

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по учебной дисциплине

«ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»

для специальности

22.02.03 Литейное производство черных и цветных металлов
(базовая подготовка)

Челябинск, 2020

Методические рекомендации
составлены в соответствии с
программой учебной
дисциплины «Промышленная
экология»

ОДОБРЕНО
Предметной (цикловой)
комиссией
протокол №
Председатель ПЦК
_____/О.Е. Алябьева/
«__»_____2020г.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по НМР
____Т.Ю. Крашакова
«__»_____2020 г.

Автор: Габбасова Н.В., преподаватель «Южно-Уральского государственного технического колледжа»

на методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине «Промышленная экология», разработанные преподавателем Южно-Уральского государственного технического колледжа Габбасовой Н.В.

Задания разработаны с учетом развивающегося производства и отвечают требованиям к знаниям и умениям, которыми должен владеть студент колледжа, обучающийся по специальности 22.02.03 Литейное производство черных и цветных металлов.

Содержание и структура методических рекомендаций удовлетворяет требованиям, предъявляемым к такого рода методическим разработкам.

01. 16

ДЛЯ
ДОКУМЕНТОВ

УРАЛТРАК

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
Челябский тракторный завод
«УРАЛТРАК»

*

Курочкин А.А.

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине «Промышленная экология» предназначены для обучающихся по специальности 22.02.03 Литейное производство черных и цветных металлов базовой подготовки.

Практические занятия являются важным элементом учебной дисциплины. В процессе выполнения практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Методические рекомендации предназначены для организации выполнения практических работ по учебной дисциплине «Промышленная экология».

Программой учебной дисциплины «Промышленная экология» предусмотрено выполнение 4 практических работ, направленных **на формирование элементов следующих компетенций:**

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 3.4 Обеспечивать безопасность труда на производственном участке.

умений:

- анализировать и прогнозировать экологические последствия

различных видов деятельности;

- использовать в профессиональной деятельности представления о взаимосвязи организмов и среды обитания;

- соблюдать в профессиональной деятельности регламенты экологической безопасности;

обобщение, систематизацию, углубление и закрепление знаний:

- о взаимосвязи экологических проблем с техническими, организационными и экономическими проблемами конкретного производства;

- основные источники загрязнения окружающей среды в результате производственной и хозяйственной деятельности; механизм воздействия производства на компоненты биосферы;

- организационные основы осуществления мероприятий по предупреждению и ликвидации влияния антропогенного характера на предприятиях отрасли.

Описание каждого практического занятия содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения задания знания, умения, теоретическое изложение необходимого материала (при необходимости примеры выполнения заданий), варианты заданий, описание алгоритма выполнения работы и контрольные вопросы (с целью выявить и устранить недочеты в освоении материала).

Для получения дополнительной, более подробной информации по основным вопросам учебной дисциплины в конце методических рекомендаций приведен перечень информационных источников.

Отчеты студентов по практическим работам должны содержать номер, название и цель работы, выполненные задания и их результаты, ответы на контрольные вопросы и выводы по проделанной работе. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением В.

II. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ ПЗ	Тема практического занятия	Количество часов
Практическое занятие №1	Определение продуктов сгорания органического топлива»	2
Практическое занятие №2	Расчет характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы	2
Практическое занятие №3	Оценка эффективности улавливания промышленных выбросов.	2
Практическое занятие №4	Составление классификаций загрязнений окружающей среды	2
Итого:		8

III. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Название практического занятия: Определение продуктов сгорания органического топлива.

Цель работы: Формирование умений определять зону, заполненную угарным газом.

умения:

- выполнять расчеты при полном сгорании органического топлива;
- определять высоту (зону, заполненную угарным газом);
- соблюдать в профессиональной деятельности регламенты экологической безопасности;

знания (актуализация):

- основные источники загрязнения окружающей среды в результате хозяйственной деятельности;
- профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии.

Теоретический материал

С проблемой «удушения» сталкивались все наши предки, топившие так называемые «баньки по черному» или угоравшие в своих избах при закрытой печной заслонке. (Ее закрывали, чтобы тепло из дома после окончания топки печи не улетучивалось через печную трубу слишком быстро). Известно, что при сгорании древесины или каменного угля помимо углекислого газа (CO_2) может образовываться и угарный газ (CO). Последний легко окисляется кислородом воздуха и при сгорании топлива на открытом воздухе или при наличии интенсивной тяги опасности для человека не представляет. Однако в закрытом помещении угарный газ весьма опасен и может привести к тяжелому отравлению и даже смерти. Это происходит потому, что молекула угарного газа лишь незначительно превосходит по размерам молекулу кислорода. Попадая

при дыхании в организм, она необратимо встраивается в молекулу гемоглобина (составляющая крови), которая в нормальных условиях является «транспортом», доставляющим кислород, и выводящая продукты окисления (угарный газ) из всех тканей тела человека. В результате снабжение организма кислородом нарушается - место на «транспортёре» занято. Как видно из сказанного, между процессами горения и дыхания просматривается прямая аналогия.

