

Ученые: Методические указания к контрольным заданиям по дисциплине «Экология» для студентов специальности «Технология машиностроения» (Технологический факультет) Казанского государственного технологического университета. Казань, 2002. 12 с.

Экология – наука о взаимоотношениях организмов между собой и с окружающей средой. Она изучает закономерности распространения и численности организмов в природе, а также влияние окружающей среды на их развитие. Экология имеет большое значение для охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

ЭКОЛОГИЯ

Методические указания контрольные задания

Данные методические указания предназначены для студентов специальности «Технология машиностроения» (Технологический факультет) Казанского государственного технологического университета. Они содержат рекомендации по выполнению контрольных заданий по дисциплине «Экология».

1. Содержание дисциплины «Экология»

Цели и задачи

Основная цель дисциплины – формирование у студентов представлений об экологии как науке, изучающей взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой. Задачи дисциплины – ознакомление студентов с основными понятиями экологии, изучение закономерностей распространения и численности организмов в природе, а также влияние окружающей среды на их развитие.

Тема 1. Методы и средства повышения экологической безопасности технических систем и технологических процессов

Нормативные показатели безопасности и экологичности технологических процессов. Экспертная оценка экологической безопасности технологических процессов. Определение предельно допустимых уровней воздействия вредных веществ на окружающую среду.

Казань 2002

сичных выбросов (ПДВ или ВСВ), предельно допустимые уровни (ПДУ) энергетического воздействия. Экологический паспорт промышленного предприятия. Санитарно-защитная зона химических предприятий.

Общие требования к экологичности технических средств и технологических процессов. Соблюдение технологического регламента как условие наименьшего образования выбросов.

Создание малоотходных и безотходных технологических процессов.

Тема 2. Защита атмосферы от промышленных загрязнений (очистка отходящих газов)

Основные источники загрязнений атмосферы, вторичные явления: смог, кислотные дожди, разрушение озонового слоя, изменение климата и т.д.

Очистка отходящих газов от аэрозолей. Сухие и мокрые пылеуловители. Фильтры, электрофильтры.

Абсорбционные методы очистки отходящих газов.

Методы каталитической и термической очистки отходящих газов.

Тема 3. Защита гидросферы от промышленных загрязнений (очистка сточных вод)

Технологическая вода и сточные воды. Классификация систем водоснабжения промышленных предприятий. Характеристика сточных вод. Требования к качеству воды в водоеме.

Понятие ПДС, расчет ПДС.

Классификация методов очистки промышленной сточных вод.

Удаление взвешенных частиц из сточных вод: процеживание и отстаивание, фильтрование, удаление всплывающих примесей. Физико-химические методы очистки сточных вод: коагуляция, флотация, абсорбция, экстракция. Ионный обмен, десорбция, электрохимические и другие методы.

Химические методы очистки сточных вод: нейтрализация, окисление, восстановление.

Биохимические методы очистки сточных вод. Очистка в природных условиях, очистка в искусственных сооружениях. Обработка осадков.

Термические методы очистки сточных вод.

Тема 4. Защита литосферы от промышленных загрязнений (переработка твердых отходов)

Источники и классификация твердых отходов.

Методы переработки твердых отходов: механический, механотермический, физико-химическое выделение.

Переработка отходов неорганических производств.

Переработка отходов органических производств.

Тема 5. Эколого-экономическая оценка природоохранных мероприятий

Анализ составляющих экономического ущерба. Метод оценки ущерба по репициентам. Метод оценки по укрупненным показателям.

Оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы и водных бассейнов.

Тема 6. Правовые и административные меры по охране природы

Правовая охрана окружающей среды. Международное сотрудничество области охраны природной среды.

2. Контрольные задания

2.1. Указания к выбору контрольных заданий

Контрольные задания по данному курсу состоят из двух частей: *контрольный вопрос* и *контрольная задача*.

Задание выполняется по вариантам, имеющим буквенно-цифровое обозначение (например *И-1*). В этом обозначении первый знак (*И*) – первая буква фамилии студента, второй знак (*1*) – последняя цифра учебного шифра (номера зачетной книжки).

