

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Стахановский инженерно-педагогический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Кафедра технологии производства и охраны труда

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам
по дисциплине
**«ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА»**
для студентов направления подготовки
Профессиональное обучение (по отраслям),
профиль «Безопасность технологических процессов и производств».

Луганск 2023

*Рекомендовано к изданию Учебно-методическим
советом*

ФГБОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля»

(протокол № ___ от _____ 2023 г.)

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине **«Охрана окружающей среды в технологических процессах производства»** для студентов направления подготовки Профессиональное обучение (по отраслям), профиль «Безопасность технологических процессов и производств». /Сост.: С.А. Черникова – Стаханов: ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023.- 88 с.

Материал изложен в форме одиннадцати лабораторных работ, к каждой из которых приведены контрольные вопросы. Методические указания также содержат список литературы. Приведены общие сведения и порядок проведения работ, сформированы цели и представлена методика выполнения работ.

Методические указания теоретические положения по нарушениям и загрязнению среды, приведена методика оценки загрязнения среды, принципы выбора технологических схем рационального складирования породы, схема водопотребления и водоотведения шахты, экологически безопасного полигона отходов. Приведены методологические основы проектирования методов оценки загрязнения природной среды технологическими процессами производства как действующей, так и ликвидированной угольной шахты. Приводятся примеры расчетов. Изложены программы выбора природосберегающих технологий и графические схемы технологий очистки шахтных вод и рекультивации породных отвалов.

Предназначены для студентов направления подготовки Профессиональное обучение (по отраслям), профиль «Безопасность технологических процессов и производств».

Составитель: доц. Черникова С.А.

Ответственный за выпуск: доц. Черникова С.А.

Рецензент: доц. Петров А.Г.

© Черникова С.А. 2023

© ФГБОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля» 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БИОСФЕРУ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ. РАСЧЕТ ЭФФЕКТА СУММАЦИИ.....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ.....	8
ПРОМПЛОЩАДОК УГОЛЬНЫХ ШАХТ. СХЕМА ПОНИЖЕНИЯ ВЫСОТЫ ПОРОДНОГО ОТВАЛА.....	8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНОЙ СКОРОСТИ ВЕТРА И ПОСТРОЕНИЕ АРЕАЛОВ АТМОСФЕРНОГО РАССЕЙВАНИЯ.....	11
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ.....	15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ВЫБРАСЫВАЕМЫХ В АТМОСФЕРУ ШАХТОЙ.....	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. ОТДЕЛЕНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ. МЕТОДЫ ОТДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ.....	26
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД. РАСЧЕТ ПЕСКОЛОВКИ И ОТСТОЙНИКОВ.....	36
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. ФИЛЬТРАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД РАСЧЕТ ЗЕРНИСТЫХ ФИЛЬТРОВ.....	45
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9. ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ.....	50
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10. ФИЗИЧЕСКИЕ (ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ) ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОС. ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ШУМА. РАСЧЕТ АКУСТИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНОВ.....	62
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАМЕРА КАЧЕСТВА ВОДЫ И ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	72
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	82

ВЕДЕНИЕ

Одна из центральных проблем, изучаемых современной наукой, –проблема взаимоотношения общества и природы. В процессе этого взаимоотношения человек, используя необходимые ему природные богатства (ресурсы), одновременно оказывает глубокое, часто негативное воздействие на окружающую среду. В результате человечество вынуждено решать чрезвычайно сложную задачу: как при эффективном использовании природных ресурсов нанести наименьший вред природе, а также жизни и деятельности населения.

Назначение курса «Охрана окружающей среды» как научной дисциплины состоит в поиске и разработке таких принципов и путей оптимизации взаимоотношений общества и окружающей среды, которые способствуют удовлетворению материальных потребностей людей и сохранению, и воспроизведению благоприятной для них внешней среды.

Цель курса «Охрана окружающей среды» состоит в ознакомлении студентов с антропогенными изменениями и современным состоянием природной среды, основными принципами и методами рационального использования естественных ресурсов и предотвращения или ослабления отрицательных последствий их эксплуатации, а также с разумным освоением и преобразованием природных ресурсов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БИОСФЕРУ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ. РАСЧЕТ ЭФФЕКТА СУММАЦИИ

Работа выполняется 2 часа.

Цель: оценить антропогенное воздействие на литосферу, гидросферу, атмосферу шахты по показателям загрязнения.

Теоретические сведения

Под влиянием горного производства на природную среду понимается процесс обмена веществом, энергией или информацией с природными компонентами, в результате которого в окружающей среде происходят количественные изменения (нарушения или загрязнения) компонентов природной среды, превышающие предельно допустимые величины.

Существует два главных источника загрязнения атмосферы: естественный и антропогенный.

К основным антропогенным источникам загрязнения атмосферы относятся предприятия топливно – энергетического комплекса, транспорт, различные машиностроительные предприятия

Для оценки воздействия производства на природную среду и эффективности использования ресурса используются показатели [1]:

интенсивность использования (I);

степень воздействия (N);

опасность воздействия (Y).

Показатели интенсивности использования природных ресурсов характеризуют величину их поступления в технологический процесс в единицу времени (г/с, т/год).

Показатели степени воздействия технологических процессов на природную среду характеризуют относительную величину поступления загрязняющих веществ от общего его объема в виде выброса в атмосферу или сброса сточных вод.

Опасность воздействия (Y) характеризуют в относительных величинах соотношение между реальной (фактической) интенсивностью загрязнения и нормативной.

Таковыми нормативами являются ПДК – предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, ПДВ – предельно допустимые выбросы в атмосферу и ПДС – предельно допустимые сбросы в гидросферу [1, с.84].

Под ПДК понимают такую концентрацию химического вещества (соединения), которая при ежедневном воздействии на организм человека в течение длительного времени не вызывает каких-либо патологических изменений или заболеваний.

Самоочищение– это комплекс естественных механических, физико-химических и биохимических процессов, приводящих к восстановлению первоначальных свойств воды.

Радиоактивные элементы могут попадать в почву и накапливаться в ней в результате выпадения осадков от атомных взрывов или при удалении жидких и твердых отходов промышленных предприятий, АЭС или научно-исследовательских учреждений, связанных с изучением и использованием атомной энергии. Радиоактивные вещества из почвы попадают в растения, затем в организмы животных и человека, накапливаются в них.

К наиболее опасным загрязнителям относят ртуть и ее соединения. Ртуть поступает в окружающую среду с ядохимикатами, с отходами промышленных предприятий, содержащими металлическую ртуть. Вблизи крупных центров черной и цветной металлургии почвы загрязнены железом, медью, цинком, марганцем, никелем, алюминием, свинцом. Во многих местах их концентрация в десятки раз превышает ПДК.

Качество окружающей среды– это степень соответствия природных условий потребностям людей и других живых организмов. совокупность экономических показателей, характеризующих природные компоненты: грунты почвы, поверхностные и подземные воды, естественные физические поля, природные процессы и явления, резервы полезных ископаемых и др.

Оценка качества окружающей среды по отдельным ее компонентам выполняется по формуле:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} \leq 1, \quad (1)$$

Где C_i – содержание вредных веществ в воздухе, мг/м³

ПДК_i – предельно допустимая концентрация вредных веществ, мг/ м³

При наличии двух и более вредных примесей возможно проявление **эффекта суммации**.

В этом случае необходимо учитывать совместно воздействие вредных примесей на человека и окружающую среду.

Эффект суммации рассчитывается по формуле:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1, \quad (2)$$

где C_{i-n} – содержание вредных веществ в воздухе с эффектом суммации, мг/м³

ПДК_{i-n} – предельно допустимая концентрация этих же вредных веществ, мг/м³

Порядок выполнения работы

1. Оценить качество среды по степени загрязнения воздушной и водной среды по формуле (1). Исходные данные взять из задания на курсовой проект.
2. Рассчитать эффект суммации при загрязнении воды и воздуха аммиаком, сернистым ангидридом, стиролом и фенолом.

№ п/п	Вещество	Содержание		Класс опасности
		В воздухе мг/м ³	В воде мг/л	
1	Аммиак	0,35	20	4
2	Сернистый ангидрид	1	–	2
3	Фенол	0,1	0,8	2
4	Стирол	–	0,1	2

Содержание отчета:

1. Тема, цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Оценка качества среды и расчет эффекта суммации по варианту.
4. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют главные источники загрязнения атмосферы?
2. Что такое интенсивность, степень и опасность воздействия?
3. Что означает самоочищение водоемов?
4. Как оценивается качество окружающей среды?
5. Что называется эффектом суммации?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ С ПРОМПЛОЩАДОК УГОЛЬНЫХ ШАХТ. СХЕМА ПОНИЖЕНИЯ ВЫСОТЫ ПОРОДНОГО ОТВАЛА

Работа выполняется 2 часа

Цель: ознакомиться с промышленными площадками горных предприятий и выбросами из объектов промплощадок вредных веществ. Изобразить этапы рекультивации породного отвала.

Теоретическая часть

На промплощадке шахты располагается технологический комплекс шахтных стволов, комплекс вентиляторной установки, мехцех и электроцех, котельная, гаражи, материальный склад, АЗС и склад ГСМ, склад угля и породный отвал. См. Приложение №

Выбросы с промплощадок шахт делятся на организованные и неорганизованные.

К **организованным** относятся те, которые имеют устройства для вывода загрязнений в атмосферу: выхлопные устройства вентиляторов с исходящей струей, труба, котельная, мех цеха, мастерские.

К **неорганизованным** относятся: породные отвалы, склады угля, склады других сыпучих веществ.

Большую опасность для окружающей среды представляют породные отвалы, которые подвергаются ветровой эрозии, при горении в атмосферу выбрасываются загрязняющие вещества; происходит также закисление почвы.

Породные отвалы необходимо рекультивировать. Под **рекультивацией** понимается комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Основные направления рекультивации:

Сельскохозяйственное – создание на нарушенных землях сельскохозяйственные угодья (пашни, сенокосы, пастбища, многолетние садовые насаждения);

Лесохозяйственное – создание лесонасаждений различного типа (общего хозяйственного и полезащитного насаждения, лесопитомники);

Рыбохозяйственное – создание и понижение техногенного рельефа для устройства водоемов различного назначения;

Рекреационное – создание на нарушенных землях объектов отдыха (зоны отдыха и спорта, парки и лесопарки, водоемы для оздоровления, туристические базы, спортивные сооружения).

Рекультивация нарушенных земель осуществляются в два этапа:

На первом, техническом этапе, включающем подготовку нарушенных земель для последующего целевого использования в народном хозяйстве, выполняются: планировка, формирование откосов, снятие, транспортировка и нанесение плодородного слоя почв и потенциально плодородных пород на рекультивируемые земли, строительство дорог, гидротехнические и мелиоративных сооружений. Работы первого этапа выполняются горными предприятиями.

На втором, биологическом этапе, выполняются мероприятия по восстановлению плодородия земель. К ним относятся комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление флоры и фауны, создание устойчиво функционирующих высокопродуктивных биогеоценозов. Биологическая рекультивация выполняется сельскохозяйственными и лесохозяйственными организациями.

Порядок выполнения работы

1. На промплощадках шахт, выданных преподавателем, определить источники выбросов, сделать их перечень.
2. Выполнить эскиз промплощадки с источниками выбросов в масштабе 1:500 или 1:1000 и нанести позиции источников выбросов.
3. Используя плакаты со схемами рекультивации породных отвалов, выполнить эскизы технической и биологической рекультивации.

Отчет по работе

1. Схема промплощадки с нанесенными на ней источниками организованных и неорганизованных выбросов.
2. Схемы этапов рекультивации породного отвала.
3. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют выбросы с промплощадок шахт?
2. Какую опасность представляют породные отвалы?
3. В чем заключается рекультивация?
4. Основные направления рекультивации?
5. На какие этапы делится рекультивация?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНОЙ СКОРОСТИ ВЕТРА И ПОСТРОЕНИЕ АРЕАЛОВ АТМОСФЕРНОГО РАСSEИВАНИЯ

Работа выполняется 2 часа

Цель работы:

1. Приобрести умения оценивать роль климатических факторов при анализе загрязнения атмосферы.
2. Получение навыков расчета опасной скорости ветра в зависимости от параметров газовой смеси в атмосфере.

Теоретические сведения

Загрязнение атмосферы – сложный природно-промышленный процесс, связанный с получением и рассеиванием загрязняющих веществ, в приземном слое атмосферы. Значительную роль в этом процессе играют метеорологические условия в местах расположения источников. Концентрация загрязняющих веществ будет зависеть от скорости и направления ветра, температурной стратификации атмосферы, температуры воздуха в момент выброса, параметров осадков и других факторов.

Существует **опасная скорость ветра**, при которой в приземном слое атмосферы возникают максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ от организованных выбросов. Достаточная скорость ветра способствует хорошему проветриванию атмосферы, отсутствие его может привести к застойным явлениям и накоплению вредных веществ в воздухе.

Опасная скорость ветра – один из климатических факторов, определяющих неблагоприятные метеорологические условия.

В зависимости от места расположения источников выбросов по отношению к жилому массиву существует понятие «опасного направления ветра» – направление от источника выброса на жилой массив.

Осадки играют позитивную роль в самоочищении атмосферы от загрязняющих веществ, но в последнее время выявлены такие негативные явления как кислотные дожди, связанные с промышленным и транспортным загрязнением среды.

Рассеивание в атмосфере выбрасываемых из дымовых труб и вентиляционных устройств загрязняющих веществ подчиняется законам турбулентной диффузии. На процесс их рассеивания существенное влияние оказывают следующие факторы: состояние

атмосферы, физические и химические свойства выбрасываемых веществ, высота и диаметр источника выбросов, расположение источников, рельеф местности.

Распределение концентрации загрязняющих веществ в атмосфере под факелом точечного источника показано на рис.1.

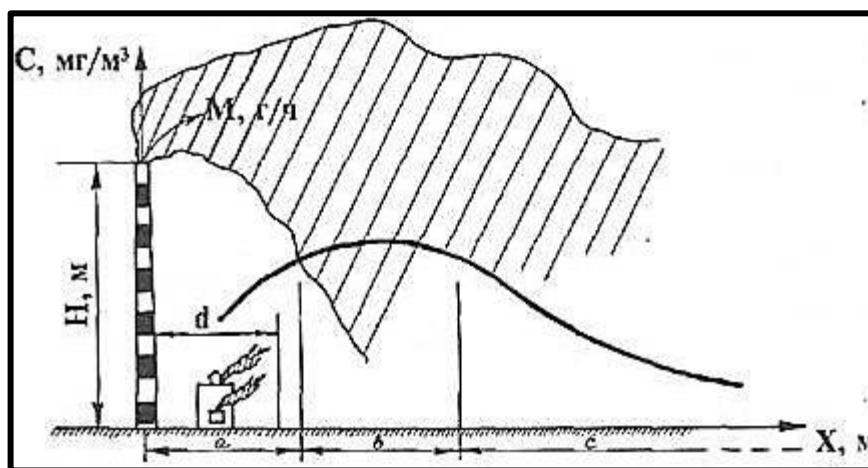


Рис. 1. Распределение концентрации загрязняющих веществ в атмосфере под факелом точечного источника

Распределение концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы под факелом точечного источника:

а – зона переброса факела; в– зона задымления; с– зона постепенного снижения уровня загрязнения; d – зона загрязнения неорганизованными выбросами.

Зона задымления является наиболее опасной и не должна попадать на территорию селитебной застройки. Размеры зоны задымления в зависимости от метеоусловий находятся в пределах 10–50 высот дымовой трубы. Внутри зоны переброса факела высокие концентрации загрязняющих веществ имеют место за счет неорганизованных выбросов.

Влияние климатических условий на рассеивание примесей в атмосфере.

Широко распространено мнение, что с увеличением размера города возрастает и концентрация различных ЗВ в его атмосфере, однако в действительности, если рассчитывать среднюю концентрацию загрязнений на всю территорию города, то в многофункциональных городах с населением более 100 тыс. человек она находится примерно на одном и том же уровне и с увеличением размеров города практически не увеличивается. Это объясняется тем, что одновременно с увеличением объемов выбросов, возрастающих пропорционально росту численности населения, расширяется и площадь

городской застройки, которая и выравнивает средние концентрации загрязнения атмосферы.

Метеоусловия оказывают существенное влияние на перенос и рассеивание примесей в атмосфере. Наибольшее влияние оказывает режим ветра и температуры (температурная стратификация), осадки, туманы, солнечная радиация.

Для состояния атмосферы в городах наибольшую опасность представляет приземная инверсия в сочетании со слабыми ветрами, т.е. ситуация "застоя воздуха".

Порядок выполнения работы

1. Опасную скорость ветра определяют параметры источника выброса (труба, аэрационный фонарь) и газоздушная смесь [1].
2. Сначала рассматривается параметр V_m по формуле.

$$V_m = 0,65^3 \sqrt{\frac{V_1 \Delta T}{\text{ПДК}_1}}, \quad (3.1)$$

где: V_1 —объем выбрасываемой газоздушной смесью, $\text{м}^3/\text{с}$;

ΔT —разница между температурами, выбрасываемой газоздушной смесью T_r и атмосферного воздуха T_b ;

H —высота источника выброса, м.