Поскольку плотность угарного газа меньше плотности воздуха, то в помещениях без вентиляции он скапливается под потолком. И угарный и углекислый газы не имеют ни цвета, ни запаха, поэтому повышение их концентраций до опасных уровней происходит незаметно для людей, находящихся в помещении. Кроме того, при прохождении над раскаленными углями углекислый газ восстанавливается до угарного ($\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$), что представляет дополнительную опасность, поскольку предельно допустимая концентрация (ПДК) угарного газа значительно меньше, чем углекислого.

Задание. Определить высоту зоны, заполненная угарным газом.

Ход работы

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 1 - Данные для расчета по вариантам

№	m , кг	T_1 , °C	P_1 , мм.рт.ст.	K	Ψ_1	Ψ_2	l , м	n , м	h , м
1	15	42	780	0,75	0,1	0,15	2	4	2
2	25	46	784	0,83	0,18	0,17	2,5	5	3,7
3	17	50	786	0,82	0,19	0,18	8	3	2,75
4	24	54	785	0,76	0,17	0,19	3	6	2,7
5	19	40	788	0,79	0,2	0,14	3	3	3
6	31	58	787	0,77	0,3	0,12	2	4	2
7	26	52	783	0,78	0,21	0,13	2,5	5	3,7
8	10	48	782	0,84	0,16	0,11	8	3	2,75
9	21	44	789	0,85	0,14	0,1	3	6	2,7
10	37	56	781	0,8	0,15	0,2	3	3	3

2. Рассчитать массы углерода m_2 , m_3 и m_4 ;

3. Найти массу образовавшегося угарного газа m_{CO} ;
4. Найти истинный объем угарного газа при $T=313K$;
5. Определить высоту зоны, заполненной угарным газом;
6. Дать оценку помещению, заполненного угарным газом.

Пример

Условие задачи: Какой объем займет угарный газ, выделяющийся при полном сгорании древесины, угля или другого топлива в помещении (банька «по черному») со следующими параметрами:

$l=4,0$ м - длина помещения;

$n=2,0$ м - ширина помещения;

$h=3,0$ м - высота помещения.

Масса топлива $m=12$ кг;

коэффициент сгорания $k=0,8$;

коэффициент, отвечающий количеству углерода, подвергающегося неполному сгоранию (образующему CO) $\psi_1=0,1$;

коэффициент, отвечающий количеству углерода, образующего CO во вторичном процессе, $\psi_2=0,15$.

$T_1=40^\circ C=313K$; $P_1=780$ мм.рт.ст.

Определить, с какой высоты помещения будет начинаться зона, заполненная угарным газом. Упрощенно полагаем, что угарный газ располагается сверху и не смешивается с другими газами.

Решение:

Считаем, что все сгоревшее топливо - чистый углерод. Тогда его количество определяется произведением массы топлива на коэффициент сгорания:

$$m_1 = m \cdot k \quad (1)$$

$$\text{или } m_1 = 12 \cdot 0,8 = 9,6 \text{ кг.}$$

При сгорании топлива параллельно идут два процесса:



Часть углекислого газа вступает во вторичную реакцию с раскаленными углями:



Масса углерода, участвующего в реакции (2), равна

$$m_2 = m_1 \cdot \psi_1, \quad (5)$$

$$\text{или } m_2 = 9,6 \cdot 0,1 = 0,96 \text{ кг.}$$

Масса углерода, участвующего в реакции (3), равна

$$m_3 = m_1 \cdot \psi_2, \quad (6)$$

$$\text{или } m_3 = 9,6 \cdot 0,15 = 1,44 \text{ кг.}$$

Общая масса углерода, образующего CO, равна

$$m_4 = m_2 + m_3 \quad (7)$$

$$\text{или } m_4 = 0,96 + 1,44 = 2,4 \text{ кг.}$$

Для простоты будем считать, что весь процесс образования угарного газа идет по реакции (3). Исходя из соотношения масс, участвующих в химической реакции, находим массу образовавшегося угарного газа.

$$m_{\text{CO}} = \frac{m_{\text{C}} \cdot M_{\text{CO}}}{M_{\text{C}}} \quad (8)$$

$$\text{или } m_{\text{CO}} = \frac{2,4 \cdot 28}{12} = 5,6 \text{ кг}$$

(молекулярную массу CO находим как сумму атомных масс углерода и кислорода; коэффициенты перед CO и C в уравнении (3) взаимно уничтожаются).

Объем, который займет это количество угарного газа при нормальных условиях, составляет:

$$V_{\text{CO}} = \frac{5,6 \text{ кг}}{0,028 \text{ кг}} \cdot 22,4 \text{ л} = 4480 \text{ л} \text{ или } 4,480 \text{ м}^3.$$

(0,028 кг - масса одного моля CO; 22,4 л - объем, занимаемый одним молем газа при нормальных условиях).

