

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для проведения практических занятий
по курсу: "Основы очистки промышленных выбросов"

Ташкент 2003.

Составители:

Мусаев М.Н.
Аюбова И.Х.
Жамгарян И.А.

В данные методические указания для проведения практических занятий по курсу “Основы очистки промышленных выбросов” включены:

- методики по расчету основных нормативных параметров максимальной концентрации вредных веществ в приземном слое, $C_{\text{макс}}$; предельно-допустимых выбросов (ПДВ); геометрических размеров водоочистных сооружений; экономического эффекта природоохранных мероприятий, характеризующих степень загрязнения окружающей среды и позволяющих обосновать выбор природоохранных мер;
- варианты задач (более 100) для проведения указанных расчетов и анализа работы комплекса очистных сооружений;
- примеры решения основных типовых задач;
- исходные данные (расчетные формулы, коэффициенты, удельные показатели и др.), необходимые для проведения расчетов

Кафедра: “Промышленная экология”

Печатается по решению научно-методического совета Ташкентского государственного технического университета

Рецензенты:

Исматуллаева М.Г., доц. кафедры «Органической химии» Ташкентского химико-технологического института.

Обидов Б.О., доц. кафедры «Переработка нефти и газа» Ташкентского государственного технического университета.

РАСЧЕТ РАССЕЙВАНИЯ И НОРМАТИВОВ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ.

Общие положения

Степень опасности загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха выбросами вредных веществ от промышленных предприятий (заводов, ТЭС, котельных и т.д.) определяется по наибольшей рассчитанной величине приземной концентрации вредных веществ $C_{\text{макс}}$ мг/м³,

$C_{\text{макс}}$ устанавливается на некотором расстоянии от места выброса, соответствующей наиболее неблагоприятным метеорологическим условиям.

Величина $C_{\text{макс}}$ каждого вредного вещества не должна превышать величины предельно-допустимой концентрации (ПДК, мг/м³) данного вредного вещества, т.е. должно соблюдаться $C_{\text{макс}} \leq \text{ПДК}$.

При одновременном совместном присутствии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих суммацией действия, их безразмерная суммарная концентрация не должна превышать единицы при расчете по формуле:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1$$

где C_1, C_2, \dots, C_n - концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе в одной и той же точке местности, мг/м³
 $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ - соответствующие предельно-допустимые концентрации вредных веществ, мг/м³

Величина $C_{\text{макс}}$ для выброса нагретой газо-воздушной смеси из одиночного источника с круглым устьем определяется по формуле:

$$C_{\text{max}} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (1)$$

Максимальная приземная концентрация вредных веществ $C_{\text{макс}}$ для выброса холодной газо-воздушной смеси из одиночного источника с круглым отверстием определяется по формуле:

$$C_{\text{max}} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot D}{H \cdot \sqrt[3]{H \cdot 8V_1}} \quad (2)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и

горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе. Для субтропической зоны Средней Азии (лежащей южнее 40°с.ш.) - 240; для Казахстана и остальных районов Средней Азии, Нижнего Поволжья, Кавказа, Молдавии, Сибири, Дальнего Востока - 200; для Севера, Северо-запада, Среднего Поволжья, Урала, Украины - 160; для Центральной части Европейской территории СНГ - 120

M - количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с. Величина M может определяться расчетом в технологической части проекта или приниматься в соответствии с действующими для данного производства (процесса) нормативами.

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе. F для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей принимается равным 1; для пыли и золы, если средний эксплуатационный коэффициент очистки равен 90% и более, то $F = 2$, при 75-90% - $F = 2,5$, менее 75% $F = 3$.

Если выбросы сопровождаются выделениями водяного пара и имеет место его конденсация, а также коагуляция влажных пылевых частиц, то C принимается равным $F=3$

m и n - безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выброса газо-воздушной смеси из устья источника.

Коэффициент m определяется по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \quad (3)$$

в зависимости от величины параметра f , вычисляемого по формуле:

$$f = 10^3 \frac{W^2 D}{H^2 \Delta T} \quad (4)$$

Выбросы, для которых значение $f \geq 100$ относятся к холодным, а если $f < 100$, то выбросы относятся к нагретым и соответственно применяют формулы для расчета (1) и (2)

D - диаметр источника выброса, м.

В случае прямоугольных или квадратных устьев трубы определяют эффективный диаметр устья $D_{\text{э}}$ по формуле:

$$D_{\text{э}} = \frac{2 \lambda B}{\lambda + B} \quad (5)$$

где λ - длина устья (м), для источника с квадратным устьем $\lambda=B$;

B - ширина устья (м).

W - средняя скорость выхода газо-воздушной смеси из устья источника выброса (м/с);

Н - высота источника выброса над уровнем земли (м);
Т - разность между температурой выбрасываемой газо-воздушной смеси T_g и температурой окружающего атмосферного воздуха T_v ;
 V_1 - объем газо-воздушной смеси (m^3/c), определяемый по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W \quad (6)$$

Значение безразмерного коэффициента n определяется в зависимости от параметра V_m по формулам:

$$\text{при } V_m \leq 0,3 \quad n = 3 \quad (7)$$

$$\text{при } 0,3 < V_m \leq 2 \quad n = 3 - \sqrt{(V_m - 0,3)(4,36 - V_m)} \quad (8)$$

$$\text{при } V_m > 2 \quad n = 1 \quad (9)$$

V_m для нагретых выбросов определяется по формуле:

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (10)$$

Для холодных выбросов V_m определяется по формуле:

$$V_m = 1,3 \cdot \frac{W \cdot D}{H} \quad (11)$$

В случае наличия N источников выброса C_m определяется как для нагретых выбросов

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F_m \cdot n}{H^2} \sqrt[3]{\frac{N}{V \cdot \Delta T}} \quad (12)$$

Для холодных выбросов из N близко расположенных друг от друга одинаковых источников расчет рассеивания производится по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot N \cdot D}{H \cdot \sqrt[3]{H \cdot 8V}} \quad (13)$$

где M - суммарное количество вредного вещества, выбрасываемого всеми источниками в атмосферу ($г/с$)

V - суммарный объем выбрасываемой всеми источниками газо-воздушной смеси (m^3/c).

$$V = V_1 \cdot N \quad (14)$$

Предельно-допустимый выброс (ПДВ, $г/с$) вредного вещества в атмосферу из одиночного источника (трубы), при котором обеспечивается не превышающая ПДК концентрация его в приземном слое воздуха, определяется по формулам:

для нагретых выбросов

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C\phi) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n}, \quad (15)$$

для холодного выброса

$$ПДВ = \frac{8ПДК \cdot H \cdot \sqrt[3]{H \cdot V_1}}{A \cdot F \cdot n \cdot D}, \quad (16)$$

где $C\phi$ - фоновая концентрация вредного вещества в данной точке (мг/м^3)

Остальные обозначения те же, что в вышеприведенных формулах.