3. Значение опасной скорости ветра U_m , $\text{м}/\text{с}$ определяется для следующих условий (для нагретых выбросов).

$$\left. \begin{array}{l} U_m = 0,5 \quad \text{при } V_m \leq 0,5 \\ U_m = V_m \quad \text{при } 0,5 < V_m \leq 2 \end{array} \right\}$$

$$U_m = V_m (1 + 0,12 \sqrt{f}) \quad \text{при } V_m > 2, \quad (3.2)$$

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 * D}{H^2 \Delta T}, \quad (3.3)$$

где ω_0 — скорость выхода газоздушной смеси, $\text{м}/\text{с}$;

D — диаметр устья источника выброса, м.

Пример расчета:

Определить опасную скорость ветра для источника диаметром $D = 1$ м, высотой $H = 40$ м, скоростью выхода газовой смеси $\omega_0 = 2$ м/с и температурой $T_r = 80^\circ\text{C}$.

Исходные данные:

Источник расположенный в г. Луганске. $\omega_0 = 0,1 * N$, где N номер студента в журнале.

Решение:

1. Определить объем газовой смеси

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0 = \frac{3,14 * 1.0^2}{4} * 2 = 1,57 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.4)$$

2. Согласно СН и П 2.01.01–82 находим максимальную температуру самого жаркого месяца в г.Луганске (июль, 28°C).

3. Рассчитываем по ф. (1) параметр

$$V_m = 0,65^3 \sqrt{\frac{1,57(80-28)}{40}} = 0,98, \quad (3.5)$$

1. Из условия (2) находим, что в рассмотренном случае опасная скорость ветра

$$U_m = V_m = 0,98 \text{ м/с}. \quad (3.6)$$

2. Исходные данные принять по заданию курсового проекта.

Содержание отчета:

- 1.Тема, цель работы
- 2.Краткие теоретические сведения
- 3.Расчет опасной скорости ветра
- 4.Эскиз ареала рассеивания

Вывод

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое загрязнение атмосферы?
2. Дайте определение понятию скорости ветра?
3. От чего зависит опасная скорость ветра?
4. Что такое ареал рассеивания

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ

Цель: ознакомиться с видами отходов промышленных производств и рассчитать количество золошлаковых отходов при работе котельной.

Теоретические сведения

Большое количество промышленных отходов является объективным показателем несовершенства проектируемой или применяемой технологической схемы работы предприятия поэтому необходимо обеспечить создание и широкое применение технических средств и технологий для комплексного и более полного извлечения полезных компонентов из руд, а также использование малооперационных, малоотходных и безотходных технологических процессов. В горном производстве разделяют твердые, жидкие и газообразные отходы (табл.1).

Таблица 1

Фазовая характеристика отходов	Отходы горного производства			
	При добыче		При обогащении	
	Открытым способом	Подземным способом	Гравитационно м, магнитном, электрическом	Флотационном
Твердые	Вскрышные породы	Вмещающие породы	Хвосты	Хвосты
Жидкие (растворы и суспензии)	Карьерные воды	Шахтные воды	Промывная вода, шламы	Шламы, жидкая фаза пульпы
Газообразные	—	Метан (при добыче угля), загрязненный воздух	—	отсосы

Безотходная технология в горном производстве – комплекс мероприятий, проводимых на всех стадиях добычи и переработки сырья и направленных на сокращение твердых, жидких и газообразных отходов на основе оптимизации уровня извлечения всех ценных компонентов с учетом затрат на охрану окружающей среды.

Принципиальное различие между обычной и безотходной технологиями показано на рис.2??.

Отмечено, что загрязнение окружающей среды отходами происходит из-за их неполного обезвреживания вследствие несовершенства технологического процесса или присутствия значительного количества примесей в исходном сырье. Загрязнитель после выброса в любую часть биосферы будет растворяться в ней и одновременно проникать в другие части биосферы, взаимодействовать с ними. Будучи выведенными из промышленного производства в окружающую среду, отходы со временем теряют свои полезные свойства. Поэтому, как отмечает акад. Б. И. Ласкорин, очень важно перерабатывать отходы в месте их образования и в момент возникновения.

Одним из направлений снижения количества отходов горного производства и их негативного воздействия на окружающую среду является их возвращение в выработанное пространство в виде закладки породой выработанного пространства после производства очистных работ.

Другое направление – использование вскрышных пород и отходов производства для рекультивации нарушенных земель и повышения их продуктивности. Например, запасы кварц–глауконитовых песков на Егорьевском месторождении фосфоритов составляют более 300 млн. м³. До недавнего времени эти пески, содержащие Р₂О₅, укладывались в отвалы вскрышных пород и безответно терялись. Исследованиями ученых установлено, что кварц–глауконитовые пески обладают ценными агрохимическими свойствами и могут быть использованы в качестве почвенного слоя при рекультивации нарушенных земель для повышения продуктивности земель. Разработанные новые технологические схемы, которые позволяют рационально укладывать эти пески на поверхность внутренних отвалов и дают годовой народнохозяйственный эффект около 0,7 млн. руб.

Однако наиболее эффективное решение проблемы безотходности горного производства – комплексное использование сырья.

Комплексное использование сырья

Почти все месторождения полезных ископаемых комплексные, так как содержат ряд полезных компонентов. Из практического опыта предприятий и научных исследований установлена необходимость комплексного использования месторождений полезных ископаемых, так как при этом сокращаются потери, расширяется сырьевая база, улучшаются технико–экономические показатели добычи минерального сырья, снижаются капиталовложения на геологоразведочные работы и в горно–добывающей

промышленности, наиболее полно удовлетворяются потребности народного хозяйства в сырье с минимальными затратами на их производство.

Например, для горно–химической отрасли комплексное использование минеральных ресурсов сопровождается, с одной стороны, максимальным извлечением полезных компонентов, содержащихся в горно–химических рудах, утилизацией вмещающих пород и отходов производства для удовлетворения потребностей других отраслей народного хозяйства и улучшением технико–экономических показателей отрасли, а с другой – пополнением минерально–сырьевой базы отрасли за счет попутного извлечения фосфатов, серы и других полезных компонентов при комплексной переработке руд черных и цветных металлов, природного газа и т. д.

В отечественной горнодобывающей промышленности накоплен большой опыт комплексного использования минеральных ресурсов.

Большая часть добываемых твердых горючих ископаемых – каменный и бурый уголь, антрацит, торф или горючий сланец – идет на первичную и комплексную переработку.

Первичная переработка (рассортировка угля и сланца по классам, обогащение, брикетирование и другие операции) способствует получению более качественного топлива и сокращению отходов.

Комплексное использование твердых горючих ископаемых направлено на получение кокса, полукокса, химической продукции и энергетического топлива.

Коксование – почти единственный промышленный метод химико–технологической переработки углей. Кроме кокса этим методом получают значительное количество газа, сырого бензола и смолы.

В перспективе из коксового газа и смолы предполагается получать в промышленных масштабах большое количество продукции, в том числе серную кислоту, нафталин, сульфат аммония и т. д.

Для комплексного использования угля в качестве энергетического топлива широко применяют гидрогенизационный процесс, который включает в себя следующие стадии:

- превращение угля в жидкую фазу;
- устранение минеральных примесей (фильтрация);
- удаление вредных газовых примесей (сернистых, азотных, кислорода);
- уменьшение размера молекул продуктов посредством крекинга;
- повышение октанового числа продукта.

Отходы переработки угля, в частности зола и шлаки, находят широкое применение в народном хозяйстве.

Количество золошлаковых отходов, использованных для различных нужд:

Таблица 2

Отходы, тыс. т	Q
Изготовление шлакоблоков	40,1
Производство бетона	269,7
Производство цемента	172,4
Обвалование дамб	1369,4
Строительство дорог	442,8
Производство зольного гравия	7
Производство красного кирпича	74,7
Прочие нужды	566,2

Предприятия цветной металлургии также обладают значительным опытом комплексного использования сырья. Из 70 химических элементов, получаемых цветной металлургией, почти половину извлекают попутно: серебро, висмут, платину, золото, серу, цинк, свинец, медь и т. д. Эта «добавка» составляет значительную часть общей стоимости получаемой продукции.

Хороших результатов в рациональном и комплексном использовании добываемого сырья достигли такие предприятия, как Лениногорский, Зыряновский, Балхашский, Белогорский и Усть–Каменогорский комбинаты.

В нашей стране разработан ряд принципиально новых технологических решений, позволяющих эффективно использовать минеральное сырье.

Так, впервые в мировой практике предложено получать глинозем, соду, поташ и портландцемент из нефелинового сырья, в то время как в других странах глинозем извлекают только из бокситов. Сущность новой технологии состоит в следующем.

Пульпу нефелиновой руды или концентрата совместно с известняком или мелом спекают при температуре 1250–1300°C. Из спека при выщелачивании извлекают 37–88% окиси алюминия. Алуминатный раствор подвергают обескремниванию, а затем посредством карбонизации выделяют гидроокись алюминия, которую после отделения из раствора и промывки кальцинируют во вращающихся печах. Содержание примесей в готовом продукте не превышает 0,5 %. Из карбонатного раствора при политермическом упаривании и кристаллизации получают «тяжелую» соду и поташ. Указанная технология проще, чем производство этих продуктов в отдельности из других видов сырья. Промытый белитовый шлам является хорошим сырьем для производства цемента, так как содержит значительное количество двухкальциевого силиката. Этот способ производства цемента более экономичен по сравнению с традиционным.

Эксплуатационные затраты на производство глинозема, соды, поташа и цемента, получаемых из вторичного сырья, на 10–15 % ниже (при некотором повышении капитальных вложений) затрат на раздельное производство этих продуктов: при получении глинозема из бокситов, поташа – из калийсодержащего сырья, цемента из известняка и глины. Кроме того, при наличии системы оборотного водоснабжения, обслуживающей глиноземное и содовое производство, можно исключить сброс производственных сточных вод. Помимо цемента из белитового шлама можно изготавливать кирпич, блоки, плиты, бетон, огнеупоры, стекло и ситаллы, порошковый отвердитель и т. д.

Порядок выполнения работы:

Рассчитать методом баланса для шахты производительностью A т/год (из задания на курсовой проект):

1.Количество золошлаковыхотходов Q (30% от A год) и продуктовиз них по позициям:

- 2.Изготовление шлакоблоков 12%;
- 3.Производство бетона 20%;
- 4.Производство цемента 15%;
- 5.Строительство дорог 30%;
- 6.Производство зольного гравия 0,5%;
- 7.Производство красного кирпича 1%.

Результаты свести в таблицу.

Таблица 3

Отходы, тыс. т	Q
Изготовление шлакоблоков	
Производство бетона	
Производство цемента	
Обвалование дамб	
Строительство дорог	
Производство зольного гравия	
Производство красного кирпича	–
Итого	

Содержание отчета

1. Тема, цель работы
2. Теоретические сведения
3. Расчет баланса использования отходов по своему варианту
4. Эскиз технологии использования породы (закладка выработанного пространства, дорожное покрытие, извлечение редкоземельных материалов и т.п.)
5. Выводы

Вопросы для самоконтроля

1. Что относится к отходам загрязняющим атмосферу?
2. Что означает безотходная технология в горном производстве?
3. Что означает комплексное использованию сырья?
4. Перечислите составляющие материального баланса использования породы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ВЫБРАСЫВАЕМЫХ В АТМОСФЕРУ ШАХТЫ

Работа выполняется 2 часа

Цель: Расчет выбросов и их контроль в атмосферу. Составление в табличной форме параметров источников выбросов.

Теоретические сведения

Количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, отображается в форме 2–ТП (воздух).

Например, согласно отчетной форме 2–ТП (воздух) за 2010 год, представленной шахтой «Первомайская», суммарный валовый выброс в атмосферу всеми источниками шахты составил 2172,203 т/год.

Перечень загрязняющих веществ, что выбрасываются в атмосферу шахтой с указанием их предельно допустимой концентрацией, классом опасности представлены в таблице.

Таблица 5.1

Загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу шахтой

Наименование вещества	Код вещества	Класс опасности	ПДК (ОБУВ)
Диоксид серы	330	3	0,5
Диоксид азота	301	2	0,085
Оксид углерода	337	4	5,0
Метан	410	–	
Вещества в виде твердых частиц, что суспензируют		4	
Сероводород	333	2	
Итого:			

Контроль за состоянием воздушного бассейна

1. Критерий качества воздушного бассейна – предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества для атмосферного воздуха населенных пунктов, определена количеством вещества, находящегося в 1 м³ воздуха, которая не оказывает вредного воздействия на здоровье человека, постоянно его вдыхающего.

Контроль опасности загрязнения атмосферы по зависимости:

$$J = C_i / \text{ПДК}_i \geq 1, \quad (5.1)$$

где C_i – физическая концентрация загрязняющих веществ в земном слое атмосферы, замеренная или рассчитанная, мг/м³.

ПДК_i – максимально разовая предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ, мг/м³

Если $J \geq 1$, то опасность загрязнения есть.

1. Опасность загрязнения атмосферы на промплощадке шахты при выбросе из трубы котельной:

$$\begin{aligned} \text{При } H < 10 \text{ м } M/\text{ПДК} > 0,1; \\ \text{При } H > 10 \text{ м } M/\text{ПДК} * H > 0,01, \end{aligned} \quad (5.2)$$

где M – суммарная величина выбросов вредных веществ, г/с;

ПДК – максимально разовая предельно допустимая концентрация, мг/м³;

H – средняя по предприятию высота источника выброса, м.

Порядок выполнения работы:

Таблица исходных данных по вариантам

Пример расчета:

По оксиду углерода: $0,004 / 5 = 0,008 < 0,1$;

По двуокиси азоту: $0,030 / 0,085 = 0,3529 > 0,1$.

Таким образом, контроль проводится по веществу «двуокись азоту», проверяем содержание при высоте трубы 10 метров:

$$0,030 / 0,085 * 10 = 0,035 < 0,01 \text{ ПРОВЕРИТЬ ЧИСЛА!}$$

$$0,030 / 0,085 * 10 = 3,53 < 0,01 \text{ ПРОВЕРИЛ!}$$

3. Определить опасность загрязнения в выбросе сернистого газа и диоксида азота при их суммации.

С учетом эффекта суммации сернистого газа и диоксида азота опасность загрязнения определяется из выражения:

$$J = C_{(SO_2)} / ПДК_{(SO_2)} + C_{(NO_2)} / ПДК_{(NO_2)} \leq 1, \quad (5.3)$$

$$J = 0,4 / 0,5 + 0,085 / 0,085 = 0,8 + 2 = 2,8 > 1, \quad (5.4)$$

Таким образом, существует опасность загрязнения среды при выраженном эффекте суммации.

4. По величине средней концентрации загрязняющих веществ в выбросе и его объеме, измеренных при определенных режимах работы шахты, рассчитывается годовое количество m_i этих веществ, выбрасываемых в атмосферу по формуле:

$$m_i = c_i * V_0, \text{ т/год}, \quad (5.5)$$

где c_i – средняя концентрация i -го вещества в выбросе, мг/м³;

V_0 – объем производственного выброса, м³/с, принять по исходным данным

Пример расчета:

Исходные данные:

Средняя концентрация диоксида серы в выбросе котельной 0,17 мг/м³;

Средняя концентрация метана в выхлопе вентилятора 3.2 мг/м³, объем производственного выброса из котельной 0,2 м³/с, объем производственного выброса из выхлопа вентилятора 101,6 м³/с.

Расчет

Для трубы котельной:

$$m_{(SO_2)} = 0,17 * 0,2 * k = 0,0002 \text{ т/год}$$

Для выхлопа вентилятора

$$m_{(CH_4)} = 3.2 * 101,6 * k = 0,975 \text{ т/год}$$

Переводной коэффициент k для получения годового выброса для выхлопа вентилятора:

$$\text{т/год} = 1000 * 1000 * 1000 / 350 * 24 * 60 * 60 = 330.68 \text{ г/с},$$

Для трубы котельной переводной коэффициент 0,006

Результаты расчета свести в таблицу

Содержание работы

- 1.Тема, цель работы
- 2.Краткие теоретические сведения
- 3.Таблица 1 Загрязняющие вещества выбрасываемые в атмосферу шахтой с указанием их предельно допустимой концентрации ПДК и классом опасности.
- 4.Таблица 2 Параметры источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Вопросы для самоконтроля

- 1.Что такое загрязняющие вещества и их контроль?
2. Что относится к источникам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу?
- 3.Как выполняется контроль за загрязнением атмосферы?
- 4.Для чего нужен переводной коэффициент?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. ОТДЕЛЕНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ. МЕТОДЫ ОТДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ

Работа выполняется 2 часа

Цель: Изучить отделение и утилизацию твердых отходов. Экспериментально опробовать методы отделения твердой фазы.

Теоретические сведения

ТБО (твердые бытовые отходы) – товары потерявшие потребительские свойства, наибольшая часть отходов потребления.

Ежегодно количество ТБО возрастает на 3% по объему. Изучением способов утилизации мусора занимается – наука **гарбология**.

Фракционный состав ТБО –(массовое содержание компоста проходящих через сито с ячейками с разными размерами) сказывается как на сборе и транспортировании отходов, так и на технологические переработки, сортировки.

Состав ТБО в разных странах и городах отличается. Он зависит от многих факторов включая благосостояние населения климат и благоустройства. На состав мусора существует влиятельная система сборов в городе стеклотары, макулатуры. Он может меняться в зависимости от погоды и сезона, так на осень приходится увеличение пищевых отходов так как в свою очередь большое количество употребляется овощей и фруктов в питании, а зимой и осенью сокращается содержание мелкого отсева(уличного смета).