По уравнению объединенного газового закона найдем истинный объем угарного газа при T=313K:

$$V_{\text{ист}} = \frac{P_0 V_0 T_1}{P_1 T_0}, \quad (9)$$

7.

$$P_1 T_0$$

где $V_0 = V_{CO} = 4,480 \text{ м}^3$; $T_0 = 273 \text{ К}$; $P_0 = 760 \text{ мм.рт.ст}$

$$V_{ист} = \frac{760 \text{ мм.рт.ст.} \cdot 4,480 \text{ м}^3 \cdot 313 \text{ К}}{780 \text{ мм.рт.ст.} \cdot 273 \text{ К}} \approx 5,0 \text{ м}^3$$

Площадь помещения равна $S = l \cdot n = 4 \cdot 2 = 8 \text{ м}^2$.

Определим высоту зоны, заполненной угарным газом:

$$h_x = \frac{V_{ист}}{S} = \frac{5,0 \text{ м}^3}{8 \text{ м}^2} = 0,625 \text{ м}$$

Следовательно, угарный газ заполнит помещение выше уровня $(h - h_x)$ или $3 \text{ м} - 0,625 \text{ м} = 2,375 \text{ м}$.

Зона, заполненная угарным газом, находится выше уровня $2,375 \text{ м}$.

При выполнении задания необходимо понимать, что не все допущения, принятые в образце решения, имеют место в реальных условиях. В частности, углекислый и угарный газы, находясь в закрытом помещении, хотя и располагаются друг над другом из-за неодинаковой плотности, но при этом нет четкой границы раздела, а существует некий слой смешивания.

Контрольные вопросы

1. Что произойдет с истинным объемом угарного газа при увеличении температуры в помещении?
2. Какая наблюдается зависимость с объемом помещения при увеличении его площади?
3. Какие идут процессы при сгорании топлива?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Название работы: Расчет характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы

Цель: формирование умений выполнять расчет предельно-допустимого сброса сточных вод в водоемы.

знания (актуализация):

- о взаимосвязи экологических проблем с техническими, организационными и экономическими проблемами конкретного производства;
- основные источники загрязнения окружающей среды в результате производственной и хозяйственной деятельности;

умения:

- соблюдать в профессиональной деятельности регламенты экологической безопасности;
- определять количество загрязняющих веществ, которое может быть сброшено предприятием в водоем, чтобы не превышать нормативы -ПДК (предельно допустимая концентрация);
- выполнять расчет предельно-допустимого сброса сточных вод в водоемы.

Теоретический материал:

Технологический цикл одного из предприятий требует потребления значительных количеств воды. Источником является расположенная недалеко от предприятия река. Пройдя технологический цикл, вода почти полностью возвращается в реку в виде сточных вод промышленного предприятия. В зависимости от профиля предприятия сточные воды могут содержать самые различные вредные по санитарно-токсикологическому признаку химические компоненты. Их концентрация, как правило, во много раз превышает концентрацию этих компонентов в реке. На некотором расстоянии от места сброса сточных вод вода реки берется для нужд местного водопользования самого разного характера (например, бытового, сельскохозяйственного). В задаче необходимо вычислить концентрацию наиболее вредного компонента после разбавления водой реки сточной воды предприятия в месте водопользования и проследить изменение этой концентрации по фарватеру

реки. А также определить предельно допустимый сток (ПДС) по заданному компоненту в стоке.

Характеристика реки: скорость течения - V , средняя глубина на участке - H , расстояние до места водопользования - L , расход воды водотока в месте водозабора - Q , шаг, с которым необходимо проследить изменение концентрации токсичного компонента по фарватеру реки - LS . Характеристика стока: вредный компонент, расход воды предприятием (объем сточной воды) - q , концентрация вредного компонента - C , предельно допустимая концентрация - ПДК.

Задание. Выполнить расчет предельно-допустимого сброса сточных вод в водоем.

Ход работы:

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 2

Данные для расчета по вариантам

Параметр	№№									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вредный компонент	Керосин	Cu	Cr	Фенол	Pb	Zn	Cl	NaOH	Hg	H ₂ PO ₃
ПДК, мг/л	0,7	0,02	0,01	0,35	0,01	0,02	1	0,5	0,01	1
Q , м ³ /с	20	30	40	50	60	70	80	10	50	30
q , м ³ /с	1	0,5	0,7	1,2	1	0,8	1	0,4	1	0,8
V , м/с	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	1,5	1	0,7
H , м	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	2	0,5	2	1,5
L , м	500	1000	1500	2000	1000	3000	1500	500	1000	1500
LS , м	$LS = L / 5$									
C , мг/л	1,5	0,1	0,06	2,0	0,04	0,18	5,5	1,5	0,06	6,0
Для всех вариантов	$\varepsilon = 1; L_{\phi} / L_{np} = 1$									

2. Рассчитать коэффициент турбулентной диффузии, D
3. Рассчитать коэффициенты, учитывающие гидрологические факторы смешивания, α и β
4. Рассчитать коэффициент разбавления сточных вод в водоеме, X
5. Рассчитать кратность разбавления стока водой, K

6. Рассчитать максимальную (предельную) концентрацию по санитарно-токсикологическому показателю вредности и реальную концентрацию вредного компонента в водоеме в месте ближайшего водозабора, $C_{ст.пред.}$ и C_v
7. Рассчитать предельно- допустимый сток, ПДС
8. Построить график функции распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до места сброса СВ по руслу реки с шагом LS , $F=C(L)$.

