Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»
Дата и время: 2024-02-21 00:00:00
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Новокузнецкий институт (филиал)

Факультет физической культуры, естествознания и природопользования
Кафедра геоэкологии и географии

Исакова Е.В.

Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Экологическая безопасность»

для обучающихся по направлению подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность
профиль: Безопасность технологических процессов и производств

Новокузнецк 2020

Исакова Е.В.

Методические указания к выполнению практических работ : метод. реком. для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность /Е.В.Исакова. – Новокузнецкий ин-т (фил.) Кемеров. гос. ун-та. – Новокузнецк : НФИ КемГУ, 2020. – 92 с. – Текст : непосредственный.

В настоящих методических указаниях для студентов представлены рекомендации по подготовке, выполнению и защите практических работ по дисциплине «Промышленная экология» обучающимися по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность.

Рекомендовано
на заседании кафедры
геоэкологии и географии
16 сентября 2020 г.
Заведующий кафедрой
геоэкологии и географии

Ю.В. Удодов

Утверждено
методической комиссией
факультета физической культуры,
естествознания
05 октября 2020 г.
Председатель методической
комиссии ФФКЕП

Н.Т. Егорова

Исакова Е.В.., 2020
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», Новокузнецкий институт (филиал), 2020

Текст представлен в авторской редакции

ВВЕДЕНИЕ

Цель занятий: закрепление и углубление знаний, полученных в лекционном курсе и в результате самостоятельного изучения учебной литературы, нормативно-правовой документации, а также приобретение практических навыков расчетов.

Продолжительность занятий: 90 мин.

Обеспеченность студентов: писчая бумага, калькулятор, ручка, карандаш, линейка.

По результатам занятия каждый студент должен подготовить отчет о выполненной работе.

Содержание отчета: задание с исходными данными; расчетная часть; выводы.

При выполнении практических занятий, выбор задания студентами осуществляется согласно номеру списка в журнале посещаемости занятий группы.

Темы практических/семинарских занятий

№ п/п	**Наименование раздела дисциплины**	**Содержание**
Раздел 1 **Принципы экологической безопасности и задачи промышленной экологии**		
1.	Практическое занятие	Основные стандарты качества окружающей среды. Изучение нормативно-методической документации.
Раздел 2 **Промышленные производства и их влияние на окружающую среду**		
2.	Практическое занятие	Источники промышленного воздействия на ОС. Определение категории опасности предприятия (КОП) по степени воздействия на атмосферу.
Раздел 3 **Экологическая стратегия и политика развития производства**		
3.	Практическое занятие	Экологический паспорт промышленного предприятия.
Раздел 4 **Технологии обеспечения экологической безопасности**		
4.	Практическое занятие	Расчет рассеивания нагретых выбросов вредных веществ в атмосфере.
5.	Практическое занятие	Расчет рассеивания холодных выбросов вредных веществ в атмосфере.
6.	Практическое занятие	Расчет выбросов систем складирования угля
7.	Практическое занятие	Расчет выброса загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельной.
8.	Практическое занятие	Расчет пылеосадительной камеры.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
	Расчет оборудования для очистки отходящих газов	
9.	Практическое занятие Расчет оборудования для очистки отходящих газов	Расчет циклона.
10.	Практическое занятие Расчет оборудования для очистки отходящих газов	Расчет скруббера Вентури.
11.	Практическое занятие Расчет оборудования	Расчет вертикального отстойника.
12.	Практическое занятие Расчет оборотных и замкнутых систем водопользования	Расчет концентрации солей в воде продувки для замкнутой системы водопользования
13.	Практическое занятие Расчет оборотных и замкнутых систем водопользования	Расчет оборотной системы водоснабжения
14.	Практическое занятие Расчет оборудования	Расчет первичного отстойника
	Название Раздела 5	**Отраслевая промышленная экология**
15.	Практическое занятие Промышленная экология: черная металлургия	Вопросы для обсуждения: 1. Выбросы коксохимического производства. 2. Выбросы агломерационного производства 3. Выбросы доменных цехов 4. Выбросы сталеплавильных цехов 5. Очистка выбросов на коксохимических заводах 6. Очистка выбросов на агломерационных фабриках 7. Очистка выбросов сталеплавильных цехов.
16.	Практическое занятие	Тема:Промышленная экология: черная металлургия Вопросы для обсуждения: *1.Характеристика сточных вод и их очистка* -Рудообогатительные предприятия -Коксохимическое производство -Доменное производство -Сталеплавильное производство *2. Отходы металлургического производства*
17.	Практическое занятие	Тема: Промышленная экология отраслей производства Вопросы для обсуждения: Пути решения экологических проблем:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		- цветная металлургия. - химическая и нефтехимическая промышленность. - машиностроительная промышленность. - горно-добывающая промышленность Радиационная экология.
18.	Практическое занятие Расчет платы за загрязнение окружающей среды	Расчет платы за загрязнение окружающей среды промышленным предприятием.

Практическое занятие 1. Основные стандарты качества окружающей среды.

Задачи:

1. Ознакомиться с теоретическими материалами
2. Изучить нормативно-методическую документацию.

Стандарты качества окружающей среды - это совокупность единых требований к состоянию природных и промышленных объектов. В них предусмотрены меры, позволяющие обеспечить оптимальное состояние окружающей среды, ее качество, которые состоят из технических, экономических, организационных норм, определяющих качественные параметры окружающей среды. **Перечень основных нормативно-технических документов, используемых в природоохранной и природовосстановительной деятельности, приведен в Экологическом словаре (1993).**

В качестве критериев оценки состояния окружающей среды служат показатели естественного ненарушенного состояния природных комплексов или фоновые параметры среды. Нормативные показатели, характеризующие меру возможного воздействия на природу, устанавливают на основе специальных исследований или в результате экспертных оценок. Исключить попадание вредных веществ в окружающую среду в силу экономических и технологических причин невозможно, поэтому приходиться вводить нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ. Все существующие нормы ПДК представляют собой компромисс между допустимым и реально существующим уровнем загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Нормативные показатели, использующиеся для мониторинга, делятся на две основные группы: *санитарно-гигиенические и экологические.*

Санитарно-гигиенические показатели устанавливаются исходя из требований экологической безопасности населения, но они не учитывают реакции других организмов

на загрязнение. Поэтому для оценки состояния природной среды используют также *экологические критерии*, которые рассматриваются как мера антропогенного воздействия на экосистемы и ландшафты. К ним относятся индикаторы состояния воздуха, вод, почв и биогеоценотического покрова в целом, а также важное место занимают биоиндикаторы. Сочетание разнообразных критериев дает возможность получить комплексную оценку экологической ситуации. Существует много подходов к решению данной задачи, но в целом поиск комплексных показателей состояния окружающей среды остается сложной и до конца не решенной задачей.

Нормирование атмосферных загрязнений

Согласно **ГОСТу 17.2.1.04-77,** загрязнением атмосферы называется изменение состава атмосферы в результате наличия в ней примесей. Загрязнение, обусловленное деятельностью человека, называется антропогенным загрязнением. Под примесью тот же ГОСТ понимает рассеянное в атмосфере вещество, не содержащееся в ее постоянном составе. Таким образом, к примесям могут относиться не только токсичные, но и нетоксичные вещества.

Для каждого вещества, загрязняющего атмосферный воздух, установлены два норматива:

1) максимальная разовая предельно допустимая концентрация за 20 минут измерения (осреднения) - $ПДК_{м.р.}$, мг/м^3;

2) среднесуточная предельно допустимая концентрация, осредненная за длительный промежуток времени (вплоть до года) - $ПДК_{с.с.}$, мг/м^3.

ПДК вредного вещества в атмосфере - это максимальная концентрация, отнесенная к определенному периоду осреднения (20-30 минут, 24 часа, месяц, год), которая не оказывает ни прямого, ни вредного косвенного воздействия на человека и санитарно-гигиенические условия жизни. При действии на организм одновременно нескольких вредных веществ, обладающих суммарным действием, сумма отношений фактических концентраций каждого вещества (C_1, C_2,... C_n) в воздухе и его предельно допустимойконцентрации ($ПДК_1$, $ПДК_2$,... $ПДК_n$) не должна превышать единицу: $C_1 / ПДК_1 + C_2 / ПДК_2 +... + C_n / ПДК_n$_ 1.

Гигиеническое нормирование сталкивается с существенными затруднениями организационного, технического и физиологического характера. Экологическая ниша человека неизменна, поэтому условие - концентрациязагрязняющего вещества должна быть меньше или равна ПДК - должно соблюдаться в любых местах пребывания человека. Это означает, что для каждого вредного вещества устанавливается несколько максимальных разовых предельно допустимых концентраций в воздушной среде, классификация которых приведена на рис.1.

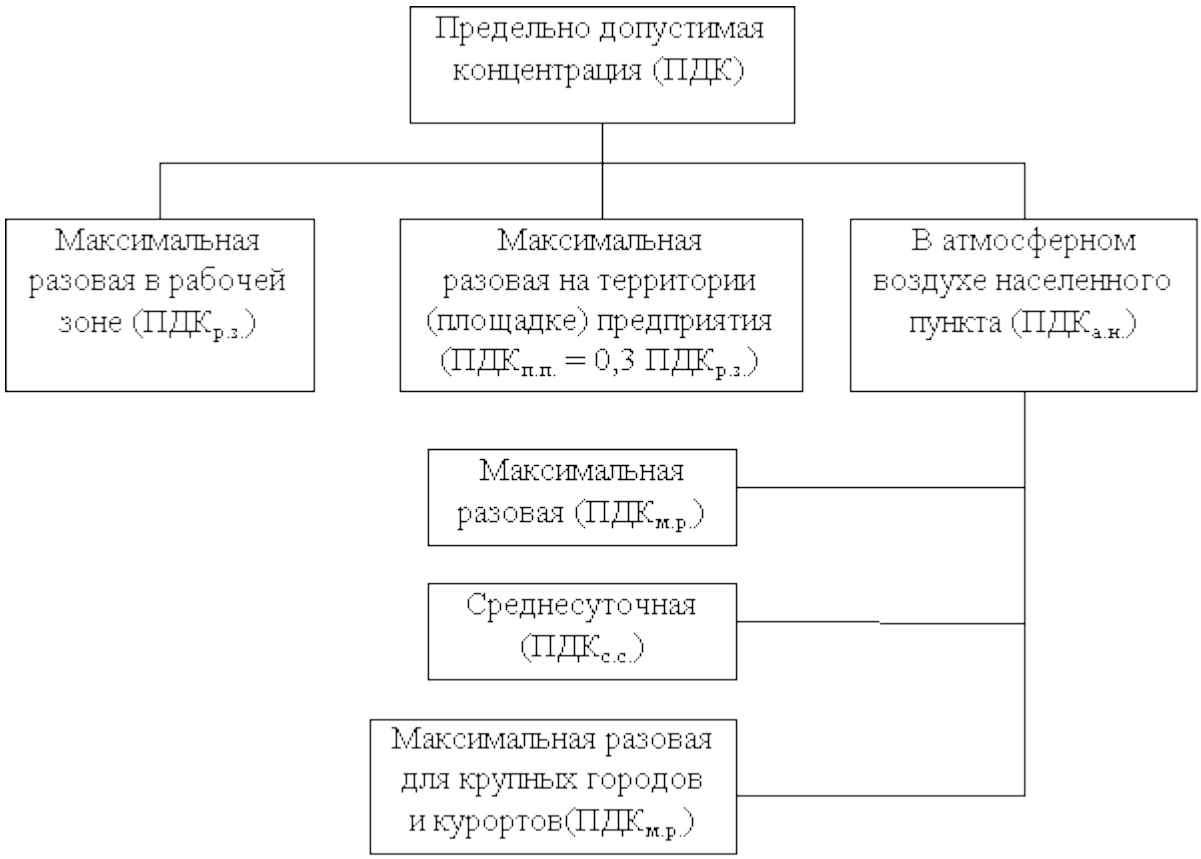


Рисунок 1- Классификация предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Наряду с предельно допустимыми концентрациями существуют временно допустимые концентрации (ВДК), иначе называемые ориентировочно безопасными уровнями воздействия (ОБУВ). Предельно допустимые концентрацииустанавливаются на основе экспериментов с подопытными животными, что требует достаточно длительного времени. На первом этапе установления ПДК определяются основные токсикометрические характеристики исследуемыхвеществ, и фактически установленные в результате экспериментов нормативы считаются временно допустимыми концентрациями. На втором этапе эти исследования продолжаются и носят проверочный характер, а на третьем - осуществляются клинико-статистические исследования работающих в течение трех лет для проверки правильности полученных в экспериментах на животных значений. Только после второго этапа полученные нормативы могут быть утверждены в качестве ПДК.

Для регулирования качества окружающей среды введен и строго контролируется предельно допустимый выброс (ПДВ), который является научно обоснованной технической нормой выброса вредных веществ из промышленных источников в атмосферу, определяемой на основе различных параметров источников, свойств выбрасываемыхвеществ и атмосферных условий.

Нормирование загрязняющих веществ в водных объектах

В РФ за основу приняты «естественные» нормативы качества воды (т.е. базирующиеся на биологической оценке степени вредоносности нормируемого вещества как при разработке санитарно-гигиенических норм, так и рыбохозяйственных нормативов). Это является большим шагом по сравнению с «техническими» нормативами, так называемыми «standards», принятыми за основу в США. В последние годы там появились и биологические нормативы «criteria», но они не являются обязательными. Технические нормативы определяются возможностями существующих методов оценки сточных вод, и они более практичны. Биологические нормативы, в свою очередь, дают возможность оценивать реальное состояние водных экосистем и применять более эффективные методы ликвидации загрязнений.

Загрязнением водоемов называется любое отрицательное действие (нарушение или ухудшение условий водопользования), вызванное поступлением или появлением в водоеме веществ, связанных прямо или косвенно с деятельностью человека. Различают три вида загрязнений:

1) первичное загрязнение - вызванное поступлением загрязняющих веществ и процессами непосредственного их превращения. В цикле первичного загрязнения могут появляться вторичные и последующие загрязняющие вещества;

2) вторичное загрязнение - развивается как следствие первичного загрязнения и представляет собой новый цикл загрязнения;

3) повторное загрязнение - вызванное повторным выносом загрязняющих веществ вследствие первичного загрязнения. Например, вынос осевших на дно или вмерзших в лед нефтепродуктов во время паводка или таяния льда.

Источники загрязнения водных объектов могут быть организованными, с локализованным местом поступления и устройствами для сброса (хозяйственно-бытовые стоки, промышленные сточные воды); неорганизованными, не имеющими локализованного места сброса и устройств иди приспособлений для сброса (лесосплавы, смывыудобрений с полей, заносы пестицидов при авиаобработках); полуорганизованные, имеющие одно из двух перечисленных условий (буровые вышки, смывы с территорий складов, предприятий транспорта и др.).

По времени действия загрязнение водоемов может быть постоянным (поступающим в течение всей вегетационной части года), периодическим (водоем не успевает восстанавливать свои свойства в промежутках между поступлением загрязняющих веществ) и разовым (водоем успевает восстанавливаться).

Интенсивность прямого действия загрязняющих веществ оценивается следующими параметрами:

- остролетальными концентрациями, вызывающими гибель живых организмов в течение нескольких часов до 10 суток;
- хроническими летальными концентрациями, вызывающими гибель живых организмов в более длительные сроки;
- сублетальными концентрациями (угнетающими), нарушающими основные жизненные функции - рост, размножение, обмен веществ;
- стимулирующими концентрациями;
- недействующими концентрациями.

Характер влияния загрязняющих веществ на водоемы и водные организмы подразделяются на три основные группы, которые принято называть лимитирующими показателями вредности (ЛПВ).

1. Общесанитарный ЛПВ. Включает в себя изменение трофии водоемов, снижение концентрации растворенного кислорода, изменение солености и температуры среды, механическое загрязнение твердыми и жидкими веществами.

2. Токсикологический ЛПВ. Отражает прямое токсическое действие веществ на водные организмы.

3. Хозяйственный (рыбохозяйственный) ЛПВ. Показывает порчу товарного качества промысловых водных организмов.

Существует две группы нормативов для загрязняющих веществ, поступающих в водную среду.

1. Нормативы поступления загрязняющих веществ, при которых сохраняются охраняемые данным нормативом свойства водоемов и их населения, - предельно допустимый сброс (ПДС).