Методы отделения твердой фазы

Гравитационные методы:

- **Седиментация** –осаждение частиц твердой фазы под действием гравитационного поля. Для улучшения озеленения твердой фазы дисперсных систем седиментация необходимо применение специальных веществ – флокулянтов. Способность агрегации или флокуляции и увеличение скорости их осаждения.

- **Фильтрация** – фильтрами называется устройства которых очистка жидкости от частиц твердой фазы осуществляется в процессе их протекания через перегородку имеющую сквозные микроканалы. Движение силой процесса фильтрования является разность значения на обе стороны фильтровальной перегородки. Существуют: остчетые, волокнистые и зернистые фильтры.

Центробежные методы:

- **Центрифугирование** –разделение твердых и жидких фаз суспензии в поле центробежных сил. Оно осуществляется в аппаратах в двух типов центрофугов и гидроциклонов.

Скорость движения частиц в первую очередь зависит от центробежного эффекта который прямопропорционален радиусу центрофуги, квадрату угловой скорости и диаметру частиц.

Мембранные методы:

- **Осмоз** –процесс суть которого сводиться к односторонней диффузии растворителя через полупроницаемую перегородку между растворами разной концентрации.

Флотация – суть этого метода лежит использование различных в смачивании частиц водой.Механизм флотации заключается в следующем: гидрофильные частицы смачиваются водой и под действием поверхностного натяжения на границы вода–воздух или вода–масло частица втягивается в воду. На ряду с силой поверхностного натяжения на частицу действует и сила тяжести в результате частица смачивается водой целиком перейдет в водную фазу и потонет.

Игдрофобные частицы вода не смачивает и под действием поверхностного натяжения на границе вода–воздух или вода–масло частица может остеться на границе раздела фаз. В настоящее время широкое применение получила некая флотация. Она заключалась в том, что тем или иным способом суспензия вводят пузырьки воздуха или газа.

Электрохимические методы:

- **Электрофлокация** –является частным случаем флотации
- **Электрофорес** – перенос частиц в электрическом поле. В результате возникновения электрического поля между электродом благодаря малому размеру частиц дисперсной фазы к положительному электроду.
- **Электроосмос** – процесс переноса жидкости при приложении разности потенциала через пористую перегородку. Под влиянием электрического поля по капелярам перегородки к отрицательному электроду передвижение положительно заряженной жидкости.

Вводная часть

Аппаратами сухой механической очистки запыленных газов (выбросов) являются пылеосадительные камеры, инерционные и ротационные пылеуловители, циклоны, вихревые пылеуловители, пористые фильтры [3,4].

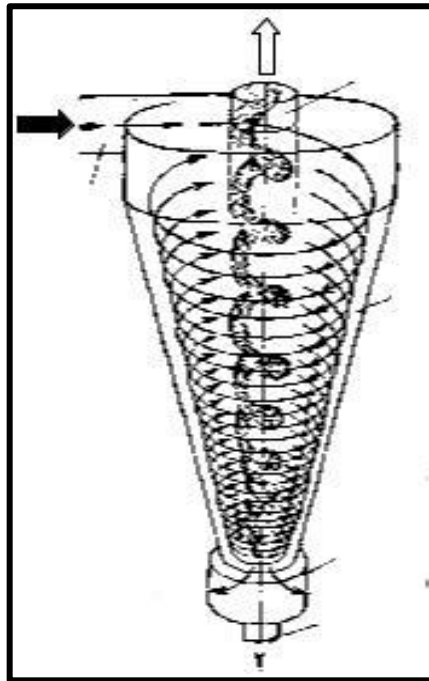


Рис. 6.1. Циклон

1 – патрубок; тангенциальный входной; 2 – патрубок выходной;
3 – стенка; 4 – бункер; 5 – патрубок пылевыхпускной

Циклоны являются наиболее распространенными установками сухого пылеулавливания. Принцип работы – оседание частиц под воздействием центробежных сил и сил тяжести. При вводе (рис. 1.1) через тангенциальный патрубок 1 частицы отжимаются к внутренней стенке корпуса 3 и, теряя скорость, выпадают в бункер 4, откуда выводятся через выход 5. Очищенный газ выводится через выхлопную трубу 2. Центробежный эффект сильнее проявляется у крупных частиц, поэтому циклоны предназначены для грубой механической очистки выбросов от крупной и тяжелой пыли, например, для улавливания золы, образующейся при сжигании топлива в котлах тепловых станций. В промышленности используют циклоны, рассчитанные на скорость потока от 5 до 20 м/с. Эффективность циклонов составляет 0,98 для частиц размеров 30-40 мкм; 0,8 для частиц размеров 10 мкм; 0,6 для частиц размеров 4-5 мкм. Производительность циклонов лежит в диапазоне от нескольких сот до десятков тысяч кубометров в час.

Преимуществом циклонов являются простота конструкции, отсутствие движущихся частей и небольшие размеры. Недостатками являются затраты энергии на вращение потока и абразивный износ частей аппарата пылью.

Для большей эффективности используют несколько циклонов небольшого диаметра, собранные в секции батареи – батарейные циклоны. Циклоны соединяются между собой подводными патрубками и сборными камерами. Для нормальной работы циклона

необходима герметичность бункера для исключения выноса пыли с потоком из-за подсоса наружного воздуха.

Конструктивно циклоны бывают цилиндрические и конические. Цилиндрические циклоны типа ЦН-15 (15- угол наклона входной патрубки: =15) изготавливаются из углеродистой или низколегированной стали. Они предназначены для предварительной очистки выбросов от пыли перед фильтрами и электрофильтрами. Конические циклоны типа СК предназначены для очистки выбросов от сажи, обладают повышенной эффективностью из-за большего гидравлического сопротивления. Бункеры циклонов имеют цилиндрическую форму диаметром 1,5 **D** для цилиндрических и 1,2 **D** для конических циклонов. Высота цилиндрической части бункера составляет 0,8 **D**.

Для расчета циклона необходимо иметь следующие исходные данные: объем очищаемого газа **Q**, м³/с; плотность газа при рабочих условиях , кг/м³; вязкость при рабочей температуре , Па с; дисперсный состав пыли **d**₅₀; входную концентрацию пыли **c**_{вх}, г/м³; требуемую эффективность очистки .

Расчет циклонов ведут методом последовательных приближений.

Методика расчета.

1. Определяют оптимальную скорость движения газа **w**_{опт} в зависимости от типа циклона (табл. 1.1).

Таблица 6.1

Оптимальная скорость движения газа **w**_{опт} в циклоне

Тип циклона	ЦН-24	ЦН-15	ЦН-11	СДК-ЦН-33	СК-ЦН-34	СК-ЦН-34м
w _{опт} , м/с	4,5	3,5	3,5	2,0	1,7	2,0

Рассчитывают диаметр циклона:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi w_{\text{опт}}}}, \quad (6.1)$$

Полученное значение необходимо округлить до ближайшего типового значения. В России принят следующий ряд внутреннего типового диаметра циклонов **D**, мм: 150; 200; 300; 400; 450; 500; 600; 700; 800; 900; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000; 2400; 3000.

Если значение D превышает максимального типового значения, то необходимо применять два или более параллельно установленных циклонов.

3. Рассчитывают действительную скорость потока в циклоне:

$$w = 4Q / ND^2, \quad (6.2)$$

где N – число циклонов; w не должно отклоняться от $w_{\text{опт}}$ более чем на 15%.

4. Рассчитывают коэффициент гидравлического сопротивления:

$$R = k_1 k_2 R_{500}, \quad (6.3)$$

где k_1 и k_2 – коэффициенты, зависящие от D , $c_{\text{вх}}$ и типа циклона (табл. 6.2 и 1.3); R_{500} – коэффициент гидравлического сопротивления при $D=500$ мм (табл. 1.4).

5. Рассчитывают значение гидравлического сопротивления:

$$P = P_{\text{вх}} - P_{\text{вых}} = 1/2 R_{\text{г}} w^2, \quad (6.4)$$

6. Определяют эффективность очистки:

$$0,5*(1+\Phi(x)), \quad (6.5)$$

где $\Phi(x)$ – табличная (табл. 1.5) функция параметра x :

$$\frac{d_{50}}{d_{T50}}, \quad (6.6)$$

Таблица 6.2

Значения k_1 при различных D и типов циклонов

Тип циклона	D , мм				
	150	200	300	450	500
ЦН-11	0,94	0,95	0,96	0,99	1,0
ЦН-15, ЦН-24	0,85	0,90	0,93	1,0	1,0
СДК-ЦН-33, СК- ЦН-34 и 34м	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 6.3

Значения k_2 при различных $c_{вх}$ и типов циклонов

Тип циклона	$c_{вх}, \text{г/м}^3$					
	0	0	0	0	20	150
ЦН-11	0,96	0,94	0,92	0,90	0,87	-
ЦН-15	0,93	0,92	0,91	0,90	0,87	0,86
ЦН-24	0,95	0,93	0,92	0,90	0,87	0,86
СДК-ЦН-33	0,81	0,785	0,78	0,77	0,76	0,745
СК-ЦН-34	0,98	0,947	0,93	0,915	0,91	0,90
СК-ЦН-34м	0,99	0,97	0,95	-	-	-

Таблица 6.4

Значения R_{500} в зависимости от типов циклонов

Тип циклона	Выхлоп в:		Тип циклона	Выхлоп в:	
	Атмосферу	гидр. сеть		Атмосферу	гидр. сеть
ЦН-11	45	250	СДК-ЦН-33	520	600
ЦН-15	155	163	СК-ЦН-34	1050	1150
ЦН-24	5	80	СК-ЦН-34м	-	2000

Таблица 6.5

Значения функции $\Phi(x)$ в зависимости от параметра x

x	-2,7	-2,0	-1,6	-1,4	-1,2	-1,0	-0,8	-0,6	-0,2
$\Phi(x)$	0,004	0,023	0,055	0,081	0,115	0,159	0,212	0,274	0,421
x	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,2	1,6	1,8	2,7
$\Phi(x)$	0,5	0,579	0,655	0,726	0,788	0,885	0,964	0,964	0,997

Значение d_{50} определяется по формуле:

$$d_{T50} = d_{T50} \sqrt{\frac{D \rho_{чТ} * \mu * w_T}{D_T * \rho_ч * \mu_T * w}}, \quad (6.7)$$

где: $\rho_ч$ – плотность частиц; μ – вязкость, w – скорость потока; $D_T = 600$ мм; $\rho_{чТ} = 1930$ кг/м³; $\mu_T = 22,2 \cdot 10^{-6}$ Па с; $w_T = 3,5$ м/с (индекс т означает типовое значение параметра); значение d_{T50} приведено в табл. 1.6.

Таблица 6.6

Значения параметра d_{T50} в зависимости от типа циклона

Тип	ЦН-11	ЦН-15	ЦН-24	СДК-ЦН-33	СК-ЦН-34	СК-ЦН-34М
d_{T50}	8,5	4,5	3,65	2,31	1,95	1,3

7. Осуществляют выбор циклона. Если расчетное меньше требуемого, то необходимо выбрать другой циклон с большим гидравлическим сопротивлением R. Можно пользоваться формулой:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1 - \eta_2}{1 - \eta_1} \frac{w_1 D}{w_2 D_2}, \quad (6.8)$$

где индексы 1 и 2 соответствуют двум различным циклонам.

8. Рассчитывают конструкционные размеры циклона в мм (рис. 1.2, табл. 1.7) в соответствии с диаметром D (в мм) выбранного циклона:

$$y = k * D, \quad (6.9)$$

где y – конкретный параметр циклона (диаметр d , ширина b , высота H и т.д.); k – коэффициент пропорциональности (табл. 1.7).

9. Радиус улитки рассчитывается по формуле:

$$= D/2 + b/2, \quad (6.10)$$

где b – ширина входного патрубка;

$$= 135 = 2,35 \text{ рад.}$$

Таблица 6.7 Значения коэффициента пропорциональности k в зависимости от типа циклона

Циклон	ЦН-11	ЦН-15	ЦН-24	СДК-33	СК-ЦН-34	СК-ЦН-34м
Диаметр выхлопной трубы d	0,59			0,34	0,34	0,22
Диаметр пылевывпускного отверстия d_1	0,3-0,4			0,34	0,23	0,18
Ширина входного патрубка b	0,2			0,264	0,214	0,18
Длина входного патрубка l	0,6					
Высота входного патрубка a	0,48	0,66	1,11	0,535	0,515	0,4
Высота выхлопной трубы h_T	1,56	1,74	2,11	0,535	0,515	0,4
Высота внешней части выхлопной трубы h_B	0,3	0,3	0,4	0,2-0,3		
Высота цилиндрической части $H_{Ц}$	2,06	2,06	2,11	0,535	0,515	0,4
Высота конуса H_K	2,0	2,0	1,75	3,0	2,11	2,6
Высота установки фланца $h_{фл}$	0,1					
Общая высота циклона H	4,38	4,56	4,26	3,835	2,925	3,3

10. Начертить схему циклона (в зависимости от типа, рис. 6.2) с конструктивными размерами (в мм).

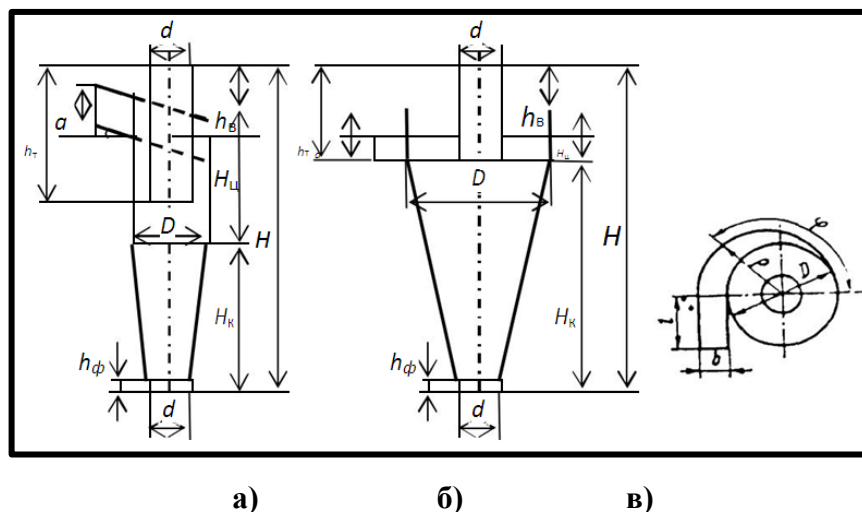


Рис. 1.2. Схема циклонов:

а) цилиндрический; б) конический; в) вид сверху (улитка)

Таблица 6.8

Исходные данные (варианты)

№ вар.	Тип	Q, м ³ /с	С _{вх} , г/м ³	г, кг/м ³	ч, кг/м ³	10 ⁶ , Па с	
1, 10	ЦН-11	10	40	1,34	1930	22,2	0,95
2, 11	ЦН-11	11	120	1,35	2230	22,1	0,65
3, 12	ЦН-15	12	80	1,36	1650	22,0	0,75
4, 13	ЦН-15	13	10	1,37	1700	21,9	0,95
5, 14	ЦН-24	14	20	1,38	1750	21,8	0,90
6, 15	ЦН-24	15	40	1,39	1900	21,7	0,85
7, 16	СДК-ЦН-33	8	150	1,33	2130	21,6	0,65
8, 17	СК-ЦН-34	5	80	1,32	2050	21,5	0,75
9, 18	СК-ЦН-34м	1	40	1,31	2100	21,4	0,75

Контрольные вопросы

1. Классификация сухих механических пылеуловителей.
2. Принцип работы циклонов.
3. Групповые и батарейные циклоны.
4. Основные параметры циклонов.
5. Преимущества и недостатки циклонов.

Экспериментальная часть

1. Осоздание ионов Fe^{3+} реагентным способом. Для осаднения ионов Fe^{3+} применяем реагенты осаднения этим требованиям отвечает гидроксид $Ca(OH)_2$.

Проведение опыта

В стакан налить 20мл ионосодержащего раствора. Добавить при постоянном перемешивании стеклянной палочкой 10% суспензию $Ca(OH)_2$ до уровня $pH=7-8$.

Контроль за уровнем pH проводим с помощью индикаторной бумаги.

Седиментация – ½ часть полученной суспензии $Fe(OH)_2$. добавить 3 мл флокулянта перемешать, отметить время. Поставить колбу для осаднения, после осаднения прозрачный раствор перелить в пробирку и проверить на наличие Fe^{3+} .

У нас эксперимент получился и после опыта в воде Fe^{3+} не обнаружено.

Фильтрация – вторую часть суспензии $Fe(OH)_2$ пропустить через клатчатый фильтр. Фильтрат после фильтрования проверить на наличие Fe^{3+} .

Отчет по работе

1. Тема, цель работы
2. Краткие теоретические сведения
3. Проведение опыта

4. Эскиз методов отделения твердой фазы в ТБО

4. Вывод

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение ТБО?

2. Какие существуют методы отделения твердых частиц?

3. Что входит в фракционный состав ТБО?

4. В чем заключается сущность гравитационных методов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД. РАСЧЕТ ПЕСКОЛОВКИ И ОТСТОЙНИКОВ

Работа выполняется 2 часа

Цель работы: Приобретение навыков выбора и расчета песколовки и отстойников.