Пример

Многие факторы: состояние реки, берегов и сточных вод влияют на быстроту перемещения водных масс и определяют расстояние от места выпуска сточных вод (СВ) до пункта полного смешивания. Выпуск в водоемы сточных вод должен, как правило, осуществляться таким образом, чтобы была обеспечена возможность полного смешивания сточных вод с водой водоема в месте их спуска (специальные выпуски, режимы, конструкции). Однако приходится считаться с тем фактом, что на некотором расстоянии ниже спуска СВ смешивание будет неполным. В связи с этим реальную кратность разбавления в общем случае следует определять по формуле:

$$K = \frac{X \cdot Q + q}{q},$$

где X - коэффициент, степень разбавления сточных вод в водоеме.

Условия спуска сточных вод в водоем принято оценивать с учетом их влияния у ближайшего пункта водопользования, где следует определять кратность разбавления. Расчет ведется по формулам:

$$X = \frac{1 - \beta}{1 + (Q/q) \cdot \beta},$$

$$\beta = \text{EXP}(-\alpha \cdot (L)^{1/3}),$$

где α - коэффициент, учитывающий гидрологические факторы смешивания; L - расстояние до места водозабора.

$$\alpha = \varepsilon \cdot (L_\phi / L_{np}) \cdot (D/q)^{1/3},$$

где ε - коэффициент, зависящий от места стока воды в реку: при выпуске у берега $\varepsilon = 1$, при выпуске в стержень реки (место наибольших скоростей) $\varepsilon = 1,5$; L_{ϕ}/L_{np} - коэффициент извилистости реки, равный отношению расстояния по фарватеру полной длины русла от выпуска СВ до места ближайшего водозабора к расстоянию между этими двумя пунктами по прямой; D - коэффициент турбулентной диффузии,

$$D = \frac{V \cdot H \cdot g}{2 \cdot m \cdot c},$$

где V - средняя скорость течения, м/с; H - средняя глубина, м; g - ускорение свободного падения, м/с²; m - коэффициент Буссинского, равный 24; c - коэффициент Шези, который выбирают по таблицам. Однако в данной задаче предполагается, что исследуемые реки являются равнинными, поэтому справедливо приближение

$$D = \frac{V \cdot H}{200}$$

Реальная концентрация вредного компонента в водоеме в месте ближайшего водозабора вычисляется по формуле:

$$C_{\text{в}} = C / K, \text{ мг/л}$$

Эта величина не должна превышать ПДК (предельно допустимая концентрация).

Необходимо также определить, какое количество загрязняющих веществ может быть сброшено предприятием, чтобы не превышать нормативы. Расчеты проводятся только для консервативных веществ, концентрация которых в воде изменяется только путем разбавления, по санитарно- токсикологическому показателю вредности. Расчет ведется по формуле:

$$C_{\text{ст.пред.}} = K \cdot \text{ПДК}, \text{ мг/л}$$

где $C_{\text{ст.пред.}}$ - максимальная (предельная) концентрация, которая может быть допущена в СВ или тот уровень очистки СВ, при котором после их смешивания с водой у первого (расчетного) пункта водопользования степень загрязнения не превышает ПДК.

Предельно допустимый сток рассчитывается по формуле:

$$\text{ПДС} = C_{\text{ст.пред}} \cdot q / C, \text{ мг/с}$$

Контрольные вопросы

1. От каких показателей зависит коэффициент турбулентной диффузии D ?
2. Как определяют ПДС в стоке?
3. По какому показателю ведется расчет количества загрязняющих веществ, сброшенных предприятием в водоем?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Название работы: Оценка эффективности улавливания промышленных

выбросов.

Цель: Формирование умений выполнять оценку эффективности выбранного типа циклона

знания (актуализация):

- о взаимосвязи экологических проблем с техническими, организационными и экономическими проблемами конкретного производства;
- основные источники загрязнения окружающей среды в результате производственной деятельности;
- эффективные методы очистки воздуха от твердых взвешенных частиц на промышленных предприятиях;

умения:

- анализировать и прогнозировать экологические последствия различных видов деятельности;;
- выбирать требуемый тип циклона, согласно требуемым условиям.

Теоретический материал:

Для очистки воздуха от твердых взвешенных частиц на промышленных предприятиях широко используются циклоны. Циклон представляет собой цилиндрический резервуар с конусом внизу. Неочищенный воздух поступает внутрь цилиндра в его верхней части, где воздушный поток закручивается вокруг центральной трубы. Под действием центробежной силы твердые пылевые частицы ударяются о стенки, и, теряя свою энергию, падают в нижнюю половину конусообразной части циклона, где располагается пылесборник. Хотя воздушный (газовый) поток и теряет свою мощность, его давление остается постоянным за счет сужения поперечного сечения в нижней части циклона. Очищенный воздух по центральной трубе удаляется в атмосферу или поступает в другое устройство, предназначенное для более тонкой очистки.

