подноском	1 пара
	Рукавицы комбинированные или	12 пар
	Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
	При выполнении других работ:	
	Куртка хлопчатобумажная	1
	Брюки брезентовые или	1
	Костюм из смешанной ткани для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1
	Ботинки кожаные	2 пары
	Рукавицы комбинированные или	12 пар
	Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
	Зимой дополнительно:	
	Костюм сигнальный утепленный с водоотталкивающей пропиткой 3 класса защиты	по поясам
	Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	3 пары
	Костюм брезентовый или	1
	Костюм для защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием	1
	Ботинки кожаные с жестким подноском или	1 пара
	Сапоги кожаные с жестким подноском или	1 пара
	Сапоги резиновые с жестким подноском	1 пара
	Рукавицы брезентовые	4 пары
	Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
	Очки защитные	до износа
	Респиратор	до износа
	Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
	Зимой дополнительно:	

		Куртка на утепляющей прокладке	по поясам
		Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	3 пары
5.	Бетонщик	Костюм брезентовый или	1
		Костюм для защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием	1
		Рукавицы комбинированные или	12 пар
		Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
		Ботинки кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги резиновые с жестким подноском	1 пара
		Очки защитные	до износа
		Респиратор	до износа
		Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
		При работе с виброинструментом:	
		Рукавицы антивибрационные вместо рукавиц комбинированных и перчаток с полимерным покрытием	6 пар
		На наружных работах зимой дополнительно:	
		Куртка на утепляющей прокладке	по поясам
		Брюки на утепляющей прокладке	по поясам
		или	
		Костюм для защиты от пониженных температур из смешанной или шерстяной ткани	по поясам
		Валенки с резиновым низом или	по поясам
		Ботинки кожаные утепленные с жестким подноском	по поясам
		Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	3 пары
		Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
6.	Бурильщик шпуров; машинист буровой	Комбинезон хлопчатобумажный для защиты от общих производственных	1

установки

		загрязнений и механических воздействий или	
		Костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1
		Рукавицы с наладонниками из винилискожи - Т прерывистой или	6 пар
		Перчатки с полимерным покрытием	6 пар
		Ботинки кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги резиновые с жестким подноском	1 пара
		Очки защитные	до износа
		Наушники противошумные (с креплением на каску)	до износа
		Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
		При выполнении работы с электроперфораторами дополнительно:	
		Перчатки диэлектрические	дежурные
		Галоши диэлектрические	дежурные
		При выполнении работы сухим способом дополнительно:	
		Респиратор	до износа
		На наружных работах зимой дополнительно:	
		Куртка на утепляющей прокладке	по поясам
		Брюки на утепляющей прокладке	по поясам
		или	
		Костюм для защиты от пониженных температур из смешанной или шерстяной ткани	по поясам
		Валенки или	по поясам
		Ботинки кожаные утепленные с жестким подноском	по поясам
		Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	3 пары

7.	Взрывник	Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
		Костюм сигнальный 3 класса защиты	1
		Полуплещ непромокаемый сигнальный 3 класса защиты	дежурный
		Ботинки кожаные на нескользящей подошве с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги кожаные на нескользящей подошве с жестким подноском	1 пара
		Рукавицы брезентовые	6 пар
		Перчатки кожаные	1 пара
		Очки защитные	до износа
		Наушники противошумные	до износа
		Зимой дополнительно:	
		Костюм сигнальный на утепляющей прокладке 3 класса защиты	по поясам
		Валенки или	по поясам
		Ботинки кожаные утепленные с жестким подноском	по поясам
		Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	3 пары
8.	Вулканизаторщик	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или	1
		Костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1
		Ботинки кожаные или	1 пара
		Сапоги резиновые	1 пара
		Нарукавники из полимерных материалов	2 пары
		Рукавицы комбинированные или	12 пар
		Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
		На наружных работах зимой дополнительно:	
		Куртка на утепляющей прокладке	по поясам
		Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными	3 пары

9.	Газорезчик; газосварщик; машинист контактно-сварочной установки для газонефтепродукто-проводов	вкладышами	
		Костюм хлопчатобумажный с огнезащитной пропиткой или	1
		Костюм сварщика	1
		Ботинки кожаные с жестким подноском	1 пара
		Рукавицы брезентовые или	12 пар
		Краги сварщика	12 пар
		Очки защитные или	до износа
		Щиток защитный	до износа
		Наколенники	до износа
		Респиратор	до износа
		Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
		При выполнении работы по обслуживанию стационарных газогенераторов:	
		Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1
		Перчатки резиновые	дежурные
		Очки защитные или	до износа
		Щиток защитный	до износа
		Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
		На наружных работах зимой дополнительно:	
		Куртка на утепляющей прокладке	по поясам
		Брюки на утепляющей прокладке	по поясам
или			
Костюм сварщика зимний	по поясам		
Валенки с резиновым низом или	по поясам		
Сапоги кожаные утепленные с жестким подноском	по поясам		
Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	3 пары		
Жилет сигнальный 2 класса защиты	1		
10.	Гидромониторщик	Костюм брезентовый или	1