Теоретические сведения

Гидросфера – это совокупность океанов, морей, озер, рек, прудов, болот, подземных вод, ледников и водяных паров атмосферы. Обычно в воде находятся различные примеси органического и неорганического происхождения. Источниками загрязнения водных объектов являются промышленность, сельское хозяйство, города, транспорт. Число загрязнителей достигает 2500. До 80% всех заболеваний связано с качеством потребляемой воды.

Основные пути решения проблемы защиты водных объектов являются очистка сточных вод от загрязнения, обеспечение режима и регулирования качества воды, создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения. Качество воды характеризуется органолептическими (цвет, запах, привкус, мутность), гидрохимическими (рН, растворенный кислород, минерализация, биогенные элементы, железо), микробиологическими показателями и содержанием токсинов. Критерием качества воды является значение:

$$\frac{N^C * \phi_i}{i 1 * ПДК_i'} \quad (7.1)$$

где C_{ϕ_i} – фактическая концентрация i -го вещества в воде, мг/л; $ПДК_i$ – предельно-допустимая концентрация этого вещества в воде, мг/л, n – количество веществ данной группы.

Нормативом поступления веществ в водный объект является ПДС – предельно допустимый сброс массы вещества за единицу времени, г/с:

$$ПДС = q C_{ПДС}, \quad (7.2)$$

где q – расход сточных вод, м³/с; $C_{ПДС}$ – разрешенная концентрация вредного вещества в сточной воде, г/м³.

Механическая очистка воды применяется для выделения из воды нерастворенных минеральных и органических примесей. В большинстве случаев механическая очистка является предварительной (грубой) очисткой, перед другими методами. Для удаления из воды взвешенных частиц применяют процеживание, отстаивание, центрифугирование, фильтрование. Выбор метода зависит от размера частиц примесей, физико-химических свойств и концентрации взвешенных частиц, расхода сточных вод и степени очистки.

Перед подачей сточных вод на механическую очистку их могут направлять в усреднители, которые регулируют состав и расход сточных вод, так как состав и расход сточных вод значительно изменяется в течение суток. Усреднители либо дифференцируют поток, либо перемешивают отдельные потоки.

Процеживание – первичная стадия обработки сточных вод для извлечения из них крупных нерастворимых примесей, а также волокнистых фракций, которые препятствуют нормальной работе очистительных сооружений. Для этого сточные воды пропускают через решетки (сита) и волокнуловители, перед отстойниками.

Отстаивание – осаждение взвешенных частиц под воздействием гравитационных сил. Отстаивание осуществляется в песколовках и отстойниках. Песколовки устанавливаются перед отстойниками, для выделения тяжелых минеральных примесей (песка), что упрощает эксплуатацию отстойников и сооружений по обработке осадка. Время пребывания воды в песколовках составляет 0,5–2 мин. Обезвоженный песок можно использовать в строительстве.

Отстойники делятся на горизонтальные и вертикальные. Вертикальный отстойник с центральной трубой для впуска воды состоит из цилиндрической конической частей и центральной трубы для впуска воды. Последняя модификация вертикальных отстойников – радиальные отстойники, отличаются радиальной конфигурацией и наличием скребкового механизма. Вертикальный отстойник с периферийным впуском воды представлен на рис. 6.2. Емкость отстойников чаще всего рассчитывается на 1,5 ч, во время которого выпадает 40–60% взвешенных веществ. Эффективность очистки можно повысить, увеличивая скорость осаждения частиц путем их укрупнения коагуляцией и флокуляцией или уменьшением вязкости воды нагреванием.

Для очистки сточных вод, содержащих нефть, при концентрации более 100 мг/л применяют нефтеловушки. Нефтеловушки представляют собой прямоугольные резервуары, подобные горизонтальным отстойникам, в которых нефть и вода разделяются из-за разности плотностей, причем нефть всплывает на поверхность, собирается и утилизируется.

Характеристики различных аппаратов механической очистки приведены в таблице 7.1 [3, 4, 10].

Табл. 7.1–Характеристики аппаратов механической очистки

Аппарат	Размер улавливаемых частиц, мкм	Концентрация	Концентрация
		до очистки, мг/л	после очистки, мг/л
Решетки	1600	0,5–2	–
Песколовки	200–250	500	–
Отстойники	50–30	500–300	150–100
Фильтры	1 – 0,1	350 – 10	3,5 – 3

Методика расчета

Упражнение 1. Расчет горизонтальной песколовки

1. Площадь сечения песколовки:

$$F=Q/n, \quad (7.1)$$

где Q – расход сточных вод, м³/с; v – средняя скорость движения воды, принимаем 0,2м/с; n – количество отделений.

2. Длину песколовки (рис. 6.1) вычисляют по формуле:

$$L k \frac{h_1}{h_0}, \quad (7.1.1)$$

$$k \frac{u_0}{\sqrt{u_0^2 + 0,0025^2}}, \quad (7.2)$$

где h₁– глубина проточной части, м; u₀– гидравлическая крупность песка расчетного диаметра, м/с (табл. 6.1); k – коэффициент, учитывающий влияние турбулентности и других факторов на работу песколовки.

3. Ширина песколовки:

$$B=F/h_1, \text{ м.}, \quad (6.2.1)$$

4. Общая высота песколовки:

$$H= h_1+h_2+h_3+h_4, \text{ м.}, \quad (6.2.2)$$

где h_1 , h_2 , h_3 и h_4 – соответственно высота проточной части, слоя песка, над-водной части и приямки (принимаем: $h_4=h_1$; $h_2=h_3=h_1/2$).

5. Уклон дна для сползания слоя песка к приямку принимают 0,2–0,4.
6. Начертить схему песколовки (рис.6.1).

Таблица 7.2

Исходные данные (варианты)

№ варианта	Q, м ³ /ч	N	h ₁ , м	d _ч , мм	u ₀ , мм/с
1, 10	500	1	0,7	0,25	24,2
2, 11	400	1	0,5	0,3	29,7
3, 12	300	1	0,6	0,35	35,1
4, 13	100	1	0,7	0,4	40,7
5, 14	70	1	0,8	0,5	51,6
6, 15	50	1	0,4	0,25	24,2
7, 16	1000	2	1	0,3	29,7
8, 17	700	2	0,9	0,35	35,1
9,18	500	1	0,8	0,4	40,7

Схема песколовки

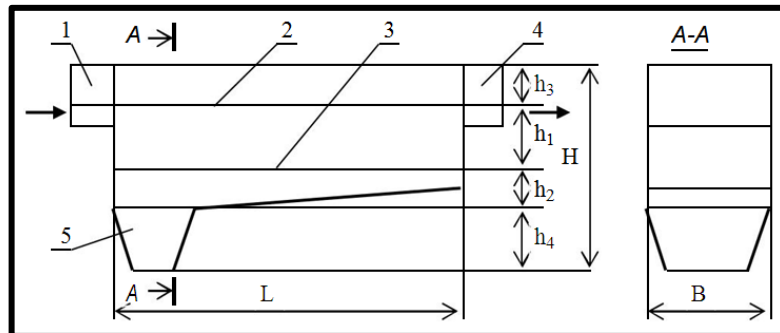


Рис. 6.1. Песколовка горизонтальная:

- 1 – лоток подающий; 2 – уровень воды;
3 – слой песка; 4 – лоток отводящий; 5 – приямок.

Упражнение 2. Расчет отстойников.

1. Расчет горизонтального отстойника.

1.1. Скорость осаждения частиц в отстойнике (для мелких частиц сферической формы, осаждающихся в ламинарном режиме и в нестесненных условиях (критерий Архимеда ($Ar > 3,6$)) можно рассчитать по уравнению Стокса:

$$v_{ос} = \frac{\rho_{ч} * \rho_{ж} * d_{г}^2}{18 \eta}, \text{ м/с}, \quad (7.3)$$

где $d_{г}$ – минимальный эквивалентный диаметр частиц, высаждаемых в отстойнике, м; $\rho_{ч}$ – кажущаяся плотность частиц, кг/м^3 ; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, примем 1020 кг/м^3 ; g – ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$; η – динамическая вязкость жидкости, принимаем $10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

1.2. Рабочий объем отстойника:

$$V = Q \cdot t, \text{ м}^3, \quad (7.4)$$

где t – время отстаивания, принимаем $1,5 \text{ ч}$.

1.3. Ширина отстойника:

$$B = \frac{Q}{v}, \quad (7.5)$$

где Q – расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{с}$; v – скорость движения сточных вод в отстойнике, принимаем равной $0,005 \text{ м/с}$; H – глубина горизонтального отстойника, принимаем равной $3,2 \text{ м}$.

1.4. Длина горизонтального отстойника:

$$L = \frac{V}{BH}, \text{ м}, \quad (7.6)$$

1.5. Днище отстойника выполняется с уклоном к прямку не менее $0,005$; высота нейтрального слоя принимается равной $0,3 \text{ м}$ над поверхностью осадка; для вторичных отстойников должна быть учтена глубина слоя ила, равная $0,3–0,5 \text{ м}$.

2. Расчет вертикального отстойника с впуском воды через центральную трубу, снабженную в нижней части раструбом и отражательным щитом.

2. 1. Рабочий объем отстойника рассчитывается по формуле (7.4).

2. 2. Высота рабочей (цилиндрической) части отстойника:

$$H = \frac{V}{\pi R^2 v}, \text{ м}, \quad (7.7)$$

где v – скорость движения сточной воды в отстойнике, принимаем $0,7 \text{ мм/с}$.

2.3. Площадь сечения отстойника:

$$F \frac{V}{H}, \text{ м}^2, \quad (7.8)$$

2.4. Площадь сечения центральной трубы:

$$f_{\text{цт}} \frac{Q}{\text{цт}}, \text{ м}^2, \quad (7.9)$$

где цт=250–300 мм/с – скорость движения сточной воды в центральной трубе.

2.5. Диаметр центральной трубы:

$$f_{\text{цт}} \sqrt{\frac{4f_{\text{цт}}}{\text{цт}}} \quad (7.10)$$

2.6. Диаметр отстойника:

$$D \sqrt{\frac{4F * f_{\text{цт}}}{\text{цт}}} \quad (7.11)$$

2.7. Остальные параметры принимаются:

- угол наклона поверхности отражательного щита к горизонту =17°;
- диаметр раструба и его высота $d_p = h_p = 1,35 d_{\text{цт}}$;
- диаметр отражательного щита $d_{\text{отр}} = 1,3 d_p$;
- высота нейтрального слоя между низом отражательного щита и поверхностью накопленного осадка $h_{\text{нс}} = 0,3 \text{ м}$;
- угол наклона стенок иловой части =50–60°.

3. Расчет вертикальных отстойников с периферическим впуском воды (рис. 6.2).

3.1. Радиус вертикальных первичных отстойников можно определить по формуле:

$$R_{\text{в}} \sqrt{\frac{Q}{3,6k \text{ ос}}}, \text{ м}, \quad (7.12)$$

где Q – расход сточных вод, м³/ч;

k – коэффициент объемного использования (для отстойников с центральной впускной трубой–0,35, для отстойников с нисходяще–восходящими потоками с периферическим впуском воды – 0,65–0,7);

ос – скорость осаждения частиц, мм/с, рассчитывается по уравнению (7.3).

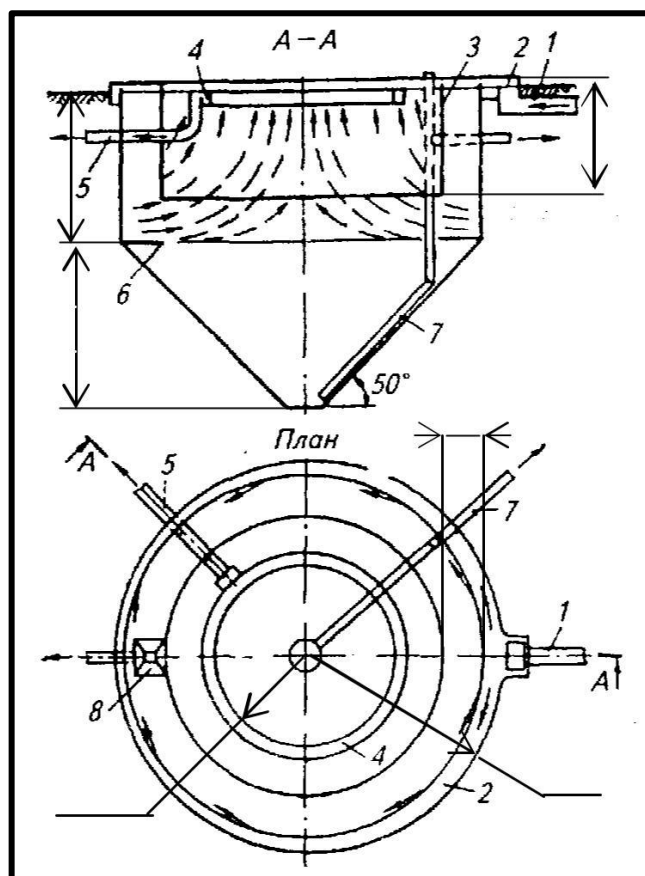


Рис. 6.2. Вертикальный отстойник с периферическим впуском воды: 1 – лоток подающий; 2 – лоток водо – распределительный; 3 – стенка струенаправляющая; 4 – лоток кольцевой водосборный; 5 – трубопровод для от – вода осветленной воды; 6 – кольцо отражательное; 7 – труба для выпуска осадка; 8 – сборник всплывающих веществ.

3.2. Радиус отстойников с нисходяще–восходящим потоком $R=1,4R_v$.

3.3. При проектировании отстойников с периферическим впуском воды их радиус принимается равным до 5м. Ширина кольцевой зоны определяется по формуле:

$$R \geq 2 \sqrt{\frac{Q}{3,6 v_x}}, \text{ м,} \quad (7.13)$$

где $v_x=5-7$ мм/с – скорость входа воды в рабочую зону.

3.4. Остальные параметры принимаются:

- рабочая глубина $H = 8$;
- заглубление струенаправляющей стенки $h = 0,7H$;
- ширина отражательного кольца $b = 2$;
- скорость воды в водораспределительном лотке $v_{лот} = 0,4-0,5$ мм/с;

- радиус внутренней стенки кольцевого водосборного лотка с зубчатыми водосливами

$$R_{\text{лот}} = 0,5R;$$

- удельная нагрузка на зубчатый водослив $q = \text{бл}/(\text{с м})$;

- угол наклона стенок иловой части = $50-60^\circ$.

4. Расчет радиальных отстойников.

4.1. Рабочий объем отстойника рассчитывают по формуле (6.4).

- рабочая глубина $H=8$;

- заглубление струенаправляющей стенки $h=0,7H$;

- ширина отражательного кольца $b=2$;

4.2. Радиус радиальных отстойников рассчитывают по формуле (7.12), где коэффициент $k=0,45$.

4.3. Высота зоны отстаивания:

$$h_1 \sqrt{\frac{V}{R^2}}, \text{ м}, \quad (7.14)$$

4.4. Общая высота отстойника лежит в пределах $1,5-5\text{ м}$ или $H=(1/3 \dots 1/6)R$ и складывается из трех зон:

$$H=h_1+h_2+h_3, \quad (7.15)$$

где h_1 – высота зоны отстаивания; h_2 – высота нейтрального слоя или зоны сгущения – $0,3\text{ м}$; h_3 – высота зоны расположения лопастей и слоя осадка – $0,3\text{ м}$, или глубина слоя ила (для вторичных отстойников) – $0,3-0,5\text{ м}$;

4.4. Остальные параметры принимаются:

- нагрузка на водосливный фронт зубчатого водослива $q = 10\text{ л}/(\text{с м})$;

- частота вращения илоскребов и илососов $n=0,8-3\text{ ч}^{-1}$.

5. Начертить конструктивную схему песколовки и отстойника с полученными размерами.

Исходные данные (варианты)

Таблица 7.3

№ варианта	Q, м ³ /ч	C ₀ , мг/л	d _ч , мкм	с _ч , кг/м ³	Отстойник
1, 10	500	1000	50	1500	Горизонтальный
2, 11	400	950	45	1550	Горизонтальный
3, 12	300	900	40	1600	Горизонтальный
4, 13	100	850	35	1650	Вертикальный
5, 14	70	800	50	1700	Вертикальный
6, 15	50	750	45	1750	Вертикальный
7, 16	1000	700	40	1800	Радиальный
8, 17	700	650	35	1850	Радиальный
9, 18	500	600	30	1900	Радиальный

Контрольные вопросы

1. Что такое процеживание?
2. Для чего применяются песколовки?
3. Дайте классификацию отстойников.
4. Для чего применяются нефтеловушки?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. ФИЛЬТРАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД. РАСЧЕТ ЗЕРНИСТЫХ ФИЛЬТРОВ

Работа выполняется 2 часа

Цель работы: Приобретение знаний и навыков по расчету зернистых фильтров.

Теоретические сведения

Фильтрованием называют гидромеханический процесс, разделения жидких неоднородных систем с помощью пористых перегородок, задерживающих твердую фазу и пропускающих жидкость. Скорость фильтрации прямо пропорциональна разности давлений (движущей силе) на входе и выходе аппарата и обратно пропорциональна сопротивлению фильтра. По способу организации фильтры делятся на периодические и непрерывные. При этом, процессы фильтрования могут протекать при постоянном разности давлений P и скорости фильтрации или при переменном P и v . По механизму фильтрования различают процесс с закупориванием пор или с образованием осадка. По способу выгрузки осадка различают процессы с механизированной ручной выгрузкой. Для повышения качества фильтрации и предотвращения попадания твердых частиц в поры применяют фильтровальные вспомогательные вещества – тонкозернистые и тонковолокнистые материалы [2, 7, 10].