Задание. Выполнить расчет эффективности циклона.

Ход работы:

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 3

Данные для расчета по вариантам

№ вар.	Наименование оборудования	Q	P	μ	d_m	$\lg \delta$	C_{bx}	ρ	η
1	Обжиговая печь	20	1,29	17,3	23	0,501	30	2000	0,85
2		26	1,29	17,3	20	0,602	10	2000	0,80
3		10	1,29	17,3	14	0,535	25	2000	0,80
4		16	1,29	17,3	9	0,497	20	2000	0,80
5	Шахтная мельница	0,1	1,29	17,3	56	0,97	100	2240	0,80
6	Крекинг установка	2	1,29	17,3	16	0,250	10	2600	0,85
7		10	1,29	17,3	14	0,250	20	2600	0,85
8		10	1,29	17,3	7	0,301	15	2600	0,85
9	Углесушильный барабан	5	1,29	17,3	15	0,334	50	1350	0,80
10	Шаровая мельница	1	1,29	17,3	6	0,468	20	2900	0,80
11	Вращающаяся цементная печь	10	1,29	17,3	7	0,345	40	2000	0,80
12		10	1,29	17,3	18	0,652	20	2000	0,85
13	Электролизер алюминия	5	1,29	17,3	10	0,352	1	2700	0,85
14	Вращающаяся печь обжига	2	1,29	17,3	13	0,215	100	2900	0,85
15		3	1,29	17,3	8	0,506	40	2650	0,80
16	Распылительная сушилка	10	1,29	17,3	8	0,210	4	1800	0,80
17	Барабанная сушилка	10	1,29	17,3	15	0,360	10	1800	0,80
18		12	1,29	17,3	11	0,360	20	1800	0,80
19		8	1,29	17,3	20	0,352	10	2700	0,85
20	Цементная мельница	5	1,29	17,3	12	0,468	60	2900	0,85
21	Наждачный станок	0,5	1,29	17,3	38	0,214	10	2500	0,85
22	Шаровая мельница	3	1,29	17,3	9	0,385	10	2900	0,80
23		2	1,29	17,3	6	0,268	10	2900	0,80
24	Электролизер алюминия	8	1,29	17,3	10	0,468	2	2700	0,85
25	Наждачный станок	0,6	1,29	17,3	30	0,312	15	2500	0,85

2. Выбрать циклон, для которого справедливо $d_m > 2d_{50}^T$

(Приложение №1)

3. Определить оптимальную скорость движения газа $\omega_{оп.}$

4. Рассчитать диаметр циклона D , м, округлив до ближайшего типового значения.

5. Найти действительную скорость движения газа в циклоне, ω , м/с

6. Определить коэффициент гидравлического сопротивления точного циклона, ζ
7. Определить значение гидравлического сопротивления циклона ΔP , Па
8. Определить эффективность очистки газов в циклоне η
9. Определить концентрацию пыли на выходе из циклона $C_{\text{вых}}$, г/м³

Пример

Предположим, что для расчета циклона имеются следующие исходные данные:

- объем очищаемого газа $Q=1,5 \text{ м}^3/\text{с}$
- плотность газа при рабочих условиях $\rho=1,7 \text{ кг/м}^3$
- плотность частиц пыли $\rho_{\text{ч}}=2000 \text{ кг/м}^3$
- дисперсный состав пыли $d_{\text{м}}=20 \text{ мкм}$ и $\lg \delta=0,8$
- входная концентрация пыли $C_{\text{вх}}=10 \text{ г/м}^3$
- вязкость при рабочей t° $\mu=17,5 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

Требуется рассчитать циклон для заданного источника выделения пыли с эффективностью очищения $\eta=0,8$.

Расчет циклона проводится в следующем порядке.

1. Выбираем циклон (Приложение №1), для которого диаметр частиц пыли ориентировочно $d_{\text{м}} > 2d_{50}^T$ (мкм). $d_{\text{м}}$ -медианный размер частиц, который представляет такой размер, при котором количество частиц крупнее $d_{\text{м}}$, равно количеству частиц мельче $d_{\text{м}}$.
2. По выбранному типу циклона, определяем оптимальную скорость движения газа $\omega_{\text{оп}}$ в сечении циклона диаметром D с учетом данных таблицы (Приложение №1).

$$\text{ЦН-24} \Rightarrow \omega_{\text{оп}} = 4,5 \text{ м/с}.$$

3. Рассчитываем диаметр циклона D , м, по формуле $D = (4Q/(\pi \omega_{\text{оп}}))^{1/2}$

Полученное значение D округляем до ближайшего типового значения внутреннего диаметра циклона. Если расчетный диаметр циклона превышает

его максимально допустимое значение, то необходимо применять два или более параллельно установленных циклона.

$$D = (4 \cdot 1,5 / (3,14 \cdot 4,5))^{1/2} = 0,655 \text{ м} = 655 \text{ мм}.$$

Типовое значение внутренних диаметров D, мм: 200, 300, 400, 500, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400, 3000.