		Костюм для защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием	1
		Сапоги резиновые болотные	1 пара
		Рукавицы брезентовые или	12 пар
		Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
		Наушники противозумные (с креплением на каску)	до износа
		Куртка на утепляющей прокладке	1 на 2 года
		Брюки на утепляющей прокладке	1 на 2 года
		Валенки с резиновым низом	по поясам
		Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	3 пары
		Жилет сигнальный 2 класса защиты	2
11.	Грохотовщик	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или	1
		Костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1
		Рукавицы комбинированные или	12 пар
		Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
		Очки защитные	до износа
		Наушники противозумные (с креплением на каску)	до износа
		При постоянной занятости на наружных работах зимой дополнительно:	
		Куртка на утепляющей прокладке	по поясам
		Брюки на утепляющей прокладке	по поясам
		или	
		Костюм для защиты от пониженных температур из смешанной или шерстяной ткани	по поясам
		Валенки с резиновым низом или	по поясам
		Ботинки кожаные утепленные с жестким подноском	по поясам
		Перчатки с защитным покрытием,	3 пары

		морозостойкие, с шерстяными вкладышами	
		На мокром трюхочении:	
		Костюм для защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием вместо костюма хлопчатобумажного для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или костюма из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1
12.	Дорожный рабочий	Костюм сигнальный с водоотталкивающей пропиткой 3 класса защиты	1
		Рукавицы комбинированные или	12 пар
		Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
		Ботинки кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги резиновые с жестким подноском	1 пара
		Наколенники брезентовые (на вате)	до износа
		Плащ непромокаемый сигнальный 3 класса защиты	1 на 3 года
		Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
		Очки защитные	до износа
		Наушники противозумные (с креплением на каску)	до износа
		Зимой дополнительно:	
		Костюм сигнальный на утепляющей прокладке с водоотталкивающей пропиткой 3 класса защиты	по поясам
		Валенки с резиновым низом или	по поясам
		Сапоги кожаные утепленные с жестким подноском	по поясам
		Шалка-ушанка	по поясам
		Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	3 пары

13.	Жестящик	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или	1
		Костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1
		Фартук хлопчатобумажный	2
		Рукавицы комбинированные или	12 пар
		Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
		Ботинки кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги кожаные с жестким подноском	1 пара
		Куртка на утепляющей прокладке	по поясам
		Наушники противошумные (с креплением на каску)	до износа
14.	Землекоп	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или	1
		Костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1
		Рукавицы комбинированные или	12 пар
		Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
		Ботинки кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги резиновые с жестким подноском	1 пара
		Наушники противошумные (с креплением на каску) или	до износа
		Вкладыши противошумные	до износа
		Респиратор	до износа
		Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
		При выполнении гидромеханизированных работ:	
		Костюм брезентовый или	1

Костюм для защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием	1
Сапоги резиновые с жестким подноском	1 пара
Рукавицы комбинированные или	12 пар
Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
Наушники противошумные (с креплением на каску)	до износа
При выполнении работ по проходке:	
Костюм брезентовый или	1
Костюм для защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием	1
Ботинки кожаные с жестким подноском или	1 пара
Сапоги кожаные с жестким подноском или	1 пара
Сапоги резиновые с меховыми чулками	1 пара
Рукавицы комбинированные или	12 пар
Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
Наушники противошумные (с креплением на каску)	до износа
При работе с виброинструментом дополнительно:	
Рукавицы антивибрационные	6 пар
При работе в мокром грунте:	
Костюм хлопчатобумажный с водоотталкивающей пропиткой или	1
Костюм для защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием	1
Сапоги резиновые с меховыми чулками	1 пара
Рукавицы комбинированные или	12 пар
Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
На наружных работах зимой дополнительно:	
Куртка на утепляющей прокладке	по поясам

