

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 14.11.2022 15:29:14
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668ab1c5d436d30ef51c11eabb573e9431f61e4851f61e561d08b

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра охраны труда и окружающей среды



ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

методические указания к проведению практической работы
по дисциплине «Токсикология»
для студентов направления подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

УДК 371.64/.69

Составители: И.О. Кирильчук, А.В. Иорданова

Рецензент

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

Определение класса опасности промышленных отходов: методические указания к проведению практической работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И.О. Кирильчук, А.В. Иорданова. Курск, 2021. 12 с.

Излагаются основные методики определения класса опасности при наличии и отсутствии предельно допустимых концентраций вредных веществ в почве. Приводится описание классов опасности отходов.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,58. Уч.-изд.л. 0,52. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

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

Цель работы:

определение класса опасности промышленных отходов при наличии и отсутствии ПДК вредных веществ в почве

1.1. Общие сведения

Токсичные отходы – это отходы, содержащие особо вредные для здоровья населения и природы вещества.

Определение класса опасности промышленных отходов делается в целях их раздельного сбора, затаривания, погрузки на транспорт, доставки на полигон для раздельного захоронения в соответствии с классом опасности. Класс опасности определяется токсичностью промышленных отходов.

Для определения класса опасности отходов следует руководствоваться положениями временного классификатора токсичных промышленных отходов и методических рекомендаций по определению класса токсичности промышленных отходов, утвержденных Минздравом 13.05.87. № 4286-87.

В классификаторе указывается не только класс опасности по наиболее токсичным компонентам, но и методы утилизации, обезвреживания, захоронения как применяемые, так и рекомендуемые.

Наличие в отходах ртути, сулемы, хромовокислого, цианистого калия, сурьмы треххлористой, бенз(а)пирена, окиси мышьяка и других высокотоксичных веществ позволяет отнести их к I классу опасности.

Наличие в отходах хлористой меди, хлористого никеля, трехокисной сурьмы, азотнокислого свинца дает основание отнести отходы ко II классу опасности.

Наличие сернокислой меди, щавелевокислой меди, никеля хлористого, окиси свинца, четыреххлористого углерода позволяет отнести отходы к III классу опасности.

При наличии в отходах марганца сернокислого, цинка сернокислого, хлористого цинка их относят к IV классу опасности.

При отсутствии временного классификатора и для более достоверного результата для определения класса опасности промышленных отходов используют расчетный метод.

1.2. Определение класса опасности при наличии предельно допустимой концентрации (ПДК_n) в почве

Определение класса опасности отходов производится в соответствии с нормативными материалами «Предельное содержание токсичных соединений в промышленных отходах, обуславливающее отнесение этих отходов к категории по токсичности» № 3170-84.

Для определения класса опасности отходов необходимо знать предельно допустимые концентрации в почве (ПДК_n).

ПДК_n - это такая концентрация химического вещества (в мг на 1 кг почвы) в пахотном слое почвы, которая не вызывает прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой окружающую среду и здоровье человека, а также не ухудшает способность почвы к самоочищению.

Существует четыре разновидности ПДК_n в зависимости от пути миграции химических веществ в сопредельные среды:

ТВ – транс локационный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы через корневую систему в зеленую массу и плоды растений!

МА – миграционный воздушный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы в атмосферу;

МВ – миграционный водный показатель, характеризующий переход из почвы в подземные грунтовые воды и водоисточники:

ОС – общесанитарный показатель, характеризующий влияние химического вещества на самоочищающую способность почвы и микробиоценоз.

Расчет индекса опасности K_i ведут по формуле:

$$K_i = \frac{\text{ПДК}_i}{(S_i + СВ)}, \quad (1)$$

где ПДК_i - предельно допустимая концентрация в почве для данного химического вещества, содержащегося в смеси, мг/кг;

i – порядковый номер данного компонента;

S_i – коэффициент растворимости в воде;

СВ – содержание данного компонента в общей массе отходов.

ПДК_n находят по спискам № 2264-84 от 30.10.80 и № 2546-82 Министерства здравоохранения, либо по ГОСТ 17.41.02-83. ПДК_n для отдельных веществ приведены в таблице 1.

Для определения коэффициента растворимости S_i с находят растворимость (S) данного химического вещества или соединения в воде в граммах на 100 г воды при температуре 25 °С и делят найденную величину – на 100. В большинстве случаев коэффициент растворимости находится в пределах от 0 до 1.

Для ряда веществ растворимость приведена в таблице 2.

СВ находят делением массы данного вещества на общую массу смеси.

Подсчитанную величину – K_i округляют до 1-го знака после запятой.

Рассчитав K_i для отдельных компонентов, выбирают 1-3 ведущих компонента, имеющих минимальное значение K_i . При этом должны выполняться условия:

$$\begin{aligned} K_1 < K_2 < K_3 \\ 2K_1 &\leq K_3 \end{aligned} \quad (2)$$

Затем определяют суммарный индекс опасности K_Σ по формуле:

$$K_\Sigma = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i \quad (3)$$

где $n \leq 3$ – количество ведущих компонентов.

По K_Σ определяют класс опасности с помощью вспомогательной таблицы 3.

1.3 Определение класса опасности при отсутствии ПДК в почве

Расчет индекса опасности в этом случае ведут для каждого компонента смеси по формуле:

$$K_i = \frac{\log(LD_{50})_i}{(S_i + 0,1F_i + СВ)}, \quad (4)$$

где LD_{50} – смертельная доза препарата в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающего гибель 50% подопытных животных;

F_i – коэффициент летучести данного компонента;

S_i и СВ – то же что и в формуле (1).

При наличии в справочниках нескольких величин LD_{50} для различных видов теплокровных животных выбирают для расчета индекса опасности наименьшее значение LD_{50} . Значения LD_{50} для некоторых веществ приведены в таблице 4.

Для определения коэффициента летучести F_i с помощью таблицы 5 находят давление насыщенного пара индивидуальных компонентов в смеси (имеющих температуру кипения при 760 мм рт. ст. не выше 80°C) в мм рт.ст. для температуры 25°C, полученную величину делят на 760.

Величина F_i как правило, находится в интервале от 0 до 1.

Величину K_i округляют до первого знака после запятой.

Рассчитав K_i для отдельных компонентов в смеси, выбирают несколько (не более трёх) ведущих компонентов, имеющих наименьшее значение K_i , так чтобы выполнялось условие 2.

Затем ведут расчет суммарного индекса K_{Σ} для смеси из двух или трёх компонентов по формуле 3, после чего определяют класс опасности с помощью вспомогательной таблицы 6.

1.4 Определение класса опасности при отсутствии ПДК в почве и LD_{50}

При отсутствии ПДК в почве и LD_{50} для некоторых компонентов смеси, но при наличии величин классов опасности в воздухе рабочей зоны, в уравнение (4) подставляют условные величины LD_{50} , ориентировочно определяемые по величине класса опасности в воздухе рабочей зоны с помощью вспомогательной таблицы 7.