Высота ($H, \text{м}$) одиночного источника выброса (трубы), при котором обеспечивается не превышающее ПДК значение максимальной приземной концентраций вредных веществ может быть определена по формулам:

$$\text{для холодных выбросов} \quad H = \left(\frac{A \cdot M \cdot F \cdot D}{8V_1 \cdot ПДК} \right)^{3/4} \quad (17)$$

$$\text{для нагретых выбросов} \quad H = \frac{A \cdot M \cdot F}{ПДК \cdot \sqrt[3]{V_1 \Delta T}} \quad (18)$$

ЗАДАЧА №1

Источниками выброса вредных газов на предприятии являются печи, сжигающие уголь. Выброс дымовых газов с температурой T_r °С производится через N труб высотой H м диаметром D м со скоростью W м/с. Рассеивание происходит в атмосферном воздухе, температура которого T_v °С.

1) Определить наибольшую ожидаемую концентрацию C_m мг/м³ оксида углерода - CO, сернистого газа - SO₂, оксида азота - NO₂ и пыли в приземном слое атмосферы при неблагоприятных условиях рассеивания.

2) Сравнить фактическое содержание вредных веществ в атмосферном воздухе с учетом фоновых концентраций ($C_m + C_\phi$) с нормами ПДК, если:

$$\begin{array}{ll} C_\phi^{CO} = 1,5 \text{ мг} / \text{м}^3 & \text{ПДК}^{CO} = 5 \text{ мг} / \text{м}^3 \\ C_\phi^{NO_2} = 0,03 \text{ мг} / \text{м}^3 & \text{ПДК}^{NO_2} = 0,085 \text{ мг} / \text{м}^3 \\ C_\phi^{SO_2} = 0,1 \text{ мг} / \text{м}^3 & \text{ПДК}^{SO_2} = 0,5 \text{ мг} / \text{м}^3 \\ C_\phi^{\text{пыли}} = 0,2 \text{ мг} / \text{м}^3 & \text{ПДК}^{\text{пыли}} = 0,5 \text{ мг} / \text{м}^3 \end{array}$$

3) Рассчитать ПДВ, г/с по каждому выбрасываемому веществу.

4) Если фактический выброс M , (г/с) превышает значения ПДВ, (г/с), то дать рекомендации по снижению выбросов.

Решение:

Расчет наибольшей ожидаемой концентрации и предельно-допустимого выброса производят по следующим формулам:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad \text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_\phi) H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n}$$

где:

A - коэффициент, зависящий от климата и условий вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в воздухе для Средней Азии и Казахстана - 200-240; для Поволжья, Урала, Украины - 160, для Европейской части России - 120 и т.д.

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ. Для газов $F=1$, для пыли $F=3$.

m, n - коэффициенты, учитывающие условия выбросов из данного источника.

1) объем выходящих газов для одной трубы равен:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W \cdot N$$

2) для определения m находим $f = 10^3 \cdot \frac{W^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}$

3) определяем $m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}$

4) коэффициент n находим в зависимости от $V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}$

при $V_m \leq 0,3$ $n = 3$

при $0,3 < V_m \leq 2$ $n = 3 - \sqrt{(V_m - 0,3) \cdot (4,36 - V_m)}$

при $V_m > 2$ $n = 1$

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧИ № 1

№	Количество выбросов, М ^г , г/с.				N	H, (м)	D, (м)	W, (м/с)	T _г , °C	T _в , °C	A
	M _{CO}	M _{NO2}	M _{SO2}	M _{пыли}							
1	13,0	0,85	6,0	13,3	1	30	1,1	13,0	195	23,4	200
2	170,0	3,7	32,6	20,8	1	33	1,3	12,6	182	20,4	200
3	217,0	6,3	57,4	28,2	1	40	1,4	13,2	173	15,4	240
4	325,0	8,2	67,6	38,2	1	45	1,5	12,2	167	24,6	240
5	189,3	8,8	62,4	20,6	2	50	1,6	13,5	154	18,6	200
6	208,5	9,8	68,2	27,8	2	55	1,6	14,2	146	24,5	200
7	220,0	10,6	79,4	35,3	2	60	1,6	14,4	142	26,4	240
8	848,6	56	368	168	2	100	2,5	18,8	135	30,0	200
9	1200	84	478	206	2	110	2,8	20,6	130	28,5	240
10	1296	92	502	220	3	120	2,8	22,0	120	20,0	240
11	2380	106	684	265	3	125	3,0	20,8	118	22,5	200
12	3050	127	805	297	3	130	3,0	21,4	115	24,8	200
13	4150	157	950	325	3	145	3,0	22,0	114	25,6	200

M*- количество выбросов из одного источника.

ЗАДАЧА №2

На предприятии в отделении подготовки сырья от установленного оборудования выделяется пыль, которая системой вытяжной вентиляции выбрасывается в атмосферу.

Выброс производится со скоростью W_1 м/с через трубу высотой H м, с устьем диаметра D м.

1. Рассчитать наибольшую ожидаемую концентрацию C_m пыли, и сравнить со значением ПДК = 0,5 мг/м³.
2. Определить значение ПДВ (г/сек) для пыли и сравнить со значением фактического выброса.
3. Обосновать необходимость установки пылеуловителя на линии вытяжной вентиляции.

Решение:

Расчет C_m и ПДВ для холодных выбросов производят по следующим формулам:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot D}{H \cdot \sqrt[3]{H} \cdot 8 \cdot V_1} \quad ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi}) \cdot H \cdot \sqrt[3]{H} \cdot 8 \cdot V_1}{A \cdot F \cdot n \cdot D}$$

где:

A – коэффициент, зависящий от климата и условий вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в воздухе.

F – коэффициент, учитывающий скорость оседания веществ, для пыли $F=3$

n – коэффициент, учитывающий условия выброса из данного источника.

1. Объем пылевоздушной смеси: $V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W$

2. для определения n рассчитываем V_m

$$V_m = 1,3 \cdot \frac{W \cdot D}{H}$$

при $V_m = 0,3$ $n = 3$

при $0,3 < V_m < 2$ $n = 3 - \sqrt{(V_m - 0,3)(4,36 - V_m)}$

при $V_m > 2$ $n=1$

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧИ № 2

№	$M_{\text{пыли}}$ г/с	$C_{\text{ф}}$ мг/м ³	H м	Д м	W м/с	A
1	4	0	18	1,0	8,2	200
2	6	0,1	25	2,0	10,0	200
3	5	0,2	20	1,2	8,6	210
4	3	0,15	20	1,1	7,8	210
5	7	0,3	19	1,3	8,1	220
6	3	0,3	20	1,5	5,2	200
7	4	0,2	23	2,0	8,0	230
8	5	0,15	25	1,2	7,8	240
9	6	0,25	18	1,5	10	220
10	7	0,4	24	2,1	8,4	200
11	2	0,3	20	1,2	7,6	210
12	9	0,35	17	1,0	9,1	230

ЗАДАЧА №3

Отработанные газы предприятия выбрасываются в атмосферу с температурой воздуха $T_{\text{в}}$ °С через дымовую трубу высотой H м, с прямоугольным устьем длиной L м и шириной B м. Температура выбрасываемых газов $T_{\text{г}}$ °С, средняя скорость выброса W м/сек.

$$ПДК^{CO} = 5 \text{ мг} / \text{м}^3 \qquad ПДК^{NO_2} = 0,085 \text{ мг} / \text{м}^3$$

$$ПДК^{SO_2} = 0,5 \text{ мг} / \text{м}^3 \qquad ПДК^{NH_3} = 0,2 \text{ мг} / \text{м}^3$$

1. Определить фактический массовый выброс M г/сек вредных веществ по их концентрациям C мг/м³.
2. Рассчитать ПДВ по всем компонентам и сравнить с фактическим массовым выбросом M.
3. Обосновать необходимость установки газоочистного оборудования.