Ниже приведена таблица с номерами *вопросов* (числитель) и *задач* (знаменатель) для предлагаемых вариантов.

Таблица 1

Первая буква фамилии	Номер учебного шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А	Вопрос 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Б										
В										
Г										
Д	Задача 2а	1б	1в	2а	2б	2в	3а	3б	в	4а
Е										
Ж										
З										
И	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
К										
Л										
Л										
Л	4б	4в	1а	1б	1в	2а	2б	2в	3а	3б
Л										
Л										
Л										

Окончание табл. 1

М										
Н										
О	1	4	7	10	13	16	19	2	5	8
П	3в	4в	5в	6в	7в	8в	5в	6в	1а	16
Р										
С										
Т										
У	2	5	8	11	14	17	20	3	6	9
Ф	4а	5а	6а	7а	8а	5а	6а	1в	2а	26
Х										
Ц										
Ч										
Ш										
Щ	3	6	9	12	15	18	1	4	7	10
Э	46	56	66	76	86	56	66	2в	3а	5а
Ю										
Я										

Ответы со всеми пояснениями оформляются в тетради с полями для замечаний рецензента. Выполненное задание направляется в институт для рецензирования. Проверенные работы возвращаются студентам.

Незачтенные работы перерабатываются в соответствии с замечаниями рецензента, после чего вторично высылаются на кафедру. Зачтенные работы предъявляются преподавателю при сдаче экзамена по курсу.

2.2. Контрольные вопросы

1. Основные принципы охраны окружающей природной среды. Нормативные показатели безопасности и экологичности производства.
2. Оценка экономического ущерба от загрязнения окружающей среды.
3. Источники негативного воздействия производственной среды на биосферу: промышленные выбросы, твердые и жидкие отходы, энергетические излучения, аварии и катастрофы.
4. Экспертиза экологической безопасности оборудования и технологических процессов. Задачи Государственной экологической экспертизы.
5. Мониторинг окружающей среды, его составных частей. Организация контроля состояния окружающей среды.
6. Чрезвычайные экологические ситуации. Особо охраняемые территории и объекты. Решение споров в области охраны окружающей среды.
7. Санитарно-защитная зона химических предприятий.
8. Устранение и уменьшение выбросов в результате совершенствования технологических процессов.

6

9. Рассеивание вредных веществ в атмосферном воздухе. Источники выброса вредных веществ в атмосферу. Их классификация. Фоновая концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе.
10. Методы контроля загрязнения атмосферы. Нормирование газовых выбросов промышленных предприятий.
11. Очистка газовых выбросов предприятий от примесей газов. Используемое оборудование.
12. Очистка газовых выбросов предприятий от пыли (способы и оборудование).
13. Общие показатели загрязненности сточных вод. Методы исследования сточных вод. Условия спуска сточных вод.
14. Оборудование для удаления взвешенных частиц из сточных вод.
15. Физико-химические методы очистки сточных вод.
16. Биохимические методы очистки сточных вод.
17. Источники и классификация твердых отходов предприятий.
18. Способы обезвреживания твердых отходов. Оборудование.
19. Существующие и перспективные направления переработки полимерных отходов.
20. Пути сокращения расхода воды и уменьшения ее сброса в водоем.

2.3. Контрольные задачи

Задача 1. Определить количество воздуха, необходимого для аэрации содержимого в сооружении биохимической очистки. Исходные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика		Вариант		
		А	Б	В
Количество сточных вод, м ³ /сут	$Q_{\text{сут}}$	20000	50000	100000
Начальная БПК, мг О ₂ /л	$L_{\text{н}}$	180	250	300
Конечная БПК, мг О ₂ /л	$L_{\text{т}}$	10	20	30
Дополнительные количества органической части ила на единицу загружаемых стоков, кг/кг О ₂	q	0,5	0,5	0,5
Степень использования кислорода, %	k	5	7	8

Методические указания к решению задачи:

1. Суточное количество образующего ила (q_0):

$$q_0 = q \cdot Q_{\text{сут}} \cdot \frac{L_{\text{н}} - L_{\text{т}}}{1000}, \text{ кг,}$$

1000 – коэффициент, учитывающий соотношение массовых и объемных единиц измерения.