Классы опасности вредных веществ определяют по таблице 8.

1.5 Справочные данные

Таблица 1 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ в почве. ПДК

№п/п	Вещество	ПДК _п мг/кг	№ п/п	Вещество	ПДК _п мг/кг
1	Амибен	0,5	9	Мезоранш	0.1
2	Бензол	0,3	1	Мышьяк	2
3	Гетерофос	0,05	0		
			1	Никель	4
4	Глифосфат	0,15	1	Олово	4,5
			2		
5	Дигидрел	0,5	1	Плондрел	0.15
			3		

6	Дропп	0.05	4	1	Ртуть	2,1
7	Железо	10	5	1	Сапрол	0,03
8	Карагард	0.4	6	1	Хостаквик	0,2

Таблица 2 – Растворимость различных веществ в воде

№	Вещество	S, г	№	Вещество	S, г
1	Алюминия оксид	н.р.	24	Мышьяк	н.р.
2	Амибен	0.07	25	Никель	н.р.
3	Ангидрид фталевый	н.р.	26	Олово	н.р.
4	Бензол	0,179	27	Перфтордиэтилметила-мин	н.р.
5	Бутил хлористый	0.066	28	Плондрел	0.0133
6	Гексахлорксилол	н. р.	29	Ртуть	н. р.
7	Гетерофос	н.р.	30	Ртуть хлористая	6.59
8	Глифосфат	1,2	31	Сапрол	0.0029
9	Дивинил	н.р.	32	Свинец хлористый	0,064
10	Дигидрел	50	33	Спирт циклогексоловый	5,37
11	Диметилвинилкарбонал	17.7	34	Стирол	н.р.
12	Диметилоксипропан	97.7	35	Тетрахлорбутадиен	0.013
13	Дихлортолул	0.1	36	Толуол	0,057
14	Дропп	0.053	37	Трифторхлортолуол	0.09
15	Железо	н.р.	38	Трихлороутадиен	0.22
16	Изопрен	н.р.	39	Фурфуrol	8.3
17	Иодбензол	0,034	40	Хлоракрилонитрил	н.р
18	Кальция оксид	0.13	41	Хлормефос	0.006
20	Карагард	0.013	42	Хостаквик	0,22
21	Каунтер	0.0015	43	Хрома оксид	166
22	Кремния диоксид	н.р.	44	Метилциклогексилкетон	н.р.
23	Мезоранил	0,74	45	Метилпропилкетон	6

Таблица 3 – Классификация опасности химических веществ на основе их ПДК в почве

Расчётная величина K_{Σ} по ПДК в почве	Класс опасности	Степень опасности	Примеры веществ, применяемых в качестве ведущих компонентов
менее 2	I	Чрезвычайно опас-	Сулема, хром(ГУ).

		ные	бенз(а)пирен
от 2 до 16	II	Высокоопасные	Медь хлористая, свинец азотнокис- лый
от 16,1 до 30	III	Умеренно опасные	Свинец окись, ни- кель серноокислый
более 30	IV	Малоопасные	Двуокись марганца

Таблица 4 – Средняя смертельная доза, вызывающая гибель 50 % подопытных животных, LD₅₀

№ п/п	Вещество	LD50, мг/кг жи- вого веса	№ п/п	Вещество	LD50, мг/кг жи- вого веса
1	Бутил хлористый	2,2	9	Метилциклогексилкетон	6.8
2	Гексахлорксилол	1.37	10	Перфтордиэтилметиламин	2,3
3	Диметилвинилкарбонил	1,39	11	Спирт циклогексильный	1-6
4	Диметилэпоксипропан	2.6	12	Тетрахлорбугадиен	421
5	Дихлортолуол	2,4	13	Трифторхлортолуол	1,3
6	Иодбензол	1.85	14	Трихлорбугадиен	0.68
7	Каунтер	1	15	Хлоракрилонитрил	128
8	Метилпропилкетон	1.39	16	Хлормефос	7

Таблица 5 – Давление насыщенных паров p и температура Т_{кип} веществ

№	Вещество	T _{кип}	p , мм.рт.ст.
1	Алюминия оксид	3500	0
2	Ангидрид фталевый	284,5	0.0005
3	Бутил хлористый	78.44	102.33
4	Гексахлорксилол	318	1,99
5	Дивинил	10,3	2102,98
6	Диметилвинилкарбонил	97,3	31
7	Диметилэпоксипропан	73	22
8	Дихлортолуол	197	0,62
9	Изопрен	34,07	671,98
10	Иодбензол	188.3	0,82
11	Кальция оксид	2850	0
12	Каунтер	69	0.0015
13	Кремния диоксид	2600	0
14	Метилпропилкетон	97,3	38
15	Метилциклогексилкетон	72	1,28
16	Перфтордиэтилметиламин	46,5	634.6
17	Ртуть хлористая	302	0.0001
18	Свинец фтористый	1290	0

19	Спирт циклогексильный	95,7	38
20	Стирол	145,2	0,169
21	Тетрахлорбутадиен	159	1,7
22	Толуол	110,6	28,83
23	Трифторхтортолуол	159	5,8
24	Трихлорбутадиен	152	2,3
25	Фурфурол	161,7	3,52
26	Хлоракр шюн итрил	78	45,7
27	Хлормефос	80	0,057
28	Хрома диоксид	300	0

Таблица 6 – Классификация опасности химических веществ по LD50

Расчётная величина Ку полученная на основе LD50	Класс опасности	Степень опасности	Примеры веществ, применяемых в качестве ведущих компонентов
менее 1,2	I	Чрезвычайно опасные	Сулема. хром(VI), цианистый калий
от 1,2 до 2,2	II	Высокоопасные	Медь хлористая
от 2,2 до 10	III	Умеренно опасные	Ацетофенон. четыреххлористый углерод
более 10	IV	Малоопасные	Кальций хлористых

Таблица 7 – Классы опасности в воздухе и соответствующие им условные величины LD50

Класс опасности в воздухе рабочей зоны	Эквивалент LD50, мг/кг
I	15
II	150
III	5000
IV	более 5000

Таблица 8 – Классы опасности вредных веществ в рабочей зоне

№ п/п	Вещество	Класс опасности	№ п/п	Вещество	Класс опасности
1	Алюминия оксид	IV	1	Ртуть хлористая	I
2	Ангидрид фталевый	II	2	Свинец фтористый	I

	ВЫЙ				
3	Дивинил	IV	3	Стирол	III
4	Изопрен	IV	4	Толуол	III
5	Кальция оксид	III	5	Фурфурол	III
6	Кремния диоксид	III	6	Хрома диоксид	III