Решение:

Расчет ПДВ и M для нагретых газовых выбросов производят по

следующим формулам:

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n} \quad M = C \cdot V_1$$

где:

A- коэффициент, зависящий от климата и условий вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в воздухе. Для Средней Азии и Казахстана –240; для Поволжья, Урала, Украины –160; для Центральной Европейской части России –120.

F- безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ. Для газов F=1, для пыли F=3;

m, n - коэффициенты учитывающие условия выбросов из данного источника.

1. Эффективный диаметр трубы равен : $D_э = \frac{2L \cdot B}{L + B}$

2. Объем выходящих газов : $V_1 = \frac{\pi \cdot D_э^2}{4} \cdot W$

3. Для определения m находим коэффициент f : $f = 10^3 \cdot \frac{W^2 \cdot D_э}{H^2 \cdot \Delta T}$

4. Определяем коэффициент m :

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

5. Коэффициент n находим в зависимости от V_m :

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

При $V_m \leq 0,3$ n = 3

при $0,3 < V_m < 2$ n = $3 - \sqrt{(V_m - 0,3) \cdot (4,36 - V_m)}$

при $V_m > 2$ n = 1

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧИ № 3

№	Концентрация вредных веществ в выбросах C, мг/м ³				H, м	L*B, м ²	W, м/с	T _г , °C	T _в , °C
	CO	NO ₂	SO ₂	NH ₃					
1	3630	85	380	200	7	0,5*0,4	14	75,0	21,4
2	3630			200	7	0,6*0,5	14	75,0	21,4
3	9500		1200		10	0,6*0,5	12	75,0	30,0
4	5520			242	10	0,5*0,5	15	70,0	15,0
5	6900	124	555		9	0,5*0,5	15	74,0	22,5
6	5580	55	396	325	8	0,5*0,5	11	80,5	20,0
7	7843	126	706	590	11	0,5*0,5	13	80,0	21,5
8	2500	30	500	160	8	0,5*0,4	12	78,0	22,0
9	2900	110	220	160	9	0,5*0,4	12	78,0	22,0
10	8830	55	270	330	12	0,4*0,4	12	78,0	22,0
11	5660	50	1160	500	15	0,5*0,4	12	78,0	22,0
12	4380	350	263	175	8	0,5*0,4	15	78,0	22,0
13	660	66	1300	500	8	0,5*0,4	20	78,0	22,0

N=1, F=1, A=200, Cф^x CO, NO₂ SO₂, NH₃ = 0,5ПДК

ЗАДАЧА №4 РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПО СОСТАВУ СЖИГАЕМОГО ТОПЛИВА

Расчитать объем (V_г, м³/час) образующихся дымовых газов при сжигании Q кг/час топлива, в составе которого входят в % массах. C, H, O, S и если известны по данным хроматографического или газового анализа содержание дымовых газах N₂, O₂, CO₂, H₂O в % объеме. Для полного сжигания добавляется определенное количество пара (m, кг на кг топлива).

Ход расчета:

1. Определяют количество воздуха (L_в, кг/кг), необходимого для сжигания 1 кг топлива по формуле:

$$L_{в} = \frac{2,67C + 8H + S - O}{0,23 \cdot 100}$$

$$\text{где } 2,67 = \frac{32}{12}$$

32 - мол. Масса кислорода

12 - атомная масса углерода

0,23 — массовая доля кислорода в воздухе

2. Определяют объем воздуха ($W_{\text{в}}$, м³/кг), необходимый для сжигания 1 кг топлива по формуле:

$$W_{\text{в}} = \frac{L_{\text{в}}}{\rho} = \frac{L_{\text{в}}}{1,293}$$

где ρ - плотность воздуха, равная 1,293 кг/м³

3. Определяют мольное содержание (N_{RO_2} кг*моль/кг) продуктов сгорания 1 кг топлива по формуле:

$$N_{\text{RO}_2} = \frac{C}{100 \cdot 12} + \frac{S}{100 \cdot 32}$$

(12-атомная масса углерода, 32 - а.м. серы)

$$N_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{H}{100 \cdot 2} + \frac{m_{\text{форспара}}}{18}$$

где m — количество пара в кг, подаваемого на форсунки для сжигания 1 кг топлива

(2 — молекулярная масса водорода, 18 - молекулярная масса воды)

4. Устанавливают фактический коэффициент избытка воздуха по данным содержания CO, N₂, O₂ и других газов (данные анализа)

$$\alpha = \frac{N_2}{N_2 - 3,762(O_2 + 0,5CO)}$$

где N₂, O₂, CO - в % объеме.

3,762 - соотношение содержания в воздухе N₂ и O₂

(79 % об, и 21 % об, соответственно) $\frac{79}{21} = 3,762$

5. Определяют мольное содержание двухатомных газов при найденном коэффициенте избытка воздуха

$$N_{\text{N}_2+\text{O}_2} = \frac{W_{\text{в}}(\alpha - 0,21)}{22,4}$$

где 0,21 - доля кислорода в воздухе, участвующая в горении

22,4 - мольный объем газа

6. Находят сумму RO₂, H₂O, N₂ и O₂

$$\sum N = N_{RO_2} + N_{H_2O} + N_{N_2+O_2}$$

7. Определяют количество продуктов сгорания (кг/час)

$$G = (\alpha \cdot Lv + 1) \cdot Q$$

где Q количество сжигаемого топлива, кг/час

8. Определяют объем дымовых газов при нормальных условиях, м³/ч

$$Vg = \frac{G \cdot \sum N \cdot 22,4}{\alpha \cdot Lv + 1}$$

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧИ № 4

№	Q кг час	Состав топлива в%				m кг кг	Содержание отработ. газа				
		C	H	O	S		N ₂	O ₂	CO	CO ₂	H ₂ O
1	7	86,0	14,0	-	-	-	75	7,0	7,8	7,5	3,0
2	10	86,0	14,0	-	-	-	74	6,0	8,6	6,8	3,4
3	20	85,3	14,6	-	0,10	-	78	10,5	1,8	6,4	2,6
4	25	85,0	14,5	0,3	0,15	-	78	8,2	0,8	8,8	2,3
5	100	85,5	13,6	0,5	0,20	0,2	77	8,8	0,6	9,4	2,8
6	125	85,0	13,2	0,8	0,30	0,2	77	8,4	0,5	8,6	3,0
7	150	85,5	12,5	1,0	0,35	0,3	76	8,8	0,5	9,2	3,2
8	175	85,0	12,5	1,0	0,40	0,3	78	8,6	0,4	8,8	3,7
9	200	84,6	13,0	1,2	0,40	0,4	78	9,0	0,5	9,0	2,8
10	250	85,0	12,5	1,5	0,45	0,5	79	8,2	0,4	8,2	3,2
11	300	85,0	12,5	1,5	0,45	0,5	80	8,6	0,3	6,8	3,5
12	350	85,0	12,5	1,5	0,45	0,5	80	8,0	0,4	7,5	3,0

Помимо указанных газов в составе выхлопных газов содержатся и другие : сернистый газ, окиси азота, альдегиды, сажа и т.д.