Зернистые фильтры относятся к периодическим фильтрам. В качестве фильтрующих веществ используют различные зернистые элементы – кварцевый песок, гранитный щебень, дробленые антрацит и керамзит, шлак и др. Для окончательной очистки часто используют фильтрование с насыпным материалом, тогда как очистку на решетках, песколовки и отстаивание используют для предварительной очистки. Конструктивная схема фильтра с восходящим потоком воды представлена на рис. 8.1, высота слоев зависит от материала загрузки и размера зерен (табл. 8.1).

Подобные фильтры с насыпной загрузкой используются для окончательной очистки сточных вод. Исходная концентрация взвешенных частиц в сточных водах, поступающих в фильтры, должна быть: $c=10-40$ мг/л, а получаемая после фильтрации $c=3$ мг/л.

Барабанный вакуум-фильтр относится к непрерывным фильтрам постоянного перепада давления. Барабанный вакуум-фильтр состоит из полого барабана с перфорированной боковой поверхностью, разделенный внутренними перегородками на отдельные ячейки. Ячейки покрыты снаружи сеткой, а затем фильтровальной тканью. Барабан приводится во

вращение мотором с редуктором. Такие фильтры предназначены для разделения среднedisперсных и труднофильтруемых суспензий при очистке городских и промышленных сточных вод, в химической, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности.

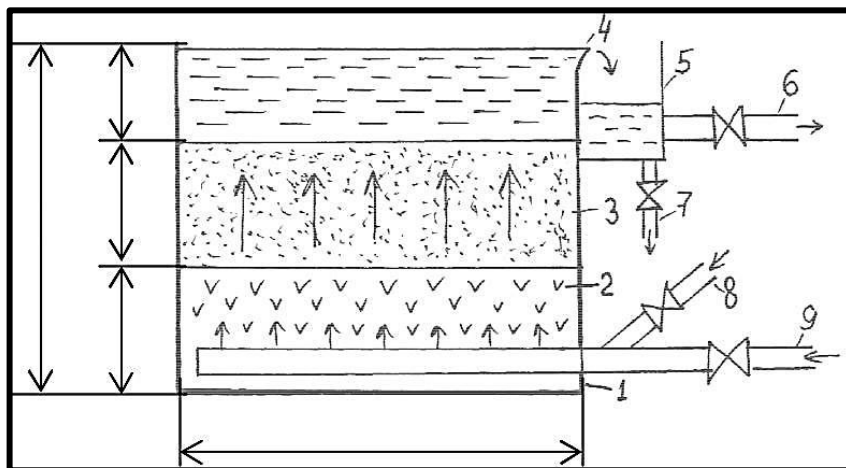


Рис. 8.1. Схема зернистого фильтра с восходящим потоком:

- 1 – корпус; 2 – гравий; 3 – песок; 4 – пескоулавливающий желоб; 5 – карман; 6 – отвод осветленной воды;
 7 – сброс промывной воды; 8 – подача промывной воды;
 9 – подача сточной воды

Ленточный вакуум-фильтр также относится к непрерывным фильтрам постоянного перепада давления, состоит из резиноканевой ленты, натянутой на два вращающихся барабана. Лента скользит по горизонтальному направляющему (столу) с прорезами, связывающими ленту с вакуум камерами. Под действием перепада давления жидкость проникает через фильтровальную ленту, осадок остается и снимается ножом или промывается. Поверхность фильтрации при ширине ленты 500–1580 мм составляет 1,8–30 м². Фильтры такого типа предназначены для фильтрации суспензий с неоднородной крупностью твердой фазы, в частности для обезвоживания осадков.

Для тонкой очистки трудно фильтруемых суспензий также применяют листовые и дисковые фильтры, патронные фильтры, емкостные фильтры под давлением, рамные и камерные фильтр-прессы и виброфильтры.

При выборе типа и размера фильтров важны такие показатели производства, как мощность, непрерывность или периодичность технологического процесса, стабильность суспензии и другие. Для снижения вязкости жидкой фазы суспензии и повышения

скорости фильтрации применяются фильтрование при повышенных температурах и разбавители, обладающие пониженной вязкостью.

При расчете фильтров необходимо определить суммарную площадь фильтров F , м^2 , число фильтров N , площадь одного фильтра F , м^2 , расчетную скорость фильтрации v_p , м/ч , при следующих исходных данных: расход сточных вод Q_p , $\text{м}^3/\text{сут}$, продолжительность простоя одного фильтра при промывке t , ч, концентрация взвешенных частиц на входе в фильтр c , мг/л .

Методика расчета

1. Получить исходные данные: Q_p , c , N (табл. 8.1). Назначить число промывок фильтров в сутки n : $n=1$ при $c \leq 20$ мг/л и $n=2$ при $c > 20$ мг/л .

2. Рассчитать циркуляционный (промывочный) расход $Q_{ц}$ в зависимости от числа промывок фильтров в сутки.

$$Q_{ц}=0,025Q_p, \text{ при } n=1, \quad (8.1)$$

$$Q_{ц}=0,05Q_p, \text{ при } n=2, \quad (8.2)$$

3. Определить расчетную скорость фильтрования:

$$v_p=v_{\phi}(N-m)/N, \text{ м/ч}, \quad (8.3)$$

где скорость фильтрования при форсированном режиме принимается $v_{\phi}=12-14$ м/ч , m – число фильтров, находящихся в ремонте или на промывке, принимается $m=2$ при $N \leq 20$ и $m=3$ при $N > 20$.

4. Определить суммарную площадь фильтров:

$$F=(Q_p+Q_{ц})/(24v_p-nv_p t), \text{ м}^2, \quad (8.4)$$

где продолжительность простоя одного фильтра при промывке принимается $t=0,5-0,6$ ч.

5. Определить площадь одного фильтра:

$$F = F / N, \text{ м}^2, \quad (8.5)$$

Из конструктивных соображений площадь одного фильтра должна быть не более 50 м². Если $F > 50 \text{ м}^2$, тогда необходимо исходное число фильтров увеличить на 2 и повторить расчет по п. 3–5 до достижения условия $F \leq 50 \text{ м}^2$, учитывая, что $m=3$ при $N \geq 20$.

5. Определить диаметр одного фильтра:

$$D = \sqrt{4F / \pi}, \text{ м}, \quad (8.6)$$

6. Высота фильтра:

$$H = h_1 + h_2 + h_3, \text{ м}, \quad (8.7)$$

где h_1, h_2, h_3 —соответственно высота слоя гравия, песка и осветленной воды (табл. 8.2).

Принимаем $h_3 = h_1$.

Таблица 8.2

Исходные данные (варианты) для расчета.

№ вар.	$Q_p, \text{ м}^3/\text{сут}$	$c, \text{ мг/л}$	Размер зерен, мм		Высота слоя, $h_1, h_2, \text{ м}$	
			гравия	песка	гравия	песка
1, 10	10000	10	20 – 40	2 – 5	0,2 – 0,25	0,5 – 0,7
2, 11	14000	12	10 – 20	1 – 2	0,2 – 0,3	1,3 – 1,5
3, 12	18000	15	5 – 10	1 – 2	0,3 – 0,4	1,3 – 1,5
4, 13	22000	18	20 – 40	2 – 5	0,2 – 0,25	0,5 – 0,7
5, 14	26000	22	10 – 20	1 – 2	0,2 – 0,3	1,3 – 1,5
6, 15	30000	26	5 – 10	1 – 2	0,3 – 0,4	1,3 – 1,5
7, 16	34000	30	20 – 40	2 – 5	0,2 – 0,25	0,5 – 0,7
8, 17	38000	35	10 – 20	1 – 2	0,2 – 0,3	1,3 – 1,5
9, 18	42000	40	5 – 10	1 – 2	0,3 – 0,4	1,3 – 1,5

7. Начертить схему (рис. 8.1) зернистого фильтра с полученными размерами.

Контрольные вопросы

1. Что такое фильтрация?
2. Какие материалы используются для фильтрования воды?
3. Объясните схему фильтра с восходящим потоком.
4. Параметры фильтров и исходные параметры для расчета фильтров: физический смысл и единицы измерения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9. ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ

Работа выполняется 4 часа

Цель работы: Приобретение навыков и знаний по переработке отходов и определение класса опасности отходов для окружающей среды.

Теоретически сведения

Отходами называются остатки сырья, материалов, полуфабрикатов и другие продукты и изделия, которые образовались в процессе производства и потребления, продукция, утратившая свои потребительские свойства, а также шлам, образовавшийся при очистке газов и жидкостей. Отходы являются опасными, если содержат вещества с опасными свойствами: токсичность, пожаровзрывоопасность, радиоактивность, патогенные возбудители инфекционных заболеваний и др. Воздействие отходов на ОС зависит от их качественного и количественного состава. Отходы представляют смеси веществ с различными физико–химическими свойствами. Экологическая опасность отходов также зависит от их растворимости, нестабильности, летучести и пылеобразования. Обращение с отходами предполагает следующие работы: сбор, сортировка, анализ, классификация, паспортизация и сертификация, учет, хранение и транспортировка, обезвреживание, размещение, переработка, использование, захоронение, ликвидация отходов.

Классификация отходов производится по различным принципам.

1. По гигиеническому принципу (табл. 9.1).
2. По агрегатному состоянию (твердые, жидкие, газообразные).
3. По отраслевому принципу (отходы черной и цветной металлургии, химической, угольной, деревообрабатывающей, пищевой, легкой и др.).
4. По физико–химическим свойствам.

Таблица 9.1

Классификация отходов по гигиеническому принципу

Категория	Характеристика отходов	Обращение с отходом
I	инертные	для планировки
II	легкоразлагающие, органические	переработка

III	слаботоксичные, слаборастворимые	складирование
IV	нефтесмолоподобные	сжигание
V	токсичные, со слабым загр. воздуха	складир. на полигоне
VI	токсичные	обезвреживание

Паспортизация и сертификация проводится на основе анализа отходов, при котором выявляется оптимальный набор входящих в паспорт отхода параметров. Форма паспортизации должен соответствовать одному из трех видов:

1) учетно–статистическая форма, которая состоит из статистического от–чета сведений об отходах;

2) кадастровая форма, которая предусматривает использование отходов в качестве вторичных материальных ресурсов (ВМР);

3)экологическая форма, которая проводится в соответствии с ГОСТ 17.0.0.04–90 и определяющая воздействия отхода на ОС.

Сертификация (узкая классификация) проводится по методам обработки отходов, при этом основными характеристиками являются:

1) при промежуточной обработке: рН, вязкость, сжимаемость, плотность, кривая седиментации и др.;

2)при сжигании: теплотворная способность, влажность, температура воспламенения, токсичность газов, пары металлов, остаток после сжигания;

3) при захоронении: способность к разложению, летучесть, содержание удобрений, органических, окисляемых и токсичных веществ.

Отход кодом А.2.01ж означает: отход химической промышленности (А), представляющий щелочной раствор (2) с преобладающим химическим соединением NaOH (01), в жидком состоянии (ж).

При переработке и утилизации промышленных и бытовых отходов используются следующие процессы: измельчение, классификация, смешение, компактирование (прессование), флотация, магнитная и электрическая сепарация, грануляция, биоразложение, пиролиз, сжигание, складирование и захоронение на полигонах. Для реализации данных процессов используются разнообразные аппараты, выбор которых определяется технологией процесса физико–механическими, физико–химическими и другими свойствами перерабатываемых отходов.

Переработка отходов эффективно в мусороперерабатывающих заводах (МПЗ), технологическая схема которой может заключать следующие этапы:

- 1) прием и подготовка отходов, включающий приемный бункер, питатели, транспортеры, магнитные сепараторы;
- 2) биотермический процесс в горизонтальных вращающихся барабанах;
- 3) обработка отходов, включающий грохот, магнитный сепаратор, дробилки. Класс опасности отходов устанавливают по степени возможного вредного воздействия на окружающую природную среду при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее в соответствии с критериями, приведенными в табл. 16.2, 16.5 и 16.6. Отнесение отходов к классу опасности может осуществляться расчетным или экспериментальным методом. В случае отнесения отхода расчетным методом к 5-му классу опасности, необходимо его подтверждение экспериментальным методом. При отсутствии подтверждения 5-го класса опасности экспериментальным методом отход может быть отнесен к четвертому классу опасности.

Таблица 9.2

Критерии классов опасности твердых отходов на окружающую среду

№ п/п	Степень воздействия	Критерии отнесения к классу опасности	Класс опасности
1	Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления (ПВ) отсутствует	1 класс Чрезвычайно опасные
2	Высокая	Экологическая система сильно нарушена. ПВ не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	2 класс Высокоопасные
3	Средняя	Экологическая система нарушена. ПВ не менее 10 лет после снижения вредного воздействия	3 класс Умеренно опасные
4	Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее трех лет	4 класс Малоопасные
5	Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена	5 класс Неопасные

Упражнение 1 Определение класса опасности отхода расчетным методом по сумме показателей опасности составных веществ [11]

Определение класса опасности отходов расчетным методом осуществляется на основании показателя (K), рассчитанного по сумме показателей опасности веществ, составляющих отход. Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливают по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам количественного химического анализа (в данной работе указаны в задании).

Показатель степени опасности компонента отхода (K_i) рассчитывают как соотношение концентраций компонентов отхода (C_i) с коэффициентом его степени опасности (W_i)- $K_i = C_i/W_i$. Коэффициентом степени опасности компонента отхода (W_i) является условный показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже которого он не оказывает негативного воздействия на ОС. Размерность коэффициента степени опасности условно принимают в миллиграммах на килограмм (мг/кг).

1. Для определения коэффициента степени опасности компонента отхода для каждого компонента (K_n) отхода устанавливают степень опасности (в баллах от 1 до 4) в соответствии с табл. 16.1.1 (первичные показатели для конкретного компонента отхода выбираются из таблицы приложений- Пб).

2. Также в перечень показателей, используемых для расчета W_i , включают показатель информационного обеспечения для учета недостатка информации по первичным показателям степени опасности компонентов отхода для ОПС.

Рассчитывают показатель информационного обеспечения путем деления числа установленных (по которым имеются данные) показателей (n) на N, т.е. n/N , где $N=12$ - количество наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для ОПС. Баллы присваиваются следующим диа-пазам изменения показателя информационного обеспечения (табл. 16.1.2).

3. По установленным степеням опасности компонентов отхода рассчитывают относительный параметр опасности компонента отхода (X_i) делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

4. Показатель Z_i промежуточный, вычисляют по формуле $Z_i=4X_i/3-1/3$ и учитывают при выборе формулы для расчета $\lg W_i$.

5. Коэффициент W_i рассчитывают по одной из следующих трех формул: $\lg W_i=4-4/Z_i$, для $1<Z_i<2$; $\lg W_i=Z_i$, для $2<Z_i<4$; $\lg W_i=2+4/(6-Z_i)$, для $4<Z_i<5$.

Коэффициенты W_i для наиболее распространенных компонентов опасных отходов приведены в П5 и П6 (приложение).

6. Показатель степени опасности компонента отхода K_i рассчитывают по формуле: $K_i = C_i/W_i$, где C_i – концентрация i -го компонента в опасном отходе, мг/кг; W_i – коэффициент степени опасности i -го компонента опасного отхода, мг/кг.

Таблица 9.1.1

Степень опасности компонентов отхода (КО – класс опасности)

№ п/п	Степень опасно- сти по компо- нентам	Первичные показатели опасности компонента			
		1	2	3	4
1	ПДК _п (ОДК), мг/кг	<1	1-10	11-100	>100
2	КО в почве	1	2	3	-
3	ПДК _в (ОДУ, ОБУВ), мг/л	<0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
4	КО в хоз/питьевой воде	1	2	3	4
5	ПДК _{р.х.} (ОБУВ), мг/л	<0,001	0,001-0,01	0,011- 0,1	>0,01
6	КО в рыб/хоз воде	1	2	3	4
7	ПДК _{с.с.} (ПДК _{м.р.} , ОБУВ), мг/м ³	<0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
8	КО в атмосфере	1	2	3	4
9	ПДК _{пп} (МДУ, МДС), мг/кг	<0,01	0,01-1	1,1-10	>10
10	Lg (S, мг/л)	>5	5-2	1,9-1	<1

	/ПДК _в , мг/л)				
11	Lg (C _{нас} , мг/м ³ /ПДК _{р.з} , мг/л)	>5	5-2	1,9-1	<1
12	Lg (C _{нас} , мг/м ³ /ПДК _{с.с} , ПДК _{м.р} .)	>7	7-3,9	3,8-1,6	<1,6
13	Lg K _{ow} (окт/вода)	>4	4-2	1,9-0	<0
14	LD ₅₀ , мг/кг	<15	15-150	151- 5000	>5000
15	LC ₅₀ , мг/м ³	<500	500-5000	5001- 50000	>50000
16	LC _{50водн.} , мг/л/96ч	<1	1-5	5,1-100	>100
17	БПК ₅ /ХПК 100%	<0,1	0,01-1	1-10	>10
18	Персистенность (трансформация в ОС)	Образование - ние более токсичных продуктов	Влияние других критериев в опасности	Исходная токсичность	Менее токсичных продуктов
19	Биоаккумуляция	Накопление во всех звеньях	В нескольких звеньях	В одном из звеньев	Нет
	Балл	1	2	3	4

Таблица 9.1.2

Баллы, соответствующие диапазонам изменения показателя информационного обеспечения

Диапазоны изменения показателя информационного обеспечения (n/N)	Балл
<0,5 (n<6)	1
0,5 – 0,7 (n=6 – 8)	2
0,71 – 0,9 (n=9 – 10)	3
>0,9 (n>11)	4

7. Показатель степени опасности отхода: $K = K_1 + K_2 + \dots + K_n$, где K_1, K_2, \dots, K_n – показатели степени опасности отдельных компонентов отхода.