1.6 Задание

Рассчитать класс опасности отходов. Исходные данные приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Исходные данные для расчета

	Вещество	Масса, кг		Вещество	Масса, кг
Вариант 1	Амнбен	100	Вариант 2	Бензол	28
	Гетерофос	300		Железо	55
	Глифосфат	50		Мышьяк	100
	Дигидрел	78		Никель	250
	Дропп	63		Олово	18
Вариант 3	Гетерофос	8	Вариант 4	Гетерофос	66
	Глифосфат	100		Глифосфат	65
	Дигидрел	20		Дигидрел	21
	Карагард	52		Плондрел	12
	Дропп	64		Сапрол	5
Вариант 5	Гетерофос	6	Вариант 6	Глифосфат	500
	Глифосфат	70		Дигидрел	300
	Дигидрел	20		Дропп	400
	Сапрол	30		Сапрол	20
	Хостаквик	100		Хостаквик	100
Вариант 7	Бензол	600	Вариант 8	Гетерофос	5
	Мышьяк	20		Дигидрел	24
	Никель	15		Карагард	39
	Олово	17		Мезоранил	45
	Ргуть	8		Мышьяк	101
Вариант 9	Мезоранил	118	Вариант 10	Карагард	52
	Плондрел	21		Мезоранил	67
	Ргуть	15		Плондрел	8
	Сапрол	9		Сапрол	99
	Хостаквик	56		Хостаквик	84
Вариант 11	Бутил хлористый	55	Вариант 12	Бутил хлористый	136
	Гексахлорксиллол	128		Гексахлорксиллол	51
	Метилциклогексилкетон	340		Иодбензол	72
	Спирт циклогекснловый	655		Метилциклогексилкетон	61
	Тетрахлорбугадиен	121		Тетрахлорбугадиен	450
Вариант 13	Бутил хлористый	120	Вариант 14	Бутил хлористый	502
	Гексахлорксиллол	61		Гексахлорксиллол	122
	Диметилвинилкарбонал	79		Диметилвинилкарбонал	83

	Диметилоксипропан	350		Диметилоксипропан	123
	Дихлортолуол	309		Иодбензол	450
Вариант 15	Каунтер	422	Вариант 16	Метилпропилкетон	321
	Метилциклогексилкетон	70		Спирт циклогексоловый	79
	Перфтордиэтиламин	51		Тетрахлорбугадиен	202
	Хлоракрилонитрил	77		Трифторхл ортолуол	190
	Хлормефос	60		Трихлорбугадиен	8

1.7. Пример выполнения лабораторной работы

Задача: Рассчитать класс опасности отходов.

В состав твёрдых отходов входят:

- 1) алюминия оксид - 300 кг;
- 2) кальция оксид - 200 кг;
- 3) кремния оксид - 500 кг;
- 4) ртуть хлористая - 70 кг;
- 5) хрома оксид - 1000 кг.

Данных о ПДК в почве и средней смертельной дозе LD_{50} для данных веществ нет. Поэтому расчёт проводим следующим образом:

- 1) Величину LD_{50} ориентировочно определяем по классу опасности в воздухе рабочей зоны (табл. 7 и 8).
- 2) Данные по растворимости определяем по табл. 2, по давлению насыщенных паров из табл. 5.

Результат определения характеристик компонентов отхода представим в виде таблицы.

Вещество	Класс опасности	Эквивалент LD_{50} ,	Растворимость, г/100г	Давление насыщенных паров, мм.рт.ст.
Алюминия оксид	IV	>5000	н.р.	0
Кальция оксид	III	5000	0,13	0
Кремния диоксид	III	5000	н.р.	0
Ртуть хлорная	I	15	6,59	0,0001
Хрома оксид	III	5000	166	0

Летучесть в данном случае принимаем равной нулю для всех веществ.

1. Рассчитываем индекс опасности для каждого вещества.

Для оксида алюминия принимаем: $LD_{50} = 5000$ мг/кг;

Коэффициент растворимости $S_i = 0$;

Коэффициент летучести = 0;

Содержание компонента в общей массе отходов:

$$CB = 300 / (300 + 200 + 500 + 70 + 100) = 0,145$$

Аналогичным образом определяем коэффициенты с содержанием для других компонентов смеси.

Индексы опасности рассчитываем по формуле:

$$K_i = \frac{\log(LD_{50})_i}{(S_i + 0,1F_i + CB)}$$

Индексы опасности равны:

Алюминия оксид: $K_i = \lg 5000 / 0,145 = 24$;

Кальция оксид: $K_i = \lg 5000 / (0,0013 + 0,1) = 37$;

Кремния диоксид: $K_i = \lg 5000 / 0,24 = 15$;

Ртуть хлористая: $K_i = \lg 15 / (0,0659 + 0,03) = 12$;

Хрома оксид: $K_i = \lg 5000 / (1,66 + 0,48) = 1,7$;

В качестве ведущих компонентов выбираем оксид хрома, хлористую ртуть и диоксид кремния.

Определяем суммарный индекс опасности по формуле:

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i$$

$$K_{\Sigma} = (1,7 + 12 + 15) \cdot 1/3^2 = 3,2$$

По K_{Σ} из таблицы 6 определяем класс опасности отхода - III.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра охраны труда и окружающей среды



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ОПАСНОСТИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ПО СП 2.1.7.1386-03**
методические указания к проведению практической работы
по дисциплине «Токсикология»
для студентов направления подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Курск 2021

УДК 371.64/.69

Составители: И.О. Кирильчук, А.В. Иорданова

Рецензент

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

Определение класса опасности промышленных отходов по СП 2.1.7.1386-03: методические указания к проведению практической работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И.О. Кирильчук, А.В. Иорданова. Курск, 2021. 15 с.

Приводится описание классов опасности отходов. Излагается методика определения класса опасности промышленных отходов по СП 2.1.7.1386-03

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,58. Уч.-изд.л. 0,52. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

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

Цель работы:

определение класса опасности промышленных отходов по его компонентам в почве, воде и атмосферном воздухе.

1.1. Общие сведения

В последнее время вышло большое количество нормативных документов в области обращения с отходами. В соответствии с Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» (1998 г.) каждое предприятие обязано разработать проект нормативов образования своих отходов и лимитов на их размещение, проводить инвентаризацию отходов и объектов их размещения. Порядок разработки проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение утвержден постановлением Правительства РФ от 16 июня 2000 г. № 461 «О Правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение». Во исполнение этого постановления МПР России в 2002 г. утвердило «Методические указания по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение». В проекте нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР) представляется расчет и обоснование нормативов и количества образующихся отходов, паспорт опасного отхода (по ГОСТ 30774-2001), обоснование количества временного хранения (накопления) отходов, схема операционного движения отходов и многие другие сведения о предприятии согласно приложению к Методическим указаниям.