Ближайшее типовое значение внутреннего диаметра циклона D=700 мм.

По диаметру циклона находим действительную скорость движения газа в циклоне по формуле

$$\omega = 4 \cdot Q / (\pi \cdot n \cdot D^2),$$

где n - число циклонов. Действительная скорость в циклоне не должна отклоняться от оптимальной более чем на 15%.

$$\omega = 4 \cdot 1,5 / (3,14 \cdot 1 \cdot 0,7^2) = 3,9 \text{ м/с}.$$

4. Определяем коэффициент гидравлического сопротивления точного циклона

$$\zeta = k_1 \cdot k_2 \cdot \zeta_{500},$$

где k_1 - поправочный коэффициент, учитывающий диаметр циклона (Приложение №2), k_2 - поправочный коэффициент, учитывающий запыленность газа (Приложение №3); ζ_{500} - коэффициент гидравлического сопротивления циклона диаметром 500 мм (Приложение №1)

$$\zeta = 1,0 \cdot 0,95 \cdot 75 = 71,25.$$

5. Определяем значение гидравлического сопротивления циклона по формуле

$$\Delta P = P_{\text{вх}} - P_{\text{вых}} = \zeta \cdot \rho \cdot \omega^2 / 2,$$

где ρ - плотность газа в расчетном сечении аппарата; ω - скорость газа в расчетном сечении аппарата.

$$\Delta P = 71,25 \cdot 1,7 \cdot 3,9^2 / 2 = 921,15 \text{ Па}.$$

6. Определяем эффективность очистки газов в циклоне по формуле

$$\eta = 0,5[1 + \Phi(X)],$$

$$\text{где } X = \lg(d_m / d_{50}) \quad \text{=====} 1 \text{=====}$$

$$(\lg^2 \delta_T + \lg^2 \delta)$$

$$\Phi(X) = \begin{cases} 0,3762 \cdot X + 0,5 & (0 \leq X \leq 0,6) \\ 1 - \frac{1}{5,8 \cdot X + 0,5} & (X \geq 0,6) \end{cases}$$

Значения $\lg \delta_T$ и d_{50}^T , приведенные в таблице (Приложение № 1), определены по условиям работы типового циклона, для которого справедливы следующие значения: $D_T=0,6\text{м}$; $\rho_{\text{ч}}=1930\text{кг/м}^3$; $\mu_T=22,2 \cdot 10^6 \text{Па}\cdot\text{с}$; $\omega_T=3,5\text{м/с}$.

В случае отклонений условий работы циклона от типовых

$$d_{50} = d_{50}^T \left((D/D_T) \cdot (\rho_{\text{ч}}/\rho_{\text{ч}}) \cdot (\mu/\mu_T) \cdot (\omega_T/\omega) \right)^{1/2}$$

Полученное значение d_{50} должно быть меньше d_M (заданного). Если это не выполняется, необходимо выбрать другой циклон с меньшим значением d_{50}^T

$$X = \lg(20 / (7,587 \cdot (0,308^2 + 0,8^2))) = 0,491, \quad \Phi(X) = 0,685, \\ \eta = 0,5[1 + 0,685] = 0,842.$$

Если расчетное значение η окажется меньше значения, требуемого по условиям допустимого выброса пыли в атмосферу, то необходимо выбрать другой тип циклона с большим значением коэффициента гидравлического сопротивления. Концентрация пыли на выходе из циклона определяется по формуле $C_{\text{вых}} = C_{\text{вх}}(1 - \eta) = 10 \cdot 0,16 = 1,6 \text{ г/м}^3$.

Контрольные вопросы

1. Какой параметр характеризует эффективную работу циклона ?
2. Как определяют концентрацию пыли на выходе из циклона?
3. Как определяется эффективность выбранного циклона?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Название работы: Составление классификаций загрязнений окружающей среды.

Цель: Формирование умений определять опасные загрязнители, поступающие в окружающую среду и их влияния на организм человека.

знания (актуализация):

- основные источники загрязнения окружающей среды в результате производственной и хозяйственной деятельности;
- наиболее опасные загрязнители, поступающие в окружающую среду и их влияния на организм человека;

умения:

- классифицировать загрязнения окружающей среды;
- соблюдать в профессиональной деятельности регламенты экологической безопасности.

Теоретический материал:

Существуют необходимые для жизни элементы - это кальций и магний. Есть вещества, полезные в малых дозах, но вредные в больших. К ним относится медь. И, наконец, целый ряд элементов не имеет никакой ценности для организма и является ядовитым в любых количествах. К последней группе относятся свинец, кадмий, ртуть и алюминий. Эти металлы могут серьезно нарушать состояние здоровья человека. Поэтому следует бороться с поступлением в организм токсичных металлов.