ЗАДАЧА №5

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЧИСТКЕ ГАЗОПЫЛЕВЫХ ВЫБРОСОВ

Применяется для определения предотвращенного ущерба в результате очистки промышленных выбросов от пыли и SO₂. За основу берется среднегодовая концентрация веществ в воздухе, создаваемая в определенном промышленном районе или населенном пункте. Ущерб окружающей среде складывается из дополнительных

затрат здравоохранения при увеличении заболеваемости населения, уменьшения продуктивности животноводства, уменьшения урожайности сельскохозяйственных культур, износа основных производственных фондов. Этот ущерб выражается, например, в расчете на 1 человека, 1 га и т.д. в зависимости от концентрации загрязнений в воздухе в приземном слое (1,2-2м).

Удельный ущерб здравоохранению или коммунальному хозяйству в расчете на 1 человека в сум в год составляет:

Среднегодовая конц. пыли мг/м ³	Уз(к)	Среднегодовая конц. SO ₂ мг/м ³	Уз(к)
0,3	350	0,1	250
0,5	700	0,2	570
0,9	1000	0,3	760
1,2	1140	0,4	840
1,5	1210	0,5	920

Удельный ущерб сельскому хозяйству и лесному хозяйству в расчете на 1 га, а также промышленности в расчете на 1 млн. сум основных производственных фондов составляет в сум в год:

Среднегодовая конц. пыли мг/м ³	Ус	Уп	Среднегодовая конц. SO ₂ мг/м ³	Ус	Уп
0,1	100	-	0,1	250	1,0
0,2	160	-	0,2	500	2,0
0,3	250	-	0,3	900	3,0
0,5	400	4,0	0,5	1050	5,0
1,2	-	16	1,0	1200	6,5
2,1	-	-	-	-	-

Общий экономический ущерб определяется по формуле:

$$V = Uz \cdot R + Uc \cdot S + Un \cdot \Phi + Uk \cdot R$$

R- численность населения

S- площадь сельскохозяйственных угодий

Φ - стоимость основных производственных фондов

Задача:

Экономическая эффективность определяется по формуле:

$$\bar{\Delta\epsilon} = Y - C_{оч}$$

Среднегодовая концентрация пыли и SO₂ в рабочем поселке численностью 5 тыс. человек составляет соответственно 0,3 и 0,2 мг/м³. Определить ущерб.

$$\begin{aligned} Y &= 350 \cdot 5000 + 350 \cdot 5000 + 570 \cdot 5000 + 2 \cdot 5000000000 + 570 \cdot 5000 = \\ &= 1750000 + 1750000 + 2850000 + 2850000 + 10^9 = 3500000 + 5700000 + 10^9 = \\ &= 1009200000 \text{ сум/год} \end{aligned}$$

При осуществлении очистки промышленных выбросов и стоимости очистки 998760000 сум/год экономическая эффективность будет равна

$$\Delta\epsilon = 1009200000 - 998760000 = 1044000 \text{ сум/год}$$

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧИ № 5

№	Концентр. пыли мг/м ³	Концентр. SO ₂ мг/м ³	R тыс.чел.	S га	Ф млн.сум	Стоимость очистки, сум
1	0,3	0,2	7	-	500	998760000
2	0,5	0,3	5	-	250	1205000000
3	1,2	0,5	3	-	300	3906636000
4	0,3	0,2	-	250	550	865300410
5	0,5	0,3	-	540	625	3005300000
6	1,2	0,5	-	320	450	6320035000
7	0,3	0,2	6	150	-	7320280
8	0,5	0,3	4	200	-	8114980
9	1,2	0,5	2	120	-	3904560
10	0,3	0,2	1,5	85	220	319216300
11	0,5	0,3	1,8	45	180	880420730
12	1,2	0,5	1,2	60	140	2648073200

ЗАДАЧА №6

Определение ущерба, наносимого отдельным предприятием при выбросе пыли, SO₂ или CO можно производить по валовым выбросам. Для расчетов загрязнений район, находящийся возле завода, делится на 4 зоны. Число зон зависит от объема выбросов и составляет:

Кол-во выбросов, тыс. Т/год			Зона	Радиус зоны, м
Пыль	SO ₂	CO		
0-5	0-1	0-10	I	1000
6-20	2-5	11-30	II	1800
21-50	6-10	31-70	III	3000
51-125	11-30	71-150	IV	5000

Удельный ущерб здравоохранению (сум/1000 чел), наносимый газопылевыми выбросами в год, составляет:

Кол-во выбросов, тыс. тонн/год			Зоны			
пыль	SO ₂	CO	I	II	III	IV
0-5	-	-	415	-	-	-
6-20	-	-	405	243	-	-
21-50	-	-	390	235	152	-
51-125	-	-	373	224	145	93
-	0-1	-	330	-	-	-
-	2-5	-	328	197	-	-
-	6-10	-	326	196	127	-
-	11-30	-	324	195	126	81
-	-	0-10	180	-	-	-
-	-	11-30	175	105	-	-
-	-	31-70	172	104	67	-
-	-	71-150	166	100	65	41

Удельный ущерб коммунальному хозяйству, промышленности, сельскому и лесному хозяйству, причиняемый 1 тыс. тонн выбросов в год составляет:

Отрасль	Выброс	Зоны			
		I	II	III	IV
Коммунальное хоз-во (на 1000 чел)	пыль	450	280	170	105
	SO ₂	270	150	70	50
Сельское и лесное хоз-во (на 1 га)	пыль	0,9	0,5	0,25	0,2
	SO ₂	1,6	0,9	0,4	0,3
Промышленность (на 1 млн. сум фондов)	пыль	25	15	7	5
	SO ₂	18	11	5	3
	CO	9	6	3	1

Учитывая, что количество загрязнений в приземном слое воздуха зависит от степени рассеивания, в расчетах осуществляют корректировку по зонам в зависимости от высоты источника выброса:

Таблица коэффициентов

Высота выброса м	Зоны			
	I	II	III	IV
0-15	10	1,5	0,4	0,15
16-40	4	1,3	0,9	0,5
41-80	1	1	1	1
81-150	0,6	0,7	0,8	0,9
151-220	0,2	0,3	0,5	0,7
221-300	0,05	0,15	0,3	0,6

Удельный ущерб здравоохранению определяется по формуле:

$$Y = M \sum_{i=1}^n Y_i \cdot R \cdot K$$

R-число жителей тыс. человек.