		Брюки на утепляющей прокладке	по поясам
		или	
		Костюм для защиты от пониженных температур из смешанной или шерстяной ткани	по поясам
		Валенки с резиновым низом или	по поясам
		Ботинки кожаные утепленные с жестким подноском	по поясам
		Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	3 пары
		Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
15.	Известегасильщик	Комбинезон хлопчатобумажный для защиты от общих производственных	1
		Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1
		Куртка на утепляющей прокладке	по поясам
		Сапоги резиновые с жестким подноском	1 пара
		Рукавицы комбинированные или	12 пар
		Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
		Перчатки резиновые	до износа
		Респиратор	до износа
		Очки защитные	до износа
		Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
16.	Изолировщик на гидроизоляции; изолировщик на термозоляции	Комбинезон хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или	1
		Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1
		Фартук брезентовый	до износа
		Ботинки кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги кожаные с жестким подноском или	1 пара

		Сапоги резиновые с жестким подноском	1 пара
		Рукавицы брезентовые или	12 пар
		Рукавицы кислотозащитные или	12 пар
		Перчатки резиновые на трикотажной основе или	12 пар
		Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
		Наколенники брезентовые (на вате)	до износа
		Очки защитные	до износа
		Респиратор	до износа
		Жилет сигнальный 2 класса защиты	1
		При выполнении горячих работ и работ в мокром грунте дополнительно:	
		Костюм брезентовый	1
18.	Каменщик	Костюм сигнальный 3 класса защиты	1
		Ботинки кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги кожаные с жестким подноском или	1 пара
		Сапоги резиновые с жестким подноском	1 пара
		Рукавицы с наладонниками из винилискожи Т-прерывистой	12 пар
		или	
		Перчатки с полимерным покрытием	12 пар
		Очки защитные	до износа
		На наружных работах зимой дополнительно:	
		Костюм сигнальный на утепляющей прокладке 3 класса защиты	по поясам
		Валенки с резиновым низом или	по поясам
		Ботинки кожаные утепленные с жестким подноском	по поясам
		Перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами	3 пары

Примечание:

1. Работодатель за счет собственных средств обязан организовать надлежащий уход за СИЗ и их хранение, своевременно осуществлять химчистку, стирку, дегазацию, дезактивацию, дезинфекцию, обезвреживание, обеспыливание, сушку СИЗ, а также ремонт и замену СИЗ. В этих целях работодатель вправе выдавать работникам 2 комплекта соответствующих СИЗ с удвоенным сроком носки.

2. Для хранения выданных работникам СИЗ работодатель предоставляет в соответствии с требованиями строительных норм и правил специально оборудованные помещения (гардеробные).

3. В соответствии с установленными в национальных стандартах сроками работодатель должен обеспечить испытание и проверку исправности СИЗ, а также своевременную замену частей СИЗ с понизившимися защитными свойствами. После проверки исправности на СИЗ должна быть сделана отметка (клеймо, штамп) о сроках очередного испытания.

4. При выдаче СИЗ, применение которых требует от работников практических навыков (респираторы, противогазы, самоспасатели, предохранительные пояса, накомарники, каски и др.), работодатель должен обеспечить проведение инструктажа работников о правилах применения указанных СИЗ, простейших способах проверки их работоспособности и исправности, а также организовать тренировки по их применению.

5. В случае пропажи или порчи СИЗ в установленных местах их хранения по независящим от работников причинам работодатель обязан выдать им другие исправные СИЗ. Работодатель должен обеспечить замену или ремонт СИЗ, пришедших в негодность до окончания срока носки по причинам, не зависящим от работника.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра охраны труда и окружающей среды



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» и «Безопасность труда» для студентов всех направлений подготовки

Курск 2020

Цель работы:

изучить основные меры безопасности при выполнении работ в зоне влияния электромагнитных полей, а также рассчитать допустимые напряженности в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле

Меры безопасности при выполнении работ в зоне влияния электромагнитных полей

В ОРУ и на ВЛ напряжением до 330 кВ и выше должна быть обеспечена защита работающих от биологически активного электрического поля, способного оказывать отрицательное воздействие на организм человека и вызывать появление электрических разрядов при прикосновении к заземленным и изолированным от земли электропроводящим объектам.

В электроустановках всех напряжений должна быть обеспечена защита работающих от биологически активного магнитного поля, способного оказывать отрицательное воздействие на организм человека.

Биологически активным являются электрическое и магнитное поля, напряженность которых превышает допустимое значение.

Допустимая напряженность неискаженного электрического поля составляет 5 кВ/м. При электрической напряженности поля на рабочих местах свыше 5 кВ/м (работа в зоне влияния электрического поля) необходимо применять средства защиты.

Допустимая напряженность (Н) или индукция (В) магнитного поля для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия в зависимости от продолжительности пребывания в магнитном поле определяется в соответствии с табл.1.