Каждый вид отходов должен иметь определенный тринадцатизначный код в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО), утвержденным приказом МПР России от 2 декабря 2002 г. № 786, и с Дополнениями к ФККО, утвержденными в 2003 г.

ФККО — это перечень отходов, образующихся в Российской Федерации и систематизированных по совокупности приоритетных признаков. Первые восемь цифр кода характеризуют происхождение отхода, девятая и десятая цифры — агрегатное и физическое состояние, одиннадцатая и двенадцатая — опасные свойства, тринадцатая — класс опасности для окружающей природной среды.

Паспорт опасного отхода составляется на основании требования Федерального закона «Об отходах производства и потребления» (1998 г.). Порядок паспортизации отходов определяет Правительство РФ. Во исполнение постановления Правительства РФ «О порядке ведения государственного кадастра отходов и проведения паспортизации опасных отходов» утверждены форма паспорта опасного отхода и инструкция по ее заполнению. Паспорт опасного отхода составляется на отходы I-IV классов опасности, внесенные в ФККО и обладающие опасными свойствами (токсичность, пожаро- и взрывоопасность, высокая реакционная способность, содержание возбудителей инфекционных болезней). Опасные свойства отхода устанавливаются в соответствии с ратифицированной в РФ Базельской конвенцией и (или) требованиями соответствующих ГОСТов.

Все отходы производства и потребления предприятия должны быть отнесены к соответствующему классу опасности во исполнение приказа МПР России «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» от 15 июня 2001 г. №511.

В случае отсутствия отхода в ФККО и в Дополнениях к ФККО или отсутствия данных о классе опасности отхода, внесенного в ФККО (тринадцатая цифра имеет код 0), необходимо провести обоснование отнесения отхода к классу опасности для окружающей природной среды.

Большие сложности возникают у предприятий с отходами, у которых класс опасности не определен. Класс опасности отхода может быть определен расчетным и (или) экспериментальным методом. Расчетный метод применяется, если известен состав отхода и в литературных источниках имеются необходимые сведения для определения показателей опасности отхода. В противном случае определение класса опасности проводится экспериментально.

Порядок расчета класса опасности отходов изложен в «Критериях отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» и в «Санитарных правилах по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления» СП 2.1.7.1386-3. Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на окружающую природную

среду (ОПС) при непосредственном или опосредованном воздействии отхода в соответствии с таблицами 1 и 2.

Отнесение отхода к классу опасности расчетным методом осуществляется на основании величины суммарного индекса опасности K , рассчитанного по сумме показателей опасности веществ, составляющих отход K_i .

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по результатам качественного и количественного химического анализа или по составу исходного сырья и технологии его переработки.

На основании состава отхода проводится информационный поиск токсикологических, санитарно-гигиенических и физико-химических показателей опасности каждого его компонента. По значению показателя опасности последнему присваивается балл от 1 до 4.

Соотнесение каждого показателя к их уровню опасности указано в таблице 3.

Основная трудность при расчете класса опасности отходов состоит в проведении информационного поиска токсикологических, санитарно-гигиенических и физико-химических показателей опасности каждого компонента отхода. Чтобы рассчитать класс опасности каждого отхода, надо провести очень трудоемкую и кропотливую работу поиска литературных данных по всем требуемым параметрам для каждого компонента отхода.

Таблица 1 – Степень возможного вредного воздействия на окружающую природную среду

Степень вредного воздействия опасных отходов на ОПС	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОПС	Класс опасности отхода для ОПС
Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	I класс (Чрезвычайно опасные)
Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	II класс (Высокоопасные)
Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия	III класс (Умеренно опасные)

	от существующего источника	
Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3-х лет	IV класс (Малоопасные)
Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена	V класс (Практически неопасные)

Таблица 2 – Степень опасности отхода для окружающей природной среды

КЛАСС ОПАСНОСТИ ОТХОДА	СТЕПЕНЬ ОПАСНОСТИ ОТХОДА ДЛЯ ОПС (К)
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	$K \leq 10$

Проблема состоит в том, что в нормативных документах отсутствует информационная база для определения каждого необходимого токсикологического, санитарно-гигиенического и физико-химического показателя. И каждое предприятие, вынужденное проводить расчет класса опасности своих отходов, сталкивается с этой проблемой.

Таблица 3 – Токсикологические, санитарно-гигиенические и физико-химические показатели

№ п.п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода			
		1	2	3	4
1	ПДКп (ОДК), мг/кг	<1	1-10	10.1 -100	>100
2	Класс опасности в почве	1	2	3	неустановлен
3	ПДКв (ОДУ. ОБУВ), мг/л	< 0,01	0,01 - 0,1	0,11-1	>1
4	Класс опасности в воде хозяйственно - питьевого использования	1	2	3	4
5	ПДКр-х. (ОБУВ), мг/л	<0,001	0,001 - 0,1	0,011-0,1	>0,1
6	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использо-	1	2	3	4

	вания				
7	ПДКс.с. (ЦДКм.р.. ОБУВ), мг/м ³	< 0,01	0,01 - 0,1	0,11-1	>1
S	Класс опасности в атмосферном воздухе	1	2	3	4
9	Lg (S/ПДКв, мг/л)	>5	5-2	1.9-1	<1
10	Lg (С _{нас} , мг/м ³ / ПДКр-з)	>5	5-2	1.9-1	<1
11	Lg (С _{нас} / ПДКс.с. или ПДКмр.)	>7	7-3.9	3,8 -1,6	<1,6
12	LD50, мг/кг	<15	15 -150	151 - 5000	> 5000
	БАЛЛ	1	2	3	4

1.2. Порядок проведения расчета

Растворимость в воде (S) дана в процентах, т.е. г/100 г воды. Перевод растворимости органических веществ в воде в мг/л (S') проводился по формуле 1:

$$S' = \left(\frac{S}{100}\right) \cdot 10000, \quad (1)$$

Концентрация насыщенных паров органических растворителей в воздухе рассчитывается по формуле 2:

$$C = \frac{M \cdot P \cdot 1000}{18,3}, \quad (2)$$

где C – концентрация насыщенных паров в воздухе при 20°C и нормальном давлении, мг/м³;

M – молекулярный вес вещества;

P – давление насыщенных паров в воздухе при 20°C, мм рт. ст.

Каждое значение любого из токсикологических, санитарно-гигиенических и физико-химических показателей соответствует определенному уровню опасности, которое выражается в баллах от 1 до 4 (определяется по таблице 3).

По установленным степеням опасности компонентов отхода для ОПС в различных природных средах рассчитывается относительный параметр опасности компонента отхода для ОПС (X_i) делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

$$X_i = \frac{\sum_{j=1}^k U_j + I}{N+1}, \quad (3)$$

где N – количество показателей опасности компонентов отхода для ОПС;

U_i – уровень опасности вещества в баллах;

I – информационный показатель;

k – количество компонентов отхода.