M – суммарный выброс тыс. тн/г.

Y_у – удельный ущерб;

i-4 – зоны выбросов

Удельный ущерб промышленности определяются по формуле:

$$Y = M \sum_{i=1}^n Y_n \cdot \Phi$$

Φ – стоимость основных производственных фондов.

Общий ущерб определяется по формуле:

$$Y_{об} = Y_3 + Y_{пр}$$

Экономическая эффективность определяются по формуле:

$$\Xi_3 = Y_{об} - C_{оч}$$

$C_{оч}$ – стоимость очистки

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧИ № 6

№	Конц. выбросов, тыс.тонн/год			Кол – во жителей зоны тыс.человек				h, м	Ф	Стоим. очистки, сум
	пыль	SO ₂	CO	I	II	III	IV			
1	10	3	25	2	4	1,8	2,1	160	60	15739
2	13	5	28	3	2	1,3	1,7	130	80	43167
3	8	4	15	4	3	2	1,9	90	95	40469,5
4	6	2	11	8	6	2,1	2,3	110	75	40682
5	25	8	32	2	3	3	1,4	18	62	207007
6	21	6	33	1,5	2	2	1,6	26	33	100147
7	23	7	35	2,3	1,8	1,5	1,9	200	21	5527
8	42	9	47	3	4	2	2,5	230	42	8157
9	55	12	74	2	3	1,5	2	180	38	11736
10	62	18	80	2,5	3,5	2,1	1,8	240	25	13726
11	58	16	91	1,2	2,7	3,6	2,2	166	17	30089
12	65	20	110	1,8	2,2	1,6	1,3	250	20	70071

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

ЗАДАЧА №7

РАСЧЕТ И АНАЛИЗ РАБОТЫ КОМПЛЕКСА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.

Очистные сооружения промышленного предприятия обычно работают по двух или трехступенчатой схеме очистки:

-Первая ступень- гравитационное отделение, состоящее из резервуаров-отстойников, фильтров, песколовков и др.

-Вторая ступень- физико-химическое отделение, в которое входят флотаторы, экстракционные и сорбционные установки.

-Третья ступень- биологическое отделение, состоящее из биофильтров, аэротенков, биопрудов и др.

Для правильного выбора схемы очистных сооружений необходимо знать максимальное количество поступающих на них примесей, предельно допустимую концентрацию вредных веществ при сбросе их в водоемы, а также эффективность работы каждого очистного сооружения.

Эффективность очистки воды (%) в очистном сооружении можно определить по формуле:

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100 \text{ ,}$$

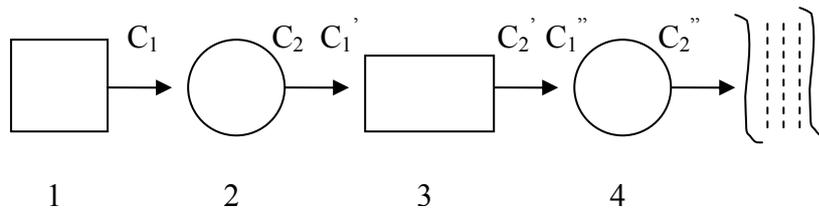
где C_1 и C_2 – концентрация примеси в воде до и после очистки.

Решив уравнение относительно C_1 , получим:

$$C_1 = \frac{C_2}{1 - \eta/100}$$

Если исходить из предельно допустимой концентрации вредных веществ в оттоках, сбрасываемых в водоемы после очистки, можно рассчитать необходимое число очистных сооружений в цепочке или же максимально допустимую концентрацию примесей в воде на входе в очистные сооружения при наличии определенного комплекса сооружений.

Принципиальная схема очистки сточных вод промышленного предприятия представлена на рисунке:



1-промышленное предприятие, 2-отстойник,
3-флотатор, 4-аэротенк

C_1 – начальная концентрация примеси в воде

C_2 – концентрация примеси в воде после отстойника

C_1' - концентрация примеси в воде до флотатора, $C_2=C_1'$

C_2' – концентрация примеси в воде после флотатора

C_1'' – концентрация примеси в воде перед аэротенком, $C_2'=C_1''$

C_2'' – конечная концентрация примеси в воде = ПДК водоема

Если принять, что ПДК данной примеси в воде при сбросе ее в водоем равна 20 мг/л, то при эффективности работы аэротенка $\eta=50\%$ концентрация примеси перед ним не должна превышать:

$$C_1'' = \frac{20}{1 - \frac{50}{100}} = 40 \text{ мг / л}$$

При такой же эффективности работы флотатора (50%) содержание примеси в воде перед ним не должно превышать:

$$C_1' = \frac{40}{1 - \frac{50}{100}} = 80 \text{ мг / л}$$

Приняв эффективность отстойника 98%, получим максимально допустимую концентрацию примеси в воде перед системой очистных сооружений:

$$C_1 = \frac{80}{1 - \frac{98}{100}} = 4000 \text{ мг / л}$$

Из приведенного расчета следует, что очистные сооружения будут работать хорошо, если концентрация примеси в воде на входе в них не будет превышать 4г/л.

В общем виде уравнение для расчета комплекса очистных сооружений имеет вид:

$$C_{вх} = \frac{C_{вых}}{(1 - 0,01 \cdot \eta_1) \cdot (1 - 0,01 \cdot \eta_2) \cdot \dots \cdot (1 - 0,01 \eta_n)}$$

где $C_{вх}$ – концентрация примесей на входе в комплекс очистных сооружений;

$C_{вых}$ – концентрация примесей на выходе из очистных сооружений;

η - эффективность работы очистного сооружения (индекс указывает на конкретное очистное сооружение)

Используя эту зависимость, можно рассчитать и проанализировать работу любого комплекса очистных сооружений.

Рассчитать, какую концентрацию примесей должна иметь вода, поступающая на очистку, если задана конечная концентрация примеси и известна эффективность работы каждого очистного сооружения, входящего в данный комплекс.

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧИ № 7

По анализу работы комплекса очистных сооружений.

№	η_1 %	η_2 %	η_3 %	η_4 %	Свых мг/л
1	90	55	60	-	45
2	70	64	75	-	27
3	85	60	55	-	54
4	78	50	63	-	41
5	-	72	60	45	40
6	-	80	46	60	44
7	-	85	52	66	39
8	-	88	56	47	28
9	85	46	50	77	19
10	78	52	48	64	20
11	74	58	60	55	40
12	70	55	50	48	35

ЗАДАЧА №8

РАСЧЕТ ПЕСКОЛОВОК-ЖИРОЛОВОК

Песколовка-жироловка представляет собой удлиненную емкость прямоугольного поперечного сечения B (м), глубиной проточной части H (м) и длиной проточной части L (м).