Таблица 1– Воздействия в зависимости от продолжительности пребывания в магнитном поле

Время пребывания (час)	Допустимые уровни магнитного поля Н (А/м)/В (мкТл) при воздействии	
	общем	локальном
1	1600/2000	6400/800
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

При необходимости пребывания персонала в зонах с различной напряженностью магнитного поля общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельное допустимое для зоны с максимальной напряженностью.

Допустимое время пребывания в магнитном поле может быть реализовано однократно или дробно в течение рабочего дня. При изменении режима труда и отдыха (сменная работа) предельно допустимый уровень магнитного поля не должен превышать установленный для 8-часового рабочего дня.

Требования к проведению контроля на рабочих местах

При измерении напряженности ЭП должны соблюдаться установленные правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей предельно допустимые расстояния от оператора, производящего измерение, и измерительного прибора до токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Напряженность электромагнитного поля должна измеряться в зоне нахождения человека при выполнении им работы. Во всех случаях должна измеряться напряженность неискаженного электромагнитного поля.

Контроль уровней электрического и магнитного полей должен производиться при:

- приемке в эксплуатацию новых и расширение действующих электроустановок;
- оборудовании помещений для постоянного или временного пребывания персонала, находящихся вблизи электроустановок (только для магнитного поля);
- аттестации рабочих мест.

Уровни электрического и магнитного полей должны определяться во всей зоне, где может находиться персонал в процессе выполнения работ, на маршрутах следования к рабочим местам и осмотра оборудования.

Измерения напряженности электрического поля должны производиться:

– при работах без подъема на оборудование и конструкции – на высоте 1,8 м от поверхности земли, плит кабельного канала (лотка), площадки обслуживания оборудования или пола помещения;

– при работах с подъемом на оборудование и конструкции – на высоте 0.5, 1.0 и 1.8 м от пола площадки рабочего места, земли, пола помещения, настила переходных мостиков и т.п., а при нахождении источника магнитного поля под рабочим местом – дополнительно на уровне пола площадки рабочего места.

Измерения напряженности (индукции) магнитного поля должны проводиться при максимальном рабочем токе электроустановки или измеренные значения должны пересчитываться на максимальный рабочий ток (I_{\max}) путем умножения измеренных значений на отношение I_{\max}/I , где I – ток в источнике магнитного поля в момент измерения.

Напряженность (индукция) магнитного поля измеряется в производственных помещениях с постоянным пребыванием персонала, расположенных на расстоянии не менее 20 м от токоведущих частей электроустановок, в том числе отделенных от них стенами.

Применение средств защиты от воздействия электрического поля

В ОРУ – стационарные экранирующие устройства по ГОСТ 12.4.154 и экранирующие комплекты по ГОСТ 12.4.172, сертифицированные органами Госстандарта России.

На ВЛ – экранирующие комплекты (те же, что в ОРУ). В заземленных кабинах и кузовах машин, механизмов, передвижных мастерских и лабораторий, а также в зданиях из железобетона, в кирпичных зданиях с железобетонными перекрытиями, металлическим каркасом или заземленной металлической кровлей электрическое поле отсутствует, и применение средств защиты не требуется.

Не допускается применение экранирующих комплектов при работах, не исключающих возможности прикосновения к находящимся под напряжением до 1000 В токоведущим частям, а также при испытаниях оборудования (для работников, непосредственно проводящих испытания повышенным напряжением) и электросварочных работах.

При работе на участках отключенных токоведущих частей электроустановок для снятия наведенного потенциала они должны быть заземлены. Прикасаться к отключенным, но не заземленным токоведущим частям без средств защиты не допускается. Ремонтные приспособления и оснастка, которые могут оказаться изолированными от земли, также должны быть заземлены.

Машины и механизмы на пневмоколесном ходу, находящиеся в зоне влияния электрического поля, должны быть заземлены. При их передвижении в этой зоне для снятия наведенного потенциала следует применять металлическую цепь, присоединенную к шасси или кузову и касающуюся земли.

Не разрешается заправка машин и механизмов горючими и смазочными материалами в зоне влияния электрического поля.

В качестве мер защиты от воздействия магнитного поля должны применяться стационарные и переносимые магнитные экраны.

Зоны электроустановок с уровнями магнитных и электрических полей, превышающими предельно допустимые, где по условиям эксплуатации не требуется даже кратковременное пребывание персонала, должны ограждаться и обозначаться соответствующими предупредительными надписями.