2. Нормативы содержания, при которых охраняемые свойства водоема не нарушаются, - предельно допустимая концентрация (ПДК).

ПДК устанавливается по наименьшей пороговой концентрации с учетом следующих сторон действия: стабильности вредных веществ в воде, влияния их на санитарный режим (способность к самоочищению) водоемов, влияния на органолептические свойства воды, влияние на здоровье населения, использующего воду. Указанные показатели относятся к $ПДК_{В}$ и считаются санитарно-гигиеническими. Существует еще один вид ПДК, отражающий не только санитарно-гигиенические требования к качеству воды, но и экологические - $ПДК_{Р.В.}$ (рыбохозяйственных водоемов).

Рыбохозяйственная ПДК - это такая максимальная концентрация загрязняющего вещества, при постоянном наличии которой в водоеме, не наблюдается отрицательных последствий для рыбохозяйственного использования водоема. Следует учитывать, что загрязняющие вещества в водоемах не всегда присутствуют постоянно. В этом случае используют значения предельно допустимых разовых концентраций (ПДРК). Это такая максимальная первоначально созданная в водоеме концентрация однократно попадающего туда вещества, при которой это вещество и вредные продукты его распада не вызывают отрицательных последствий для рыбохозяйственного использования водоема.

Рыбохозяйственное нормирование включает в себя следующие аспекты - оценки влияния вещества на гидрохимический режим водоема (концентрация растворенного в воде кислорода, окисляемость по Кубелю, $БПК_5$ и $БПК_{20}$, изменение содержания трех форм азота - ионов аммония, нитритов и нитратов), на кормовую базу рыб (водоросли, зоопланктон и бентос), на микроорганизмы, на рост и развитие рыбы (икру, молодь и взрослых особей), ее товарные качества, а также оценку скорости разрушения загрязняющего вещества.

По степени опасности загрязняющих веществ для $ПДК_{Р.В.}$ подразделяются:

1) особоопасные (ПДК с содержанием загрязняющих веществ менее 0,0001 мг/л), предусматривающие отсутствие вредного вещества в воде;

2) опасные (токсичные, но стабильные), лимитирующиеся по ПДК;

3) токсичные (стабильные и не накапливающиеся);

4) экологические, лимитирующиеся по общесанитарному ЛПВ.

Вторым нормируемым показателем, используемым для охраны водной среды от загрязнений, является предельно допустимый сброс (ПДС). В соответствии с ГОСТом, под предельно допустимым сбросом веществ в водный объект понимается масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

ПДС устанавливается с учетом ПДК веществ в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды. При сбросе веществ с одинаковыми ПДК ПДС устанавливается так, чтобы с учетом примесей, поступивших водоем или водосток от вышерасположенных выпусков, сумма отношений концентраций каждоговещества в водном объекте к соответствующим ПДК не превышала единицы.

Проекты ПДС разрабатываются и утверждаются для предприятий и организаций, имеющих или проектирующих самостоятельные выпуски сточных вод в водные объекты, прежде всего в зонах повышенного загрязнения в целях соблюдения ПДК в контрольных створах водопользования. Утверждаются проекты ПДС органами природопользования, комитетом охраны природы. Величины ПДС действительны только на установленный период, после чего подлежат пересмотру.

Нормирование содержания вредных веществ в почве

Контроль за санитарным состоянием почвы включает проведение санитарно-физико-химических, санитарно-энтомологических, санитарно-гельминтологических, санитарно-бактериологических и вирусологических исследований.

Общие принципы нормирования химических загрязняющих веществ в объектах окружающей среды изложены в Методических рекомендациях по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве, утвержденных Минздравом СССР в 1982 году.

Санитарно-гигиеническое нормирование учитывает четыре показателя:

- транслокационный (переход загрязняющих веществ из почвы в растения через корневую систему);
- миграционный водный;
- миграционный воздушный;
- общесанитарный (влияние загрязняющего вещества на самоочищающую способность почвы и ее биологическуюактивность).

Загрязненность почвы органическими веществами, в частности отходами производств химических продуктов изуглеводородов нефти и газа, оценивают по комплексному показателю «санитарное число», представляющему собой отношение количеств почвенного белкового и органического азота:

Характеристика почвы		**Санитарное число**
Чистая	-	0,98-1,00
Слабо загрязненная	-	0,85-0,98
Загрязненная	-	0,70-0,80

Сильно загрязненная - Менее 0,70

Нормирование содержания вредных веществ в почве предполагает установление таких концентраций, при которых содержание вредных веществ в контактирующих средах не превышает ПДК для водоема и воздуха, а в выращиваемых культурах - допустимых остаточных количеств.

В соответствии с методическими рекомендациями нормирование включает три основных направления исследований.

Первое направление - определение максимально допустимой концентрации вещества в почве с точки зрения токсикологического действия на человека. Эта концентрация должна гарантировать накопление вещества в выращиваемых культурах не выше допустимого остаточного количества, а попадание его в воздушную среду и грунтовые воды - не выше ПДК.

Второе направление - установление органолептических свойств растений, выращиваемых на данной почве, а также воды и атмосферного воздуха.

Третье направление - изучение характера и интенсивности действия вещества на процессы самоочищения, протекающие в почве.

Из найденных пороговых концентраций выбирают наименьшую, которую и принимают как предельно допустимую. Исследования проводят в лабораторных условиях с модельными почвами и растениями, а полученные результаты уточняют в полевом эксперименте или в натуральных условиях.

По степени опасности вещества, загрязняющие почву, подразделяют на три класса:

1) высокоопасные;
2) умеренно опасные;
3) малоопасные.

Класс опасности определяют не менее чем по трем показателям в соответствии с ГОСТом 17.4.1.02-83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения».

Документы для изучения

1. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН ОБ ОХРАНЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
2. Федеральный Закон "Об охране окружающей среды"
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30 мая 2003 г. N 114 "О введении в действие ГН 2.1.6.1338-03 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест"
4. ГОСТ 12.1.007-76 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА В КОТЛАХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 30 т/ч МОСКВА МОСКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОИЗДАТА – 1985
6. Перечень методик по расчету выбросов и перечень методик выполнения измерения концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий.
7. ГОСТ 17.2.1.04-77 Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы.
8. ГОСТ 17.4.1.02-83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических

веществ для контроля загрязнения».

Рекомендуемые сайты

Сайт Химик. Режим доступа: http://www.xumuk.ru/ecochem/

Вопросы для самопроверки

1. Как классифицируются загрязнения по масштабу воздействия на ОС?
2. Что такое экологические стандарты?
3. Каковы основные стандарты качества ОС?
4. Что такое ПДК?
5. Что такое ПДС, ПДВ и ПДУ, на какой период они устанавливаются?
6. Откуда берут численные значения величин ПДК?

Практическое занятие 2. Определение категории опасности предприятия

Задачи:

1. Изучить цели классификации предприятия по степени их опасности.
2. Изучить принципы классификации предприятия по степени их опасности.
3. Изучить методику расчета категории опасности предприятии (КОП).
4. Выполнить расчеты по определению КОП одного из предприятий пищевой промышленности г. Н-ка основе данных таблицы 1.3.
5. Сделать вывод о принадлежности предприятия к тому или иному классу опасности, дать характеристику предприятия.
6. По исходным данным таблицы 1.4 определить класс опасности предприятия, оказывающие бытовые услуги населению по химической очистке одежды (каждый студент выполняет все задания).
7. Используя данные таблиц 1.3 и 1.4 построить диаграммы, отражающие соотношение веществ различных классов опасности в составе выбросов.
8. Выявить взаимозависимость между классами опасности химических веществ и категорией опасности предприятия.
9. Подготовить отчет о выполненной работе. Содержание отчета: титульный лист (приложение А); задание с исходными данными; расчетная часть; выводы.

Рекомендуемая литература:

1. Рекомендации по делению предприятий на категории опасности в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ. Гос. Комитет по гидрометеорологии и контролю природной среды. Зап.Сиб управл. По гидрометеорологии и контролю природной среды. –Новосибирск, 1987. – 18 с.

2. Временной классификатор токсичных отходов и методические рекомендации по определению класса токсичности пром.отходов. Минздрав СССР, № 4286-87.
3. Шоба В.А. Экология. Задачи и упражнения. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 64 с.

1.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Деление предприятий на категории опасности (КОП) в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферу определяется с целью:

– включения предприятия в систему государственного учета выбросов вредных веществ в атмосферу;

– ускорения и упрощения работ на стадии разработки ведомственных проектов по установлению нормативов ПДВ;

– разработки проектов по охране атмосферного воздуха;

– инспекционных проверок предприятий.

По величине КОП предприятия делят на четыре категории опасности. Граничные условия для деления предприятий на категории опасности приведены в табл.1.1.

К первой категории опасности относят предприятия со значениями КОП $\geq 10^6$. Таких предприятий насчитывается немного: в крупных промышленных городах до 5-10, в маленьких городах 1-2. Это предприятия, имеющие значительный вал выбросов загрязняющих веществ в атмосферу или значительный вал выбросов веществ первого класса опасности.

Т а б л и ц а 1.1- Граничные условия для деления предприятий на категории опасности в зависимости от значений

Категории опасности предприятий	Значения КОП
I	КОП $\geq 10^6$
II	$10^6 >$ КОП$\geq 10^4$
III	$10^4 >$ КОП $\geq 10^3$
IY	КОП $< 10^3$

Несмотря на свою малочисленность, суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями I категории составляют более половины общих городских выбросов. Предприятия I категории создают вокруг себя значительные зоны загрязнения несколькими загрязняющими веществами, где наблюдаются концентрации, в десятки раз превышающие санитарно-гигиенические критерии чистоты атмосферного воздуха. На эти предприятия приходится 60-70 % необходимого снижения выбросов с целью достижения ПДВ от общего снижения по городу.

Предприятия I категории должны быть в центре особого внимания служб контроля загрязнения атмосферного воздуха. К этим предприятиям должны быть предъявлены более жесткие требования по формированию планов охраны атмосферного воздуха, строго должно контролироваться выполнение мероприятий с целью достижения нормативов ПДВ.

Ко второй категории опасности относят предприятия со значениями $10^6 >$ КОП $\geq 10^4$. Это не очень многочисленная группа предприятий. В крупных городах их насчитывается до 15-20, в маленьких до 3-8. Суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями II категории опасности составляет около 30-35 % общих городских выбросов. Предприятия II категории опасности создают вокруг себя зоны загрязнения, где концентрации в несколько раз превышают предельно допустимые по нескольким загрязняющим веществам или в десятки раз одним-двумя загрязняющими веществами. На эти предприятия приходится около 30 % необходимого снижения выбросов с целью достижения ПДВ от общего снижения по городу.

Предприятия II категории опасности также нуждаются в постоянном и пристальном контроле за всей природоохранной деятельностью со стороны служб Госкомгидромета.

К третьей категории опасности относят предприятия со значениями $10^4 >$ КОП $\geq 10^3$. Это одна из самых многочисленных групп предприятий. Однако на их долю приходится всего10-15 % общих городских выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Предприятия III категории опасности в зависимости от высоты труб источников выбросов могут как превышать, так и не превышать допустимые нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Превышение выбросов в основном имеет место от низких и неорганизованных источников. На эти предприятия приходится 5-10 % необходимого снижения выбросов с целью достижения ПДВ от общего снижения по городу. Такие предприятия допустимо контролировать выборочно один раз в несколько лет.

К четвертой категории опасности предприятия при значении КОП $< 10^3$. Эта группа объединяет самые мелкие предприятия с небольшими выбросами вредных веществ в атмосферу. В целом по городу на эти предприятия приходится от 1 до 5 % общих городских выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Предприятия этой категории опасности не превышают нормативы предельно допустимых выбросов. Для таких предприятий можно устанавливать нормативы ПДВ на уровне фактических выбросов.

Отчеты о выбросах вредных веществ подаются один раз в 5 лет при проведении инвентаризации источников выбросов или при значительном увеличении выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в связи с расширением производства или его

реконструкции. При этом возможен переход предприятия из IY в более высокую категорию опасности.

1.2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Расчет категории опасности предприятия производится по формуле:

$$КОП = \sum_{i=1}^{n} [M_i / ПДКсс_i]^{Ai} \quad (1.1)$$

где M_i – годовая масса выброса *i*-го вещества, т/год; ПДКсс*i* –среднесуточная предельно допустимая концентрация *i*-го вещества, мг/м^3; *Ai* – безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности *i*-го вещества с вредностью сернистого газа и определяется по табл. 1.2.

Т а б л и ц а 1.2

Значения A_i для веществ различных классов опасности

Константа	Класс опасности			
	1	2	3	4
A_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Значения КОП рассчитывают при условии, когда $M_i/ПДК_i > 1$.

При $M_i/ПДК_i < 1$, значения КОП не рассчитывают и приравнивают к нулю.

Т а б л и ц а 1.3

Исходные данные к задаче 4 занятия 1

№ п/п	Вещество	Класс опасности	Масса выброса, т/год	ПДКсс, мг/м^3	*Ai*	КОП
1.	Абразивная пыль	3	0,02384	0,04	1,0	
2.	Металлическая пыль	3	0,35590	0,15	1,0	
3.	Железа оксид	3	0,03722	0,04	1,0	
4.	Марганец и его соединения	2	0,00199	0,001	1,3	
5.	Древесная пыль	3	0,47904	0,1	1,0	
6.	Сажа	3	0,013030	0,05	1,0	
7.	Свинец	1	0,000141	0,0003	1,7	
8.	Азота диоксид	2	5,157710	0,04	1,3	
9.	Азота оксид	3	0,020080	0,06	1,0	
10.	Ванадия пятиокись	1	0,00254	0,002	1,7	
11.	Пыль зерновая (мучная)	-	0,002040	0,03	-	
12.	Ангидрид сернистый	3	0,323513	0,05	1,0	
13.	Аммиак	4	31,50000	0,04	0,9	
14.	Бензин (C_5– C_9)	4	0,037640	1,5	0,9	
15.	Водород хлористый	2	$3*10^{-6}$	0,2	1,3	
16.	Водород фтористый	2	0,00157	0,005	1,3	
17.	Кальция гидрохлорид	-	0,03700	0,1	-	
18.	Керосин	-	0,00013	1,2	-	
19.	Масло минеральное	3	1,996603	0,05	1,0	
20.	Натрия гидроокись	-	0,002	0,01	-	
21.	Натрия карбонат	-	0,18818	0.04	-	
22.	СМС "Лотос"	-	0,06012	0,03	-	
23.	Серная кислота	2	0,00003	0,1	1,3	
24.	Уксусная кислота	3	0,00473	0,06	1,0	
25.	Уксусный альдегид	3	0,00183	0,01	1,0	
26.	Углеводороды пре-дельные (C_{12}–C_{19})	4	0,011114	1,0	0,9	
27.	Углерода оксид	4	13,0582	3,0	0,9	
28.	Этиловый спирт	4	0,05200	5,0	0,9	

Т а б л и ц а 1.4

Исходные данные к задаче 6 занятия 1

№ п/п	Вещество	Класс опасности	Масса выброса, т/год	ПДКсс, мг/м^3	*Ai*	КОП
1.	Тетрахлорэтилен	2	7,1268	0,06	1,3	
2.	Спирт этиловый	4	0,00408	5,0	0,9	
3.	Этилацетат	4	0,00468	0.1	0,9	
4.	Ацетон	4	0,00103	0,35	0,9	
5.	Скипидар	4	0,00231	1,0	0,9	

Практическое занятие 3. Экологический паспорт промышленного предприятия.

Задачи:

1. Изучить ГОСТ 17.0.0.04-90 Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения.
2. Ответить на вопросы.

Общие сведения

Экологический (эколого-экономический) паспорт предприятия – это комплексный документ, содержащий характеристику взаимоотношений предприятия с окружающей средой.

Экологический паспорт предприятия состоит из двух частей.

Первая часть содержит общие сведения о предприятии, используемом сырье, описание технологических схем выработки основных видов продукции, схем очистки сточных вод и выбросов в атмосферу, их характеристики после очистки, данные о твердых и других отходах, а также сведения о наличии в мире технологий, обеспечивающих достижение наилучших удельных показателей по охране природы.