Информационный показатель I зависит от показателя информационного обеспечения n , который рассчитывается по формуле 4:

$$n = \frac{N}{12}, \quad (4)$$

где 12 – количество наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для ОПС. Соотношение показателя информационного обеспечения n с информационным показателем I показано в таблице 4.

Таблица 4 – Диапазон изменения показателя информационного обеспечения

Диапазоны изменения показателя информационного обеспечения	БАЛЛ
$< 0,5$ ($n < 6$)	1
$0,5 - 0,7$ ($n = 6 - 8$)	2
$0,71 - 0,9$ ($n = 9 - 10$)	3
$> 0,9$ ($n > 11$)	4

Затем рассчитывается коэффициент Z_j , необходимый для определения коэффициента степени опасности компонента W_j , по формуле 5:

$$Z_j = \frac{4 \cdot X_i}{3} - \frac{1}{3}, \quad (5)$$

В зависимости от значения этого коэффициента Z_j коэффициент степени опасности компонента W_j будет рассчитываться по разным формулам (табл. 5).

Таблица 5

$\lg W_i =$	$4 - (4 / Z_i)$	$1 < Z_i < 2$
	Z_i	$2 < Z_i < 4$
	$2 + (4 / (6 - Z_i))$	$4 < Z_i < 5$

Зная концентрацию компонента отхода C_i , можно вычислить показатель опасности компонента отхода K_i по формуле 6:

$$K_i = \frac{C_i}{W_i}, \quad (6)$$

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

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

Затем рассчитывается показатель степени опасности всего отхода для ОПС K по формуле 7:

$$K = \sum K_i$$

где K_i — показатель степени опасности отдельных компонентов отхода для ОПС.

Показатель степени опасности отхода K определяет класс опасности отходов для здоровья человека и среды его обитания.

Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю степени опасности отхода для ОПС осуществляется в соответствии с таблицей 2.

1.3 Справочные данные

Таблица 6 – Молекулярный вес некоторых веществ

Название вещества	Структурная формула	Молекулярный вес
Амибен	$C_7H_5C_{12}NO_2$	206,028
Бензол	C_6H_6	78,1134
Дивинил	C_4H_4	54,0914
Дропп	CH_4N_2S	76,116
Железо	Fe	55,847
Изопрен	C_5H_8	68,1182
Мышьяк	As	74,9216
Никель	Ni	58,71
Ртуть	Hg	200,59
Стирол	C_8H_8	104,1512
Толуол	C_7H_8	92,1402
Фурфурол	$C_5H_4O_2$	96,0854

Таблица 7 – Растворимость различных веществ в воде

№	Вещество	Растворимость, г	№	Вещество	Растворимость, г
1	Амибен	0,07	7	Мышьяк	н.р.
2	Бензол	0,179	8	Никель	н.р.
3	Дивинил	н.р.	9	Ртуть	н.р.
4	Дропп	0,053	10	Стирол	н.р.
5	Железо	н.р.	11	Толуол	0,057
6	Изопрен	н.р.	12	Фурфурол	8,3

Таблица 8 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ в почве, ПДК_п

№ п/п	Вещество	ПДК _п , мг/кг
1	Амибен	0.5
2	Бензол	0.3
3	Мышьяк	2
4	Никель	4
5	Ртуть	2.1

Таблица 9 – Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

№ п/п	Наименование вещества	Формула	Величина ПДК (мг/л)	Класс опасности
1	Дивинил	C ₄ H ₆	0.05	4
2	Изопрен	C ₅ H ₈	0.005	4
3	Стирол	C ₈ H ₈	0.1	3
4	Толуол	C ₇ H ₈	0.5	4
5	Фурфурол	C ₅ H ₄ O ₂	1.0	4
6	Амибен	C ₇ H ₅ C ₁₂ NO ₂	0.5	3
7	Бензол	C ₆ H ₆	0.5	2
8	Дропн	CH ₄ N ₂ S	0.03	2
9	Железо	Fe	0.3	3
10	Мышьяк	As	0.05	2
11	Никель	Ni	0.1	3
12	Ртуть	Hg	0.0005	1

Таблица 10 – ПДК для населенных пунктов

№	Наименование вещества	Величина ПДК		Класс опасности
		максимальная разовая	среднесуточная	
1	Дивинил	3,0	1-0	4
2	Дропн	0,5	0,2	4
3	Оксид железа	-	0.04	3
4	Изопрен	0,5	-	3
5	Мышьяк	-	0,003	2

6	Никель	-	0,001	2
7	Ртуть		0.0003	1
8	Стирол	0.04	0,002	2
9	Толуол	0,6	-	3
10	ФУРФУРОЛ	0,08	0.04	3
11	Бензол	0,3	0-1	2

Таблица 11 – Давление насыщенных паров p при T=20°C

№	Вещество	p, мм.рт.ст.
1	Дивинил	2102,98
2	Изопрен	671.98
3	Стирол	0.169
4	Толуол	28,83
5	Фурфурол	3,52
6	Ртуть	162,66

Таблица 12 – Классы опасности в воздухе и соответствующие им условные величины LD₅₀

Класс опасности в воздухе рабочей зоны	Эквивалент LD ₅₀ , мг/кг
I	15
II	150
III	5000
IV	более 5000

1.4 Задание

Рассчитать класс опасности отходов. Исходные данные приведены в таблице 13.

Таблица 13

	Вещество	Масса, кг		Вещество	Масса, кг
вариант 1	Амнбен	100	вариант 2	Бензол	28
	Стирол	150		Железо	55
	Толуол	132		Мышьяк	100
	Бензол	180		Никель	250
	Дропп	63		Изопрен	18
вариант 3	Дивинил	8	вариант 4	Дивинил	66
	Фурфуrol	100		Железо	65
	Бензол	20		Ртуть	21
	Амнбен	52		Стирол	12
	Дропп	64		фурфур ^{ол}	5
вариант 5	Изопрен	6	вариант 6	Фурфуrol	500
	Дивинил	70		Ртуть	300
	Толуол	20		Дропп	400
	Стирол	30		Железо	20
	Бензол	100		Никель	100
вариант 7	Бензол	600	вариант 8	Дивинил	5
	Мышьяк	20		Изопрен	24
	Никель	15		Дропп	39
	Изопрен	17		Никель	45
	РТУТЬ	8		Мышьяк	101

1.5 Пример выполнения лабораторной работы

Рассчитать класс опасности промышленного отхода в состав которого входят следующие компоненты:

Бензол - 50 кг

Толуол - 100 кг

Фурфуrol - 75 кг

Амибен - 10 кг

Изопрен - 80 кг

$$S_{\text{бензол}} = 0.179 \cdot 10000 = 1790 \text{ мг/л};$$

$$S_{\text{толуол}} = 0.057 \cdot 10000 = 570 \text{ мг/л};$$

$$S_{\text{фурфуrol}} = 8,3 \cdot 10000 = 83000 \text{ мг/л};$$

$$S_{\text{амибен}} = 0,07 \cdot 10000 = 700 \text{ мг/л};$$

$$S_{\text{изопрен}} = 0 \text{ мг/л};$$

$$S_{\text{нас толуол}} = \frac{92,1402 \cdot 28,83}{18,3 \cdot 1000} \approx 191 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{\text{нас}}^{\text{фурфурол}} = \frac{96,0854 \cdot 3,52 / 760 \cdot 1000}{18,3} \approx 24,3 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{\text{нас}}^{\text{изопрен}} = \frac{68,1182 \cdot 671,98 / 760 \cdot 1000}{18,3} \approx 3291 \text{ мг/м}^3$$

Проведём информационный поиск токсикологических, санитарно гигиенических и физико-химических показателей опасности каждого компонента отхода. Результаты поиска оформим в виде таблицы 14.