Расчет допустимой напряженности в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле

Достаточно сильные электрические и магнитные поля промышленной частоты создают условия, нахождение в которых наносят или могут нанести вред здоровью человека.

В наибольшей степени подвержен влиянию электромагнитных полей ремонтный персонал. Это вызвано тем, что ремонтные работы могут производиться в самых различных условиях: на территории ОРУ на земле или вблизи нее, а также и с подъемом на высоту. Например, при ремонте выключателя, соседние ячейки могут находиться под напряжением. Поэтому в месте ремонта напряженность (например, электрического поля) может оказаться существенно больше, чем у поверхности земли. Для ее снижения в некоторых случаях возникает необходимость установки специальных экранов между ячейками ОРУ или ограничения времени пребывания персонала.

Установлены предельно допустимые уровни напряженности электрического поля частотой 50 Гц для персонала обслуживающего электроустановки и находящегося в зоне влияния создаваемого ими электромагнитного поля, в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле.

Допустимые уровни напряженности электрических полей

Предельно допустимый уровень напряженности воздействующего ЭП устанавливается равным 25 кВ/м.

Пребывание в ЭП напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

Пребывание в ЭП напряженностью до 5 кВ/м включительно допускается в течение рабочего дня.

При напряженности ЭП свыше 20 до 25 кВ/м время пребывания персонала в ЭП не должно превышать 10 минут.

Допустимое время пребывания в ЭП напряженностью свыше 5 до 20 кВ/м включительно вычисляется по формуле (1):

$$T = \frac{50}{E} - 2, \quad (1)$$

Где T – допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч;

E – напряженность воздействующего ЭП в контролируемой зоне, кВ/м.

Допустимое время пребывания в ЭП может быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время напряженность ЭП не должна превышать 5 кВ/м.

При нахождении персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП время пребывания вычисляют по формуле (2):

$$T_{\text{пр}} = 8 \left(\frac{t_{E1}}{T_{E1}} + \frac{t_{E2}}{T_{E2}} + \dots + \frac{t_{En}}{T_{En}} \right), \quad (2)$$

Где $T_{\text{пр}}$ – приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребывания в ЭП нижней границы нормируемой напряженности, ч;

$t_{E1}, t_{E2}, \dots, t_{En}$ – время пребывания в контролируемых зонах с напряженностью E_1, E_2, \dots, E_n , ч;

T_{E2}, \dots, T_{En} – допустимое время пребывания в ЭП для соответствующих контролируемых зон.

Приведенное время не должно превышать 8 ч.

Методика расчета допустимой напряженности в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле

При необходимости установления предельно допустимой напряженности ЭП при заданном времени пребывания в нем, уровень напряженности ЭП в кВ/м вычисляют по формуле:

$$E=50/(T+2),$$

Где T – время пребывания в ЭП,ч.

Расчет по формуле допускается в пределах от 0,5 до 8,0 ч.

Пример определения приведенного времени в электрическом поле

$$E_1=6,0 \text{ кВ/м}; t_{E1}=3,5 \text{ ч}; T_{E1}=6,3 \text{ ч};$$

$$E_2=10,0 \text{ кВ/м}; t_{E2}=0,5 \text{ ч}; T_{E2}=3,0 \text{ ч};$$

$$E_3=18,0 \text{ кВ/м}; t_{E3}=0,2 \text{ ч}; T_{E3}=0,8 \text{ ч};$$

$$T_{\text{пр}}=8\left(\frac{3,5}{6,3}+\frac{0,5}{3,0}+\frac{0,2}{0,8}\right) = 7,84 \text{ ч.}$$

Контрольные вопросы

1. Что такое зона влияния электрического поля?
2. Что такое зона влияния магнитного поля?
3. Дайте определение напряженности неискаженного электрического поля.
4. Меры безопасности при выполнении работ в зоне влияния электромагнитных полей.
5. Какие средства защиты применяют от воздействия электрического поля?
6. Допустимые уровни напряженности электрических полей.

Библиографический список

1. Основы электробезопасности в электроустановках: учебное пособие / К.Б. Кузнецова; ред.: / К.Б. Кузнецова. – Москва: Высшая школа, 2017. – 195с

2.Электробезопасность. Теория и практика / П.А. Долин; ред.:/
П.А. Долин. – Москва: МЭИ, 2012 –284с

3. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Комплект индивиду-
дуальный экранирующий для защиты от электрических полей промышлен-
ной частоты. Общие технические требования и методы испытаний [Текст]:
ГОСТ 12.4.172. – Введ. 2015-12-01. – М.: Энергия, 2019.– 43с