Источники, эффекты, защитные средства от свинца представлены в таблице 4

Таблица 4 - Свинец: источники, эффекты, защитные средства

ИСТОЧНИКИ	
- выбросы авиационных двигателей	- инсектициды
- масляные краски на свинцовой основе	- трубы из свинца или со свинцовым покрытием
- автомобильные аккумуляторы	- процесс получения свинца из руды

- удобрения из костной муки	- автомобильное топливо с повышенным содержанием свинца (выхлопные газы)	
- керамические покрытия на фарфоре	- припой	
- дым сигарет	- овощи, выращенные вблизи автомагистрали	
- пыль и частицы от красок на свинцовой основе		
ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ		
- спастические боли в области живота	- нарушение роста и развития новорожденных	
- анемия	- влияние на синтез витамина D	
- артрит	- поражение почек	
- повышенная возбудимость	- поражение печени	
- перенапряжение	- психические заболевания	
- влияние на синтез гемоглобина	- потеря аппетита	
- нарушение детородной функции у женщин	- неврологические нарушения	
- параличи	- общая слабость	
	- ослабление иммунитета	
ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА		
- витамины группы В	- витамин С	- витамин D
- кальций	- магний	- цинк
- пектиновые соединения	- альгинат натрия	- различные сорта капусты

Источники, эффекты, защитные средства от ртути представлены в таблице

5.

Таблица 5 - Ртуть: источники, эффекты, защитные средства

ИСТОЧНИКИ	
- химические удобрения	- мази
- загрязненные виды крупных рыб	- некоторые косметические средства (особенно кремы для смягчения кожи)
- пломбы из амальгамы	- пестициды
- взрывчатые вещества	- лекарства
- фунгициды	- фотопленки
- промышленные отходы	- пластмассы
- водозмульсионные краски	
ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ	
Разнообразные аллергические реакции	- поражение почек
- артрит	- потеря веса
- врожденные дефекты	- неврологические нарушения,

	приводящие к эпилепсии, инсульту и обширному склерозу
- нарушения мозговой деятельности	- ослабление иммунной системы
нарушение структуры соединительной ткани локтевого и коленного суставов	- вредное воздействие на развитие плода
- ухудшение зрения, катаракта, слепота	-уменьшение количества лейкоцитов
- депрессивные состояния	
ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА	
- пищевые волокна	- хорошее питание
- различные сорта капусты	- селен

Источники, эффекты, защитные средства от кадмия представлены в таблице 6

Таблица 6 - Кадмий: источники, эффекты, защитные средства

ИСТОЧНИКИ	
- дым сигар	- промышленное загрязнение воздуха
- дым сигарет	- металлургия
- удобрения	- дым из печных труб
- плодородный слой почвы	- обработанные зерна злаков
ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ	
- подавление антител	- нарушение метаболизма кальция
- шелушение кожи	- поражение почек
- сердечные заболевания	- выпадение волос
- гипертония	- потеря цинка организмом
ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА	
- витамин С и другие антиоксиданты	- пищевые волокна
- кальций	- различные сорта капусты
- селен	- цинк

Источники, эффекты, защитные средства от алюминия представлены в таблице 7

Таблица 7 - Алюминий: источники, эффекты, защитные средства

ИСТОЧНИКИ	
- банки из алюминия	-кухонная посуда
- дезодоранты	- алюминиевая фольга

- антиокислитель	- питьевая вода
- прессовочные порошки с алюмосульфатом натрия	- солонина - противни и сковородки
- постоянное употребление столовой соли	- стабилизированный аспирин - некоторые сорта сыра
ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ	
- анемия	- нарушение функций щитовидной железы
- болезнь Алцгеймера - колит	- изменения в клетках мозга и нервной системы
- агрессивность подростков	- повышенная возбудимость у детей
- угнетение функции паращитовидной железы	- диализное слабоумие - головные боли
- неврологические изменения	- низкий уровень кальция

Задание. Классифицировать загрязнения окружающей среды.

Ход работы:

1. Заполните таблицу

Таблица 8

Основные источники загрязнения природной среды

№ п/п	Отрасль	Основные загрязнители биосферы
1.	Энергетика (до 57%)	
2.	Металлургия	
3.	Транспорт, в частности автомобильный	
4.	Угле- и нефтепереработка	
5.	Сельское хозяйство	

2. Используя приведенные выше сведения о наиболее широко распространенных токсичных металлах, начертите схему взаимосвязи источников токсичных веществ, природной среды и человека.

Источники
токсичных
веществ

Воздух

Вода

Почва

Растения

Человек

Животные

Схема 1 - Взаимосвязь источников токсичных веществ, природной среды и человека.