Рассчитываем средний балл по каждому компоненту отхода:

$$X_{\text{бензол}} = \frac{14+2}{7+1} = 2$$

$$X_{\text{толуол}} = \frac{16+2}{6+1} = 2,57$$

$$X_{\text{фурфурол}} = \frac{20+2}{7+1} = 2,75$$

$$X_{\text{амибен}} = \frac{9+1}{4+1} = 2$$

$$X_{\text{изопрен}} = \frac{21+2}{7+1} = 2,88$$

Рассчитываем значение коэффициента Z:

$$Z_{\text{бензол}} = \frac{4 \cdot 2}{3} - \frac{1}{3} = 2,33$$

$$Z_{\text{толуол}} = \frac{4 \cdot 2,57}{3} - \frac{1}{3} = 3,13$$

$$Z_{\text{фурфурол}} = \frac{4 \cdot 2,75}{3} - \frac{1}{3} = 3,37$$

$$Z_{\text{амибен}} = \frac{4 \cdot 2}{3} - \frac{1}{3} = 2,33$$

$$Z_{\text{изопрен}} = \frac{4 \cdot 2,88}{3} - \frac{1}{3} = 3,54$$

Рассчитываем коэффициент степени опасности компонента:

$$W_{\text{бензол}} = 10^{2,33} = 213,8$$

$$W_{\text{толуол}} = 10^{3,13} = 1349$$

$$W_{\text{фурфурол}} = 10^{3,37} = 2344$$

$$W_{\text{амибен}} = 10^{2,33} = 213,8$$

$$W_{\text{изопрен}} = 10^{3,54} = 3467$$

Таблица 14 – Информационный поиск показателей опасности компонентов отхода

№ п/п	Наименование показателя опасности	Показатели опасности и концентрации компонентов отхода									
		Бензол		Толуол		Фурфурол		Амибен		Изопрен	
1	ПДКп, мг/кг	0,3	1	-	-	-	-	0,5	1	-	-
2	Класс опасности в почве										
3	ПДКв, мг/л	0,5	3	0,5	3	1	3	0,5	3	0.005	1
4	Класс опасности в воде хоз.-бытового назначения	2	2	4	4	4	4	3	3	4	4
5	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л										
6	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования										
7	ПДКс.с. (ПДКм.р). мг/м ³	0.1 (0,3)	2	- (0,6)	3	0.04 (0,08)	2	-	-	- (0,5)	3
8	Класс опасности в атмосферном воздухе	2	2	3	3	3	3	-	-	3	3
9	Lg (S/ПДКв)	3,56	2	-	-	2,76	2	3.14	2	0	4
10	Lg (Снас/ПДКр.з)										
11	Lg (Снас/ ПДКс.с. или ПДКм.р.)	-	-	2,5	3	2,78	3	-	-	3.81	3
12	LD50. мг/кг	150	2	5000	3	5000	3	-	-	5000	3
13	Число использованных показателей N	7		6		7		4		7	
14	Показатель информ. обеспечения, n	0.58		0,5		0.58		0,33		0,58	
15	Информационный показатель I		2		2		2		1		2

Рассчитываем концентрацию каждого компонента в отходе:

$$C_{\text{бензол}} = \frac{50 \cdot 1000000}{50 + 100 + 75 + 10 + 80} = 158730 \text{ мг/кг}$$

$$C_{\text{толуол}} = \frac{100 \cdot 1000000}{50 + 100 + 75 + 10 + 80} = 317460 \text{ мг/кг}$$

$$C_{\text{фурфурол}} = \frac{75 \cdot 1000000}{50 + 100 + 75 + 10 + 80} = 238095 \text{ мг/кг}$$

$$C_{\text{амибен}} = \frac{10 \cdot 1000000}{50 + 100 + 75 + 10 + 80} = 31746 \text{ мг/кг}$$

$$C_{\text{изопрен}} = \frac{80 \cdot 1000000}{50 + 100 + 75 + 10 + 80} = 253968 \text{ мг/кг}$$

Рассчитываем показатель опасности каждого компонента отхода:

$$K_{\text{бензол}} = \frac{158730}{213,8} = 742$$

$$K_{\text{толуол}} = \frac{317460}{1349} = 235$$

$$K_{\text{фурфурол}} = \frac{238095}{2344} = 102$$

$$K_{\text{амибен}} = \frac{31746}{213,8} = 149$$

$$K_{\text{изопрен}} = \frac{253968}{3467} = 73$$

Рассчитываем показатель степени опасности всего отхода для ОПС:

$$K = 742 + 235 + 102 + 149 + 73 = 1301$$

Определяем класс опасности отхода по таблице 2 – II класс опасности.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра охраны труда и окружающей среды



РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПДК ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

методические указания к проведению практической работы
по дисциплине «Токсикология»

для студентов направления подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Курск 2021

УДК 371.64/.69

Составители: И.О. Кирильчук, А.В. Иорданова

Рецензент

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

Расчетные методы определения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны: методические указания к проведению практической работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И.О. Кирильчук, А.В. Иорданова. Курск, 2021. 7 с.

Приведены основные параметры токсикометрии. Излагается методика расчета предельно допустимой концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны по показателям токсичности.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,58. Уч.-изд.л. 0,52. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

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

Цель работы:

определение предельно допустимой концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны по показателям токсичности.