Вторая часть паспорта содержит перечень планируемых мероприятий, направленных на снижение нагрузки на окружающую среду, с указанием сроков, объемов затрат, удельных и общих объемов выбросов вредных веществ до и после осуществления каждого мероприятия.

В экологическом паспорте предприятия находят отражение три группы показателей:

- показатели влияния предприятия на состояние окружающей среды;
- показатели организационно-технического уровня природоохранной деятельности предприятия;
- общие и частные показатели анализа затрат на природоохранную деятельность.

К первой группе относятся следующие показатели:

1. экологичность выпускаемой продукции (доля продукции с улучшенными экологическими показателями; выпуск экологически чистой продукции);
2. влияние на водные ресурсы (объемы забираемой воды по различным источникам; использование воды на производственные цели; объемы воды, переданной другим предприятиям и организациям; сброшенные сточные воды; доля загрязненных сточных вод; концентрация вредных веществ в загрязненных сточных водах; степень очистки сточных вод; изменение объемов и качества сточных вод);
3. влияние на атмосферный воздух (объем используемого атмосферного воздуха; количество отходящих вредных веществ по видам и источникам; количество вредных веществ, поступающих на очистные сооружения; доля улавливаемых и обезвреживаемых вредных веществ; количество вредных веществ, поступающих в

атмосферу после очистки по видам; изменение объемов и качества выбросов вредных веществ в атмосферу по сравнению с предшествующим периодом);

4. влияние на материальные ресурсы и отходы производства (объем утилизируемых вредных веществ, извлеченных из сточных вод; объем утилизируемых вредных веществ, извлеченных из отходящих газов; количество образующихся твердых отходов: количество утилизированных твердых отходов; количество твердых отходов, подлежащих захоронению; степень извлечения основных компонентов из минерального сырья);
5. влияние на земельные ресурсы (коэффициент застройки – отношение площади, занятой под зданиями и сооружениями, к общей площади предприятия; объем продукции предприятия, выпускаемой с 1 га земли; соотношение основных, вспомогательных и обслуживающих площадей; величина производственной площади на одного рабочего, единицу оборудования, агрегата; общая площадь либо протяженность коммуникаций, подъездных путей, водоснабжения, канализации, энергоснабжения; площадь земель, отводимых под культурно-бытовое и жилищное строительство; доля площади, занятой под отходы производства; доля площади, занимаемой санитарно-защитной зоной; площадь рекультивируемых земельных участков).

Ко второй группе показателей относятся такие, как:

1. оснащенность источников загрязнения очистными устройствами (количество источников вредных выбросов, количество неорганизованных источников вредных выбросов);
2. пропускная способность имеющихся очистных сооружений (количество и мощность основного технологического оборудования, функционирование которого сопровождается выделением определенных видов загрязнений; доля определенного вида загрязнений, образующихся при производстве единицы основной продукции; количество и мощность природоохранного оборудования, предназначенного для очистки);
3. прогрессивность применяемого очистного оборудования (КПД применяемого очистного оборудования; доля очистного оборудования с высоким КПД; доля вредных выбросов, очищаемых на оборудовании с высоким КПД);
4. возможность контроля за функционированием очистного оборудования (уровень обеспеченности очистного оборудования контрольно-измерительной аппаратурой; коэффициент фактического использования контрольно-измерительной аппаратуры; доля прогрессивных приборов в общем количестве применяемых контрольно-измерительных приборов; доля очистных сооружений, работающих под контролем прогрессивных приборов; доля очистного оборудования, работающего под централизованным контролем над выбросами, в общем количестве оборудования, работающего под контролем);
5. рациональность существующей организационной структуры природоохранной деятельности предприятия (наличие природоохранных служб и отделов, уровень централизации управления природоохранной деятельностью, оперативность руководства природоохранных служб и отделов при принятии решений; оснащенность природоохранных служб и отделов вычислительной техникой; информационная обеспеченность; степень экономической самостоятельности природоохранных служб и отделов);
6. удельные показатели организационно-технического уровня природоохранной деятельности предприятия (отношение результата природоохранной деятельности к стоимости основных производственных фондов, очистного оборудования, используемых материалов при природоохранной деятельности; к общей численности работников и к численности работников, занятых природоохранной деятельностью).

Третья группа показателей включает в качестве общего показателя отношение экономического эффекта от применения природоохранных мероприятий к общей величине затрат на их проведение и совокупность частных показателей. К ним относятся:

- доля капитальных затрат на природоохранные мероприятий в общем объеме капитальных затрат предприятия;
- доля текущих затрат на природоохранную деятельность в общем объеме текущих затрат предприятия;
- доля затрат на охрану воздушного бассейна в общем объеме затрат на природоохранную деятельность;
- доля затрат на охрану и рациональное использование водных ресурсов в общем объеме затрат на природоохранную деятельность;
- доля затрат на уничтожение и обезвреживание твердых и жидких отходов в общем объеме затрат на природоохранную деятельность;
- доля затрат на разработку и внедрение прогрессивных технологий (малоотходных, безотходных, бессточных и т.п.) в общих затратах на НИОКР;
- доля затрат на оплату услуг сторонних организаций на природоохранную деятельность в общем объеме этих затрат предприятия.

Составление экологического паспорта является достаточно сложной процедурой, поэтому обычно он составляется не самим предприятием, а по его поручению коммерческой организацией, имеющей соответствующую лицензию.

Вопросы для самопроверки

1. Для чего необходим экологический паспорт. Что он из себя представляет.
2. Назовите процесс обязательного процесса паспортизации. Дайте характеристику данного процесса. Какую информацию можно получить в результате данного процесса?
3. Что включает в себя экологический паспорт.
4. Должен ли паспорт содержать перечень планируемых мероприятий, направленных на снижение нагрузки на окружающую среду?
5. Какие параметры относят к основным, характеризующим состояние окружающей среды и ограничивающим ее загрязнение отходами производства?
6. Подлежат ли почвы и грунты окрестной зоны паспортизуемого объекта контролю на наличие вредных веществ, находящихся в выбросах и стоках, которые попадают из атмосферы с осадками, а также из водоемов, куда поступают после очистки сточные воды.
7. При заполнении и оформлении экологического паспорта нужно ли учитывать фоновые характеристики окружающей среды и климатические факторы?
8. В каких службах разработанный экологический паспорт должен пройти согласование?
9. Кто несет ответственность за правильность составления экологического паспорта и достоверность содержащихся в нем данных.
10. Для чего и где хранятся разработанные экологические паспорта предприятий?
11. Что является основой для разработки экологического паспорта. Назовите.
12. Какие нормы расчета содержит паспорт?
13. Какие делаются выводы по экологическому паспорту?
14. Перечислите разделы экологического паспорта.
15. Какие паспорта, кроме экологического, еще разрабатываются на предприятии?

Практическое занятие 4. Расчет рассеивания нагретых выбросов вредных веществ в атмосфере.

Задачи:

1. Ознакомиться с методикой расчета концентраций вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий в атмосферу» (ОНД – 86).
2. В соответствии с заданным вариантом (табл.4.1) произвести расчет рассеивания нагретого выброса указанного в таблице вредного вещества из высокого одиночного источника с круглым устьем (труба) в атмосфере.
3. Подготовить отчет о выполненной работе. Содержание отчета: титульный лист (приложение А); задание с исходными данными; расчет рассеивания нагретого выброса вредного вещества: а) определение максимальной концентрации вредного вещества $С_м$ в приземном слое атмосферы; б) сравнение максимальной концентрации $С_м$ с максимальной разовой предельно допустимой концентрацией $ПДК_{м.р.}$ данного вредного вещества и выводы о соблюдении санитарных норм, т.е. соотношения $С_м \leq ПДК_{м.р.}$; в) определение расстояния $х_м$, на котором образуется максимальная концентрация вредного вещества; г) определение концентраций вредного вещества С на различных расстояниях х от источника выброса для построения графика распределения концентраций (значения х рекомендуется брать кратные $х_м/2$); д) график распределения концентраций; е) расчет предельно допустимого выброса вредного вещества ПДВ; ж) определение минимальной высоты источника выброса H_{min}; 4. выводы.

Рекомендуемая литература:

1. Общесоюзный нормативный документ «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» РД 52.04.212-86 (ОНД – 86) – Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (ГОСКОМГИДРОМЕТ).
2. Ильин А. В. Практические работы по промышленной экологии: учеб. пособие / Сост. А. В. Ильин, А. Б. Голованчиков, Н. О. Сиволобова / Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2007. – 80 с.

3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Расчет рассеивания нагретых выбросов вредных веществ в атмосфере производится в соответствии с «Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД – 86).

Данная методика устанавливает требования в части расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе при размещении и проектировании предприятий,

нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий, а также при проектировании воздухозаборных сооружений.

Предназначена для ведомств и организаций, осуществляющих разработки по размещению, проектированию и строительству промышленных предприятий, нормированию вредных выбросов в атмосферу, экспертизе и согласованию атмосфероохранных мероприятий.

Настоящие нормы устанавливают методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Нормы должны соблюдаться при проектировании предприятий, а также при нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий.

Нормы предназначены для расчета приземных концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикального распределение концентраций.

Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости ветра. Нормы не распространяются на расчет концентраций на дальних (более 100 км) расстояниях от источников выброса.

В зависимости от высоты Н устья источника выброса вредного вещества над уровнем земной поверхности указанный источник относится к одному из следующих четырех классов: а) высокие источники, Н $\geq$ 50 м; б) источники средней высоты, Н = 10...50 м; в) низкие источники, Н = 2...10 м; г) наземные источники, Н $\leq$ 2 м.

Для источников всех указанных классов в расчетных формулах длина (высота) выражена в метрах, время - в секундах, масса вредных веществ - в граммах, их концентрация в атмосферном воздухе - в миллиграммах на кубический метр, концентрация на выходе из источника - в граммах на кубический метр.

При одновременном совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких (n) веществ, обладающих в соответствии с перечнем, утвержденным Минздравом СССР, суммацией вредного действия, для каждой группы указанных веществ однонаправленного вредного действия рассчитывается безразмерная суммарная концентрация q или значения концентраций п вредных веществ, обладающих суммацией вредного действия, приводятся условно к значению концентрации с одного из них.

3.2 МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Степень опасности загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха вредными веществами определяют по наибольшему рассчитанному значению приземной концентрации вредных веществ, которая может устанавливаться на некотором расстоянии от источника выброса при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях.

Значения наибольшей концентрации каждого вредного вещества в приземном слое атмосферы $С_м$ не должны превышать максимальной разовой предельно допустимой концентрации данного вредного вещества в атмосферном воздухе $ПДК_{м.р.}$:

$$С_м \leq ПДК_{м.р.} \qquad (4.1)$$

При одновременном присутствии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих однонаправленным характером действия, их безразмерная суммарная концентрация не должна превышать единицы:

$$g = \frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \ldots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1, \qquad (4.2)$$

где g – безразмерная суммарная концентрация группы вредных веществ, обладающих однонаправленным действием;

$С_1$, $С_2$, ..., $С_n$ – концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе в одной и той же точке местности, мг/м^3;

$ПДК_1$, $ПДК_2$, … $ПДК_n$ – соответствующие максимальные разовые предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, мг/м^3.

Максимальная концентрация $С_м$, мг/м^3, вредного вещества в приземном слое при нагретых газопылевых выбросах через трубы с круглым устьем для одиночного источника определяется по формуле:

$$C_м = \frac{AMFmn\eta}{H^2\sqrt[3]{Q\Delta T}}, \qquad (4.3)$$

где А – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющей условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе;

М – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, в единицу времени (табл. 1), г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m,n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса;

H – высота источника выброса над уровнем земли (табл. 1), м; (для наземных источников при расчетах принимается $H = 2$ м);

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (для ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50м на 1 км, $\eta = 1$);

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовоз-душной смеси $T_г$ (табл. 1) и температурой окружающего атмосферного воздуха $T_в$ (табл. 1), равной средней тем-пературе самого жаркого месяца в 13 ч, °С, $\Delta T = T_г - T_в$;

Q – объемный расход газовоздушной смеси, поступающей от источника в атмосферу ($м^3/с$), определяемый по формуле

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \omega_o , \qquad (4.4)$$

где D - диаметр устья источника выброса (табл. 4.1), м;

ω_o - средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса (табл. 4.1), м/с;

Значения коэффициента A зависят от географического района, для Кемеровской области $A = 200$.

Значение безразмерного коэффициента F для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей, скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю, принимают равным единице ($F = 1$), для пыли и золы коэффициент F выбирают из условий:

Степень очистки газа F

- выше 90 % …… 2
- от 75 до 90 % …… 2,5
- менее 75 % …… 3

Безразмерный коэффициент m определяют по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} , \qquad (4.5)$$

где f – коэффициент, м/(с^2 ºС), определяемый по формуле:

$$f = \frac{\omega_o^2 D}{H^2 \Delta T} \cdot 10^3 . \qquad (4.6)$$

Коэффициент n определяется в зависимости от опасной скорости ветра $V_м$, м/с:

при $V_м < 0{,}5$, $n = 4{,}4\ V_м$; (4.7)

при $0{,}5 \le V_м < 2$, $n = 0{,}532\ V_м^2 - 2{,}13\ V_м + 3{,}13$; (4.8)

при $V_м \ge 2$, $n = 1$. (4.9)

Для нагретых выбросов $V_м$ определяется по формуле:

$$V_м = 0{,}65 \sqrt[3]{Q \Delta T / H} . \qquad (4.10)$$

Расстояние $x_м$, м, на котором образуется максимальная концентрация вредных веществ по оси факела, определяется по формулам:

а) для газообразных и мелкодисперсных примесей ($F = 1$)

$$x_м = d \cdot H ; \qquad (4.11)$$

б) для пыли и золы ($F \ge 2$)

$$x_м = \left[\frac{5 - F}{4} \right] d \cdot H , \qquad (4.12)$$

где d – безразмерный коэффициент, значение которого для нагретых выбросов определяется по формулам:

при $V_м \le 2$, $d = 4{,}95 V_м (1 + 0{,}28 \sqrt[3]{f})$; (4.13)

при $V_м > 2$, $d = 7 \sqrt{V_м} \ (1 + 0{,}28 \sqrt[3]{f})$. (4.14)

Приземные концентрации вредных веществ в атмосфере на различных расстояниях от источников выброса по оси факела определяются по формуле:

$$C = S \cdot C_м , \qquad (4.15)$$

где S – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения $x/x_м$ и коэффициента F:

при $x/x_м \le 1$, $S = 3(x/x_м)^4 - 8(x/x_м)^3 + 6(x/x_м)^2$; (4.16)

при $1 < x/x_м \le 8$, $S = \dfrac{1{,}13}{0{,}13(x/x_м)^2 + 1}$; (4.17)

при $x/x_м > 8$ и $F = 1$, $S = \dfrac{x/x_м}{3{,}58(x/x_м)^2 - 35{,}2(x/x_м) + 120}$; (4.18)

при $x/x_м > 8$ и $F \ge 2$, , $S = \dfrac{1}{0{,}1(x/x_м)^2 + 2{,}47(x/x_м) - 17{,}8}$. (4.19)

Предельно допустимый выброс вредного вещества в атмосферу (*ПДВ*, г/с), при котором его максимальная концентрация в приземном слое воздуха не превышает $ПДК_{м.р.}$, для нагретых выбросов определяется по формуле:

$$ПДВ = \frac{ПДК_{м.р.} H^2 \sqrt[3]{Q\Delta T}}{AFmn\eta} \quad . \qquad (4.20)$$

Минимальную высоту H_{min} источника выброса для рассеивания выбросов через одиночный источник, при которой максимальная концентрация вредного вещества в приземном слое не превышает $ПДК_{м.р.}$, можно определить по формуле:

$$H_{min} = \left(\frac{AMFmn\eta}{ПДК_{м.р.} \sqrt[3]{Q\Delta T}} \right)^{0,5} \quad . \qquad (4.21)$$

4.3 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Т а б л и ц а 4.1

Исходные данные для выполнения задания

Номер варианта	Вредное вещество	H, м	$T_г$, °С	$T_в$, °С	D, м	$\omega_о$, м/с	M, г/с	$ПДК_{м.р.}$, мг/м^3
1	SO_2	25	120	25	1,2	8	8	0,5
2	SO_2	30	125	30	1,0	12	10	0,5
3	SO_2	35	130	25	1,4	9	12	0,5
4	SO_2	30	110	25	1,3	10	9	0,5

5	SO_2	40	135	30	1,2	10	14	0,5
6	SO_2	30	120	30	1,0	12	10	0,5
7	NO_2	40	135	30	1,2	10	10	0,085
8	NO_2	25	120	30	1,0	8	8	0,085
9	NO_2	20	110	25	0,8	11	12	0,085
10	NO_2	25	115	30	1,0	10	11	0,085
11	NO_2	35	120	25	1,2	9	12	0,085
12	NO_2	30	125	30	1,5	7	8	0,085
13	NO	35	110	25	1,3	7	10	0,6
14	NO	20	120	25	1,4	8	10	0,6
15	NO	30	125	30	1,2	12	12	0,6
16	NO	35	130	25	1,4	8	9	0,6
17	NO	25	120	27	1,3	9	10	0,6
18	NO	40	135	30	1,5	7	10	0,6
19	CO	30	100	15	1,0	6	8	3,0
20	CO	35	110	30	1,2	9	12	3,0
21	CO	25	120	25	1,2	10	14	3,0
22	CO	40	130	30	1,5	12	15	3,0
23	CO	20	140	25	0,8	8	12	3,0
24	CO	25	130	30	1,0	10	10	3,0
25	CO	30	120	20	1,7	10	15	3,0

Практическое занятие 5. Расчет рассеивания холодных выбросов вредных веществ в атмосфере.