8. Компоненты отходов, состоящие из таких химических элементов, как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, алюминий, железо, натрий, калий, кальций, магний, титан, в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относят к практически неопасным компонентам со средним баллом (X_i), равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности (W_i), равным 1Е6 (или 1000000).

Компоненты отходов природного органического происхождения – углеводы (клетчатка, крахмал и иное), белки, азотсодержащие органические соединения (аминокислоты, амиды и иное), т.е., состоящие из веществ, встречающихся в живой природе, относят к классу практически неопасных компонентов со средним баллом (X_i), равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности (W_i), равным 1Е6 (или 1000000).

9. Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю степени опасности осуществляется в соответствии с табл. 16.1.3.

Таблица 9.1.3

Степень опасности отхода в зависимости от класса опасности отхода

Класс опасности	Степень опасности (К)
I	1000000 $K > 10000$
II	10000 $K > 1000$
III	1000 $K > 100$
IV	100 $K > 10$
V	10

Упражнение 2. Определение класса опасности промышленных отходов на основе расчета индекса опасности отходов производства [13].

1. Расчет индекса опасности на основе ПДК химических веществ в почве ведут по формуле:

$$K_i = \frac{\text{ПДК}_i}{S * C_B}, \quad (9.2.1)$$

где ПДК_i– предельно допустимая концентрация токсичного химического вещества в почве, содержащегося в отходе, мг/кг; S – величина которой находится в интервале от 0 до 1 – безразмерный коэффициент, равный раствори – мости данного химического вещества в граммах на 100 г воды при 25°С (при растворимости больше 100 г в 100 г воды S принимается равным 1); C_B– содержание данного компонента в общей массе отхода, массовая доля; i – порядковый номер данного компонента.

Величину K_i округляют до первого знака после запятой. В случае, когда опасность отхода определяется по катиону или аниону токсичного компонента отхода, используется растворимость компонента отхода в пересчете на катион (анион).

2. Расчет индекса опасности при отсутствии ПДК химических веществ в почве ведут для каждого компонента отхода, используя величину ЛД₅₀ (средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг) для данного компонента (при наличии в справочнике нескольких значений ЛД₅₀ для расчета принимают минимальное значение):

$$K_i = \frac{\lg * \text{ЛД}_{50 i}}{S * 0,1 F * C_{B i}}, \quad (9.2.2)$$

где F – безразмерный коэффициент (от 0 до 1) летучести данного компонента, равный отношению давления насыщенного пара индивидуального компонента при температуре 25°С к 760 мм. рт. ст. (определяют только для веществ, имеющих температуру кипения при 760 мм рт. ст. не выше 80°С).

3. При отсутствии ПДК в почве и ЛД₅₀ для некоторых компонентов отходов, но при наличии величин классов опасности в воздухе рабочей зоны в уравнение (9.2.2) подставляют условные величины ЛД₅₀, ориентировочно определяемые по показателям класса опасности в воздухе рабочей зоны с помощью данных, представленных в табл. 16.2.1

Зависимость ЛД₅₀ от класса опасности

Класс опасности	1	2	3	4
ЛД ₅₀ , мг/кг	15	150	5000	5000

4. Рассчитав K_i , для отдельных компонентов отхода, выбирают несколько (не более трех) ведущих компонентов отхода, имеющих наименьшее значение K_i причем $K_1 < K_2 < K_3$. Затем ведут расчет суммарного индекса опасности отхода по трем ведущим компонентам при условии $2K_1 < K_3$; по двум ведущим компонентам при условии $2K_1 < K_2$, но $2K_1 < K_3$:

$$K = \frac{1^n}{n_1^2}, \quad (9.2.3)$$

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

После расчета K определяют класс опасности отхода по табл.16.2.2 при расчете на основе ПДК в почве или табл.16.2.3 при расчете на основе ЛД₅₀.

Таблица 9.2.2

Классификация опасности химических веществ на основе их ПДК в почве

Расчетная величина K	Класс опасности	Степень опасности
Менее 2	1	Чрезвычайно опасные
От 2 до 16	2	Высоко опасные
От 16,1 до 30	3	Умеренно опасные
Выше 30	4	Малоопасные

Таблица 9.2.3

Классификация опасности химических веществ по ЛД₅₀

Расчетная величина K	Класс опасности	Степень опасности
Менее 1,3	1	Чрезвычайно опасные
От 1,3 до 3,3	2	Высоко опасные
От 3,4 до 10	3	Умеренно опасные
Более 10	4	Малоопасные

Задание

1. Отход отработанного активированного угля содержит одно из органических веществ: хлороформ; четыреххлористый углерод; бензол; перхлорэтилен или толуол. Уголь подвергли обезвреживанию, при этом содержание органического загрязняющего вещества снизилось до 0,1 %. Рассчитать класс опасности отхода отработанного угля до и после обезвреживания. Справочные данные для загрязняющих веществ приведены в табл.16.2.1.

2. Шлам от мойки машин и механизмов содержит низкокипящие нефте – продукты, индустриальные масла. Класс опасности в воздухе рабочей зоны по нефти 3 – й; ЛД₅₀ (летальная доза по индустриальным маслам) равна 12000 мг/кг. Определить класс опасности шлама, загрязненного нефтепродуктами, индустриальными маслами.

3. Определить класс опасности отхода производства фторосолей, если в его состав входят сера, натрия сульфат и натрия фторид. Значение ПДК в почве для серы 160 мг/кг, для сульфатона – ПДК в почве серной кислоты 160 мг/кг, для фторида натрия – ПДК в почве для растворимой формы фтора 10 мг/кг. Растворимость в воде сульфата натрия в пересчете на сульфатон – 35,8 г в 100 г воды, фторида натрия в пересчете на фторидион – 1,95 г в 100 г воды, сера в воде практически не растворима.

Варианты заданий приведены в табл. 16.2.4.

Исходные данные (варианты).

Таблица 9.2.4

Содержание токсичных компонентов в отходе, Св, %

№ вар.	Отходы					
	Отработанный активированный уголь	Нефтешлам		Отходы производства фторосолей		
		Нефте-продукты	Индустриальные масла	Сера	Сульфатон	Фторион
1, 10	Хлороформ 35	50		34	4,7	10,0
2, 11			48	30	6,8	9,4
3, 12	Углерод четырех-хлористый 25	46		25	3,4	8,3
4, 13			44	30	7,4	7,2
5, 14	Бензол 20	42		25	13,5	6,1
6, 15			40	30	10,1	4,5

7, 16	Перхлорэтиле	37		40	10,1	9,0
8, 17	н15		35	30	13,5	4,5
9, 18	Толуол 10	33		25	16,9	6,8

Таблица 9.2.5

Физико – токсикологические параметры токсичных компонентов отходов

Загрязняющее вещество	ЛД ₅₀ , мг/кг	Растворимость, S, г/100 г воды	Летучесть F	Класс опасности в воздухе раб.	ПДК в почве, мг/кг
Хлороформ	100	0,82	0,21	2	-
Углерод четыреххлористый	5760	0,08	0,16	2	-
Бензол, нефтепродукты и масла	4600	0,08	0,1	2	0,3
Перхлорэтилен	>5000	0,015	0,013	3	0,2
Толуол	-	0,063	0,04	3	0,3
Примечание. Цифры, помеченные звездочкой, указывают растворимость в пересчете на токсичный компонент-металл.					

Упражнение 3. Отнесение отходов к классу опасности для окружающей природной среды экспериментальным методом [11]

1. Экспериментальный метод отнесения отходов к классу опасности осуществляют в специализированных аккредитованных для этих целей лабораториях.

2. Экспериментальный метод используют в следующих случаях:

- для подтверждения отнесения отходов к 5-му классу опасности, установленного расчетным методом;

- при отнесении к классу опасности отходов, у которых невозможно определить их качественный и количественный состав;

- при уточнении по желанию и за счет заинтересованной стороны класса опасности отходов, полученного в соответствии с расчетным методом.

3. Экспериментальный метод основан на биотестировании водной вытяжки отходов.

4. В случае присутствия в составе отхода органических или биогенных веществ проводится тест на устойчивость к биодegradации для решения вопроса о возможности отнесения отхода к классу меньшей опасности.

Устойчивостью отхода к биодegradации является способность отхода или отдельных его компонентов подвергаться разложению под воздействием микроорганизмов.

5. При определении класса опасности отхода с помощью метода биотестирования водной вытяжки применяют не менее двух тест-объектов из разных систематических групп (дафнии и инфузории, цериодафнии и бактерии или водоросли и т.п.). За окончательный результат принимается класс опасности, выявленный на тест-объекте, проявившем более высокую чувствительность к анализируемому отходу.

6. Для подтверждения отнесения отходов к пятому классу опасности, установленного расчетным методом, определяют воздействие только водной вытяжки отхода без ее разведения. Класс опасности (КО) устанавливают по кратности разведения водной вытяжки, при которой не выявлено воздействие на гидробионтов в соответствии со следующими диапазонами кратности разведения, приведёнными в табл. 16.3.1.

Таблица 9.3.1

Кратность разведения водной вытяжки в зависимости от КО отхода

Класс опасности	Кратность разведения водной вытяжки из отхода, при которой вредное воздействие на гидробионтов отсутствует
I	>10000
II	От 10000
III	От 1000
IV	100
V	1

Контрольные вопросы

1. Что такое отходы?
2. Классификация и паспортизация отходов.
3. Процессы переработки отходов.
4. Методы определения класса опасности отхода.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10. ФИЗИЧЕСКИЕ (ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ) ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОС. ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ШУМА. РАСЧЕТ АКУСТИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНОВ

Работа выполняется 2 часа

Цель работы: Расчет суммарного уровня шума двух источников. Расчет параметров акустического и электромагнитного экранов.

Вводная часть

Под физическими (энергетическими) загрязнениями окружающей среды необходимо понимать шум, вибрацию, тепловое, электромагнитное и ионизирующее излучение, и другие физические явления, вредно воздействующие на окружающую среду.

Шум - это сочетание звуков различной интенсивности и частоты; мешающий, нежелательный звук. Звук - это акустические колебания частотой 16-20000 Гц, распространяющийся в упругой среде, вызванные каким либо источником и воспринимаемое слуховым аппаратом человека. Инфразвук - колебания с частотой ниже 16 Гц, ультразвук - выше 20000 Гц (выше 109 Гц - гиперзвук). Источником шума являются процессы механического (соударения, скольжения и трения деталей), аэродинамического (истечения газов) и гидродинамического (истечение жидкостей) происхождения. Источник акустического излучения характеризуется значением излучаемой акустической мощности, т.е. ее спектром и диаграммой направленности [3,7].

Звук характеризуется звуковым давлением P , скоростью распространения v , длиной волны λ , частотой f . При $t = 20^\circ\text{C}$ скорость звука в воздухе $v = 344$ м/с. Между v , λ и f существует соотношение, используемое в практике борьбы с шумом:

$$v = \lambda f, \text{ м/с.} \quad (10.1)$$

Звуковые колебания в воздухе приводят к его сжатию (возрастанию давления) и разрежению (понижению давления). Разность между давлением среды $P_{\text{ср}}$ в данный момент и атмосферным давлением $P_{\text{атм}}$, называется звуковым давлением: $P = P_{\text{ср}} - P_{\text{атм}}$. Орган слуха человека различает не разность, а кратность изменения давления, поэтому шум оценивают не абсолютной величиной - звуковым давлением, а его уровнем. Уровнем звукового давления называют двадцатикратный логарифм отношения звукового давления P к пороговому значению P_0 :

$$L = 20 \lg(P/P_0), \text{ дБ,} \quad (10.2)$$

где $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па - давление, соответствующее порогу чувствительности уха (порог слышимости) на частоте 1000 Гц. Для интегральной оценки шума используется уровень шума - двадцатикратный логарифм отношения средне-квадратичного звукового давления P_A , измеренное с учетом корректировки частотной характеристикой шумомера (шкала А), отражающей частотную чувствительность человеческого уха к пороговому значению P_0 :

$$L_A = 20 \lg(P_A/P_0), \text{ дБА}, \quad (10.3)$$

Повышенный шум действует как на органы слуха, так и на весь организм. Степень вредности шума зависит от его интенсивности, спектрального состава, времени воздействия, местонахождения человека, работы, индивидуальных особенностей человека.

Шумомер измеряет шумовое давление в диапазоне $2 \cdot 10^{-5}$ - 200 Па, что соответствует диапазону 0-130 дБ. Шум 40 дБА в ночное время является серьезным беспокоящим фактором. Шум 60 дБА создает ощутимую нагрузку на нервную систему человека, занимающегося умственной деятельностью. Шум выше 70 дБА вызывает физиологические воздействия, а при 90 дБА может привести к ухудшению слуха. Шум 120 дБА является болевым порогом, выше которой приведет к разрушению слухового органа. Шум 180 дБ может создать трещины в металлах. На людей так же вредно действует инфразвук, который вызывает чувство страха, потерю ориентировки в пространстве, вредно воздействует на сердечно-сосудистую систему.

Основные направления шумозащиты:

- замена шумных источников и технологий на малошумные;
- изменения направленности излучения;
- применение акустических экранов;

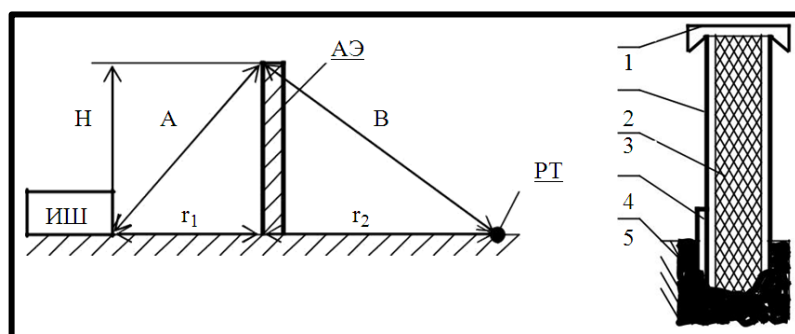


Рис. 17.1. Акустический экран АЭ

ИШ – источник шума; РТ – расчетная точка;

1 - оцинкованная сталь; 2 - асбоцементная плита;

3 - минеральная звукопоглощающая вата;

4 – металлическая стойка; 5 – фундамент.

- применение комплекса средств защиты в отдельных источниках;
- активная шумозащита.

Для уменьшения шума газовых потоков применяют реактивные и комбинированные глушители. Эффективность глушителя пропорциональна объему, числу камер и поворотов. Глушители устанавливаются в газоходах, воздухозаборах, дымовых трубах, автомобилях. Для снижения шума отдельных источников применяют звукоизолирующие капоты. Наличие проемов, щелей (для теплообмена или массообмена) ухудшает эффективность капотов. В этих случаях на выходе устанавливают экраны или глушители. Акустические экраны (АЭ) представляют собой преграду между источником шума (ИШ) и расчетной точкой (РТ). За экраном создается звуковая тень (рис. 17.1).

Основными источниками шума в городах являются автотранспорт, трамваи, поезда. В крупных городах уровни уличных шумов возрастают, в среднем, 1-2 дБ в год. Для выбора и проектирования необходимых инженерно-технических и организационно-планировочных решений необходимо провести акустические расчеты, оценить уровни шумов на территории застройки.

При распространении цилиндрической звуковой волны (от линейных источников шума) в открытом пространстве интенсивность звука изменяется обратно пропорционально расстоянию, т.е. при каждом удвоении расстояния уровень снижается на 3 дБ. К линейным источникам относятся поезда, трамваи и потоки автотранспорта.

Упражнение 1. Расчет уровня шума и акустического экрана (см. таблицу 10.2).

1. Получаем исходные данные (два источника шума, L_{of} при разных октавных частотах, расстояние от источника до расчетной точки r) из таблицы 17.1 и заносим в таблицу 17.2.
2. Рассчитываем фактические уровни шума (от линейных источников) в жилой застройке для каждой октавной частоты f по формуле:

$$L_f = L_{of} - 10 \lg(r/r_0), \text{ дБ}, \quad (10.4)$$

где L_{of} - уровни шума источников на расстоянии $r_0=7,5$ м; r – расстояния от источника до расчетной точки (рис. 17.4).

3. Определяем разности уровней шумов двух источников для каждой октавной частоты:

$$L_f = L_{f\max} - L_{f\min}, \text{ дБ.}, \quad (10.5)$$

4. Определяем суммарный уровень шума от обоих источников в расчетной точке для каждой октавной частоты:

$$L_f = L_{f\max} + \Pi, \text{ дБ}, \quad (10.6)$$

где $L_{f\max}$ – наибольший уровень шума из двух источников при данной октавной частоте; Π – поправка, зависящая от разности уровней шумов двух источников L_f при данной октавной частоте (рис. 17.2), при L_f 10 дБ поправка $\Pi=0$.