7

2. Потребность в кислороде (энергообмен):

$$\Pi_1 = Q_{\text{сут}} \cdot \frac{L_n - L_\tau}{1000} - q_0, \text{ кг O}_2/\text{сут.}$$

3. Потребность с учетом использования кислорода:

$$\Pi_2 = \frac{\Pi_1}{k}, \text{ кг O}_2/\text{сут.}$$

4. Расход воздуха:

$$q_v = \frac{\Pi_2}{m} \cdot \rho_{\text{возд}}, \text{ м}^3/\text{сут.}$$

где $\rho_{\text{возд}} = 1,203 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха; $m = 0,232 \text{ кг}$ – массовая доля кислорода в воздухе.

Литература /1/.

Задача 2. Найти необходимый объем аэротенка вытеснения с рециркуляцией по следующим данным, приведенным в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика		Вариант		
		А	Б	В
Расход сточных вод, м ³ /сут	$Q_{\text{сут}}$	20000	25000	45000
Начальная БПК, мг O ₂ /л	L_n	200	300	150
Конечная БПК, мг O ₂ /л	L_τ	20	30	25
Средняя температура, °С	$t_{\text{ср}}$	15	15	15
Кратность циркуляции, %	R	25	30	15
Концентрация активного ила (по сухой части), мг/л	$a_{\text{см}}$	2000	2200	2100

Методические указания к решению задачи.

1. Найдем значение БПК после смешения вод $L_{\text{см}}$ из материального баланса смешения воды, подаваемой на очистку, и рециркулята Q_R из вторичного отстойника $Q_{\text{сут}} \cdot L_n + Q_R \cdot L_\tau = L_{\text{см}} \cdot (Q_{\text{сут}} + Q_R)$:

$$L_{\text{см}} = \frac{L_n + R \cdot L_\tau}{1 + R}; R = \frac{Q_R}{Q_{\text{сут}}}$$

2. Степень очистки воды в аэротенке:

$$\Pi_{\text{исм}} = \frac{(L_{\text{см}} - L_\tau)}{L_{\text{см}}}$$

3. Время пребывания сточной воды (с рециркулятом) в аэротенке:

$$\tau = \frac{\Pi_{2\text{см}}}{k}$$

$$\text{где } \Pi_{2\text{см}} = \frac{b \cdot \Pi_{\text{исм}}}{1 - 1,03 \cdot \Pi_{\text{исм}}}; b = \frac{1,9 \cdot 10^{-2} \cdot L_{\text{см}}}{a_{\text{см}} + 3 \cdot 10^{-3}}$$

В расчете принято

$$k = k_{20^\circ\text{C}} \cdot \text{const}^{t^\circ\text{C}-20} = 0,2 \text{ 1/сут} \cdot 1,047^{t^\circ\text{C}-20}, \text{ 1/сут.}$$

Значения $k_{20^\circ\text{C}} = 0,2 \text{ 1/сут}$ и $\text{const} = 1,047$ взяты для бытовых сточных вод.

4. Время пребывания сточной воды в аэротенке (без рециркулята):

$$\tau' = \tau \cdot (1 + R)$$

5. Объем аэротенка:

$$V_a = Q_{\text{сут}} \cdot \tau'$$

Литература /1/.

Задача 3. Рассчитать объемы аэротенка вытеснения с регенератором по следующим данным, приведенным в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика		Вариант		
		А	Б	В
Расход сточных вод, м ³ /сут	$Q_{\text{сут}}$	40000	50000	60000
Начальная БПК, мг O ₂ /л	L_n	250	200	150
Конечная БПК, мг O ₂ /л	L_τ	25	30	30
Расчетная скорость окисления, мг O ₂ /г·ч	p	40	40	40
Концентрация активного ила в аэротенке, г/л	$a_{\text{св}}$	3	2,5	3
Концентрация активного ила в регенераторе, г/л	a_R	5	4,5	5

Методические указания к решению задачи.