Задание: В соответствии с заданным вариантом (табл.1) произвести расчет рассеивания холодного выброса указанного в таблице вредного вещества из высокого одиночного источника с круглым устьем (труба) в атмосфере.

Таблица 1-Исходные данные

Номер варианта	Вредное вещество	H, м	D, м	ω_o, м/с	M, г/с	$ПДК_{м.р.}$, мг/м^3
1	SO_2	25	1,2	8	8	0,5
2	SO_2	30	1,0	12	10	0,5
3	SO_2	35	1,4	9	12	0,5
4	SO_2	30	1,3	10	9	0,5
5	SO_2	40	1,2	10	14	0,5
6	SO_2	30	1,0	12	10	0,5
7	NO_2	40	1,2	10	10	0,085
8	NO_2	25	1,0	8	8	0,085
9	NO_2	20	0,8	11	12	0,085
10	NO_2	25	1,0	10	11	0,085
11	NO_2	35	1,2	9	12	0,085
12	NO_2	30	1,5	7	8	0,085
13	NO	35	1,3	7	10	0,6
14	NO	20	1,4	8	10	0,6

15	NO	30	1,2	12	12	0,6
16	NO	35	1,4	8	9	0,6
17	NO	25	1,3	9	10	0,6
18	NO	40	1,5	7	10	0,6
19	CO	30	1,0	6	8	3,0
20	CO	35	1,2	9	12	3,0
21	CO	25	1,2	10	14	3,0
22	CO	40	1,5	12	15	3,0
23	CO	20	0,8	8	12	3,0
24	CO	25	1,0	10	10	3,0
25	CO	30	1,7	10	15	3,0

Расчет рассеивания холодных выбросов вредных веществ в атмосфере производится в соответствии с «Методикой расчета концентраций вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий в атмосферу» (ОНД – 86).

Максимальная концентрация $C_м$, мг/м^3, вредного вещества в приземном слое при холодных (температура близка к температуре окружающего атмосферного воздуха, т.е. разность температур ΔT близка к нулю) газопылевых выбросах через трубы с круглым устьем для одиночного источника определяется по формуле:

$$C_м = \frac{AMFn\eta}{H^{4/3}} K , \qquad (1)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющей условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе;

M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, в единицу времени (табл. 1), г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

n – безразмерный коэффициент, учитывающий условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса;

H – высота источника выброса над уровнем земли (табл. 1), м; (для наземных источников при расчетах принимается $H = 2$ м);

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (для ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50м на 1 км, $\eta = 1$);

K – коэффициент, с/м^2, определяемый по формуле

$$K = \frac{D}{8Q} = \frac{1}{7{,}1\sqrt{\omega_o Q}} . \qquad (2)$$

где D – диаметр устья источника выброса (табл. 1), м;

ω_o – средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья

источника выброса (табл. 1), м/с;

Q – объемный расход газовоздушной смеси, поступающей от источника в атмосферу (м^3/с), определяемый по формуле

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \omega_o , \qquad (3)$$

Значения коэффициента A зависят от географического района, для Нижнего Поволжья $A = 200$. Для Кемеровской области НАЙТИ САМОСТОЯТЕЛЬНО.

Значение безразмерного коэффициента F для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей, скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю, принимают равным единице ($F = 1$), для пыли и золы коэффициент F выбирают из условий:

Степень очистки газа	F
- выше 90 % ……	2
- от 75 до 90 % ……	2,5
- менее 75 % ……	3

Коэффициент n определяется в зависимости от опасной скорости ветра $V_м$, м/с:

при $V_м < 0,5$, $n = 4,4\ V_м$; (4)

при $0,5 \le V_м < 2$, $n = 0,532\ V_м^2 - 2,13\ V_м + 3,13$; (5)

при $V_м \ge 2$, $n = 1$. (6)

Для холодных выбросов $V_м$ определяется по формуле:

$$V_м = 1,3\ \omega_o D/H \qquad (7)$$

Расстояние $x_м$, м, на котором образуется максимальная концентрация вредных веществ по оси факела, определяется по формулам:

а) для газообразных и мелкодисперсных примесей ($F = 1$)

$$x_м = d \cdot H ; \qquad (8)$$

б) для пыли и золы ($F \ge 2$)

$$x_м = \left[\frac{5 - F}{4}\right] d \cdot H , \qquad (9)$$

где d – безразмерный коэффициент, значение которого для холодных выбросов определяется по формулам:

при $V_м \le 2$, $d = 11,4\ V_м$; (10)

при $V_м > 2$, $d = 16{,}1\sqrt{V_м}$. (11)

Приземные концентрации вредных веществ в атмосфере на различных расстояниях от источников выброса по оси факела определяются по формуле:

$$C = S \cdot C_м \,, \quad (12)$$

где S – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения $x/x_м$ и коэффициента F:

при $x/x_м \le 1$, $S = 3(x/x_м)^4 - 8(x/x_м)^3 + 6(x/x_м)^2$; (13)

при $1 < x/x_м \le 8$, $S = \dfrac{1{,}13}{0{,}13(x/x_м)^2 + 1}$; (14)

при $x/x_м > 8$ и $F = 1$, $S = \dfrac{x/x_м}{3{,}58(x/x_м)^2 - 35{,}2(x/x_м) + 120}$; (15)

при $x/x_м > 8$ и $F \ge 2$, , $S = \dfrac{1}{0{,}1(x/x_м)^2 + 2{,}47(x/x_м) - 17{,}8}$. (16)

Предельно допустимый выброс вредного вещества в атмосферу (*ПДВ*, г/с), при котором его максимальная концентрация в приземном слое воздуха не превышает максимальную разовую предельно допустимую концентрацию данного вредного вещества в атмосферном воздухе $ПДК_{м.р.}$, для холодных выбросов определяется по формуле:

$$ПДВ = \frac{ПДК_{м.р.} H^{4/3}}{AFn\eta K} \,. \quad (17)$$

Минимальную высоту H_{min} источника выброса для рассеивания холодных выбросов через одиночный источник, при которой максимальная концентрация вредного вещества в приземном слое не превышает $ПДК_{м.р.}$, можно определить по формуле:

$$H_{min} = \left(\frac{AMFn\eta K}{ПДК_{м.р.}} \right)^{3/4} \,. \quad (18)$$

Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать:

1) титульный лист (приложение А);

2) задание с исходными данными;

3) расчет рассеивания холодного выброса вредного вещества:

а) определение максимальной концентрации вредного вещества $C_м$ в приземном слое атмосферы;

б) сравнение максимальной концентрации $C_м$ с максимальной разовой предельно допустимой концентрацией $ПДК_{м.р.}$ данного вредного вещества и выводы о соблюдении санитарных норм, т.е. соотношения $C_м \leq ПДК_{м.р.}$;
в) определение расстояния $x_м$, на котором образуется максимальная концентрация вредного вещества;
г) определение концентраций вредного вещества С на различных расстояниях х от источника выброса для построения графика распределения концентраций (значения х рекомендуется брать кратные $x_м/2$);
д) график распределения концентраций;
е) расчет предельно допустимого выброса вредного вещества ПДВ;
ж) определение минимальной высоты источника выброса H_{min};
4) выводы.

Практическое занятие 6. Расчет выбросов систем складирования угля

Задачи:

1. Рассчитать массу выбросов взвешенных частиц, выбрасываемых системами складирования угля (открытой и закрытой), на территории строительной организации.
2. Изучить методику расчетов.
3. Выполнить расчеты. Сравнить полученные данные для двух систем складирования.
4. Предложить мероприятия по сокращению массы выбросов.
5. Подготовить отчет о выполненной работе. Содержание отчета: титульный лист (приложение А); задание с исходными данными; расчет массы выбросов взвешенных частиц, выбрасываемых системой складирования угля, на территории строительной организации; выводы.

Рекомендуемая литература:

1. Руководство по охране окружающей среды в районной планировке / ЦНИИП градостроительства. – М.: Стройиздат, 1980. –112 с.
2. Шоба В.А. Экология. Задачи и упражнения. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 64 с.

3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Одним из факторов воздействия угольных предприятий на окружающую среду являются выбросы систем складирования угля, его транспортировки, пылеприготовления. При этом возможно не только пылевое загрязнение, но и выделение продуктов окисления, негативно влияющих на окружающую природную среду.
Распространение выбросов в атмосфере зависит:

– от рельефа местности;

– скорости ветра;

– высоты облачности;

– перегрева их по отношению к температуре окружающей среды;

– фазового состояния осадков и их интенсивности.

Взаимодействие выбросов с туманом приводит к образованию устойчивого сильно загрязненного мелкодисперсного облака – смога, наиболее плотного у поверхности земли.

3.2 МЕТОДИКА РАСЧЕТОВ

Выбросы взвешенных частиц открытыми складами угля определяются как сумма выбросов:

– от формирования склада;

– от сдувания их с поверхности.

1. Количество взвешенных веществ, выбрасываемых при формировании складов угля рассчитывается по формуле:

$$Мф_1 = К_О \times К_1 \times К_4 \times К_5 \times q \times П_г \times (1- \eta) \times 10^{-6}, \text{ т/год} \qquad (3.1)$$

где $К_О$ – коэффициент, учитывающий влажность материала (табл. 3.1); $К_1$ – коэффициент, учитывающий скорость ветра (для закрытого помещения, равен 1); $К_4$ – коэффициент, учитывающий местные условия, степень защищенности узла от внешних воздействий (табл. 3.2); $К_5$ – коэффициент, учитывающий высоту пересыпки материала (табл. 3.3); $П_Г$ – количество угля, поступающего на склад, т/год; q – удельное выделение твердых частиц с тонны угля, поступающего на склад, г/т.

2. Количество взвешенных веществ, выбрасываемых при формировании складов угля в г/сек определяется по формуле:

$$Мф_2 = К_О \times К_1 \times К_4 \times К_5 \times q \times Пг_ч \times (1 - \eta) /3600, \text{ г/сек}, \qquad (3.2)$$

где $Пг_ч$ – максимальное количество угля, поступающего на склад, т/час.

3. Количество взвешенных веществ, выбрасываемых при сдувании, определяется по формуле:

$$Мсд=31,5т/\ год\times К_1\times К_О\times К_4\times К_6\times W\times j\times S\times (1-\eta)\times 10^{-8}, \quad (3.3.)$$

где $К_6$ – коэффициент, учитывающий профиль поверхности складируемого материала, (колеблется в пределах 1,3…1,6. Рекомендуется принимать $К_6$ = 1,4.); S – площадь основания штабелей угля, $м^2$; W – удельная сдуваемость твердых частиц с поверхности штабеля угля (принимается равной $1,0х\ 10^{-6}$ $кг/м^2$); j – коэффициент измельчения горной массы (принимается равным 0,1).

4. Количество взвешенных веществ, сдуваемых в г/сек определяется по формуле:

$$Мсд = К_О \times К_1 \times К_4 \times К_6 \times S \times (1-\eta)\times 10^{-4}, г/сек . \quad (3.4)$$

В данном случае количество твердых частиц, сдуваемых с поверхности склада, не рассчитывается, так как склад полностью закрыт. За г/сек и т/год принимаем значения полученные при расчете выбросов только при формировании склада угля.

3.3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

S – площадь основания штабелей угля - 250 $м^2$; влажность материала – 2 %; высота падения – 1.5 м; $К_1$ = 1,0; q = 3,0 г/т; Пг = 600 г/год; η = 0; $Пг_ч$ = 5,0 т/час.

Расчет для 2-х систем складирования:

1. Склад-хранилище открытый с 3- сторон.
2. Закрытый склад.

Т а б л и ц а 3.10-Зависимость величины $К_О$ от влажности материала

Влажность материала, %	$К_О$
До 0,5	2,0
0,5…1,0	1,9
1,0…3,0	1,8
3,0…5,0	1,2
5,0…7,0	1,0
7,0…8,0	0,7
8,0…9,0	0,3
9,0…10,0	0,2
более 10,0	0,1

Т а б л и ц а 3.2-Зависимость коэффициента $К_4$ от местных условий

Местные условия	$К_4$
Склады, хранилища открытые:	
– с 4 сторон	1,0
– 3 сторон	0,8
– 2 сторон	0,6
– 1 стороны	0,1

– загрузочный рукав закрыт с 4 сторон	0,2 0,1

Т а б л и ц а 3.3-Зависимость коэффициента K_5 от высоты падения материала

Высота падения, м	*K_5*
0,5 1,0 1,5 2,0 4,0 6,0 8,0 10,0	0,4 0,5 0,6 0,7 1,0 1,5 2,0 2,5

Практическое занятие 7. Расчет выброса загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельной.

Задачи:

1. Рассчитать валовой и максимально-разовый выбросы дымовой трубы котельной производительностью 3618 Гкал.
2. Сравнить полученные результаты с нормативами ПДВ.
3. Подготовить отчет о выполненной работе. Содержание отчета: титульный лист (приложение А); задание с исходными данными; расчет; выводы.

Рекомендуемая литература:

1. Методическое пособие для расчета выбросов в атмосферу от стационарных источников предприятий Кемеровской области. – Кемерово: Кемеровский областной комитет по экологии и природным ресурсам, 1992. – 72 с.

2. Химический энциклопедический словарь. – М. "Советская энциклопедия", 1994.

4. Шоба В.А. Экология. Задачи и упражнения. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 64 с.

2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Техногенные выбросы в воздушную среду насчитывают десятки тысяч химических веществ. Однако наиболее распространенные "многотоннажные" загрязнители

сравнительно немногочисленны. Это различные твердые частицы (пыль, сажа, дым), окись углерода (CO), диоксид серы (SO_2), окислы азота (NO и NO_2), различные летучие углеводороды (CH_x), соединения фосфора, сероводород (H_2S), аммиак (NH_3), хлор (Cl), фтористый водород (HF).

На предприятии "В" котельная оборудована тремя водонагрейными котлами НР-18, один из которых постоянно находится в резерве. Котельная работает в отопительном режиме и служит для теплоснабжения помещений площадки, а также двух двухэтажных жилых домов, не принадлежащих предприятию, расположенных за пределами площадки. Режим работы – отопительный период, теплопроизводительность котельной – 3618 Гкал.
Причиной выделения загрязняющих веществ является сжигание в топках котлов каменного угля Кузнецкого бассейна. Выделяются и выбрасываются дымовой трубой пыль SiO_2 (70 – 20 %), ангидрид сернистый, углерода оксид, азота диоксид.

Пыли (аэрозоли из твердых частиц) могут быть различного происхождения: производственные, биологические, вулканические и др. Некоторые виды производственной пыли взрыво- и пожароопасны, загрязняют окружающую среду, вызывают профессиональные заболевания. ПДКмр = 0,300 мг/м^3.