5. Начертить график зависимости предельно-допустимых уровней в зависимости от октавных частот (рис. 17.3), там же построить график зависимости полученных суммарных уровней шумов от двух источников L_f от октавных частот. Сравнить полученные значения с нормативными уровнями.

6. Рассчитать акустический экран (обычный), устанавливаемый на расстоянии $r_1=5$ м, при этом принять высоту экрана $H=5-6$ м.

$$L = 20 \lg N - 10 \lg n, \text{ дБ}, \quad (10.7)$$

где $N=2 /$ - число Френеля; n - число свободных ребер (для обычного АЭ $n=3$; для Г - образного - 2; для П - образного - 1); $=A+B-r_1-r_2$, м; r_2 – расстояние от экрана до расчетной точки $r_2=r-r_1$; $A = \sqrt{N} r_1^2$; $B = \sqrt{N} r_2^2$; длину волны можно определить по (14.1) при частоте $f=1000$ Гц.

7. Определяем уровень шума в расчетной точке после установки экрана:

$$L_{1000} = L_{1000} - L, \text{ дБ.}, \quad (10.8)$$

Если уровень шума больше чем ПДУ (рис. 17.3), увеличиваем высоту H экрана и расчет производим повторно до получения уровня шума ниже ПДУ.

Таблица 10.1

Исходные данные. Уровни шума источников L_{0f} , дБ, на расстоянии $r_0=7,5$ м.

№ вар	Источник	r, м	Октавная частота f, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1, 10	Автодорог а	75	88	86	85	83	81	80	79	75
	Трамв/пут и	100	70	69	67	65	63	65	64	62
2, 11	Автодорог а	50	92	91	89	86	79	77	75	73
	Ж/дорога	100	88	86	85	83	81	80	78	72
3, 12	Трамв/пут и	50	65	63	60	58	57	54	52	51
	Ж/дорога	75	65	65	68	69	77	79	83	85
4, 13	Автодорог а	75	83	82	81	77	76	75	74	73
	Трамв/пут и	100	55	57	58	59	61	63	65	67
5, 14	Автодорог а	50	83	82	81	77	76	75	74	73
	Ж/дорога	100	91	89	88	86	84	83	81	75
6, 15	Трамв/пут и	50	70	69	67	65	63	65	64	62
	Ж/дорога	75	65	65	68	69	77	79	83	85
7, 16	Автодорог а	75	78	75	73	69	68	67	65	64
	Трамв/пут и	100	55	57	58	59	61	63	65	67
8,	Автодорог	50	88	79	77	75	75	74	72	70

17	а		1							
	Ж/дорога	100	67	70	76	79	83	85	87	
9, 18	Трамв/пут и	50	55	56	57	59	61	63	64	
	Ж/дорога	75	65	68	69	77	79	83	85	

Таблица 10.2

Методика расчета уровней шумов двух источников при разных частотах

f, Гц	L _{0f} , дБ (табл. 17.1)		L _f , дБ (табл. 17.4)		L _f , дБ (17.5)	П (рис. 17.2)	L _f , дБ (17.6)
	Источни к 1	Источни к 2	Источни к 1	Источни к 2			
63							
125							
250							
500							
1000							
4000							
8000							

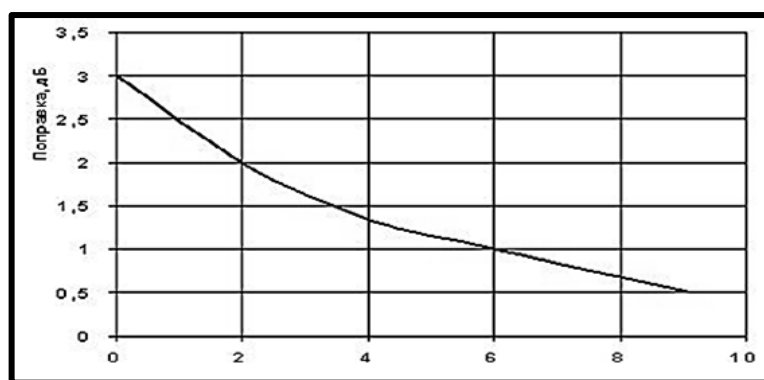


Рис.17.2. Поправка при суммировании уровней шума (к большему) в зависимости от разности уровней

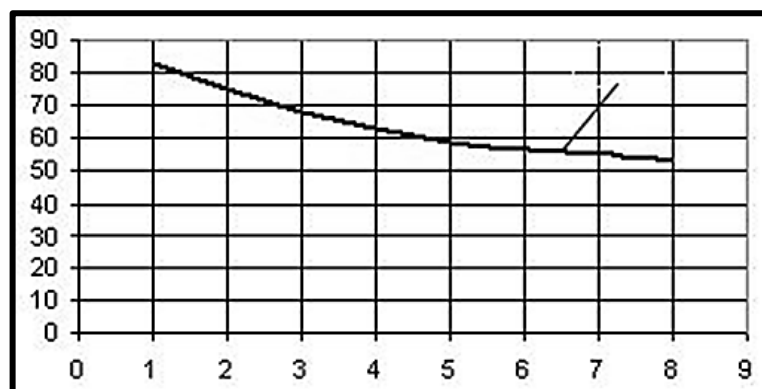


Рис. 17.3. Предельнодопустимые уровни
в зависимости от октавных частот

Упражнение 2. Расчет электромагнитного экрана для защиты от ионизирующих излучений.

Ионизирующее излучение – это физическое явление, связанное с излучением потока частиц или электромагнитной энергии, приводящее к ионизации окружающей среды (рис. 17.4):

- излучение – поток ядер гелия состоящих из двух протонов и двух нейтронов. Заряд +2, масса 4 а.е.м., энергия 4-9 МэВ ($1\text{эВ}=1,6 \cdot 10^{-19}\text{Дж}$), скорость 20000 м/с, пробег в воздухе 8-9 см и в биологической ткани – десяткимикрон, удельная ионизация 25-60 тыс. пар ион/см;
- излучение – поток электронов (-) или позитронов (+). Заряд электрона -1 и заряд позитрона +1, масса $9,1 \cdot 10^{-31}\text{кг}$, энергия – 0,15-3,6 МэВ, пробег в воздухе 22-1400 см, в биологической ткани – 0,02-1,9 см;
- излучения – поток фотонов с энергией 0,01-10 МэВ, излучается при ядерных превращениях и аннигиляции «частица – античастица», заряд – 0, масса покоя – 0, скорость – 300000 км/с; рентгеновское излучение – поток фотонов с энергией 1-1000 кэВ;
- нейтронное излучение – поток нейтронов. Заряд – 0, масса - 1а.е.м., энергия – 0,1-20 МэВ, излучается при ядерных превращениях, пробег больше чем другие излучения.

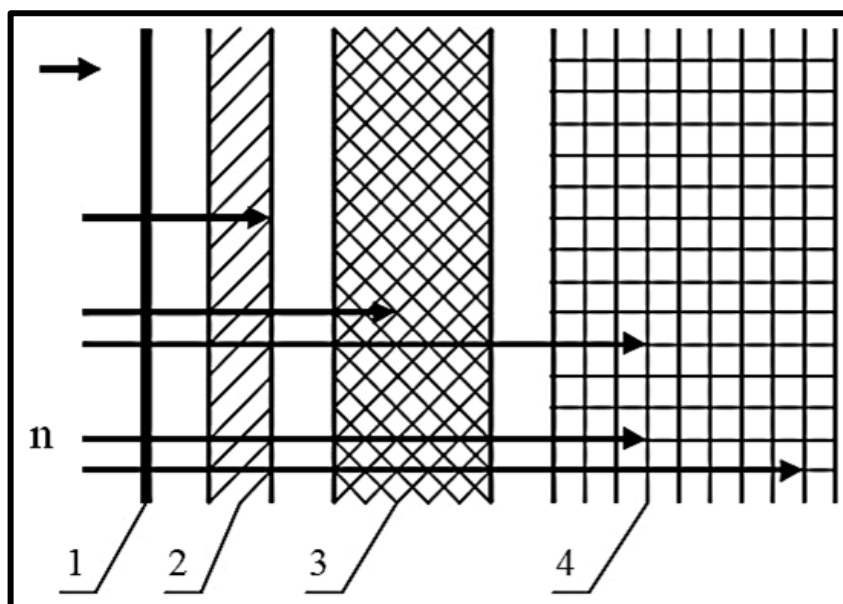


Рис. 17.4. Проникающая способность
ионизирующих излучений

1 – бумага (0,2мм); 2 – оргстекло (10мм);
3 – свинец (15см); 4 – бетон (3м)

Наиболее опасными являются - излучения и нейтроны, так как имеют наибольшие пробеги.

Методы и средства защиты от ионизирующих излучений следующие: установление предельно допустимых доз облучения; контроль уровня радиации; изоляция излучающих объектов; применение вентиляции и вытяжных шкафов; применение защитных экранов.

Защитными экранами от ионизирующих излучений являются стенки контейнеров для перевозки изотопов, стенки сейфов для хранения изотопов, а также специальные экраны. Для защиты от частиц достаточен слой воздуха толщиной 5-6 см, но одновременно могут быть и другие излучения. Для защиты от излучений применяют экраны из материалов малой атомной массы (алюминий), от α -излучений и нейтронов – из материалов большой атомной массы и плотности (свинец, вольфрам, бетон).

Задание. Рассчитать экран для защиты от источника ионизирующих излучений в рабочем помещении. Согласно нормативу при 6-часовом рабочем дне предельно допустимая доза облучения составляет $W_d = 1,4$ мР/ч.

Для расчета защитных экранов от ионизирующих излучений необходимо знать данные об источнике излучения, расстояния от источника и выбрать материал защитного экрана.

1. Рассчитывают коэффициент ослабления экрана:

$$K = \frac{8,4mRa}{R^2W_d}, \quad (10.9)$$

где m_{Ra} , [мг-экв. Ra] - эквивалент источника – условная масса ^{226}Ra , создающего на некотором расстоянии такую же мощность экспозиционной дозы, как и данный источник (1 мг-экв. Ra=8,4 Р/ч на расстоянии 1см); R – расстояние от источника, см; W_d – предельно-допустимая доза облучения, мР/ч.

2. Выбирают материал и его толщину. Для этого можно использовать график зависимости коэффициента ослабления материала от толщины (рис. 17.4).

Таблица 10.3

Исходные данные (варианты)

№ вар	m_{Ra} , [мг-экв. Ra]	R, см	№ вар	m_{Ra} , [мг-экв. Ra]	R, см
1, 10	665000	200	6, 15	661000	190
2, 11	555000	150	7, 16	962000	250
3, 12	645000	180	8, 17	863000	230
4, 13	535000	130	9, 18	764000	220
5, 14	625000	170	19, 20	665000	180

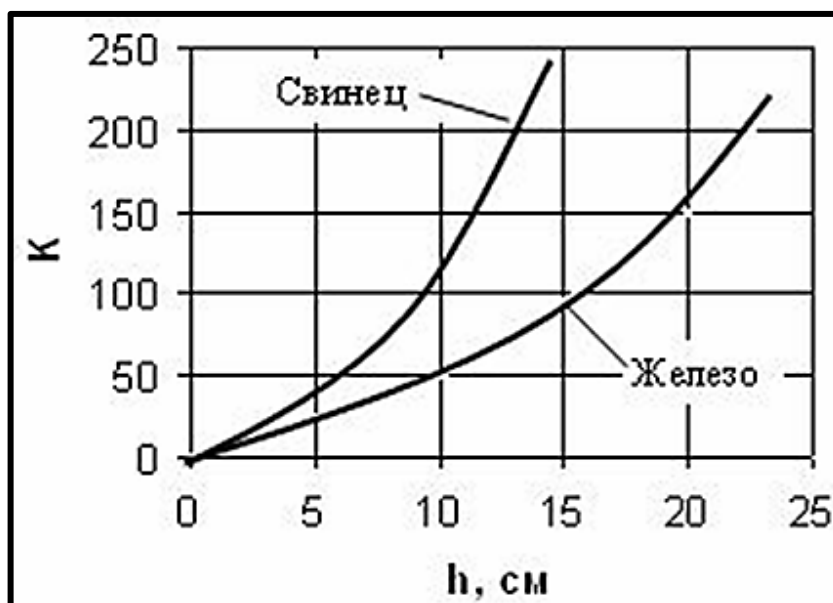


Рис. 17.4. Зависимость коэффициента ослабления экрана от толщины материала.

Контрольные вопросы

1. Что такое физические (энергетические) загрязнения?
2. Шум, звук, инфразвук и ультразвук. Основные параметры.
3. Методы и средства защиты от шума и вибрации.
4. Ионизирующие излучения и его виды.
5. Методы и средства защиты от ионизирующих излучений.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАМЕРА КАЧЕСТВА ВОДЫ И ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Цель: ознакомиться с приборами и оборудованием, применяемых для замера качество воды и воздуха промышленных предприятий. Изучить технические характеристики данных приборов и спектр их применения.

Теоретическая часть

1. Концентратомер нефтепродуктов в воде ИКН – 025

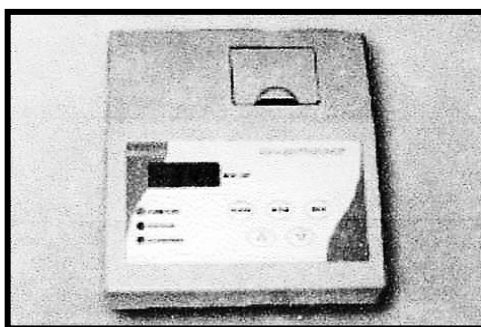


Рис. 1. Икн – 025

Прибор для измерения концентрации нефтепродуктов в воде

Концентратомер нефтепродуктов **ИКН – 025** предназначен для измерения массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, сточных и природных водах ИК – спектрофотометрическим методом в соответствии с ГОСТ Р 51797 – 2001, методиками ФР1.21.2007.03234, ПНД Ф 14.1: 2.5 – 95, РД 52.2 4.476 – 95. Также **ИКН – 025** используется для измерения массовой доли нефтепродуктов в почвах и донных отложениях в соответствии с ПНД Ф 16.1:2.2.22 – 98, что объясняет **востребованность ИКН – 025** в различных отраслях.

В **ИКН – 025** реализована двухволновая оптическая схема с измерительной длиной волны 3,42 мкм (2930 1/см).

Внесен в Госреестр СИ РФ №19929 – 06.

Комплект поставки

1. Комплект без экстрактора:
 - концентратомер нефтепродуктов ИКН – 025;

- комплект эксплуатационной документации (паспорт, руководство по эксплуатации, методика поверки);

- ГСО 7248 – 96 состава раствора нефтепродуктов в четыреххлористом углеро де (1 комплект – 5 ампул)(по заказу).

2. Комплект с экстрактором:

- концентратомер нефтепродуктов ИКН – 025;

- хроматографические колонки (6 шт.) и штатив для колонок;

- комплект эксплуатационной документации (паспорт, руководство по эксплуатации, методика поверки);

- ГСО 7248 – 96 состава раствора нефтепродуктов в четыреххлористом углеро де (1 комплект – 5 ампул).

- экстрактор, блок управления, делительная воронка ВД – 3 – 1000, паспорт.

2. Промышленный газоанализатор CO, CO₂, O₂ ИГМ1200

Газоанализатор ИГМ различных моделей (портативные и стационарные типы)

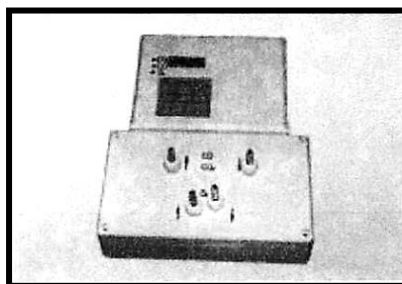


Рис. 2. Промышленный
газоанализатор ИГМ 1200 (CO, CO₂, O₂)

Промышленный оптический (NDIR) газоанализатор **ИГМ 1200** предназначен для измерения CO и CO₂ с дополнительным электрохимическим каналом O₂ для контроля процессов горения. Высокая чувствительность, быстрота и непрерывность действия которыми **отличается газоанализатор ИГМ 1200**, широко востребованы на предприятиях топливно – энергетического комплекса: тепловых станциях, котельных, а также в составе систем безопасности печей металлургических производств.

Особенности:

- Высокая чувствительность – 0.01 % об. CO и CO₂
- Непрерывный режим измерения
- Быстродействие – 2 сек
- Возможность подключения дополнительных сенсоров (Ж)х, H₂)
- Микропроцессорное управление

- Компенсация показаний по давлению и температуре
- Корпус с защитой IP 65
- Габариты – 24х12х30см

Области применения: теплоэнергетика, металлургическая промышленность.

3. Прибор контроля параметров воздушной среды МЭС–200

В состав МЭС входят универсальный измерительный блок электроники, базовый измерительный щуп, набор сменных щупов, являющихся законченными модулями и зарядное устройство.

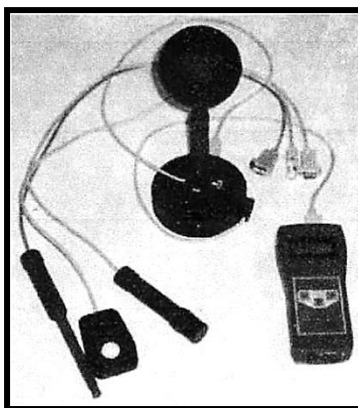


Рис. 3. Схемы подключения МЭС к персональному компьютеру, протоколы обмена и инструкция по работе с программой поставляются по специальному заказу.