1. Необходимое время пребывания сточной воды в самом аэротенке:

$$\tau_a = \left(\frac{2,5}{a_{\text{св}}^{0,5}} \right) \cdot \lg \frac{L_n}{L_\tau}$$

2. Кратность R циркуляции:

$$R = \frac{Q_R}{Q}$$

Учитывая, что $Q_R \cdot a_R = (Q + Q_R) \cdot a_{\text{см}}$, имеем $R \cdot a_R = (1 + R) \cdot a_{\text{см}}$,

$$R = \frac{a_{\text{см}}}{a_R - a_{\text{см}}}$$

3. Время окисления загрязнения сточных вод во всем сооружении:

$$\tau_0 = \frac{L_H - L_T}{a_{cp} \cdot (1 - S) \cdot p}$$

где S – зольность ила ($\approx 30\%$); $p = 0,85$ – это коэффициент, определяющий запас времени.

$$a_{cp} = \frac{a_R + a_{cm}}{2}$$

4. Время регенерации:

$$\tau_p = \tau_0 - \tau_a$$

5. Время пребывания сточных вод в аэротенке:

$$\tau'_a = \tau_a \cdot (1 + R)$$

6. Время пребывания сточных вод в регенераторе:

$$\tau'_p = \tau_p \cdot R$$

7. Объем аэротенка:

$$V_a = Q \cdot \tau'_a$$

8. Объем регенератора:

$$V_p = Q \cdot \tau'_p$$

Литература /1/.

Задача 4. Определить условия спуска в водоем производственной сточной воды, содержащей механические примеси по данным, приведенным в табл. 5.

Таблица 5

Характеристика		Вариант		
		А	Б	В
Расход сточных вод, м ³ /ч	q	3000	4000	4500
Содержание взвешенных веществ, мг/л	$K_{ст}$	220	200	300
Расход реки для маловодного месяца, м ³ /ч	Q	100000	120000	150000
Средняя скорость течения, м/с	v_{cp}	0,5	0,8	0,65
Глубина реки в точке сброса, м	H_{cp}	1,0	1,2	2,5
Содержание взвешенных веществ в речной воде, мг/л	K_p	6	7	8
Коэффициент извилистости русла	φ	1,0	1,0	1,2
Место сброса	ξ	У берега	У берега	В середине реки
Расстояние от места сброса до расчетного пункта, км	L	2,0	3,0	1,5

Методические указания к решению задачи:

1. Определить величину коэффициента E :

$$E = \frac{v_{cp} \cdot H_{cp}}{200}$$

2. Рассчитать коэффициент, учитывающий гидравлические факторы смешения:

$$a = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}}$$

3. Определить величину β :

$$\beta = e^{-a^3/L}, e = 2,72 \text{ – это основание натурального логарифма.}$$

4. Рассчитать коэффициент смешения a :

$$a = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q}{q} \cdot \beta}$$

5. Определить кратность разбавления:

$$n = \frac{a \cdot Q + q}{q}$$

6. Допустимая концентрация взвешенных веществ:

$$K_{ст(пдк)} = K_{доп} \cdot \left(\frac{a \cdot Q}{q} + 1 \right) + K_p$$

7. Фактическая концентрация взвешенных веществ:

$$K_{см} = K_p + \frac{K_{ст} - K_p}{n}$$

8. Если $K_{см} < K_{ст(пдк)}$, сточная вода сбрасывается без очистки.

Литература /1/, /18/.

Задача 5. Рассчитать приземную концентрацию вредных веществ в атмосферном воздухе на расстоянии 100, 250, 500, 1000 и 3000 м от источника выброса. Исходные данные приведены в табл. 6.

Таблица 6

Характеристика		Вариант		
		А	Б	В
Высота дымовой трубы, м	H	35	60	20
Диаметр устья трубы, м	D	1,4	1,2	1,0
Скорость выхода газовой смеси, м/с	ω_0	7	10	8
Температура газовой смеси, °С	$T_{г.с.}$	120	125	130

Температура окружающего воздуха, °С	$T_{o.v.}$	22	25	20
Выброс окислов азота, г/с	M	-	0,2	0,3
Выброс золы, г/с	M	3,0	-	2,0
Выброс двуокиси серы, г/с	M	25	12	-
Местность: ровная, открытая, Татарстан				

Методические указания к решению задачи:

1. Приземная концентрация вредного вещества на расстоянии $X = 100, 250, 500, 1000, 3000$ м от источника выброса:

$$C = S_1 \cdot C_m,$$

где S_1 – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения X/X_m ; C_m – максимальное значение приземной концентрации вредного вещества на расстоянии X_m .