Ангидрид сернистый (SO_2) – сернистый газ, двуокись серы – бесцветный газ с резким удушающим запахом. Применяется в производстве сульфитов натрия, концентрированной серной кислоты, рефрижераторах, при отбеливании и консервировании.
Выделяется в атмосферу при сжигании топлива. В организм поступает через органы дыхания, обладает раздражающим действием на слизистую оболочку глаз и верхних дыхательных путей.
При более сильном воздействии поражает легкие.
ПДКмр = 0,500 мг/м^3.

Углерода оксид (CO) – окись углерода (угарный газ) бесцветный газ без вкуса и запаха, образуется везде, где создаются условия для неполного сгорания углеродосодержащих веществ.
Отравления окисью углерода возможны в котельных, литейных цехах, при испытании моторов, в гаражах, автобусах, на газовых заводах, в шахтах, в быту при неправильном пользовании газовыми плитами и т.д. ПДК$_{мр}$ = 5,000 мг/м^3. Поступает и выделяется из организма через органы дыхания в неизменном виде.

Азота диоксид (NO_2) – диоксид (двуокись азота) – бурый ядовитый газ, обладающий характерным запахом. Пары двуокиси азота ядовиты, их вдыхание вызывает

сильное раздражение дыхательных путей и может привести к отравлению. $ПДК_{м.р.}$ = 0,085 мг/$м^3$.

2.2 МЕТОДИКА РАСЧЕТОВ И ИСХОДНЫЕДАННЫЕ

2.2.1. Валовый выброс пыли определяется по формуле:

$$M_{ТВ} = B \cdot A^r \cdot f \cdot (1 - Ч_З), \text{ т/год}, \quad (2.1)$$

где B – расход топлива = 600 т/год; A^r – зольность топлива на рабочую массу = 14,3 %; $f_{Чз}$ – безразмерный коэффициент, значение определяется в зависимости от типа топки и вида топлива:

– для топок с неподвижной решеткой и ручным забросом (для каменного и бурогоуглей) f = 0,0023 (для данной задачи);

– для топок с неподвижной решеткой и пневмомеханическим забрасывателем f = 0,0026;

– для топок с цепной решеткой и с забрасывателями пневматическими либо механическими f = 0,0035;

$Ч_З$ – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях = 0;

Максимально-разовый выброс определяется в следующей последовательности:

– расход топлива (B) в самый холодный месяц (январь –31 день) – 190т переводится в г/сек;

$$B = 190 \times 10^6 / 31 \times 24 \times 3600 = 70,9 \text{ г/сек}; \quad (2.2)$$

– максимально разовый выброс определяем по формуле 2.1.

Нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ), т/год:

пыль SiO_2 (70 – 20 %) – 2.0096;

ангидрид сернистый (SO_2) – 5.4014;

углерода оксид (CO) – 28.3234;

азота диоксид (NO_2) – 5.6358.

2.2.2. Валовый выброс SO_2 определяется по формуле:

$$M_{SO^2} = 0,02 \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - Ч'_{SO^2}) \cdot (1 - Ч''_{SO^2}), \text{ т/год}, \quad (2.3)$$

где В – расход топлива = 600 т/год; S^r – содержание серы в топливе на рабочую массу = 0,5; $Ч'_{SO2}$ – доля окислов серы, связываемых летучей золой топлива = 0,1; $Ч''_{SO2}$ – доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе = 0;

Максимально-разовый выброс определяем по формуле (2.3), используя величину В из формулы (2.2).

2.2.3. Валовый выброс СО определяется по формуле:

$$M_{CO}=0,001\times C_{CO}\times B\times(1- q^4/100), \text{ т/год}, \quad (2.4)$$

где C_{CO} – выход окиси углерода при сжигании топлива;

$$C_{CO} = q3\cdot R\cdot Qi^r, \text{ кг/т}, \quad (2.5)$$

где q3 = 2 % – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива; *R* = 1– коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива; Qi^r – низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг, для газа (МДж/м^3). В практике Qi^r выражается в ккал/кг – твердое топливо и в ккал/м^3 – газообразное топливо. Для перевода в МДж необходимо ввести коэффициент $4,2\cdot10^{-3}$ ккал/кг

$$Qi^r = 6030 \text{ ккал/кг}\cdot4,2\cdot10^{-3} = 25,326 \text{ МДж/кг}, \quad (2.6)$$

q4 = 7 % – потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива.

Максимально-разовый выброс определяем по формуле (2.4), используя величину В из формулы (2.2).

2.2.4. Валовый выброс NO_2 определяется по формуле:

$$M_{NOx} =0,001\times BQ_i^r\times K_{NOx}\times(1 - \beta) , \text{ т/год}, \quad (2.7)$$

где K_{NOx} = 0,185 кг/ГДж – параметр, характеризующий количество оксидов азота, образующихся на 1 ГДж тепла; β = 0 – коэффициент, учитывающий степень снижения

выбросов оксидов азота в результате применения технических решений Q_i^r – (см. расчет (2.6)).

Максимально-разовый выброс определяем по формуле (2.7), используя величину B из формулы (2.2).

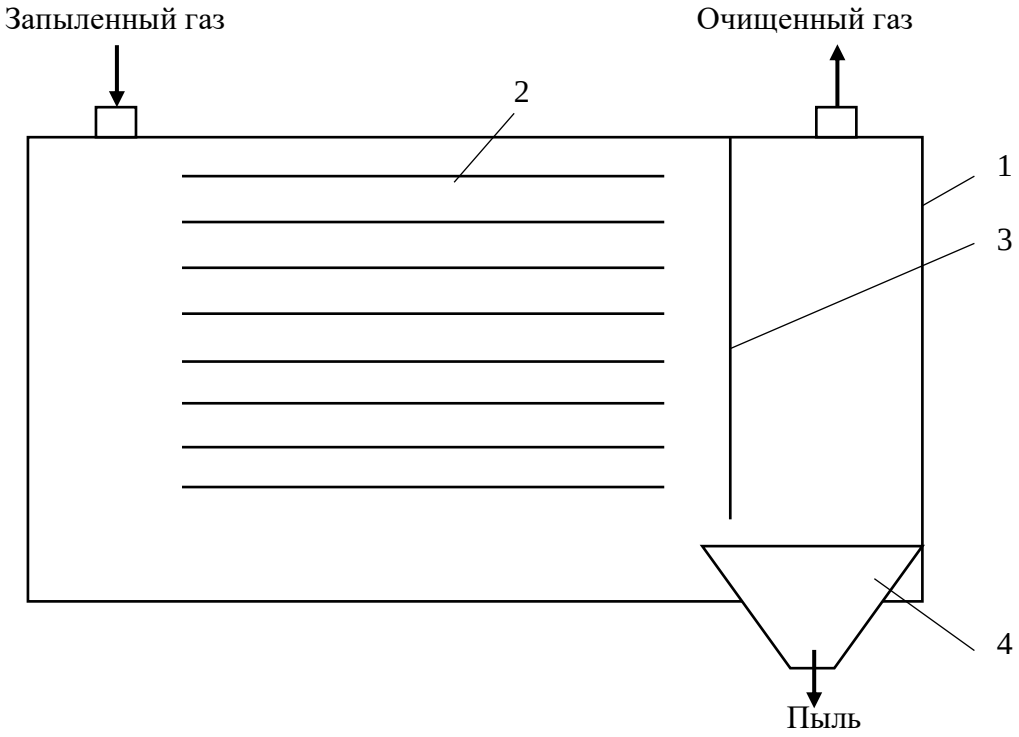
Практическое занятие 8. Расчет пылеосадительной камеры.

Задание: В соответствии с заданным вариантом (табл. 1) рассчитать пылеосадительную камеру с горизонтальными полками.

Таблица 1-Исходные данные

Номер варианта	Материал	Плотность материала частицы, $\rho_ч$, кг/м^3	Диаметр частиц, d, м	Расход газа, Q, м^3/с
1.	Зола	2200	50×10^{-6}	0,2
2.	- « -	- « -	- « -	0,4
3.	- « -	- « -	- « -	0,6
4.	- « -	- « -	- « -	0,8
5.	Известняк	2650	80×10^{-6}	0,2
6.	- « -	- « -	- « -	0,4
7.	- « -	- « -	- « -	0,6
8.	- « -	- « -	- « -	0,8
9.	Мел	2200	60×10^{-6}	0,2
10.	- « -	- « -	- « -	0,4
11.	- « -	- « -	- « -	0,6
12.	- « -	- « -	- « -	0,8
13.	Песок	1500	100×10^{-6}	0,2
14.	- « -	- « -	- « -	0,4
15.	- « -	- « -	- « -	0,6
16.	- « -	- « -	- « -	0,8
17.	Цемент	2900	70×10^{-6}	0,2
18.	- « -	- « -	- « -	0,4
19.	- « -	- « -	- « -	0,6
20.	- « -	- « -	- « -	0,8
21.	Уголь	1350	90×10^{-6}	0,2
22.	- « -	- « -	- « -	0,4
23.	- « -	- « -	- « -	0,6
24.	- « -	- « -	- « -	0,8
Для всех вариантов: 1) газовая среда – воздух; 2) плотность воздуха $\rho = 1{,}293$ кг/м^3; 3) динамическая вязкость воздуха $\mu = 0{,}0185 \times 10^{-3}$ Па·с.				

Схема пылеосадительной камеры с горизонтальными полками представлена на рис. 1.



1 – корпус; 2 – полки; 3 – отражательная перегородка; 4 – бункер

Рисунок. 1- Схема пылеосадительной камеры

Критерий Рейнольдса Re определяется из выражения [1]:

$$\mathrm{Re} = \frac{\omega_{oc} d \rho}{\mu}, \qquad (1)$$

где ω_{oc} – скорость осаждения шарообразной частицы, м/с;
d – диаметр шарообразной частицы, м;
ρ – плотность среды, кг/м^3;
μ – динамический коэффициент вязкости среды, Па с.

С другой стороны критерий Рейнольдса можно найти по уравнению Тодеса

$$Re = \frac{Ar}{18 + 0{,}61\sqrt{Ar}}, \qquad (2)$$

где Ar – критерий Архимеда.

$$Ar = \frac{g d^3 (\rho_ч - \rho)\rho}{\mu^2}, \qquad (3)$$

где $\rho_ч$ – плотность материала частицы, кг/м^3.

По известному значению критерия Рейнольдса (2) определяется скорость осаждения $\omega_{ос}$, для чего используется выражение, полученное из уравнения (1)

$$\omega_{ос} = \frac{\mathrm{Re}\,\mu}{d\rho} . \qquad (4)$$

Если число Архимеда для частиц удовлетворяет условию Ar < 3,6, то скорость осаждения можно рассчитать по формуле Стокса, соответствующей ламинарному режиму осаждения шарообразных частиц в неподвижной газовой среде под действием силы тяжести

$$\omega_{ос} = \frac{gd^2(\rho_ч - \rho)}{18\mu} . \qquad (5)$$

Необходимая площадь осаждения $F_{ос}$, м^2, пылеосадительной камеры определяется следующим образом

$$F_{ос} = \frac{Q}{\omega'_{ос}} , \qquad (6)$$

где Q – объемный расход газа, м^3/с;

$\omega'_{ос}$ – действительная скорость осаждения, м/с.

Для приближенных расчетов принимают $\omega'_{ос} \approx 0{,}5\omega_{ос}$.

Расстояние между полками h, м, пылеосадительной камеры определяется следующим образом

$$h = \omega'_{ос}\tau , \qquad (7)$$

где τ – время пребывания газа в камере, с.

$$\tau = \frac{L}{\omega_Г} , \qquad (8)$$

где L - длина пылеосадительной камеры, м;

$\omega_Г$ - линейная скорость газа между полками, м/с.

Длину камеры L, м, определяем, исходя из площади осаждения $F_{ос}$, задаваясь шириной камеры B, м

$$L = \frac{F_{ос}}{B} . \qquad (9)$$

При неудовлетворительном соотношении длины L и ширины B пылеосадительной камеры изменить ширину камеры, исходя из конструктивных соображений ($L/B \approx 2$) и произвести пересчет.

Линейную скорость газа между полками можно найти по формуле

$$\omega_Г = \frac{Q}{BH}, \qquad (10)$$

где Q – расход газа, м^3/с;
B – ширина камеры, м;
H – высота камеры, м.

Высоту пылеосадительной камеры H принимаем равной длине камеры, т.е. $H = L$.

По формуле (7) находим расстояние между полками h.

Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать:

1) задание с исходными данными;
2) расчет пылеосадительной камеры:
3) выводы.

Практическое занятие 9. Расчет циклона.

Задание: Рассчитать циклон в соответствии с заданным вариантом (табл. 1).

Таблица 1-Исходные данные

Номер варианта	Материал пыли	Плотность частиц $\rho_ч$, кг/м^3	Степень поли-дисперсности пыли lg $\sigma_ч$	Расход газа Q, м^3/с	Концентрация пыли на входе циклона Свх, г/м^3
1.	Зола	2200	0,527	0,2	11,234
2.	- « -	- « -	- « -	0,6	- « -
3.	Известняк	2650	0,384	0,2	0,780
4.	- « -	- « -	- « -	0,4	- « -
5.	Мел	2200	0,422	0,2	23,269
6.	- « -	- « -	- « -	0,4	- « -
7.	Кварц	2650	0,405	0,2	1,830
8.	- « -	- « -	- « -	0,4	- « -
9.	Цемент	2900	0,468	0,2	16,230
10.	- « -	- « -	- « -	1,0	- « -
11.	Уголь	1350	0,334	0,2	5,240
12.	- « -	- « -	- « -	0,4	- « -

13.	- « -	- « -	- « -	0,6	- « -
14.	- « -	- « -	- « -	0,8	- « -
15.	- « -	- « -	- « -	1,0	- « -
Для всех вариантов: 1) газовая среда – воздух; 2) плотность газа ρ = 1,293 кг/м^3; 3) динамическая вязкость газа $\mu = 0{,}0173\times10^{-3}$ Па·с.					

На предприятиях применяют циклоны различных типов. Наибольшее распространение получили цилиндрические и конические циклоны НИИОГАЗ.

К цилиндрическим циклонам НИИОГАЗ относятся аппараты типа ЦН-11, ЦН-15, ЦН-15У и ЦН-24. Отличительной особенностью этих аппаратов является удлиненная цилиндрическая часть корпуса. Входной патрубок расположен под углом 11, 15 и 24° к горизонтали.

К коническим циклонам НИИОГАЗ относятся аппараты типов СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34 и СК-ЦН-34М. Они отличаются от циклонов типа ЦН длиной конической части и наличием спирального входного патрубка.

Цилиндрические циклоны относятся к высокопроизводительным, а конические – к высокоэффективным аппаратам.

Диаметр цилиндрических циклонов обычно не превышает 2000 мм, а диаметр цилиндрической части конических – 3000 мм.

Цилиндрические циклоны НИИОГАЗ характеризуются следующими особенностями:

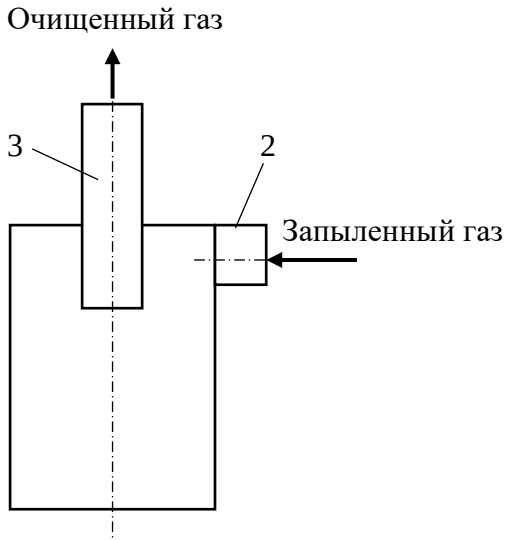
- ЦН-24 (входной патрубок расположен под углом α = 24°); этот тип обеспечивает повышенную производительность при наименьшем гидравлическом сопротивлении; предназначен для улавливания крупной пыли;

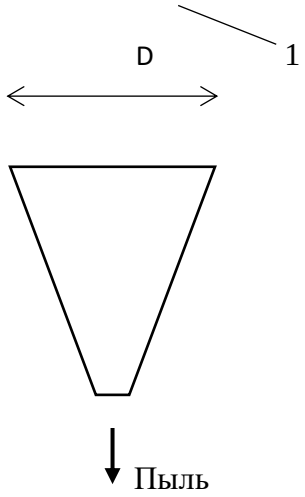
- ЦН-15 (α=15°); этот тип обеспечивает хорошую степень улавливания при сравнительно небольшом гидравлическом сопротивлении;

- ЦН-11 (α=11°); этот тип обеспечивает повышенную эффективность и рекомендуется в качестве унифицированного пылеуловителя.