В соответствии с ГОСТ 112.1.005 – 88 позволяет выбрать оптимальную защиту от воздействия факторов среды

Стандартные каналы связи RS 232 и RS 485

Метеометр позволяет запоминать результаты измерений всех параметров с привязкой к номера включения.

Предназначен для измерения:

- атмосферного давления,
- относительной влажности воздуха,
- температуры воздуха,
- скорости воздушных потоков,
- интегрального показателя тепловой нагрузки среды (ТНС – индекса),
- температуры влажного термометра,
- концентрации токсичных газов CO; H₂S; SO₂
- энергетической освещенности,
- яркости и коэффициента пульсации оптического излучения в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра в атмосфере и внутри помещений.



Рис. 4. Прибор уникален по сочетанию измеряемых факторов окружающей среды.

Модульная конструкция позволяет поэтапно наращивать его возможности.

Область применения

Контроль параметров атмосферы рабочей зоны, а также жилых и административных помещений в соответствии с нормативными документами

В состав МЭС входят универсальный измерительный блок электроники, базовый измерительный щуп, набор сменных щупов, являющихся законченными модулями и зарядное устройство.

Набор дополнительных щупов для МЭС – 200

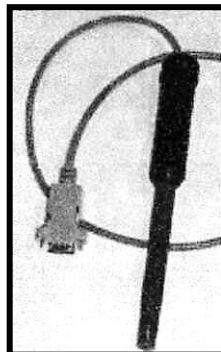


Рис. 5. Щуп измерительный базовый

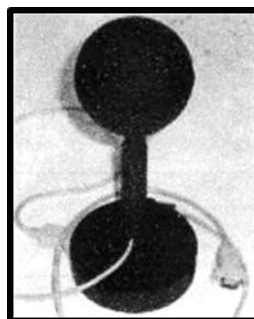


Рис. 6. Щуп – измеритель температуры черного шара

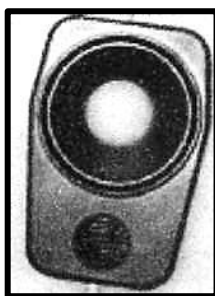


Рис. 7. Щуп – измеритель освещенности и коэффициента пульсации

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями.
2. Проконтролировать усвоение теоретического материала с помощью контрольных вопросов.
3. Описать технические характеристики концентратомера нефтепродуктов в воде ИКН – 025, промышленный газоанализатор CO, CO₂, O₂ ИГМ1200, набора дополнительных щупов для МЭС – 200.
4. Сделать выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Какие приборы для замера качества воды и воздуха промышленных предприятий вы знаете?
2. Охарактеризуйте приборы для замера качества воздуха промышленных предприятий.
3. Особенности ИГМ1200.
4. Предназначение метеометра МЭС – 200.
5. Назовите набор дополнительных щупов для МЭС – 200.

Таблица 11.1

Технические характеристики ИКН – 025

Параметр	Значение
Предел обнаружения нефтепродуктов в воде	От 0,02 мг/дм ³
Диапазон измерения нефтепродуктов в СС14	2 – 300, мг/дм ³
Абсолютная погрешность измерения	$\pm(1+0,02*C)$, мг/дм ³ , где С – текущее значение

	концентрации
Дрейф нуля за 8 часов	£1 мг/дм ³
Быстродействие	10 с
Время прогрева	1 мин
Выходные сигналы	ЖК – индикатор
Калибровка	По нулю и одной точке поверочного раствора
Рабочий диапазон температур	+10...+35 С
Диапазон давления	600 – 800 мм рт.ст.
Питание	От адаптера 220/+5В, 100 мА
Объем кюветы	2 мл
Габаритные размеры	200'200'70 мм
Вес	<1 кг
Гарантийный период	1 год

Таблица 11.2

Технические характеристики ИГМ1200

Параметр	СО канал	СО ₂ канал	О ₂ канал
Метод измерения	Оптический (ИК абсорбционный)	Оптический (ИК абсорбционный)	Электрохимический
Диапазон измерения	0 – 10% об.	0 – 10% об.	0 – 21% об.
Основная абсолютная погрешность измерения, % об.	±(0,05+0,05*С)	±(0,01+0,05*С)	±(0,01+0,05*С)
Дополнительная погрешность (в долях от основной) от дрейфа выходного сигнала (за 24 ч.)	0,5		
Дополнительная погрешность (в долях от основной) от	0,5		

измерения температуры (на 10 С)	
Быстродействие	4 с
Выходные сигналы	Цифровой выход по протоколу RS485 Светодиодное табло
Калибровка	По нулю и одной точке
Рекомендуемый интервал калибровки	Один месяц
Рабочий диапазон температур	0...+50 С
Температура хранения	- 30...+50 С
Влажность	От 30 до 98% относительной влажности (без конденсата)
Диапазон давления	600 – 800 мм рт.ст.
Питание	~12 В, 2,5 А максимум (1,1 А среднее)
Исполнение корпуса	IP 65
Вес	<4 кг
Гарантийный период	1 год

Таблица 11.3

Технические характеристики щупа измерительного базового

Контролируемые параметры	Т, Н, Р, V
Температура	- 40...+86 С
Абсолютная погрешность	±0,2°С в диапазоне – 10...+50°С ±0,5°С в диапазоне – 40...+50°С ±0,5°С в диапазоне +50...+85°С
Относительная влажность	10 – 98%
Абсолютная погрешность в диапазоне 10 – 98%	±3%

Скорость воздушного потока	0,1 – 20 м/с
<p>Основная абсолютная погрешность измерения не более значений, вычисленных по формулам:</p> <p>$\pm(0,05+0,05V)$ в диапазоне скоростей 0,1 – 0,5 м/с;</p> <p>$\pm(0,1+0,05V)$ в диапазоне скоростей 0,5 – 2 м/с;</p> <p>$\pm(0,5+0,05 V)$ в диапазоне скоростей 2 – 20 м/с,</p> <p>где V – измеряемое значение скорости воздушного потока, м/с</p>	
Давление	80 – 110 кПа (600 – 825 мм рт.ст.)
Абсолютная погрешность	<p>$\pm 0,3$ кПа (2,3 мм рт.ст.) при $T=0\dots 60^{\circ}\text{C}$</p> <p>$\pm 1$ кПа (7,6 мм рт.ст.) при $T= - 20\dots 0^{\circ}\text{C}$</p>

Таблица 11.4

Технические характеристики щупа – измерителя температуры черного шара

Диапазон измерений температуры внутри черного шара	$- 40\dots +85^{\circ}\text{C}$
Абсолютная погрешность измерения температуры внутри черного шара	<p>$\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ при $- 10\dots +50^{\circ}\text{C}$</p> <p>$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ при $- 40\dots - 10^{\circ}\text{C}$</p> <p>$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ при $+50\dots +85^{\circ}\text{C}$</p>
Диапазон измерения интегрального показателя тепловой нагрузки среды (ТНС – индекса)	$0\dots +45^{\circ}\text{C}$
Абсолютная погрешность измерения	$\pm 0,2^{\circ}\text{C}$
Диапазон измерения температуры влажного термометра (вычисляется)	$0\dots +50^{\circ}\text{C}$
Абсолютная погрешность измерения	$\pm 0,2^{\circ}\text{C}$

Таблица 11.5

Технические характеристики люксметра – яркометра
(щуп – измеритель освещенности и коэффициента пульсации)

Параметр	Измерения
Предел допускаемой основной относительной погрешности	10%
Спектральный диапазон	0,38 – 0,8 мкм
Измеряемый диапазон	1 – 200000 лк; 1 – 200000 Кд/м

Таблица 11.6

Технические характеристики щупа электрохимического сменного

Концентрация токсичных газов:	
CO	0 – 120 мг/м ³
H ₂ S	0 – 45 мг/м ³
SO ₂	0 – 50 мг/м ³
Погрешность измерения концентрации токсичных газов соответствует ГОСТ 12.1005 – 88.	
Предусмотрена возможность подстройки нуля и чувствительности от ПК	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Процессы и аппараты химической технологии / Под ред. А.М. Кутепова. Т.1 и 2. М.: Логос, 2002. - 600 с.
2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / Под ред. В.Г. Айнштейна. Кн. 1 и 2. М.: Логос, ВШ, 2003.- 1760с.
3. Инженерная экология / Под. ред. В.Т. Медведева. М.: Гардарики, 2002. -688 с.
4. Инженерная экология и экологический менеджмент / Под. ред. Н.И. Ива-нова и И.М. Фадина. М.: Логос, 2003. - 528 с.
5. Баранов Д.А., Кутепов А.М. Процессы и аппараты. М.: «Академия», 2004. - 304 с.
6. Белов С.В. Охрана окружающей среды. М.: ВШ, 1991. - 319 с.
7. Тагоев С.А., Мингазетдинов И.Х. и др. Процессы и аппараты защиты окружающей среды / Практикум / Под ред. Глебова А.Н., Казань: Изд. «Экоцентр». 2005. - 94с.
8. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод. М.: Стройиздат. 1979. – 320с.
9. Белов С.В. Средства защиты в машиностроении. М.: Машиностроение. 1989. – 368с.
10. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т.1-4. – Калуга: Издво Н. Бочкаревой, 2003.
11. Белоусова О.А., Струкова Л.В., Горшкова А.Н. Промышленная экология. Издво ГОУ ВПО УГТУ-УПИ – 2006.
12. Родионов, А.И. Техника защиты окружающей среды / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. М. : Химия, 1989. - 512 с.
13. Сорокин Ю.П. Природопользование. Практикум. Санкт-Петербургский технический университет. СПб, 2007. 91с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П1

Характеристика пылей цементного производства

Технологическое оборудование	Объем, м ³ /кг	Температура, °С	Концентрация пыли, г/м ³	УЭС (уд. эл. Сопротивление), 10 ⁸ Ом м	Состав частиц размером до 5 мкм, %	Плотность, кг/м ³
Печи длиной: до 100 м 100—127 м. 127—150 м 170 м 185 м	3,8-6,0 3,5-6,8 3,5-6,0 4,2-5,9 3,9-5,7	225-385 180-300 170-260 195-250 180-250	10-48 10-66 10-49 10-60 10-55	1-20 0,18-2,3 0,25-90 0,25-3,3 0,18-20	17-36 8-30 10-41 19-52 36-49	2670-2820 2540-2990 2630-3300 2710-2870 2650-2950
Печи с циклонными теплообменниками	2,5-3,3	190-380	16-60	1-1000	51-75	2640-840
Колосниковые холодильники	1,0-2,9	90-90	5-40	2,8-13	15-17	3060-300
Сырьевые мельницы открытого цикла	0,2-0,7	60-00	120-410	1-600	26-65	2690-790
Сушильные барабаны	0,5-1,1	70-50	15-0	0,12-300	5-36	2630-710

Таблица П2

Характеристика газов производства глинозема

Газы	Объем, тыс. м ³ /ч	Температура, С	Запыленность, г/м ³	Запыленность после электрофльтрации, г/м ³
Печи спекания	100-300	300	40-150	1-2
Печи кальцинации	10-70	300	200-700	0,1-1

и				
Печи обжига	40	500	5	-
Печи цементные	400	500	30	1-1,5

Таблица ПЗ

Характеристика газов медеплавильных заводов

Газы	Характеристика газов перед аппаратом предварительной очистки				Запыленность перед тонкой
	Температура, С	Запыленность, г/м ³	Состав, %(об)	Ср. диаметр частиц, мкм	Очистки, мкм
Обжиговых печей	500-700	35-40	SO ₂ 6-9 SO ₃ 0,1-0,2	4	12-20
Шахтных печей	350-550	10-15	SO ₂ 4-5,5	0,6	3-6
Отражательных печей	300-400	5	SO ₂ 1-1,2 CO ₂ 7	1,5-2	1-2,5
Конверторов	900-1000	5-15	SO ₂ 6-7,5	0,5	1-6
Сушилок	150-250	20-40	SO ₂ 3,1 CO 0,3	2,5	5-20

Таблица П4

Характеристика сточных вод НПЗ

Вид установки или производства	Концентрация загрязнений, мг/л				Запыленность перед тонкой
	Температура, С	Запыленность, г/м ³	Состав, % (об)	Ср. диаметр частиц, мкм	Очистки, мкм
Обжиговых печей	500-700	35-40	SO ₂ 6-9 SO ₃ 0,1-0,2	4	12-20
Шахтных печей	350-550	10-15	SO ₂ 4-5,5	0,6	3-6
Отражательных печей	300-400	5	SO ₂ 1-1,2 CO ₂ 7	1,5-2	1-2,5
Конверторов	900-1000	5-15	SO ₂ 6-7,5	0,5	1-6
Сушилок	150-250	20-40	SO ₂ 3,1 CO 0,3	2,5	5-20

Таблица П4

Характеристика сточных вод НПЗ

Вид установки или производства	Концентрация загрязнений, мг/л				ХПК, мг О ₂ /л	БПК, мг О ₂ /л	
	нефтеп родукт	Взвеш вещес тва	Прочие вещества				
			Название	Значен ия			
1	2	3	4	5	6	7	
ЭЛОУ- АВТ, нефтеосо- держащие нейтраль- ные воды	5000	250	Хлориды Фенолы ПАВ	3000	600	300	
	350	120		1200			500
				8/5 15/10			
ЭЛОУ- АВТ, нефтеосо- лосодержа- щие воды	15 000	350	Хлориды Фенолы ПАВ	15 000	2200	1100	
	5000	150		6000			900
				5/4 120/90			
Каталитиче ского или термическо го крекинга	300	400	Тринат- рийфосфат	5000	750	400	
Каталитиче ского ри- форминга	300	70	-	-	700	350	
Вторичной перегонки бензинов	250	60	-	-	450	250	
Производст ва серы (с регенерацие й моно-	50	150	Моноэтано- ламин	10	300	100	

этаноламин а)						
Карбамидно й депара- финизации дизельного топлива	500	120	Карбамид	1500		
			Аммонийны й	850	1040	840
	400	120	азот	150/100	950	550
			Дихл-метан	15/10		

Таблица П5

Коэффициенты W_i для отдельных компонентов опасных отходов[11]

Компонент	X_i	Z_i	lgW_i	W_i
Медь	2,17	2,56	2,56	358,9
Ртуть	1,25	1,33	1,00	10,0

Таблица П6

Параметры компонентов отходов (КО – класс опасности)[11]

Параметр	Компонент отхода								Взв. в-ва
	FeO	Al	S	P	Fe	CaO	SiO2	Cl	
ПДК _п (ОДК), мг/кг	>100	-	>10 0	-	>100	-	>100	>100	-
КО в почве	-	-	-	-	3-	-	-	4	-
ПДК _в (ОДУ, ОБУВ), мг/л	0,11- 1	0,11- 1	-	-	0,11- 1	-	>1	-	0,11-1
КО в хоз/питьев воде	3	2	-	-	3	-	4	-	-
ПДК _{р.х.} (ОБУВ),мг/л	0,11- 1	>0,1	>0,1	0,011 -0,1	0,11- 1	>0,1	-	>0,1	>0,1

КО в рыб/хоз воде	2	2	-	3	3	-	4	3	-
ПДК _{сс} (ПДК _{мр} ОБУВ), мг/м ³	0,01	0,01	0,11	0,01	0,01	0,11	0,11	0,01	0,1
КО в атмосфере	2	2	-	-	3	3	3	-	3
ПДК _{пп} (МДУ, МДС), мг/кг	10	-	-	-	10	-	-	-	-
Lg (S, мг/л / ПДК _в , мг/л)	1	-	1	1	1	-	1	1	-
Lg (C _{нас} , мг/м ³ /ПДК _{р,з} , мг/л)	1	-	-	-	1	-	1	-	-
Lg (C _{нас} , мг/м ³ /ПДК _{сс})	1,6	-	-	-	1,6	-	1,6	-	-
LD ₅₀ , мг/кг	5000	151- 5000	-	500- 5000	-	5000	-	15- 150	-
LC ₅₀ , мг/м ³	5001- 5000 0	-	500	500	-	-	-	500	-
Персистентнос ть	Близ ка	мене е	-	-	мене е	мене е	менее	-	менее
Биоаккумуляц ия	Нет	Нет	-	-	Нет	Нет	Нет	-	Нет

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
по дисциплине
**«ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА»**
для студентов направления подготовки
Профессиональное обучение (по отраслям),
профиль «Безопасность технологических процессов и производств».

С о с т а в и т е л ь:
Черникова Софья Александровна

Печатается в авторской редакции.
Компьютерная верстка и оригинал-макет автора.

Подписано в печать _____
Формат 60x84¹/₁₆. Бумага типограф. Гарнитура Times
Печать офсетная. Усл. печ. л. _____. Уч.-изд. л. _____
Тираж 100 экз. Изд. № _____. Заказ № _____. Цена договорная.

Издательство Луганского государственного
университета имени Владимира Даля

Свидетельство о государственной регистрации издательства
МИ-СРГ ИД 000003 от 20 ноября 2015г.

Адрес издательства: 91034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20а
Телефон: 8 (0642) 41-34-12, факс: 8 (0642) 41-31-60
E-mail: izdat.lguv.dal@gmail.com **http:** //izdat.dahluniver.ru