3. Изучите содержание основных экотоксикантов окружающей среды в таблице (

Таблица 9 - Основные экотоксиканты окружающей среды

Название	Источники	Проявление воздействия на организм	Рекомендации по защите от опасных веществ
1. Летучие органические соединения	Растворители, чистящие средства, дезинфицирующие средства, краски, клеи, пестициды, консерванты древесины	Хлорсодержащие растворители- опухоли, рак; галогенсодержащие углеводороды – поражение нервной и сердечно-сосудистой систем, почек и печени; образование в организме диоксинов, вызывающих снижение иммунитета, появление уродств и мутаций	
2.Формальдегид	Прессованные плитки, клеи, ковровые покрытия	Рак, заболевания органов дыхания, головокружение.	
3.Пестициды	Все виды пестицидов	В организме вступают в реакцию с множеством веществ, давая неизвестные соединения Многие являются канцерогенами	
4.Продукты сгорания CO, CO ₂ , NO ₂ , SO ₂ и др.	Сigaretный и папиросный дым; газовые плиты, выхлоп-ные газы автомобилей	Возникновение заболеваний системы органов дыхания, головные боли, рак	

5. Пыль	Дизельный транспорт; ТЭЦ; сжигание мусора; предприятия без очистных установок.	Аллергии, заболевания органов дыхания	
6. Асбест	Строительные материалы; теплоизоляторы	Аллергии, заболевания дыхательной системы, рак (отсроченный эффект через 10-30 лет)	
7. Болезнетворные бактерии	Загрязненные и запыленные помещения	Желудочно-кишечные заболевания	

4. Дополните последнюю графу таблицы 9 рекомендациями по защите от опасных веществ.

Контрольные вопросы

1. Какие источники способствуют накоплению свинца в организме человека?
2. Каковы последствия загрязнения организма человека кадмием?
3. Какие средства следует применять для защиты организма от попадания в него ртути?

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

№	Критерии оценки	«5» (отлично)	«4» (хорошо)	«3» (удовлетв.)	«2» (неудовл.)
1.	Срок выполнения задания	В срок	В срок	В срок	Позже срока
2.	Качество оформления работы	Аккуратно, старательно	Аккуратно, но без особого старания	Без старания	Небрежно
3.	Качество оформления графиков, таблиц, рисунков	Качественно (аккуратно, без ошибок)	Некачественно (аккуратно, но с ошибками)	Небрежно	Не выполнены
4.	Вывод (объем и грамотность)	Полный, грамотный	Полный, с небольшими ошибками	Неполный, с ошибками	Не сделан
5.	Ответы на вопросы (объем)	100%	80%	60%	Менее 40%
6.	Качество ответов на вопросы	Полный, грамотный	Полный, с небольшими ошибками	Неполный, с ошибками	С грубыми ошибкам

V. ЛИТЕРАТУРА

Основные источники:

1. Экологические основы природоиспользования [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ Е. К. Хандогина, Н. А. Герасимова, А. В. Хандогина,. - 2-е изд. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. - 160 с. – Режим доступа: www.znanium.com .

2. Гальперин, М. В. Экологические основы природопользования [Электронный ресурс] : учебник/ М. В. Гальперин. - 2-е изд., испр. . - М.: ИД ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. - 256 с. – Режим доступа: www.znanium.com .

Дополнительные источники:

3. Ясовеев, М. Г. Экология урбанизированных территорий [Электронный ресурс] / М. Г. Ясовеев , Н. Л. Стреха , Д. А. Пацыкайлик . - М. : ИНФРА-М, 2015. - 293 с. – Режим доступа: www.znanium.com - (Высшее образование: Бакалавриат) -Режим доступа:<http://znanium.com/catalog/product/483202>

4. Методические рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы по учебной дисциплине "Промышленная экология" для студентов 4 курса специальности 22.02.03 Литейное производство черных и цветных металлов (базовая подготовка) [Текст] / Н.В. Габбасова ; ЮУрГТК. - Челябинск : РИО, 2018. - 27 с.

5. Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине "Промышленная экология" для студентов 4 курса специальности 22.02.03 Литейное производство черных и цветных металлов (базовая подготовка) [Текст] / Н.В. Сорокина ; ЮУрГТК. - Челябинск : РИО, 2018. - 31 с.

Приложение А

Типы циклонов

Тип циклона	ЦН-24	ЦН-15У	ЦН-15	ЦН-11	СДК-ЦН-33	СК-ЦН-34	СК-ЦН-34м
$\omega_{оп}$	4,5	3,5	3,5	3,5	2,0	1,7	2,0
d_{50}^T	8,5	6,0	4,5	3,65	2,31	1,95	1,3
$lg\delta_T$	0,308	0,283	0,352	0,352	0,364	0,308	0,340
ζ_{500}	75	155	155	245	520	1050	1050

Приложение Б

Поправочный коэффициент, учитывающий диаметр циклона

Тип циклона	Значения k_1 для D, мм				
	150	200	300	450	500 и >
ЦН-11	0,94	0,95	0,96	0,99	1,0
ЦН-15У, ЦН-15, ЦН-24	0,85	0,9	0,93	1,0	1,0
СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34, СК-ЦН-34м	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

ОТЧЕТ

по выполнению практического занятия
по учебной дисциплине

«Промышленная экология»

выполнил: ***Иванов А.С.***

группа: ***ЛП-373/б***

проверил: ***Габбасова Н.В.***

Челябинск, 2020г.