Схема цилиндрического циклона представлена на рис. 1.

Запыленный газ вводится в цилиндрическую часть корпуса 1 через входной патрубок 2 тангенциально со скоростью 20-30 м/с. Благодаря тангенциальному вводу он приобретает вращательное движение вокруг выхлопной трубы 3. Частицы пыли под действием центробежной силы отбрасываются к стенкам корпуса и под действием гравитационных сил спиралеобразно опускаются в сборник пыли (на схеме не показан). Очищенный газ выбрасывается из циклона через выхлопную трубу 3 и направляется в трубопровод для отвода очищенного газа.





1 – корпус; 2 – входной патрубок; 3 – выхлопная труба

Рис. 1. Схема цилиндрического циклона

Расчет циклонов ведут методом последовательных приближений в следующем порядке [2].

1. Выбирают тип циклона (ЦН-24, ЦН-15, ЦН-11).

2. Выбрав тип циклона, определяют оптимальную скорость газа $\omega_{опт}$, м/с, в сечении циклона (табл. 2).

3. Определяют диаметр *D*, м, циклона по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega_{опт}}}, \qquad (1)$$

где *Q* – объемный расход очищаемого газа, м^3/с (табл.1).

С учетом числа циклонов *n* выражение (1) примет вид:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega_{опт}n}} \qquad (2)$$

Полученный диаметр циклона округляют до ближайшего типового значения внутреннего диаметра циклона из ряда: 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400 и 3000 мм.

Если расчетный диаметр циклона превышает его максимально допустимое значение, то необходимо применять два или более параллельно установленных циклона, диаметр которых определяется по формуле (2).

4. По выбранному диаметру циклона находят действительную скорость газа в циклоне ω, м/с:

$$\omega = \frac{4Q}{\pi D^2 n}\ , \qquad (3)$$

Действительная скорость газа в циклоне не должна отклоняться более чем на 15 % от оптимальной скорости $\omega_{опт}$.

5. Определяют коэффициент гидравлического сопротивления ξ циклона или группы циклонов:

$$\xi = k_1 k_2 \xi_{500} + k_3\ , \qquad (4)$$

где k_1 – поправочный коэффициент, зависящий от диаметра циклона (табл. 3);

k_2 – поправочный коэффициент, учитывающий запыленность газа (табл. 4);

k_3 – коэффициент, учитывающий дополнительные потери давления, связанные с компоновкой циклонов в группу (для одиночных циклонов $k_3 = 0$);

ξ_{500} - коэффициент гидравлического сопротивления одиночного циклона диаметром 500 мм (табл.5); направление выхлопа принимается исходя из требований охраны окружающей среды, безопасности, технологии и др.

6. Определяют потери давления в циклоне Δp, н/м^2:

$$\Delta p = \xi \frac{\rho \omega^2}{2}\ , \qquad (5)$$

где ρ - плотность газа, проходящего через циклон, кг/м^3 (табл. 1).

7. Определяют диаметр частиц, улавливаемых на 50 %, d_{50} :

$$d_{50} = d_{50}^T \sqrt{\frac{D}{D_T} \frac{\rho_ч^T}{\rho_ч} \frac{\mu}{\mu_T} \frac{\omega_T}{\omega}}\ , \qquad (6)$$

где индекс “Т” означает стандартные условия работы типового циклона [2]:

- d_{50}^T находится по табл. 2;
- диаметр циклона D_T = 0,6 м;
- средняя скорость газа в циклоне ω_T = 3,5 м/с;
- плотность частиц $\rho_ч^T$ = 1930 кг/м^3;

- динамическая вязкость газа μ_T = 0,022×10^{-3} Па·с.

8. Определяют эффективность очистки газа в циклоне η:

$$\eta = 0{,}5\,[1 + \Phi(x)], \qquad (7)$$

где $\Phi(x)$ – табличная функция от параметра x (табл. 6).

Параметр x можно найти следующим образом:

$$x = \frac{\lg(d_{50} / d_{50}^{T})}{\sqrt{\lg^2 \sigma_\eta + \lg^2 \sigma_ч}}, \qquad (8)$$

где $\lg \sigma_\eta$ - дисперсия функции фракционной степени очистки $\eta(d)$ (табл. 2);

$\lg \sigma_ч$ - степень полидисперсности пыли (табл. 1).

В зависимости от значения x находят функцию распределения $\Phi(x)$ по табл. 6.

Таблица 2-Параметры, определяющие эффективность циклонов [2]

Параметр	Тип циклона		
	ЦН-24	ЦН-15	ЦН-11
d_{50}^m, мкм	8,50	6,00	3,65
$lg\ \sigma_\eta$	0,308	0,352	0,352
$\omega_{опт}$, м/с	4,5	3,5	3,5

Таблица 3-Значения поправочного коэффициента k_1 [2]

Тип циклона	Диаметр 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

Таблица 4-Значения поправочного коэффициента k_2 [2]

Тип циклона	Концентрация пыли на входе циклона $c_{вх}$, г/м^3						
	0	10	20	40	80	120	150
ЦН-11	1	0,96	0,94	0,92	0,90	0,87	-
ЦН-15	1	0,93	0,92	0,91	0,90	0,87	0,86
ЦН-24	1	0,95	0,93	0,92	0,90	0,87	0,86

Таблица 5-Значения коэффициентов сопротивления циклонов ξ_{500} (D = 500 мм)

Тип циклона	Коэффициент сопротивления ξ_{500}	
	при выхлопе в атмосферу	при выхлопе в гидравлическую сеть
ЦН-11	245	250
ЦН-15	155	163
ЦН-24	75	80

Таблица 6-Значения нормальной функции распределения *Ф(х)* [2]

x	*Ф(х)*
- 2,6	0,0047
- 2,4	0,0082
- 2,2	0,0139
- 2,0	0,0228
- 1,8	0,0359
- 1,6	0,0548
- 1,4	0,0808
- 1,2	0,1151
- 1,0	0,1587
- 0,8	0,2119
- 0,6	0,2743
- 0,4	0,3446
- 0,2	0,4207
0	0,5000
0,2	0,5793
0,4	0,6554
0,6	0,7257
0,8	0,7881
1,0	0,8413
1,2	0,8849
1,4	0,9192
1,6	0,9452
1,8	0,9641
2,0	0,9772
2,2	0,9861
2,4	0,9918
2,6	0,9953

Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать:

1) задание с исходными данными;

2) схему циклона;
3) расчет циклона;
4) выводы.

Практическое занятие 10. Расчет скруббера Вентури.

Задание: В соответствии с заданным вариантом (табл. 1) рассчитать скруббер Вентури для очистки газов, содержащих известковую пыль.

Таблица 1-Исходные данные

Номер варианта	Расход газа V_o, м^3/ч	Разрежение перед газоочисткой p_1, кПа	Концентрация пыли в газе $C_н$, г/м^3	Температура газа t_1, ^{o}C
1.	1400	1,4	1,2	40
2.	2000	1,4	1,8	40
3.	1800	1,6	1,6	50
4.	2000	1,6	1,8	50
5.	1400	1,8	1,2	60
6.	1600	1,8	1,4	60
7.	1800	1,8	1,6	60
8.	2000	1,8	1,8	60
9.	1400	2,0	1,2	70
10.	1600	2,0	1,4	70
11.	1800	2,0	1,6	70
12.	2400	2,2	1,2	80
13.	2600	2,2	1,4	80
14.	3000	2,2	1,8	80

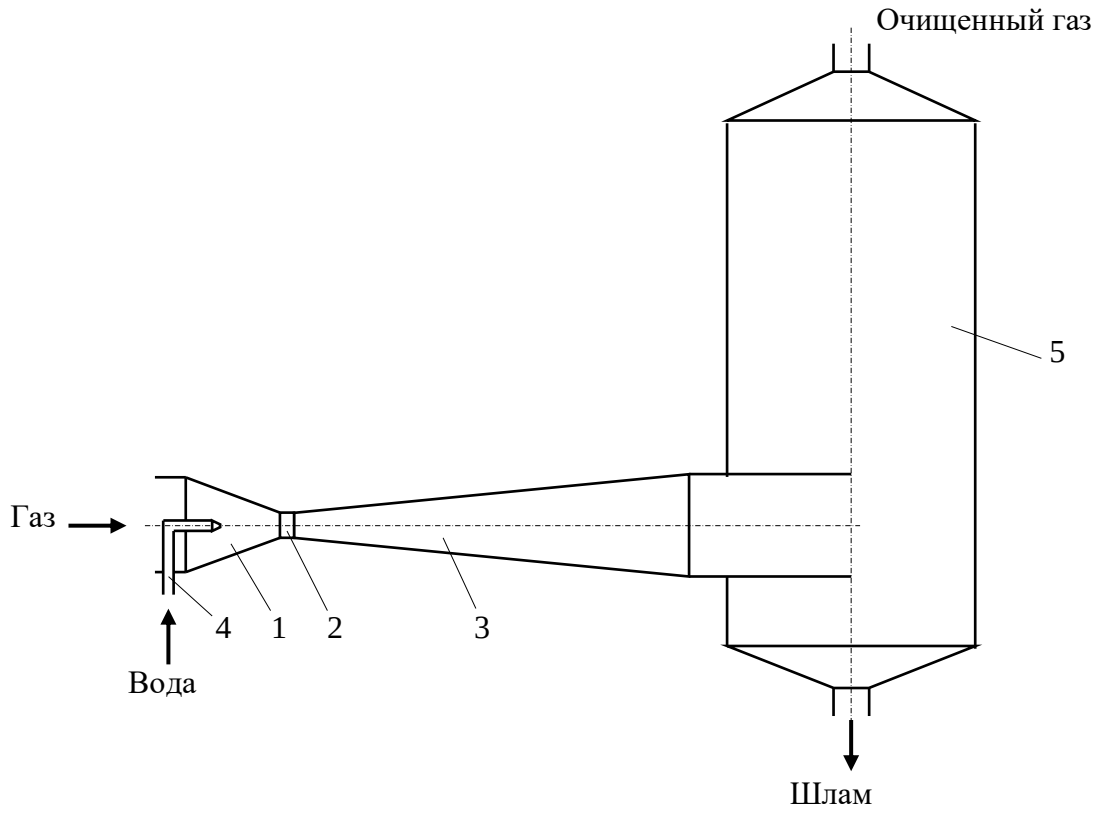
Для всех вариантов: 1) плотность газа ρ_o= 1,26 кг/м^3;
2) давление воды, поступающей на орошение $p_{ж}$ = 300 кПа;
3) требуемая концентрация пыли в газе на выходе из аппарата $C_к$= 20 мг/м^3;
4) константы: $B = 6{,}9\times10^{-3}$, χ = 0,67.

Работа скруббера Вентури основана на дроблении воды турбулентным газовым потоком, захвате каплями воды частиц пыли, последующей их коагуляции и осаждении в каплеуловителе инерционного типа.

Скруббер Вентури включает в себя трубу Вентури и прямоточный циклон-каплеуловитель (рис. 1).

Труба Вентури состоит из конфузора 1, служащего для увеличения скорости газа, оросительного устройства 4, горловины 2, в которой происходит осаждение частиц пыли на каплях воды, и диффузора 3, в котором протекают процессы коагуляции. В каплеуловителе 5 благодаря тангенциальному вводу газа создается вращение газового потока, вследствие чего смоченные и укрупненные частицы пыли отбрасываются на стенки и непрерывно удаляются из каплеуловителя в виде шлама.

↑



1 – конфузор; 2 – горловина; 3 – диффузор; 4 – оросительное устройство; 5–каплеуловитель

Рис. 1. Схема скруббера Вентури

Скрубберы Вентури могут работать с высокой эффективностью η = 96-98% на пылях со средним размером частиц 1-2 мкм и улавливать высокодисперсные частицы пыли (до 0,01 мкм) в широком диапазоне начальной концентрации пыли в газе – от 0,05 до 100 г/м^3.

При работе в режиме тонкой очистки скорость газов в горловине должна поддерживаться в пределах 100-150 м/с.

Расчет эффективности очистки мокрых пылеуловителей наиболее часто проводят на основе энергетического метода.

Главным энергетическим параметром мокрого пылеуловителя является суммарная энергия соприкосновения K_m, т.е. расход энергии на обработку жидкостью определенного объема газов в единицу времени.

Численную величину этого параметра определяют из следующего выражения, (кДж/1000 м^3 газа):

$$K_T = \Delta p + p_{ж} \frac{V_{ж}}{V_{Г}}, \qquad (1)$$

где Δp – гидравлическое сопротивление аппарата, Па;

$p_{ж}$ – давление распыляемой жидкости на входе в аппарат, Па;

$V_{ж}$ и $V_{г}$ – объемные расходы жидкости и газа, соответственно, м^3/с.

В соответствии с энергетическим методом расчета эффективность очистки мокрого пылеуловителя может быть определена по формуле:

$$\eta = 1 - e^{-BK_T^{\chi}}, \qquad (2)$$

гдеB и χ - константы, зависящие от физико-химических свойств и дисперсного состава пыли.

При высоких степенях очистки оценку эффективности работы аппарата удобнее выражать не эффективностью очистки η, а числом единиц переноса $N_ч$ – понятием, используемым в теории тепло- и массообмена, связанным с η следующей зависимостью:

$$N_Ч = \ln \frac{1}{1-\eta}. \qquad (3)$$

Из сопоставления выражений (2) и (3) следует, что:

$$N_Ч = BK_T^{\chi}. \qquad (4)$$

Энергетический подход упрощает расчет эффективности мокрых пылеуловителей и дает результаты, подтверждаемые опытом работы промышленных аппаратов.

Порядок расчета скруббера Вентури

1. Определяется необходимая эффективность η работы аппарата:

$$\eta = \frac{C_н - C_к}{C_н}, \qquad (5)$$

где $C_н$ – начальная концентрация пыли в газе, мг/м^3;
$C_к$ – конечная концентрация пыли в газе, мг/м^3.

2. По формуле (3) определяется число единиц переноса.

3. Используя выражение (4) определяется удельная энергия K_T, затрачиваемая на пылеулавливание.

4. Определяется общее гидравлическое сопротивление Δp скруббера Вентури:

$$\Delta p = K_T - p_{ж} m, \qquad (6)$$

где m – удельный расход на орошение, принимаем m= 0,0012 м^3/м^3.

5. Определяется плотность газа на входе в трубу Вентури при рабочих условиях ρ_1, кг/м^3:

$$\rho_1 = \rho_0 \frac{273(101{,}3 - p_1)}{(273 + t_1)101{,}3} . \quad (7)$$

6. Определяется объемный расход газа, поступающего в трубу Вентури при рабочих условиях V_1, м^3/с:

$$V_1 = V_0 \frac{\rho_0}{\rho_1} . \quad (8)$$

7. Определяется расход орошающей воды $M_ж$, кг/с:

$$M_ж = V_1 m . \quad (9)$$

8. Определяется температура газов на выходе из скруббера Вентуриt_2 ,ºС, по следующей эмпирической формуле:

$$t_2 = (0{,}133 - 0{,}041m)\, t_1 + 35 . \quad (10)$$

10. Определяется плотность газов на выходе из скруббера Вентуриρ_2, кг/м^3:

$$\rho_2 = \rho_0 \frac{273(101{,}3 - p_1 - \Delta p)}{(273 + t_2)101{,}3} . \quad (11)$$

11. Определяется объемный расход газа на выходе из трубы ВентуриV_2, м^3/с:

$$V_2 = V_0 \frac{\rho_0}{\rho_2} . \quad (12)$$

12. Определяется диаметр циклона-каплеуловителя$D_ц$, м:

$$D_ц = 1{,}13\sqrt{\frac{V_2}{\omega_ц}} , \quad (13)$$

где $\omega_ц$ - скорость газа в циклоне-каплеуловителе (принимаем равной 2,5 м/с).