2. Определение C_m :

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}},$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (равен 160 для Европейской территории и Урала севернее 52° с.ш.); F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (принимается равным 1 для газообразных вредных веществ и золы); m и n – коэффициенты, определяемые в зависимости от параметров f , v_m , v'_m , f_c :

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T};$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}};$$

$$f_c = 800 \cdot (v'_m)^2.$$

Коэффициент $m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}$ при $f < 100$;

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

Для $f_c < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_c$.

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от v_m :

$$n = 1 \text{ при } v_m \geq 2;$$

$$n = 0,532 \cdot v_m^2 - 2,13 \cdot v_m + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq v_m < 2;$$

$$n = 4,4 \cdot v_m \text{ при } v_m < 0,5,$$

где η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной или слабонересеченной местности равняется 1); H – высота источника выброса над уровнем земли; ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси $T_{г.с.}$ и температурой окружающего атмосферного воздуха $T_{o.v.}$; V_1 – расход газовой смеси, определяемый по формуле

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0,$$

где D – диаметр устья источника выброса; ω_0 – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса.

3. Определение X_m – расстояния от источника выброса, на котором приземная концентрация достигает максимального значения C_m :

$$X_m = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H,$$

где безразмерный коэффициент d находится по формулам:

$$d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f_c}) \text{ при } v_m \leq 0,5;$$

$$d = 4,95 \cdot v_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \text{ при } 0,5 < v_m \leq 2;$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \text{ при } v_m > 2.$$

4. Определение безразмерного коэффициента S_1 :

$$S_1 = 3 \cdot \left(\frac{X}{X_m}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{X}{X_m}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{X}{X_m}\right)^2 \text{ при } \frac{X}{X_m} \leq 1;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{X}{X_m}\right)^2 + 1} \text{ при } 1 < \frac{X}{X_m} \leq 8;$$

$$S_1 = \frac{\frac{X}{X_m}}{3,58 \cdot \left(\frac{X}{X_m}\right)^2 - 35,2 \cdot \left(\frac{X}{X_m}\right) + 120} \text{ при } F \leq 1,5 \text{ и } \frac{X}{X_m} > 8.$$

Литература /7/.

Задача 6. Определить минимальную высоту источника газовых выбросов и мощность выброса, соответствующие заданной максимальной концентрации. Исходные данные приведены в табл.7.

Таблица 7

Характеристика		Вариант		
		А	Б	В
Диаметр устья трубы, м	D	1,0	1,2	1,5
Скорость выхода газовой смеси, м/с	ω_0	7	8	6
Температура газовой смеси, °C	T_r	110	120	130
Температура окружающего воздуха, °C	T_b	22	22	22
Выброс окислов азота, г/с	M	0,2	-	0,2
Выброс двуокиси серы, г/с	M	10	15	-
Выброс золы, г/с	M	-	7	20
ПДК, мг/м ³ :				
двуокиси серы		0,5		
золы		0,5		
оксида азота		0,085		

Методические указания к решению задачи:

1. Определение объема газовой смеси, выходящей из дымовой трубы (м³/с):

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0.$$

2. Определение разности температур (°C):

$$\Delta T = T_r - T_b.$$

3. Определение высоты трубы (м):

$$H = \left(\frac{A \cdot M \cdot F \cdot D \cdot \eta}{8 \cdot V_1 \cdot C_m} \right)^{3/4}$$

Здесь C_m соответствует ПДК соответствующего вещества.