Сточная вода от предприятия попадает в песколовку-жироловку через лоток, со скоростью V , мм/с движется к жироборным воронкам. При прохождении сточной воды от лотка до жироборных воронок частицы жира или нефтепродуктов всплывают на поверхность, а твердые частицы выпадают в осадок в специальных приёмках.

В сточной воде, содержащей примеси органических и неорганических веществ в виде диспергированных частиц, скорость осаждения примесей или всплытия капелек нефтепродуктов (жира) может быть определена решением уравнения Стокса для движения сферической частицы в жидкости с учетом влияния силы гидравлического сопротивления:

$$|U| = \frac{gd^2}{18} \cdot \frac{\rho_r - \rho_{ж}}{\mu_0} \cdot \frac{1}{1000000}$$

где ρ_r и $\rho_{ж}$ - плотность нефтепродуктов и плотность воды, кг/м³ (принимается $\rho_r = 0,8$ $\rho_{ж} = 1$)

d - диаметр нефтяных частиц, мкм $\mu_0 = 1,792$

Длину нефтеловушки, обеспечивающую достаточно время для отстаивания нефтепродуктов, определяют по формуле:

$$L = \frac{V \cdot H}{K \cdot (W - U)}$$

где V - скорость движения сточной воды в нефтеловушке, м/с;

H - рабочая глубина нефтеловушки, м;

K - поправочный коэффициент, учитывающий вихревые и струйные образования вследствие конструктивных особенностей (для горизонтальных отстойников принимаем $K = 0,5$);

W — вертикальная составляющая скорости движения воды в нефтеловушке, мм/с

(принимается $W = 0,5 V$).

Рабочую ширину нефтеловушки определяют из соотношения:

$$B = \frac{Q}{V \cdot H} \cdot \frac{1}{3600}$$

где Q - максимальный расход сточных вод, м³/час

Максимальный часовой расход сточных вод определяют по

формуле: $Q = \frac{m \cdot \Pi \cdot K_{ч}}{t}$

где m - укрупненная норма расхода водоотведения, м³ на единицу продукции;

Π - производственная мощность предприятия, тонн продукции в смену;

$K_{ч}$ - часовой коэффициент неравномерности водоотведения;

t - число часов работы в смену;

На первой ступени механической очистки в горизонтальных песколовках-жироловках задерживается 20-30% минеральных примесей и улавливается 60-70% жира или нефтепродуктов. Доочистку сточных вод после песколовков-жироловков проводят в отстойниках или другими физико-химическими методами.

Определить расчетный расход сточных вод и геометрические размеры песколовки-жироловки для отчистки сточных вод предприятия с производственной мощностью Π , т/смену и нормой водоотведения m , и m^3 на единицу продукции с учетом часового коэффициента $Kч$, час, при скорости движения воды V , мм/с со средним диаметром частиц d , мкм и t количества часов работы в смену.

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧИ № 8

№	Π т/смену	m $m^3/т$	$Kч$	t час	H м	V м/с	d мкм
1	25	20,2	2,5	8	1,5	0,0030	100
2	30	24,8	2,0	8	1,5	0,0035	100
3	20	15,6	2,5	8	2,0	0,0040	95
4	25	25,4	2,0	7	2,0	0,0045	95
5	30	22,6	2,0	8	2,5	0,0050	90
6	35	18,5	2,2	7	3,0	0,0055	90
7	40	16,5	2,2	8	3,0	0,0060	85
8	18	16,8	2,5	7	2,5	0,0065	85
9	24	16,5	2,0	7	2,5	0,0070	80
10	38	18,5	2,0	8	3,0	0,0075	80
11	45	20,0	1,8	8	3,0	0,0080	75
12	50	23,4	1,8	8	3,0	0,0085	70

ЗАДАЧА №9

РАСЧЕТ АЭРОТЕНКОВ

Для полной или частичной биохимической очистки сточных вод применяют аэротенки - специальные очистные сооружения, в которых создают благоприятные условия для интенсивного размножения и жизнедеятельности микроорганизмов, использующих для своего развития содержащиеся в сточных водах органические вещества. В результате так называемого аэробного биохимического процесса с участием микроорганизмов органические загрязнения интенсивно окисляются, минерализуются, выпадают в осадок

(активный ил). Для оценки эффективности биохимического окисления органических веществ, содержащихся в сточных водах, применяется биохимический показатель - БПК (биохимическое потребление кислорода), т.е. количество кислорода, необходимое для окисления органических веществ в результате происходящих аэробных биохимических процессов. Значения БПК, мг/л характеризуют степень очистки сточных вод от органических примесей. Для обеспечения аэробного биохимического процесса необходимо присутствие биогенных элементов (азота, фосфора), кислорода, определенные температурные условия и т.д. Аэротенки подразделяются на аэротенки с регенерацией и без регенерации активного ила, аэротенки - смесители, аэротенки-отстойники. В зависимости от применяемых аэрационных устройств различают аэротенки с механической, пневматической и пневмомеханической аэрацией. По степени очистки аэротенки подразделяют на высоконагруженные с частичной очисткой, с остаточной БПКполн больше 15 мг/л ; нормально нагруженные с полной биоочисткой, при которой БПКполн = 10-15 мг/л, и низконагруженные (с частичной и полной очисткой, но низкой окислительной мощностью).

В расчетах всех типов аэротенков основными соотношениями являются уравнения балансов содержания органических веществ и кислорода в воде. При концентрации растворенного кислорода более 2 мг/л скорость превращения органических веществ от концентрации кислорода не зависит, а зависит от скорости потребления кислорода

$$V_m = K_a(O_p - O)$$

где K_a - коэффициент, характеризующий константу скорости

O - растворимость кислорода воздуха в воде, мг/л

O_p - средняя концентрация кислорода в аэротенке, 2 мг/л

Расчет аэротенков осуществляют в следующем порядке:

I. Определяют продолжительность (в час.) аэрации в аэротенке:

$$\tau' = \frac{C_0 - C_\tau}{O \cdot (1 - S) \cdot \rho} \quad (1)$$

где

C_0 - значение БПКполн, поступающей в аэротенк сточной воды, мг/л

C_τ - значение БПКполн очищенной воды, мг/л

O - доза активного ила, г/л

S - зольность в долях единиц, принимают равным 0,30 ÷ 0,35

ρ - средние расчетные скорости окисления загрязнений, в мг БПКполн

на 1 г беззольного вещества или за 1 час

Значения ρ приведены в следующей таблице

БПКполн исходной воды мг/л	БПКполн очищенных сточных вод C_1 мг/л					
	15	20	25	30	40	50 и более
При $a \leq 1,8$ гр/л						
100	20	22	24	27	35	47
200	22	24	28	32	42	57
При $a > 1,8$ гр/л						
150	18	21	23	26	35	45
200	20	23	26	29	37	50
300	22	26	30	34	44	60
400	23	28	33	38	53	73
500	24	29	35	41	58	82

Для аэротенков без регенераторов на полную и неполную очистку сточных вод при C_0 до 100 мг/л α принимают равным 1,2.