13. Определяется высота циклона-каплеуловителяH, м:

$$H = 2{,}5D_ц . \quad (14)$$

14. Определяется гидравлическое сопротивление циклона-каплеуловителя $\Delta p_ц$, Па:

$$\Delta p_ц = \xi_ц \frac{\omega_ц^2 \rho_2}{2} , \quad (15)$$

где $\xi_ц$ - коэффициент сопротивления циклона-каплеуловителя (для прямоточного циклона $\xi_ц$ = 30 - 33).

15. Определяется гидравлическое сопротивление трубы Вентури Δp_T, Па:

$$\Delta p_T = \Delta p - \Delta p_ц \ . \qquad (16)$$

16. Определяется коэффициент сопротивления, обусловленный вводом орошающей жидкости, для нормализованной трубы Вентури $\xi_{ж}$:

$$\xi_{ж} = 0{,}63\xi_c \left(\frac{M_{ж}}{M_Г} \frac{\rho_Г}{\rho_{ж}} \right)^{-0{,}3} , \qquad (17)$$

где ξ_c - коэффициент сопротивления сухой трубы (ξ_c = 0,12-0,15);
$M_Г$ - массовый расход газа, кг/с.

17. Определяется необходимая скорость газов в горловине трубы Вентури ω_2, м/с:

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{2\Delta p_T}{\xi_c \rho_2 + \xi_{ж} \rho_{ж} m}} . \qquad (18)$$

18. Определяется диаметр горловины трубы Вентури*d*, м:

$$d = 1{,}13\sqrt{\frac{V_2}{\omega_2}} . \qquad (19)$$

По полученному диаметру находятся все остальные размеры нормализованной трубы Вентури.

Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать:

1) задание с исходными данными;
2)схему скруббера Вентури;
3) расчет скруббера Вентури;
4) выводы.

Практическое занятие 11. Расчет вертикального отстойника.

Задание: Рассчитать вертикальный отстойник в соответствии с заданным вариантом (табл. 1).

Таблица 1-Исходные данные

Номер варианта	Расход сточной воды Q, м^3/ч	Плотность частиц $\rho_ч$, кг/м^3	Диаметр частиц d, мкм
1	100	2200	15
2	110	2200	20
3	120	2200	25
4	130	2200	30
5	140	2200	35
6	150	2300	15
7	160	2300	20
8	170	2300	25
9	180	2300	30
10	190	2300	35
11	200	2400	15
12	210	2400	20
13	220	2400	25
14	230	2400	30
15	240	2400	35
16	250	2500	15
17	260	2500	20
18	270	2500	25
19	280	2500	30
20	290	2500	35
21	300	2600	15
22	310	2600	20
23	320	2600	25
24	330	2600	30
25	340	2600	35
26	350	2700	15
27	360	2700	20
28	380	2700	25
29	390	2700	30
30	400	2700	35
Для всех вариантов: 1) плотность жидкости $\rho_ж$ = 1066 кг/м^3; 2) динамическая вязкость жидкости $\mu_ж$ = 1,14 ·10^{-3} Па·с.			

При очистке сточных вод широко распространены процессы разделения гетерогенных систем на отдельные фазы путем осаждения частиц дисперсной фазы в дисперсионной среде под действием различных внешних сил. Так, для выделения твердых частиц из жидких сред широко применяются отстойники, основанные на осаждении частиц под действием силы тяжести (рис. 1).

При движении частицы в жидкости возникает сопротивление, величина которого зависит главным образом от режима движения, формы и поверхности движущейся частицы.

Ламинарный режим движения имеет место при малых размерах частиц и высокой вязкости среды, что обусловливает небольшие скорости движения частицы.

Турбулентный режим движения частицы в жидкости наблюдается при больших размерах частиц и малой вязкости среды, то есть при высоких скоростях движения частиц, когда все большую роль начинают играть силы инерции.

Переход от ламинарного к турбулентному движению характеризуется критическими значениями чисел Рейнольдса *Re* и Архимеда *Ar*.

Рассмотрим процесс осаждения твердой частицы в неподвижной жидкой среде под действием силы тяжести.

Если частица массой *m* начинает опускаться под действием силы тяжести, через некоторый промежуток времени наступит динамическое равновесие: сила тяжести станет равна силе сопротивления среды и частица станет двигаться равномерно. Скорость такого равномерного движения частицы в среде называют скоростью осаждения w_{oc}.

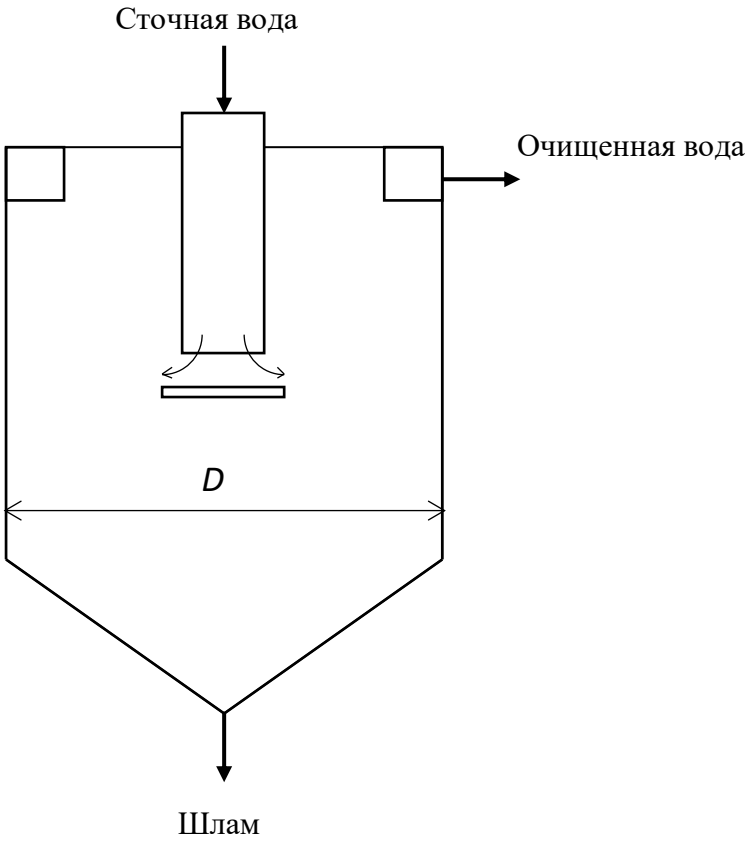


Рис. 1. Схема вертикального отстойника

Скорость осаждения w_{oc} можно рассчитать по формуле Стокса, соответствующей ламинарному режиму осаждения шарообразных частиц в неподвижной газообразной или жидкой среде под действием силы тяжести [6]

$$w_{oc} = \frac{gd^2(\rho_ч - \rho)}{18\mu}, \qquad (1)$$

где d – диаметр шарообразной частицы (табл. 1), м;

ρ – плотность жидкости (табл. 1), кг/м^3;

$\rho_ч$ – плотность материала частицы (табл. 1), кг/м^3;

μ – динамический коэффициент вязкости среды (табл. 1), Па·с;

g – ускорение свободного падения, g = 9,81 м/с^2.

Более удобно для определения w_{oc} пользоваться методом Лященко, используя выражение для критерия Архимеда Ar [6]:

$$Ar = \frac{gd^3\rho(\rho_ч - \rho)}{\mu^2}. \qquad (2)$$

По известному критерию Архимеда можно определить режим осаждения и значение критерия Рейнольдса Re:

- для ламинарного режима $Ar \le 36$

$$\mathrm{Re} = \frac{Ar}{18}; \qquad (3)$$

- для переходной области осаждения $36 < Ar < 83000$

$$Re = 0{,}152\, Ar^{0{,}715}; \qquad (4)$$

- для автомодельной области $\mathrm{Ar} > 83000$

$$\mathrm{Re} = 1{,}74\sqrt{Ar}. \qquad (5)$$

Таким образом, определив значение критерия Ar, находят режим осаждения. Затем по выражениям (3)-(5) находят значение Re и по нему определяют скорость осаждения.

Критерий Рейнольдса определяется выражением

$$\mathrm{Re} = \frac{w_{oc}d\rho}{\mu}, \qquad (6)$$

откуда получим выражение для определения скорости осаждения w_{oc}, м/с:

$$w_{oc} = \frac{\mathrm{Re}\,\mu}{d\rho}\,. \qquad (7)$$

Приведенный расчет w_{oc} относится к скорости свободного осаждения, при котором осаждающиеся частицы практически не оказывают влияния на движение друг друга.

При значительной концентрации твердых частиц в среде происходит стесненное осаждение, скорость которого меньше, чем свободного, вследствие трения и соударений между частицами.

В данной работе рассматривается свободное гравитационное осаждение твердых частиц в жидкости, при котором процесс осаждения происходит под действием силы тяжести и осаждающиеся частицы практически не оказывают влияния на движение друг друга.

При ориентировочных расчетах, учитывая приближенно отличие реальных условий осаждения от теоретических (стесненность осаждения, форма частиц, движение среды) определяют среднюю расчетную скорость осаждения w'_{oc}, м/с:

$$w'_{oc} = 0{,}5 w_{oc}\,. \qquad (8)$$

Поверхность осаждения F, м^2, можно найти по формуле:

$$F = \frac{Q}{w'_{oc}}\,, \qquad (9)$$

где Q – объемный расход сточных вод (табл. 1), м^3/с.

Диаметр отстойника D, м, при известном значении F равен:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}\,. \qquad (10)$$

Порядок расчета:

1) по формуле (2) определить критерий Архимеда *Ar*;

2) по известному критерию Архимеда определить режим осаждения и после определения скорости осаждения методом Лященко - значение критерия Рейнольдса *Re*;

3) при ламинарном режиме осаждения шарообразных частиц скорость осаждения w_{oc} можно рассчитать по формуле Стокса (1);

4) при известном значении критерия Рейнольдса скорость осаждения w_{oc} определяется по формуле (7);

5) по формуле (8) определить среднюю расчетную скорость осаждения $W'_{ос}$, м/с;
6) по формуле (9) определить поверхность осаждения *F*, м^2;
7) по формуле (10) найти диаметр отстойника *D*, м.

Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать:
1) титульный лист (приложение А);
2) задание с исходными данными;
3) схему отстойника;
4) расчет отстойника;
5) выводы.

Практическое занятие 12. Расчет концентрации солей в воде продувки для замкнутой системы водопользования

Задание: В соответствии с заданным вариантом (табл.1) определить максимально возможную концентрацию солей в воде продувки $c_З$ после обессоливания ее для возврата в цикл водоиспользования и поддержания постоянного расхода и солесодержания в нем.

Таблица 1-Исходные данные

Номер варианта	Расход оборотной воды Q, м^3/ч	Расход сточной воды $Q_{ст.в.}$, м^3/ч	Солесодержание сточной воды $c_{ст.в.}$, мг/л
1	7800	7,8	1780
2	8000	8,0	1800
3	8200	8,2	1820
4	8400	8,4	1840
5	8600	8,6	1860
6	8800	8,8	1880
7	9000	9,0	1900
8	9200	9,2	1920
9	9400	9,4	1940
10	9600	9,6	1960
11	9800	9,8	1980
12	10000	10,0	2000
13	10200	10,2	2020
14	10400	10,4	2040

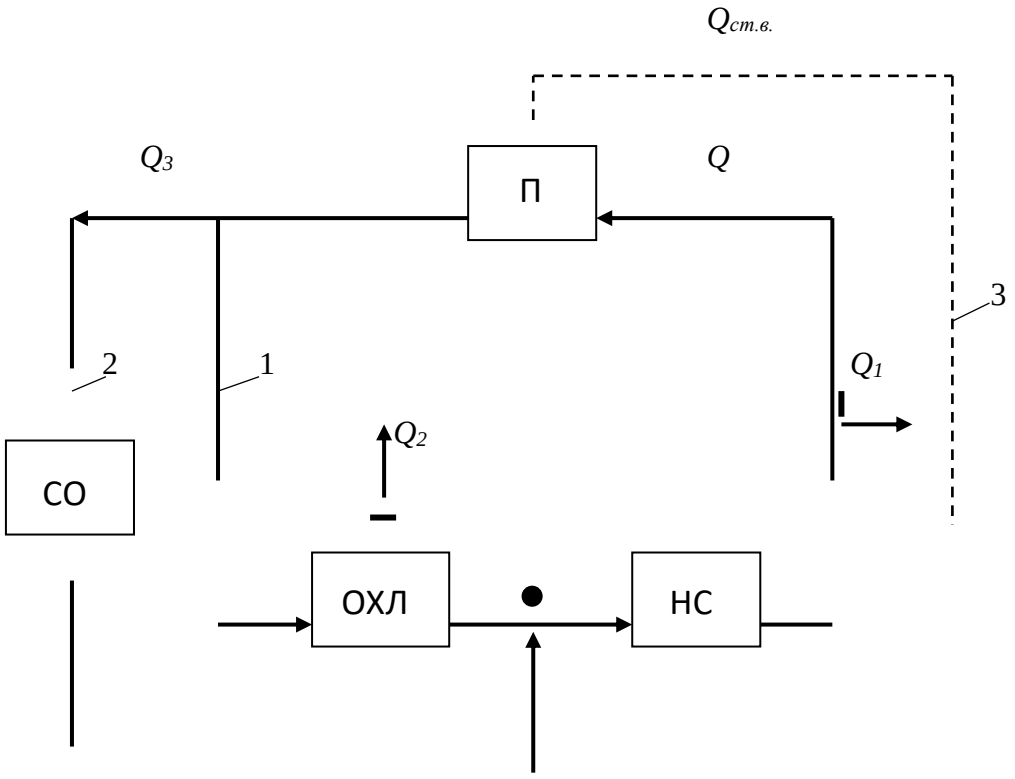
15	10600	10,6	2060
16	10800	10,8	2080
17	11000	11,0	2100
18	11200	11,2	2120
19	11400	11,4	2140
20	11600	11,6	2160
21	11800	11,8	2180
22	12000	12,0	2200
23	12200	12,2	2220
24	12400	12,4	2240
25	12600	12,6	2260

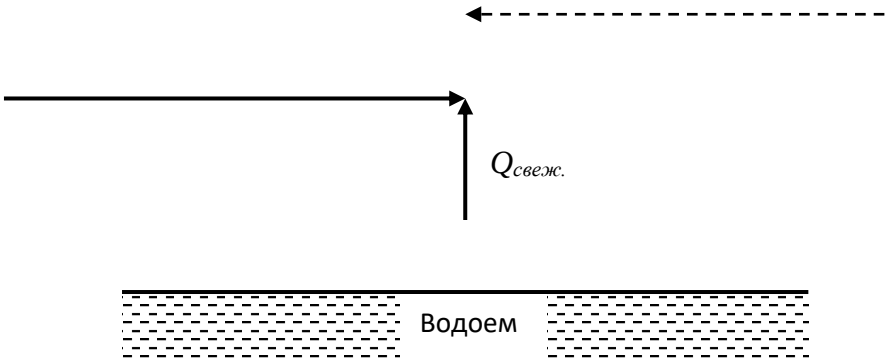
Для всех вариантов:

1) предельная концентрация солей в системе $c_{пр}$ = 800 мг/л;
2) потери воды в результате испарения p_1 = 1,5 %;
3) потери воды в результате разбрызгивания p_2 = 0,5 %;
4) величина продувки p_3 = 0,5 %;
5) содержание солей в свежей воде $c_{свеж.}$ = 200 мг/л.

Наиболее перспективный путь уменьшения потребления свежей воды – это создание оборотных и замкнутых систем водопользования.

В замкнутых беспродувочных системах стабилизацию оборотной воды производят путем вывода части оборотной воды для корректировки ее минерального состава и последующего возврата в цикл раздельно или совместно со свежей подпиточной водой (рис. 1).





1 – основной цикл водооборота; 2 – цикл очистки и возврата воды продувки;

3 – возможный цикл возврата сточной воды производства;

П – производство; **ОХЛ** – система охлаждения воды; **НС** – насосная станция;

СО – система обработки (очистки) части воды;

Рисунок 1- Схема замкнутой системы водоиспользования

Вместо свежей воды для подпитки можно использовать дочищенную до норм качества технической воды смесь промышленных и бытовых сточных вод, предварительно прошедших биологическую очистку, либо промышленные стоки после достаточно глубокой локальной физико-химической очистки.