4. Сравниваем величину H с величиной $\omega_0 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot D}{\Delta T}}$. Если $H \leq \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot D}{\Delta T}}$,

то найденное значение является искомой величиной. Если $H > \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot D}{\Delta T}}$, то для определения H используется формула

$$H_1 = \sqrt{\frac{A \cdot M \cdot F \cdot \eta}{C_m \cdot \omega_0^2 \cdot \Delta T}}$$

5. По найденному значению H_1 определяются следующие параметры:

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H_1^2 \cdot \Delta T};$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H_1}};$$

$$f_c = 800 \cdot (v_m)^3;$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \text{ при } f < 100$$

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

$$n = 0,532 \cdot v_m^2 - 2,13 \cdot v_m + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq v_m < 2,$$

$$\text{или } n = 4,4 \cdot v_m \text{ при } v_m < 0,5.$$

6. Полученным значениям m и n присваивается индекс 1 (т.е. m_1 и n_1).

7. Уточняется значение H :

$$H_2 = H_1 \cdot \sqrt{\frac{m_1 \cdot n_1}{m_0 \cdot n_0}}, \text{ где } m_0 = n_0 = 1;$$

$$H_3 = H_2 \cdot \sqrt{\frac{m_2 \cdot n_2}{m_1 \cdot n_1}}$$

и т.д. по формуле

$$H_{i+1} = H_i \cdot \sqrt{\frac{m_i \cdot n_i}{m_{i-1} \cdot n_{i-1}}},$$

где m_i и n_i каждый раз определяются заново по соответствующему H : согласно пункту 4.

Уточнение значения H по формуле п.7 производится до тех пор, пока два последовательно найденных значения H (H_i и H_{i+1}) будут различаться менее, чем на 1 м.

8. Мощность выброса, соответствующая заданному значению максимальной концентрации C_m (мг/м³), определяется по формуле

$$M = \frac{C_m \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}.$$

Литература /7/.

Задача 7. Определить количество вредных веществ, выделяющихся через неплотность фланцевых соединений установки, включающий аппарат и трубопровод. Исходные данные приведены в табл. 8.

Таблица 8

Характеристика		Вариант		
		а	б	в
Диаметр аппарата, м	D	0,8	1,2	2,0
Высота аппарата, м	H	0,4	0,8	1,0
Внутренний диаметр трубопровода, м	d	0,03	0,03	0,03
Длина трубопровода	l	10	15	20

Состав среды: (% мас.)				
окись углерода	a_{CO}	7,0	14,0	-
метан	a_{CH_4}	34,0	64,0	-
водород	a_{H_2}	59,0	22,0	-
аммиак	a_{NH_3}	-	-	100,0
Температура газовой смеси, °C		50	29	180
Избыточное давление в системе, Па	$P_{изб}$	200000	150000	300000
Давление наружной среды, Па	P	101300	101300	101300

Методические указания к решению задачи:

1. Объемные доли составляющих газовой смеси:

$$n_{H_2} = \frac{a_{H_2}}{\frac{a_{H_2}}{M_{H_2}} + \frac{a_{CO}}{M_{CO}} + \frac{a_{CH_4}}{M_{CH_4}}}$$

где M – относительные молекулярные массы составляющих газовой смеси.

Аналогично определяются n_{CH_4} , n_{CO} и n_{NH_3} .

2. Абсолютное давление газовой смеси в трубопроводе, Па:

$$P_{абс} = P_{изб} + P.$$

3. Парциальное давление составляющих газовой смеси, Па:

$$P_i = n_i \cdot P_{абс}.$$

4. Концентрации составляющих газовой смеси, мг/м³:

$$C_i = \frac{16 \cdot P_i \cdot 1000}{(273 + t) \cdot 133,3}$$

5. Плотность газовой смеси в трубопроводе, кг/м³:

$$\rho_{см} = \sum n_i \cdot \rho_i = \sum C_i.$$

6. Молекулярная масса газовой смеси в трубопроводе:

$$M_{см} = \sum n_i \cdot M_i$$

7. Количество газовой смеси, выделяющейся через неплотности фланцевых соединений трубопровода, г/ч:

$$G = 3,57 \cdot 10^{-2} \cdot P_{изб} \cdot \eta \cdot V \cdot m \cdot \sqrt{M \cdot T},$$

где $\eta = 1,5$ при $P_{изб} < 2 \cdot 10^2$ и $\eta = 2$ при $P_{изб} > 2 \cdot 10^2$; $m = 0,0003$ – коэффициент негерметичности фланцевых соединений цехового трубопровода; $V = 0,785 \cdot d \cdot L$ – объем газов в трубопроводе, м³.