при C_0 до 101 мг/л до 150 мг/л - $\alpha = 1,5$ г/л

при C_0 до 151 мг/л до 200 мг/л $\alpha = 1,8$ г/л

C_0 от 201 и более $\alpha > 1,8$

Для аэротенков с регенераторами на полную и неполную очистку, если известен объем аэротенков, a_{cp} определяют по формуле:

$$a_{cp} = \frac{a_{aэp} \cdot W_{aэp} + a_{рег} \cdot W_{рег}}{W_{aэp} + W_{рег}} \quad (2)$$

где a_{cp} - доза аэрированного активного ила, г/л

$a_{рег}$ - доза регенерированного активного ила, г/л

2. Продолжительность аэрации смеси сточной воды и циркулирующего ила в аэротенке определяется по формуле:

$$\tau_{aэp} = \frac{2,5}{a_{aэp} \cdot 0,5} \cdot \lg \frac{C_0}{C_\tau} \quad (3)$$

3. Определяют расход циркулирующего ила в долях по формуле:

$$\alpha = \frac{a_{aэp}}{a_{pег} - a_{aэp}} \quad (4)$$

4. Продолжительность окисления органических загрязнений определяют по формуле:

$$\tau_0 = \frac{C_0 - C_\tau}{\alpha \cdot a_{pег} \cdot (1 - S) \cdot \rho} \quad (5)$$

5. Продолжительность регенерации циркулирующего ила будет определяться как

$$\tau_{pег} = \tau_0 - \tau_{aэp} \quad (6)$$

6. Находят объем аэротенка в м³, если известен часовой расход сточных вод по формуле:

$$W_{aэp} = \tau_{aэp} \cdot (1 + \alpha) \cdot q_b \quad (7)$$

где q_b - часовой расход сточных вод, м³/час

7. Объем регенератора для активного ила определяется по формуле:

$$W_{pег} = \tau_{pег} \cdot \alpha \cdot q_b \quad (8)$$

8. Общий объем аэротенка с регенератором (в м³)

$$W = W_{aэp} + W_{pег} \quad (9)$$

9. Расчетное время обработки воды (в час) определяется по формуле:

$$\tau'' = \tau_{aэp} \cdot (1 + \alpha) + \tau_{pег} \cdot \alpha \quad (10)$$

10. Расчеты проверяют сравнением значений τ' и τ'' , полученных по формулам (I) и (10). При этом значения должны совпадать.

11. Определяют степень очистки по формуле:

$$\eta = \frac{C_0 - C_\tau}{C_0} \cdot 100 \quad (11)$$

Если значения τ' и τ'' не совпадают, то это указывает на то, что необходимо вводить дополнительные ограничения на параметры, влияющие на рассматриваемые процессы биохимической очистки.

Например, регулировать удельный расход воздуха при аэрации, который определяется по формуле:

$$D = \frac{Z \cdot (C_0 - C_\tau)}{K_1 \cdot K_2 \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot (O_p - O)} \quad (12)$$

где Z - удельный расход кислорода в мг/мг БПКполн.

Для полной очистки принимают равным $Z=1,1$

Для частичной очистки $Z=0,9$ мг/мг

Для полной минерализации $Z=2,2$ мг/мг

K_1 - коэффициент, учитывающий тип аэратора и отношение площади аэрируемой зоны к площади аэротенка.

K_2 - коэффициент, учитывающий глубину погружения аэратора.

n_1 - коэффициент, учитывающий температуру сточных вод определяют по формуле:

$$n_1 = 1 + 0.02 \cdot (T_{cp} - 20) \quad (13)$$

где T_{cp} - среднемесячная температура сточной воды за летний период.

n_2 - коэффициент, учитывающий отношение скорости переноса кислорода в иловой смеси к скорости переноса его в чистой воде. Принимается равным 0,7 - 0,8

O_p - растворимость кислорода воздуха в воде, мг/л и определяют по формуле:

$$O_p = O_m \cdot \frac{10,3 + p/2}{10,3} \quad (14)$$

где O_m - растворимость кислорода воздуха в чистой воде в зависимости от температуры и давления (закон Генри), Р

$O_m = 0,0155$, $p = 101300$ Па.

O - средняя концентрация кислорода в аэротенке (мг/л), принимается равным 2,0 мг/л.

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧИ № 9

№	C_0 мг/л	C_τ мг/л	ρ	a г/л	$a_{aэр}$ г/л	$a_{пер}$ г/л	S	Q_B м ³ /со ат	$T_{\text{ўр}}$
1	505,2	113,2	82	2,5	1,5	4,0	0,35	1725	26
2	118,6	20,8	22	1,5	1,0	2,5	0,30	545	27

3	125,4	24,4	23	1,8	1,2	2,8	0,30	560	28
4	150,6	25,6	23	1,8	1,1	2,8	0,32	578	25,5
5	186,5	31,5	27	1,8	1,2	3,6	0,32	618	24
6	228,8	39,6	36	2,0	1,3	3,4	0,33	625	26,5
7	296,6	54,8	60	2,0	1,3	3,5	0,33	684	27
8	254,2	43,0	40	2,2	1,3	3,4	0,34	656	24,5
9	319,3	55,7	60	2,2	1,4	3,6	0,34	678	23
10	322,0	52,0	64	2,0	1,4	3,5	0,34	750	28,5
11	396,4	65,2	73	2,3	1,5	3,8	0,35	784	26
12	424,8	68,6	73	2,4	1,5	3,9	0,35	840	27
13	492,6	89,5	82	2,5	1,5	4,0	0,35	1000	28

ЗАДАЧА №10

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПО ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД.

Основой при расчете экономической эффективности является ущерб окружающей среде, который удалось предотвратить применением определенных методов очистки сточных вод, сбрасываемых в водоемы. Он находится как разность потенциального ущерба, причиняемого водоемам при сбросе неочищенных сточных вод, и фактического ущерба, так как очистка производится не полностью и какая-то часть загрязняющих веществ все же поступает в водоемы.

$$\mathcal{E} = y \cdot U_{np} - (C + E \cdot K) \quad U_{np} = U_n - U_{\phi}$$

U_{np} – предотвращенный ущерб в результате очистки сточных вод

U_n – потенциальный ущерб (до применения очистки)

U_{ϕ} – фактический ущерб от сброса очищенной воды

U – удельный показатель предотвращенного ущерба, наносимого водоему 1 млн м³ сточных вод в сум в год

(для Средней Азии $U=145000$ сум/год)

C – эксплуатационные затраты на очистку сточных вод

K – капитальные затраты на очистку сточных вод

E – нормативный коэффициент эффективности использования очистных сооружений (0,15)

$$U_n = \frac{Q \cdot N \cdot K_1}{10^6} \quad U_{\phi} = \frac{Q \cdot N \cdot K_2}{10^6}$$

Q – расход сточных вод, м³/сут

N – число рабочих дней в году

K₁, K₂ – коэффициенты кратности разбавления неочищенного стока

$$K_1 = \frac{C_1}{ПДК} \quad K_2 = \frac{C_2}{ПДК}$$

C₁ – исходная концентрация веществ в сточной воде

C₂ – концентрация веществ после очистки

Пример:

Сточная вода имеет исходную концентрацию взвешенных веществ 1700 мг/л. После очистки – 110 мг/л. Минимальное содержание взвешенных веществ в водоеме 137 мг/л. Расход сточной воды – 19000 м³/сут. Капитальные затраты на строительство очистных сооружений 16 млн. сум эксплуатационные затраты – 3,9 млн. сум.