1.1. Общие сведения

Ускорение способов оценки токсичности вредных промышленных веществ и установление для них ориентировочных значений ПДК продиктовано стремлением устранить разрыв, который существует между числом новых химических веществ, внедряемых в промышленное производство, и реальными возможностями их изучения и установления для них обоснованных ПДК. Среди путей к этой цели одним из наиболее перспективных является математический метод, позволяющий прогнозировать токсическое действие химических соединений, как по их физико-химическим свойствам, так и по результатам простейших и кратковременных токсикологических исследований. Несомненно, что расчетные методы не могут полностью подменить экспериментальные обоснования ПДК, проводимые в лабораторных условиях. В особенности это относится к нормированию веществ, обладающих выраженным специфическим действием. Однако для многих химических соединений рассчитанные по формулам ориентировочные значения ПДК весьма близки к узаконенным. Дальнейшее совершенствование математических методов установления ПДК с привлечением к регрессионному анализу разнообразных исходных показателей еще более повысит его значение в прогнозировании допустимых пределов нахождения во внешней среде химических веществ.

Для установления значения ПДК рекомендуется проводить расчеты по нескольким уравнениям.

Для вычисления среднего значения ПДК ее величина представляется в виде среднего геометрического логарифма ПДК, рассчитанных по отдельным уравнениям. Одновременно целесообразно провести расчеты ПДК для ранее нормированных соединений, что позволяет подтвердить обоснованность прогнозов. В случае значительных расхождений величин ПДК, рассчитанных по отдельным уравнениям или «выпадении» полученной величины из ряда нормированных соединений исследуемого гомологического ряда, целесооб-

разно привлечение дополнительных расчетов, основанных на определении порогов с помощью метода фракционного голодания или использования митохондриальной тест-системы. При выборе окончательного значения ПДК следует учитывать все имеющиеся сведения о токсических свойствах изучаемого вещества (прогнозируемые величины, аналогия с ранее нормированными соединениями, особенности токсического действия).

В приведенных ниже формулах используются следующие параметры токсикометрии:

$ПДК_{рз}$ - предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, $мг/м^3$.

$ПК_{стр}$ - пороговая концентрация, вызывающая изменения в характеристике безусловного сгибательного рефлекса у кроликов при 40- минутном воздействии, $мМ/кг$.

CL_{50} - среднесмертельная концентрация вещества, $мг/м^3$, $мг/л$. Значения CL_{50} выражают также в $мг$ -молекулах на литр ($мМ/л$). Для перевода $мг/л$ в $мМ/л$ необходимо разделить исходное значение CL_{50} на молекулярную массу вещества.

CL_{100} - абсолютная смертельная концентрация вещества, $мг/м^3$, $мг/л$.

DL_{50} - среднесмертельная доза вещества, $мг/кг$. Значения DL_{50} выражают также в $мг$ /молекулах на килограмм ($мМ кг$) и в $мг$ -атомах на килограмм ($мА кг$). Для перевода $мг/кг$ в $мМ/кг$ надо разделить исходное значение DL_{50} на молекулярную массу вещества. Для перевода $мг/кг$ в $мА/кг$ надо разделить исходное значение DL_{50} на молекулярную массу вещества и умножить на число атомов металла, входящих в молекулу вещества.

Lim_{ac} - порог острого действия, $мг/м^3$, $мг/л$.

Lim_{ch} - порог хронического действия, $мг/м^3$, $мг/л$.

M - молекулярная масса.

1.2 Расчет $ПДК_{рз}$ по показателям токсичности

Рекомендуемые ниже формулы для расчета ПДК вредных веществ в воздушной среде, рабочей зоны выведены на основании регрессионного анализа. Узаконенные $ПДК_{рз}$ сопоставлялись с различ-

ными показателями их токсичности и некоторых физико-химических свойств этих веществ.

В формулах (1, 2, 9-11) летальные и пороговые дозы и концентрации выражены в мМ/л или в мМ/кг; в формулах (1-5) - в мг/л или в мг/кг; в остальных в мг/м³. Предельно допустимые концентрации вредных веществ во всех случаях получаются в мг/м³.

Одной из первых работ, в результате которой были предложены формулы расчета ПДК для летучих органических веществ было исследование А. О. Лойта. В выведенных им формулах наряду с данными, характеризующими острую токсичность (CL₅₀ в мМ/л и DL₅₀ в мМ кг), использованы также молекулярные массы изучаемых веществ:

$$\lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}} = 0,91 \lg CL_{50} - 2,7 + \lg M, \quad (1)$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз}} = 1,53 \lg DL_{50} - 5,7 + \lg M, \quad (2)$$

Г. К. Заева предложила расчетные формулы ПДК_{рз} газов и паров органических веществ на основе смертельно действующих концентраций и порогов острого действия (Lim_{ac}):

$$\text{ПДК}_{\text{рз}} = 0,5 CL_{100}, \quad (3)$$

$$\text{ПДК}_{\text{рз}} = 1,3 CL_{50}, \quad (4)$$

$$\text{ПДК}_{\text{рз}} = 66 \text{ lim}_{ac}, \quad (5)$$

Кроме того, расчеты для этих соединений можно проводить по уравнениям (6-8):

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз}} = 0,95 \lg \text{lim}_{ac} + 0,49 \lg CL_{50} - 0,83, \quad (6)$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз}} = 0,49 \lg DL_{50} + 0,63 \text{ lim}_{ac} - 2,29, \quad (7)$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз}} = 0,39 \lg \text{lim}_{ac} + 0,41 \lg CL_{50} + 0,36 \lg DL_{50} - 2,61, \quad (8)$$

Формулы для расчета ПДК_{рз}, учитывающие показатели токсичности, вывели также Е. И. Люблина и А. А. Голубев. Эти значения ПДК ближе к узаконенным, чем ПДК, полученные при использовании физико-химических констант. Для газов и паров органических соединений ими предложены следующие формулы:

$$\lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}} = \lg \text{ПК}_{\text{сгр}} + 1,7 + \lg M, \quad (9)$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}} = 0,91 \lg CL_{50} + 0,1 \lg M, \quad (10)$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}} = \lg DL_{50} - 2 + \lg M, \quad (11)$$

Наибольшее приближение к узаконенным значениям ПДК_{рз} дают формулы 9 и 10. Эти уравнения могут быть заменены еще более простыми:

6

$$\text{ПДК}_{\text{рз}} = 50 \text{ ПК}_{\text{сгр}}, \quad (12)$$

$$\text{ПДК}_{\text{рз}} = 0,01 \text{ DL}_{50}, \quad (13)$$

1.3 Задание

Рассчитать $\text{ПДК}_{\text{рз}}$ вещества. Исходные данные в таблице 1

Таблица 1 – Исходные данные для расчета ПДК_{рз} по показателям токсичности

№ п/п	Вещество	М	DL ₅₀ , г/кг	CL ₅₀ , мг/л или мг/м ³	DL ₁₀₀ , г/кг	Lim _{ch} , мг/л или мг/м ³	Lim _{ac} , мг/л или мг/м ³	ПК _{сгр.} мг/л или мг/м ³
1	Бутан		58,12	658				
2	γ-бутилен	(CH ₃) ₂ C=CH ₂	56,08	620		23		
3	Изопрен	CH ₂ =C(CH ₃)CH=CH ₂	68,11	144		3		2
4	Винилацетилен	CH ₂ =CHC=CH	52,03	97,2			0,8	
5	Бензол	C ₆ H ₆	78,12	5,6	45		15	
6	Толуол	C ₆ H ₅ CH ₃	92,14	7	35	8	10	
7	Этилбензол	C ₆ H ₅ CH ₂ CH ₃	106,17	3,5	45	9,5	35,5	
9	Изопропилбензол	C ₆ H ₅ CH(CH ₃) ₂	120,18	1,4	25		15	
10	Стирол	C ₆ H ₅ -CH=CH ₂	104,15	1	21	3	1	
11	Перфторизобутилен	(CF ₃) ₂ C=CF ₂	200,04			0,0015	0,015	0,0026
12	Хлористый метил	CH ₃ Cl	50,49		5,3			
13	Хлороформ	CHCl ₃	119,37		21,2	0,005	20	
14	Хлористый этил	C ₂ H ₅ Cl	64,52		160	1,2		
15	1,1,2-Трихлорэтан	CHCl ₂ CH ₂ Cl	133,42	0,45	16			
16	Трихлоруксусная кислота	CCl ₃ COOH	163,40	5				
17	Капроновая кислота	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	116,16			0,02	1	
18	Фосфамид		229,27	230	300	30	1,12	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра охраны труда и окружающей среды



РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПО ФИ- ЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ КОНСТАНТАМ

методические указания к проведению практической работы
по дисциплине «Токсикология»
для студентов направления подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Курск 2021

УДК 371.64/.69

Составители: И.О. Кирильчук, А.В. Иорданова

Рецензент

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

Расчет предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны по физико-химическим константам: методические указания к проведению практической работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И.О. Кирильчук, А.В. Иорданова. Курск, 2021. 5 с.

Излагается методика расчета предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны по их физико-химическим константам.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,58. Уч.-изд.л. 0,52. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

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

Цель работы:

определение предельно допустимой концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны по их физико-химическим константам.

1.1. Общие сведения

При отсутствии данных о токсичности химических соединений расчет ориентировочных значений ПДК может быть произведен по их физико-химическим константам. Следует отметить, что производить расчеты по формулам, приведенным ниже, можно лишь для тех органических веществ, физико-химические константы которых укладываются в следующие границы:

Молекулярная масса М	от 30	до 300
Плотность ρ , г/см ³	от 0,6	до 2,0
Температура кипения $t_{\text{кип}}$, °С	от -100	до +300
Температура плавления $t_{\text{пл}}$, °С	от -190	до +180
Показатель преломления n_D	от 1,3	до 1,6

В основании формул 1-7 находится одна из физико-химических констант:

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз}} = - 0,058\sigma + 1,12 + \lg M \quad (1)$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз}} = - 10n_D + 14,2 + \lg M \quad (2)$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз}} = - 0,012t_{\text{пл}} - 1,2 + \lg M \quad (3)$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз}} = - 0,01M + 0,4 + \lg M \quad (4)$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз}} = - 0,01t_{\text{кип}} + 0,6 + \lg M \quad (5)$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз}} = 0,481g P - 1,0 + \lg M \quad (6)$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{рз}} = - 2,2 \rho + 1,6 + \lg M \quad (7)$$

Для получения более достоверных результатов необходимо произвести расчет по нескольким показателям, а затем найти среднее логарифмическое значение ПДК_{рз}. В качестве исходных переменных величин целесообразно брать поверхностное натяжение и температуру плавления. Менее точные значения ПДК_{рз} получаются при учете поверхностного натяжения и плотности и, наконец, еще менее точные - при использовании плотности и температуры плавления.

Для веществ с резко выраженными специфическими и неспецифическими свойствами ориентировочные значения ПДК_{рз} значительно отклоняются от узаконенных. Для веществ неспецифического действия, т. е. обладающих, как правило, низкой химической актив-

ностью, расчетные величины оказываются заниженными, а у веществ с преимущественно специфическим действием и выраженной химической активностью рассчитанные ПДК_{рз} оказываются подчас весьма завышенными. Последнее обстоятельство наиболее опасно, так как может ориентировать исследователей на принятие значений ПДК, представляющих опасность для работающих.

1.3 Задание

Определить ПДК в воздухе рабочей зоны для пяти веществ по физико-химическим свойствам, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета ПДК_{р,з} по физико-химическим константам

Вещество		Молекулярная масса, М	Показатель преломления	Плотность, г/см ³	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С
Азотная кислота	HNO ₃	81.03	1.397	1.502	42	86
Гидразин	N ₂ H ₄	32,05	-	1.012	1,5	113,5
Водород цианистый	HCN	27,03	1.268	0.699	-13,3	25.6
Оксид азота	NO	30.01	-	1.226	-163.7	-151.8
Боразол	B ₃ N ₃ H ₆	80.50	-	0.824	-58	53
Алюминий	Al	26.98	-	2.7	660.1	2486
Германий хлористый	GeCl ₄	214	1.464	1.874	49.6	83.1
Железо сернокислое	FeSO ₄ • 7H ₂ O	278.01	1.471	1.898	64	100
Кадмий йодистый	CdI ₂	366.21	-	5.67	388	900
Кобальт хлористый	CoCl ₂ • 6H ₂ O	237.93	-	1.924	86	-
Магний сернокислый	MgSO ₄ • 7H ₂ O	246.48	1.433	1.636	150	200
Висмут бромистый	BiBr ₃	448.71	-	5.7	200	453
Медь уксуснокислая	Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ • H ₂ O	199,64	1.545	1.882	115	240
Натрий-калий виннокислый	NaKC ₄ H ₄ O ₆ • 4H ₂ O	282,23	1.493	1.79	70	215
Висмут хлористый	BiCl ₃	315.34	-	4.75	230	447
Натрий уксуснокислый	NaC ₂ H ₃ O ₂ • 3H ₂ O	136.08	1.416	1.45	58	120
Никеля карбонил	Ni(CO) ₄	170.75	-	1.32	-25	43
Марганец кремнекислый	Mn ₂ SiO ₄	131.02	1.733	3,72	1272	-
Сера хлористая	S ₂ Cl ₂	135.03	1.666	1.678	-80	136.8
Пиросульфурил фторохлористый	S ₂ O ₅ FCl	198,58	1.449	1.797	-65	100
Натрий хлористый	NaCl	58,44	1.54	2.165	800	1413
Сульфурил хлористый	SO ₂ Cl ₂	134.97	1.444	1.667	-54.1	69.1
Сероуглерод	CS ₂	76.14	1.629	1.261	-112	46.25
Фосфор изоцианатофторитый	PF(NCO) ₂	134.01	1,468	1.475	-55	98,7
Тиофосфорил хлористый	PSCl ₃	169.4	1.463	1.635	-35	125