

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра безопасности производств

Расчётно-графическая работа

Оценка потенциальной опасности химических веществ по параметрам  
токсикометрии  
Вариант 2

По дисциплине: Производственная санитария и гигиена труда  
(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Выполнил: студент гр. БТБ-19 Кононенко В.В.  
(группа) (подпись) (Ф.И.О.)

Проверил: доцент Смирнякова В.В.  
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург

2022 год

## І часть

### Задача №1

Токсикологическая характеристика на основании значений средней смертельной концентрации в воздухе  $CL_{50}$ .

1) Гептафторизомасляная кислота ( $CL_{50}=34$  мг/л) и бензойная кислота ( $CL_{50}=29$  мг/л). Следовательно, бензойная кислота опаснее, чем гептафторизомасляная кислота, поскольку смертельная концентрация меньше.

2) Пентафториодэтан ( $CL_{50}=330$  мг/л) и стирол ( $CL_{50}=35$  мг/л). Следовательно, стирол опаснее, чем пентафториодэтан, поскольку смертельная концентрация меньше.

3) Стирол ( $CL_{50}=35$  мг/л) и винилацетат ( $CL_{50}=4,7$  мг/л). Следовательно, винилацетат опаснее, чем стирол, поскольку смертельная концентрация меньше.

4) Винилацетат ( $CL_{50}=4,7$  мг/л) и иодид изобутила ( $CL_{50}=6,7$  мг/л). Следовательно, винилацетат опаснее, чем йодид изобутила, поскольку смертельная концентрация меньше.

5) Йодид изобутила ( $CL_{50}=6,7$  мг/л) и бензол ( $CL_{50}=45$  мг/л). Следовательно, йодид изобутила опаснее, чем бензол изобутила, поскольку смертельная концентрация меньше.

6) Хлоропрен ( $CL_{50}=2,3$  мг/л) и винилацетат ( $CL_{50}=4,7$  мг/л). Следовательно, хлоропрен опаснее, чем винилацетат, поскольку смертельная концентрация меньше.

7) Гептафторизомасляная кислота ( $CL_{50}=34$  мг/л) и пентафториодэтан ( $CL_{50}=330$  мг/л). Следовательно, гептафторизомасляная кислота опаснее, чем пентафториодэтан, поскольку смертельная концентрация меньше.

8) Стирол ( $CL_{50}=35$  мг/л) и диметилперфторциклогексиламин ( $CL_{50}=9,5$  мг/л). Следовательно, диметилперфторциклогексиламин кислота опаснее, чем стирол, поскольку смертельная концентрация меньше.

### Задача №2

2.1 В воздухе рабочей зоны присутствуют три вредных вещества однонаправленного действия: сульфаты меди, кобальта и никеля.

$$C_1=0,3 \text{ мг/м}^3;$$

$$ПДК_1=1,5 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_2=0,002 \text{ мг/м}^3;$$

$$ПДК_2=0,05 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_3 - x \text{ мг/м}^3$$

$$ПДК_3=0,002 \text{ мг/м}^3$$

Определим концентрацию третьего вещества по соотношению (1):

$$\sum \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1 \tag{1}$$

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_3}{ПДК_3} = 1$$

$$\frac{0,3}{1,5} + \frac{0,002}{0,05} + \frac{x}{0,002} = 1$$

$$x = 0,00152 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} = C_3$$

2.2 В воздухе рабочей зоны присутствуют три вредных вещества однонаправленного действия: кислоты соляная, серная и азотная.

$$C_1 = 2 \text{ мг/м}^3; \quad ПДК_1 = 5 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_2 = 0,4 \text{ мг/м}^3; \quad ПДК_2 = 1 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_x = x \text{ мг/м}^3; \quad ПДК_3 = 2 \text{ мг/м}^3;$$

Определим концентрацию третьего вещества по соотношению (1):

$$\frac{2}{5} + \frac{0,4}{1} + \frac{x}{2} = 1$$

$$x = 0,4 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} = C_3$$

2.3 В воздухе рабочей зоны присутствуют три вредных вещества однонаправленного действия: фурфурол, метиловый и этиловый спирты.

$$C_1 = 0,1 \text{ мг/м}^3; \quad ПДК_1 = 10 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2 = 2 \text{ мг/м}^3; \quad ПДК_2 = 15 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3 = x \text{ мг/м}^3; \quad ПДК_3 = 2000 \text{ мг/м}^3$$