Рассчитать экономический эффект, получаемый при очистке сточных вод.

РЕШЕНИЕ:

$$K_1 = \frac{1700}{137} = 12 \quad K_2 = \frac{110}{137} = 0,7$$

$$Y_n = \frac{19000 \cdot 240 \cdot 12}{10^6} = 54,7 \text{ м}^3$$

$$Y_\phi = \frac{19000 \cdot 240 \cdot 0,7}{10^6} = 3,2 \text{ м}^3$$

$$\mathcal{E} = 145000 \cdot (54,7 - 3,2) - (3,9 \cdot 10^6 + 0,15 + 1,6 \cdot 10^6) = 145000 \text{ тыс. сум}$$

сум

$$ИС = y \cdot \text{Зол.ол.} - (C + E \cdot K) = 145000 \cdot (54,7 - 3,2) - (3,9 \cdot 10^6 + 0,15 \cdot 16 \cdot 10^6) = 7467500 - 630000 = 1167500 \text{ сум}$$

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧИ № 10

№	Исходн. конц. С ₁ мг/л	Конеч. конц. С ₂ мг/л	Кол-во рабоч. дней	ПДК водо- ема	Расход воды м ³ /сут	Затраты на очистн.сооруж.	
						строит. млн.сум	экспл. млн.сум
1	2500	120	255	127	12000	16,6	3,4
2	1800	143	248	130	16000	15,7	2,0
3	1950	115	240	135	15000	14,8	3,8
4	2200	125	245	128	14000	13,4	4,0
5	1700	105	240	125	13000	14,0	1,9
6	2150	153	250	135	17000	12,8	2,8
7	2300	138	245	130	16000	14,5	2,9
8	2400	156	247	137	15000	15,7	3,9
9	2250	123	240	134	14000	16,2	2,6
10	1750	135	243	125	12000	14,3	2,5
11	1850	126	245	130	13000	13,9	3,4
12	1600	130	240	135	18000	16,5	1,8
13	1200	95	240	115	16000	15,5	2,5
14	1500	105	240	120	25000	16,8	4,3
15	1300	120	240	137	21000	14,6	3,2

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ :

1. Источники загрязнения воздушного бассейна.
2. Классификация газопылевых выбросов.
3. Как оценивается степень загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха?
4. Привести примеры производств, вносящих основной вклад в загрязнение атмосферы.
5. Понятие о предельно-допустимых концентрациях (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе. Единица измерения ПДК.
6. Что такое предельно-допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ и как он связан с ПДК. Единица ПДВ.
7. Какие факторы влияют на рассеивание выбросов в атмосфере?
8. Как определяют эффективность работы пыле-газоулавливающих аппаратов?
9. Как оценивается экономическая эффективность мероприятий по защите атмосферного воздуха от загрязнений газопылевыми выбросами?
10. Перечислить основные методы очистки сточных вод.
11. Что нужно знать для характеристики работы комплекса очистных сооружений?
12. Как определяется эффективность работы очистного сооружения.
13. Что такое ПДК вредных веществ в водных объектах. Единица измерения ПДК в водоемах.
14. От чего зависит эффективность работы отстойников?
15. Как осуществляется биохимическая очистка сточных вод?
16. Понятие о биохимическом потреблении кислорода (БПК). Что оно характеризует?
17. От чего зависит эффективность биохимического окисления вредных веществ в аэротенках?
18. Что лежит в основе расчета экономической эффективности очистки сточных вод?
19. Что следует понимать под оборотным водоснабжением и где можно применять?

Литература

1. Торочешников И.С., Родионов А.И., Кельцев В.Н. Техника защиты окружающей среды. –М.: Химия, 1981,-368с
2. Кузнецов И.Е., Троицкая Т.М. Защита воздушного бассейна от загрязнения вредными веществами. –М.: Химия, 1979, -344с
3. Кипатовский И.П. Охрана природы. Справочник для работников нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности –М.: Химия, 1980 -376с
4. Белов С.В., Барбинов Ф.А., Козьяков А.Ф., Павлихин Г.П., Сивков В.П., Терехин А.С., Охрана окружающей среды. –М.: Высшая школа, 1983, -264с.
5. Кульский Л.А., Гороновский И.Т., Когановский А.М., Шевченко М.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды –Киев: Наукова думка, 1980 -680с
6. Найденко В.В. Оптимизация процессов очистки природных и сточных вод. –М.: 1984, -152с.
7. Анцыпович И.С., Попенко Л.Я., Охрана окружающей среды на предприятиях мясной и молочной промышленности. –М.: Агропромиздат, 1986, -255с.
8. Роев Г.А. Очистные сооружения газонефтеперекачивающих станций и нефтебаз . –М Недра, 1981
9. Лукиных Н.А., Липман Б.П.,Криштул В.П. Методы очистки сточных вод. –М. Стройиздат, 1978
10. Очистка сточных вод (примеры расчетов). Учебное пособие для ВУЗов. Минск Высшая школа, 1983, -255с.

Содержание

1.	Расчет рассеивания и нормативов предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу	
	Задача №1-----	7
	Задача №2-----	9
	Задача №3-----	10
2.	Расчет количества дымовых газов по составу сжигаемого топлива	
	Задача №4-----	12
3.	Расчет экономической эффективности мероприятий по очистке газопылевых выбросов	
	Задача №5-----	14
	Задача №6-----	17
	методы очистки сточных вод	
4.	Расчет и анализ работы комплекса очистных сооружений.	
	Задача №7-----	19
5.	Расчет песколовок-жироловок	
	Задача №8-----	22
6.	Расчет аэротенков	
	Задача №9-----	24
7.	Расчет экономической эффективности по очистке сточных вод.	
	Задача №10-----	29
8.	Контрольные вопросы-----	32
9.	Литература-----	33

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для проведения практических занятий
по курсу: “Основы очистки промышленных выбросов”

Составители:

Мусаев Маъруф Набиевич
Аюбова Индирахон Хамидовна
Жамгарян Ирина Айрапетовна

Редактор:

Ахметжанова Г.М.