8. Объем газовой смеси, выделяющейся через неплотности фланцевых соединений трубопровода, м³/ч:

$$V_{см} = \frac{G_{см}}{\rho_{см}}$$

9. Количество составляющих газовой смеси, выделяющейся через неплотности фланцевых соединений трубопровода, г/ч:

$$G_i = V_{см} \cdot C_i$$

Литература /5/.

Задача 8. Определить количество вредных веществ, выделяющихся через фланцевое соединение, находящееся в аппарате в жидком состоянии. Исходные данные приведены в табл. 9.

Таблица 9

Характеристика	Вариант			
	А	Б	В	
Избыточное давление среды в аппарате, кПа	$P_{изб}$	101,3	202,6	253,0
Длина фланца, м	b	1,0	1,5	2,0
Состав жидкости в аппарате, (% мас.):				
бензол	$a_б$	60	-	30
дихлорэтан	$a_д$	-	100	30
вода	$a_в$	40	-	40
Материал прокладки, его толщина, мм	k			
паронит		3,0	-	4,0
фторопласт		-	3,0	-
Коэффициент негерметичности	m	0,005	0,005	0,005

Методические указания к решению задачи:

1. Количество смеси жидкостей, выделяющихся через неплотности фланцевых соединений, г/ч:

$$G_{см} = k \cdot m \cdot \sqrt{\frac{P}{10^2}} \cdot b.$$

2. Количество компонентов жидкости, выделяющейся через неплотности фланцевых соединений, г/ч:

$$G_i = G_{см} \cdot a_i$$

Литература /5/.

Библиографический список

1. Родионов А.И. и др. Оборудование, сооружения, основы проектирования химико-технологических процессов защиты биосферы от промышленных выбросов. М.: Химия, 1985. 352 с.
2. Родионов А.И. и др. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989. 512 с.
3. Кушелев В.П. Охрана природы от загрязнений промышленными выбросами. М.: Химия, 1979. 240 с.
4. Вавельский М.М., Чебан Ю.М. Защита окружающей среды от химических выбросов промышленных предприятий. Кишинев: ИТИИНЦЯ, 1990.
5. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. М.: Химия, 1991. 368 с.
6. Закон об охране окружающей природной среды РФ от 19.12.91 г.
7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД 86. ГОСКОМГИДРОМЕТ. 1987. 48 с.
8. Охрана окружающей среды/ Под ред. С.В. Белова. М.: Высш. школа, 1983. 363 с.
9. Кафаров В.В. Принципы создания безотходных химических производств. М.: Химия, 1982. С. 123.
10. Ласкорин Б.Н. и др. Проблемы развития безотходных производств. М.: Стройиздат, 1981. 315 с.
11. Торошечников Н.С. и др. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1973. 248 с.
12. Ливчик И.Ф. Инженеру об охране окружающей среды. М.: Стройиздат, 1981. 161 с.
13. Кирпатовский И.П. Охрана природы. М.: Химия, 1980. 158 с.
14. Владимиров Б.В. Расселение и окружающая среда. М.: Стройиздат, 1982. 215 с.
15. Кагановский А.М. и др. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. М.: Химия, 1983. 115 с.
16. Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод. М.: Высш. школа, 1987. 174 с.
17. Лабораторный практикум по охране природы/ Сост.: Л.А. Павлова, Н.Н. Степанова, Р.В. Линдваль. Казань, КХТИ, 1982. 12 с.

Корректор Ю.Е. Стрыхарь

Подписано в печать 2.12.2002

Бумага писчая

1,25 уч.-изд.л.

Печать Riso

Тираж 100 экз.

Формат 60x84 1/16

1,16 усл.печ.л.

Заказ 346 «С» 232

Издательство Казанского государственного технологического университета

Офсетная лаборатория Казанского государственного технологического университета
420015, Казань, К.Маркса, 68