Определим концентрацию третьего вещества по соотношению (1):

$$\frac{0,1}{10} + \frac{2}{15} + \frac{x}{2000} = 1$$

$$x = 1713, (3) \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} = C_3$$

2.4 В воздухе рабочей зоны присутствуют три вредных вещества однонаправленного действия: диоксид серы, оксид углерода и пыль кварцсодержащая.

$$C_1 = 3 \text{ мг/м}^3; \quad ПДК_1 = 10 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2 = 7 \text{ мг/м}^3; \quad ПДК_2 = 20 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3 = x \text{ мг/м}^3; \quad ПДК_3 = 3 \text{ мг/м}^3$$

Определим концентрацию третьего вещества по соотношению (1):

$$\frac{3}{10} + \frac{7}{20} + \frac{x}{3} = 1$$

$$x = 1,05 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} = C_3$$

2.5 В воздухе рабочей зоны присутствуют три вредных вещества однонаправленного действия: сульфаты кобальта, никеля и диоксид серы.

$$C_1=0,003 \text{ мг/м}^3;$$

$$ПДК_1=0,05 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=0,1 \text{ мг/м}^3;$$

$$ПДК_2=0,002 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=x \text{ мг/м}^3;$$

$$ПДК_3=10 \text{ мг/м}^3$$

Определим концентрацию третьего вещества по соотношению (1):

$$\frac{0,003}{0,05} + \frac{0,1}{0,002} + \frac{x}{10} \neq 1$$

Концентрация сульфата никеля превышает ПДК в 50 раз, следовательно необходимо снизить его концентрацию до предельно допустимой.

### Задача №3

Определить, какой должна быть концентрация оксида углерода, если известна фактическая концентрация оксида азота.

$$ПДК_{NO_2}=2 \text{ мг/м}^3, ПДК_{CO}=20 \text{ мг/м}^3$$

3.1 При  $C_{NO_2} = 2,0 \text{ мг/м}^3$

$$\frac{C_{NO_x}}{3 ПДК_{NO_x}} + \frac{C_{CO}}{1,5 ПДК_{CO}} \leq 1 \quad (2)$$

$$\frac{2}{3 \cdot 2} + \frac{C_{CO}}{1,5 \cdot 20} \leq 1$$

$$C_{CO} = 20 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

3.2 При  $C_{NO_2} = 0,6 \text{ мг/м}^3$

$$C_{CO} = 27 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

3.3 При  $C_{CO} = 12,0 \text{ мг/м}^3$

$$C_{NO_2} = 3,6 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

3.4  $C_{CO} = 4,0 \text{ мг/м}^3$ .

$$C_{NO_2} = 5,2 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

### **Вывод:**

По результатам вычислений видно, что при уменьшении концентрации диоксида азота концентрация оксида углерода увеличивается, а при уменьшении концентрации оксида углерода, концентрация диоксида азота увеличивается.

### Задача №4

Вещество	ПДК <sub>р.з.</sub>	КВИО	DL <sub>ж</sub> <sup>50</sup>	CL <sub>50</sub>	DL <sub>к</sub> <sup>50</sup>	Z <sub>ac</sub>	Z <sub>ch</sub>
1	0,02	340	360	400	240	13	3

2	800	2,4	1500	60000	3000	58	2,5
3	20	58	14	1700	400	14	6
4	3	2,0	380	456	690	79	27
5	17	32	225	3000	2200	5	7

Исходя из классификации вредных веществ по степени воздействия на организм:

*Первое вещество*

По параметру ПДК<sub>р.з</sub> 1-ый класс опасности;

По коэффициенту возможности ингаляционного отравления (КВИО) 1-ый класс опасности;

По средней смертельной дозе при введении в желудок ( $DL_{ж}^{50}$ ) 3-ий классу опасности;

По средней смертельной концентрация в воздухе ( $CL_{50}$ ) 1-ый класс опасности;

По средней смертельной дозе при нанесении на кожу ( $DL_{50}^k$ ) 2-ой класс;

По зоне острого действия ( $Z_{ac}$ ) 2-й класс опасности;

По зоне хронического действия ( $Z_{ch}$ ) 3-й класс опасности.

Следовательно, вещество №1 соответствует первому классу опасности (чрезвычайно опасное вещество).

*Второе вещество*

По параметру ПДК<sub>р.з</sub> 4-ый класс опасности;

По коэффициенту возможности ингаляционного отравления (КВИО) 4-ый класс опасности;

По средней смертельной дозе при введении в желудок ( $DL_{ж}^{50}$ ) 3-ий классу опасности;

По средней смертельной концентрация в воздухе ( $CL_{50}$ ) 4-ый класс опасности;

По средней смертельной дозе при нанесении на кожу ( $DL_{50}^k$ ) 4-ый класс;

По зоне острого действия ( $Z_{ac}$ ) 4-ый класс опасности;

По зоне хронического действия ( $Z_{ch}$ ) 3-ий класс опасности.

Следовательно, вещество №2 соответствует третьему классу опасности (умеренно опасное вещество).

*Третье вещество*

По параметру ПДК<sub>р.з</sub> 4-ый класс опасности;

По коэффициенту возможности ингаляционного отравления (КВИО) 2-ой класс опасности;

По средней смертельной дозе при введении в желудок ( $DL_{ж}^{50}$ ) 1-ый классу опасности;

По средней смертельной концентрации в воздухе ( $CL_{50}$ ) 2-ой класс опасности;

По средней смертельной дозе при нанесении на кожу ( $DL_{50}^k$ ) 2-ой класс;

По зоне острого действия ( $Z_{ac}$ ) 2-ой класс опасности;

По зоне хронического действия ( $Z_{ch}$ ) 2-ой класс опасности.

Следовательно, вещество №3 соответствует первому классу опасности (чрезвычайно опасное вещество).

#### *Четвертое вещество*

По параметру ПДК<sub>р.з</sub> 3-ий класс опасности;

По коэффициенту возможности ингаляционного отравления (КВИО) 4-ый класс опасности;

По средней смертельной дозе при введении в желудок ( $DL_{ж}^{50}$ ) 3-ий классу опасности;

По средней смертельной концентрации в воздухе ( $CL_{50}$ ) 1-ый класс опасности;

По средней смертельной дозе при нанесении на кожу ( $DL_{50}^k$ ) 3-ий класс;

По зоне острого действия ( $Z_{ac}$ ) 4-ый класс опасности;

По зоне хронического действия ( $Z_{ch}$ ) 1-ый класс опасности.

Следовательно, вещество №4 соответствует первому классу опасности (чрезвычайно опасное вещество).

#### *Пятое вещество*

По параметру ПДК<sub>р.з</sub> 4-ый класс опасности;

По коэффициенту возможности ингаляционного отравления (КВИО) 4-ый класс опасности;

По средней смертельной дозе при введении в желудок ( $DL_{ж}^{50}$ ) 3-ий классу опасности;

По средней смертельной концентрации в воздухе ( $CL_{50}$ ) 2-ой класс опасности;

По средней смертельной дозе при нанесении на кожу ( $DL_{50}^k$ ) 3-ий класс;

По зоне острого действия ( $Z_{ac}$ ) 1-ый класс опасности;

По зоне хронического действия ( $Z_{ch}$ ) 2-ой класс опасности.

Следовательно, вещество №5 соответствует первому классу опасности (чрезвычайно опасное вещество).

Наиболее опасным в плане развития острых заболеваний является вещество №5, зона острого ( $Z_{ac}$ ) действия которого составляет 5 (1 класс опасности), наиболее опасным в плане развития хронических заболеваний является вещество №4, зона хронического ( $Z_{ch}$ ) действия которого составляет 27 (1 класс опасности).

### Задача №5

Химическое вещество – желтоватая жидкость, летучая

Дано:

$$C_{20}=502 \text{ мг/м}^3;$$

$$Z_{ac}=17,4;$$

$$CL_{50}=15 \text{ мг/м}^3;$$

$$DL_k^{50}=443 \text{ кг/кг};$$

$$Lim_{ac}=340,1;$$

$$ПДК=0,5 \text{ мг/м}^3.$$

$$Lim_{ch}=48,5;$$

Определить:

КВНО;

класс опасности вещества.

$Z_{ch}$ ;

Решение:

$$КВНО = \frac{C_{20}}{CL_{50}} = \frac{502 \text{ мг/м}^3}{15 \text{ мг/м}^3} = 33,47$$

$$Z_{ch} = \frac{Lim_{ac}}{Lim_{ch}} = \frac{340,1}{48,5} = 7,01$$

Класс опасности вещества – 2.

Ответ:  $КВНО=33,47$ ;  $Z_{ch}=7,01$ ; 2-ой класс опасности.

### Задача №6

Химическое вещество – растворитель – относится к углеводородам

Дано:

$$t_{кип}=56,24^\circ \text{C};$$

$$Lim_{ac}=48,8;$$

$$M = 58,08 \text{ г}$$

$$КВНО=283;$$

$$CL_{50}=635 \text{ мг/м}^3;$$

$$DL_k^{50}=237 \text{ кг/кг}.$$

Определить:

$Z_{ac}$ ;

класс опасности вещества.

ОБУВ;

Решение:

$$Z_{ac} = \frac{CL_{50}}{Lim_{ac}} = \frac{635 \text{ мг/м}^3}{48,8} = 13,01$$

$$\lg ПДК = 0,01 \cdot t_{кип} + 0,6 + \lg M = 0,01 \cdot 56,24 + 0,6 + \lg 58,08 = 2,9264$$

$$ПДК = 18,66 \text{ мг/м}^3$$

Ответ:  $Z_{ac}=13,01$ ;  $ПДК = 18,66 \text{ мг/м}^3$ ; 2-ой класс опасности.

### Задача №7

Химическое вещество – пестицид

*Дано:*

$M=166,93$  г;

$CL_{50}=5040$  мг/м<sup>3</sup>;

$Lim_{ac}=5125$ ;

$Lim_{ch}=418,2$ ;

$DL_{к}^{50}=3100$  кг/кг;

КВНО = 2,5.

*Определить:*

ОБУВ;

класс опасности вещества.

*Решение:*

Переведём  $CL_{50}$  в ммоль на л:

$$1 \frac{\text{ммоль}}{\text{л}} = \frac{5,04}{116,93} = 0,043$$

$$\lg ПДК = 0,91 \cdot \lg C L_{50} + 0,1 + \lg M = 0,91 \cdot \lg 0,043 + 0,1 + \lg 116,93 = 0,9244$$

$$ПДК = 8,4 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Класс опасности вещества – 4.

*Ответ:*  $ПДК = 8,4 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$ , 4-ый класс опасности

## II часть

### Вариант 2

Врач металлургического завода обратил внимание на бледность кожных покровов у работающих с расплавленным свинцом. При анализе крови у них было отмечено снижение гемоглобина, выявлены ретикулоциты.

1. Какие гигиенические и медицинские исследования необходимо провести дополнительно, чтобы подтвердить или исключить возможность отравления парами свинца?

Общий анализ мочи – измерение уровня свинца в моче, клинический анализ крови - измерение уровня свинца в крови, биохимический анализ крови - повышенный креатинин и мочевины в сывороточной крови, биопсия почек, микроскопия костного мозга, компьютерная и магнитно-резонансная томография брюшной полости.

2. Какие профилактические мероприятия (санитарно-гигиенического и технического характера) необходимо осуществить в данном случае?

а) СКЗ: автоматизация технологических процессов и дистанционное управление, использование эффективной вентиляции и воздушных душей

б) предварительный и периодический медицинские осмотры

в) СИЗОДы, оснащённые специальным фильтром

3. Назовите пути поступления в организм свинца, пути его выведения.

Основным путем поступления свинца в организм являются дыхательные пути. Пары свинца обычно очень быстро конденсируются, окисляются, превращаясь в аэрозоль. В отдельных случаях в производственных условиях возможно поступление свинца через желудочно-кишечный тракт, а также через кожу.

Выведение свинца из организма происходит через кишечник и почки.

4. Где в организме депонируется свинец?

Большая часть свинца откладывается в трабекулах костей, где он вытесняет соли кальция. Кроме того, свинец депонируется в мышцах, печени, почках (в меньших концентрациях).

### III часть

В отдел гигиены труда учреждения Роспотребнадзора Российской Федерации обратилась администрация промышленного предприятия с просьбой проконсультировать работников заводской лаборатории по условиям отбора проб воздуха для определения в нем химических веществ с целью контроля условий труда.

1. Назовите этапы санитарно-химического анализа воздуха.

- Изучение технологического процесса;
- Выбор точек для отбора проб воздуха и уточнение вредных веществ, подлежащих определению;
- Составление плана отбора проб воздуха по предприятию в целом;
- Выбор наиболее рационального метода отбора проб;
- Анализ отобранных проб;
- Оценка результатов;
- Выводы.

2. Как выбирают точки отбора проб?

Контроль содержания вредных веществ в воздухе необходимо проводить на наиболее характерных рабочих местах. Отбор проб производят в зоне дыхания работающего либо с максимальным приближением к ней воздухозаборного устройства (на высоте 1,5 м от пола рабочей площадки при работе стоя и 1,0 м - при работе сидя). Если рабочее место не постоянное, отбор проб проводят в точках рабочей зоны, в которых работник находится в течение смены.

3. Какие методы отбора проб воздуха применяются?

Для определения вредных веществ в воздухе могут применяться хроматографические, хромато-масс-спектрометрические, фотометрические, атомно-абсорбционные, электрохимические, флуоресцентный и другие методы анализа.

4. Какой законодательный документ используется при оценке полученных результатов?

СанПиН 1.2.3685-21