Подпитка замкнутых систем свежей водой допускается в случае, если недостаточно очищенных сточных вод для восполнения потерь воды.

Нагретая в теплообменных аппаратах оборотная вода охлаждается в градирнях, брызгальных бассейнах, водохранилищах-охладителях или других устройствах.

Относительные величины потерь воды в результате испарения p_1, разбрызгивания p_2 и продувки p_3 (в долях) определяются следующим образом:

$$p_1 = \frac{Q_1}{Q}; \qquad p_2 = \frac{Q_2}{Q}; \qquad p_3 = \frac{Q_3}{Q}, \qquad (1)$$

где Q_1, Q_2, Q_3 – абсолютные величины потерь воды при испарении, разбрызгивании и продувке соответственно, м^3/ч.

Те же величины, выраженные в процентах, принимают вид

$$p_1 = \frac{Q_1}{Q}100\%; \qquad p_2 = \frac{Q_2}{Q}100\%; \qquad p_3 = \frac{Q_3}{Q}100\%. \quad (2)$$

Расчетная предельная концентрация $C_{пр}$ солей или другого лимитирующего загрязнителя в оборотной системе определяется уравнением [2]:

$$C_{пр} = \frac{p_1 + p_2 + p_3}{p_2 + p_3} C_o , \qquad (3)$$

где p_1, p_2, p_3 - относительные величины потерь воды в результате испарения, разбрызгивания и продувки соответственно (в долях);

C_o – допустимая концентрация соли (или другого лимитирующего загрязнителя) в воде, добавляемой в систему.

Порядок расчета

1. В соответствии со схемой замкнутой системы водоиспользования (рис. 1) определим допустимую концентрацию солей C_o в добавляемой в систему водоиспользования воде, сформированной из расходов очищенной продувочной Q_3, свежей $Q_{свеж.}$ и производственной сточной вод $Q_{ст.в.}$ из уравнения (3).

2. Найдем расход свежей воды $Q_{свеж.}$, добавляемой в систему из водоема для компенсации потерь при испарении Q_1 и разбрызгивании Q_2, определяемыми выражениями (2). При этом надо учесть, что сточная вода, добавляемая в оборотную систему $Q_{ст.в.}$,является технологической, то есть

$$Q_{свеж.} = Q_1 + Q_2 – Q_{ст.в.}$$

3. Составим уравнение материального баланса

$$(Q_3 + Q_{ст.в.} + Q_{свеж.})\, c_o = Q_3 c_3 + Q_{ст.в.} c_{ст.в.} + Q_{свеж.}\, c_{свеж.}$$

4. Найдем из уравнения материального баланса максимально возможную концентрацию солей в воде продувки c_3 после обессоливания ее для возврата в цикл водоиспользования.

Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать:

1) задание с исходными данными;
2) схему замкнутой системы;
3) расчет замкнутой системы;
4) выводы.

Практическое занятие 13. Расчет оборотной системы водоснабжения

Задание: В соответствии с заданным вариантом (табл.1) **определить величину продувки Q_3** (сброса части оборотной воды из системы) и **расхода добавляемой в систему свежей воды $Q_{свеж.}$** из водоема для компенсации потерь воды.

Таблица 1-Исходные данные

Номер варианта	Расход оборотной воды Q, м^3/ч	Температура воды, поступающей на охладитель, t_1, ºС	Охладитель
1	7800	40	Вентиляторная градирня с каплеуловителем
2	8000	40	
3	8200	40	
4	8400	40	
5	8600	40	
6	8800	42	Башенная градирня без каплеуловителя
7	9000	42	
8	9200	42	
9	9400	42	
10	9600	42	
11	9800	44	Башенная градирня с каплеуловителем
12	10000	44	
13	10200	44	
14	10400	44	
15	10600	44	
16	10800	46	Вентиляторная градирня с каплеуловителем
17	11000	46	
18	11200	46	
19	11400	46	
20	11600	46	
21	11800	48	Брызгальный бассейн
22	12000	48	
23	12200	48	
24	12400	48	
25	12600	48	

Для всех вариантов:

1) температура охлажденной воды t_2 = 28 ºС;
2) температура воздуха, $t_{возд}$ = 20 ºС;
3) лимитирующий загрязнитель – общее солесодержание.

В промышленном водоснабжении основную роль играют системы оборотного водоснабжения. Нагретая в теплообменных аппаратах оборотная вода охлаждается в градирнях, брызгальных бассейнах, водохранилищах (прудах) - охладителях или других устройствах и циркуляционными насосами снова подается в цикл. При этом она

многократно и последовательно подвергается различным физико-химическим воздействиям – изменяет температуру, аэрируется, в некоторых случаях загрязняется и частично теряется вследствие испарения и капельного уноса в атмосферу. Испарение части воды вызывает постепенное повышение ее минерализации. Вода становится коррозионно-активной, способной к отложению минеральных солей, постепенно в ней накапливаются пыль и продукты коррозии. Поэтому для восполнения потерь оборотной воды и восстановления ее качества системы получают подпиточную воду.

Оборотное водоснабжение можно осуществить в виде единой системы для всего промышленного предприятия либо в виде отдельных циклов для отдельного цеха или группы цехов.

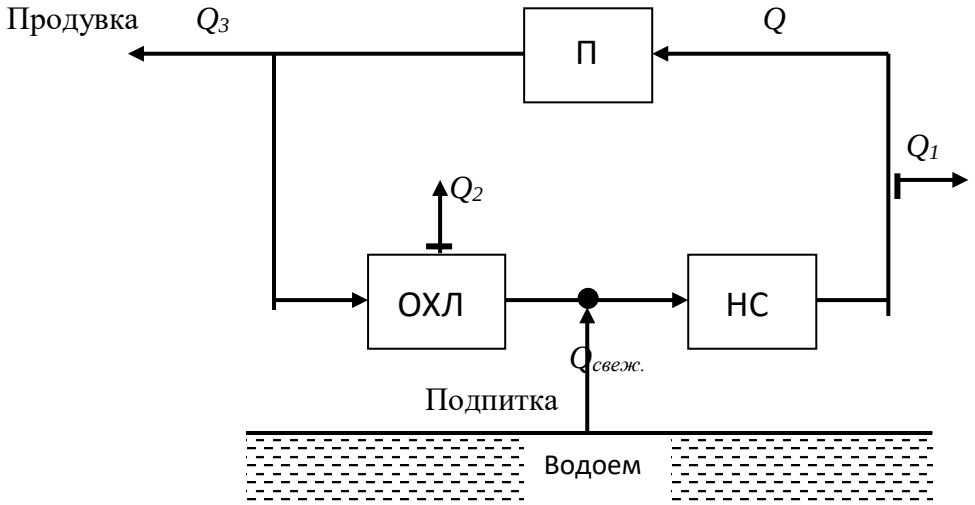
В обычных системах оборотного водоснабжения, где циркулирующая вода не загрязняется технологическими продуктами, повышение минерализации предотвращается продувкой (сбросом части оборотной воды) и пополнением системы подпиточной свежей водой из природных источников, которая проходит необходимую очистку и корректировку состава.

В зависимости от качества оборотной воды и требований, предъявляемых к качеству потребляемой воды, часть общего расхода оборотной воды может подвергаться обработке (умягчению, обессоливанию, удалению взвесей и т.п.) с последующим возвращением ее в систему.

Вместо свежей воды для подпитки можно использовать дочищенную до норм качества технической воды смесь промышленных и бытовых сточных вод, предварительно прошедших биологическую очистку, либо промышленные стоки после достаточно глубокой локальной физико-химической очистки.

Подпитка замкнутых систем свежей водой допускается в случае, если недостаточно очищенных сточных вод для восполнения потерь воды.

Схема оборотной системы водоснабжения с охлаждением воды и подпиткой свежей водой из водоема представлена на рис. 1.



П – производство; **ОХЛ** – система охлаждения воды; **НС** – насосная станция; Q – расход оборотной воды; Q_1 – потери воды при испарении; Q_2 – потери воды при разбрызгивании; Q_3 – потери воды при продувке

Рис. 1. Схема оборотной системы водоснабжения

Потери воды на испарение при охлаждении Q_1 , м^3/ч, определяются по формуле [3]

$$Q_1 = K_{исп}\, \Delta t\, Q, \qquad (1)$$

где $K_{исп}$ – коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи испарением в общей теплоотдаче, принимаемый для брызгальных бассейнов и градирен в зависимости от температуры воздуха (по сухому термометру) (табл. 2), а для водохранилищ (прудов)-охладителей в зависимости от естественной температуры в водотоке;

Δt – перепад температур воды, ºС;

Q – расход оборотной воды (табл. 1), м^3/ч.

Перепад температур воды равен

$$\Delta t = t_1 - t_2 \quad , \qquad (2)$$

где t_1 – температура воды, поступающей на охладитель (пруд, брызгальный бассейн, градирню) (табл. 1);

t_2 – температура охлажденной воды.

Таблица 2

Температура воздуха $t_{возд}$, ºС	0	10	20	30	40
Значения коэффициента $K_{исп}$ для градирен и брызгальных бассейнов	0,001	0,0012	0,0014	0,0015	0,0016

Потери воды p_2 в брызгальных бассейнах и градирнях вследствие уноса ветром принимаются по таблице 3 (СНиП 2.04.02-84)

Таблица 3

Охладитель	Потери воды p_2 вследствие уноса ветром, % расхода охлаждаемой воды
Вентиляторные градирни с водоуловительными устройствами: при отсутствии в оборотной воде токсичных	0,1 – 0,2

веществ;	
при наличии токсичных веществ	0,05
Башенные градирни без водоуловительных устройств	0,5 – 1
Башенные градирни с водоуловительными устройствами	0,01 – 0,05
Открытые и брызгальные градирни	1 – 1,5
Брызгальные бассейны производительностью, $м^3/ч$:	
до 500	2 – 3
св. 500 до 5000	1,5 – 2
св. 5000	0,75 - 1

Требования к качеству оборотной воды и воды для подпитки теплообменных систем оборотного водоснабжения в химической промышленности приведены в табл. 4 [3].

Таблица 4

Показатель	Оборотная вода	Подпитывающая вода	
		при работе со сбросом (продувкой)	при работе без сброса (замкнутый цикл)
Жесткость, $экв/м^3$:			
карбонатная	2,5	2	0,9
постоянная	5	4	1,9
Общее солесодержание, $г/м^3$	1200	900	445
Окисляемость перманганатная (на O_2), $г/м^3$	8 – 15	11,8 – 12,8	3 – 5,7
ХПК (на O_2), $г/м^3$	70	55	26
Содержание, $г/м^3$:			
хлоридов	300	237	112
сульфатов	350 – 500	277 – 395	119 – 187
фосфора и азота (сумма)	3	2,4	1,1
взвешенных частиц	30	23,6	11,2
масла и смолообразующих веществ	0,3	0,25	0,10

Относительные величины потерь воды в результате испарения p_1, разбрызгивания p_2 и продувки p_3 (в долях) определяются следующим образом:

$$p_1 = \frac{Q_1}{Q}; \qquad p_2 = \frac{Q_2}{Q}; \qquad p_3 = \frac{Q_3}{Q}, \qquad (3)$$

где Q_1, Q_2, Q_3 – абсолютные величины потерь воды при испарении, разбрызгивании и продувке соответственно, м^3/ч.

Те же величины, выраженные в процентах, принимают вид

$$p_1 = \frac{Q_1}{Q}100\%; \qquad p_2 = \frac{Q_2}{Q}100\%; \qquad p_3 = \frac{Q_3}{Q}100\%. \quad (4)$$

Расчетная предельная концентрация $C_{пр}$ солей или другого лимитирующего загрязнителя в оборотной системе определяется уравнением [2]:

$$C_{пр} = \frac{p_1 + p_2 + p_3}{p_2 + p_3} C_0, \qquad (4)$$

где p_1, p_2, p_3 - относительные величины потерь воды в результате испарения, разбрызгивания и продувки соответственно (в долях);

C_0 – концентрация соли (или другого лимитирующего загрязнителя) в воде, добавляемой в систему.

Величина $k_y = \frac{p_1 + p_2 + p_3}{p_2 + p_3}$ называется коэффициентом упаривания.

При известных значениях $c_{пр}$ и c_o (в соответствии с требованиями к качеству оборотной и подпитывающей воды) (табл. 4) можно найти p_3, а значит и величину продувки Q_3, м^3/ч.

Величина расхода добавляемой в оборотную систему свежей воды $Q_{свеж.}$, м^3/ч, из водоема для компенсации потерь воды равна:

$$Q_{свеж.} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \qquad (5)$$

Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать:

1. задание с исходными данными;
2. схему оборотной системы;
3. расчет оборотной системы;
4. выводы.

Практическое занятие 14. Расчет первичного отстойника

В технологических схемах очистки сточных вод в зависимости от места и назначения различают первичные и вторичные отстойники.

Первичные отстойники предназначены для осветления воды, прошедшей решетку и песколовку и направляемой на биологическую очистку или в водоем. Вторичные отстойники служат для улавливания активного ила, выносимого из аэротенков, или биологической пленки биофильтров. В зависимости от направления движения сточных вод различают горизонтальные, вертикальные и радиальные отстойники.

Горизонтальный отстойник представляет собой прямоугольный железобетонный резервуар, состоящий из нескольких отделений (двух и более). Их рекомендуется применять при производительности комплекса свыше 15 тыс. $м^3$/сут. Сточная жидкость поступает в торцовую часть, равномерно распределяется по ширине сооружения с помощью поперечного лотка с водосливом и движется горизонтально вдоль отстойника. Осветленная сточная вода собирается в лоток, расположенный на противоположном конце отстойника. Около обоих лотков располагаются полупогруженные перегородки, передняя из которых служит для распределения поступающей жидкости по глубине отстойника, а задняя - для удержания всплывающих веществ. Для сбора и удаления этих веществ у передней перегородки устанавливают поперечный переливной желоб.

В начале горизонтального отстойника, где выпадает большее количество осадка, размещают один или несколько приямков, объем которых зависит от конструкции отстойников и способов удаления ила. Угол наклона стенок приямков - не менее 50º. Уклон дна отстойника - около 0,005 в сторону приямков. Для удаления осадка устанавливают скребковый механизм. Диаметр иловых труб по расчету - не менее 200 мм. Наиболее распространенным способом удаления осадка является выдавливание его под гидростатическим напором воды 1,5 м. В некоторых случаях его удаляют, откачивая плунжерными насосами. Объем иловой части отстойников принимают равным двухсуточному объему выпадающего осадка (при механизированном удалении осадка объем иловой части можно принимать равным восьмичасовому объему выпадающего осадка).

Вертикальный отстойник представляет собой цилиндрический железобетонный резервуар (реже квадратный или многоугольный) с конусным или пирамидальным днищем. Сточная вода поступает в центральную вертикальную трубу с раструбом в нижней части. Под вертикальной трубой расположен отражательный щит, который изменяет направление движения воды с вертикального (нисходящего) на горизонтальное, а затем вновь на вертикальное (восходящее), при котором происходит выпадение в осадок диспергированных частиц в отстойной части. Высота зоны осветления 2,7-3,8 м. Осветленная вода переливается через круговой водослив в сборный лоток и отводится из отстойника. Выпавшая взвесь, накапливающаяся в отстойной части, периодически выпускается по иловой трубе. Всплывающие вещества, (корка) удерживаются кольцевой полупогруженной перегородкой и через специальный лоток и трубу удаляются в иловый колодец.

Вертикальные отстойники проще по конструкции и в эксплуатации, чем горизонтальные, и находят широкое применение в качестве первичных и вторичных отстойников. Однако эффект осветления воды в них на 25-30% ниже, чем в горизонтальных и радиальных. К недостаткам их относится и большая глубина (7- 9 м), что удорожает стоимость их строительства в слабых грунтах и при высоком стоянии грунтовых вод. Вертикальные отстойники рекомендуется применять, если производительность очистных сооружений достигает 20 тыс. м,3/сут.

Расчет вертикального отстойника с центральной подающей трубой.

Для улавливания из сточных вод нерастворенных загрязнений применяют отстойники периодического (контактные) и непрерывного (проточные) действия. В практике очистки сточных вод в основном используются отстойники непрерывного действия. По направлению движения жидкости в сооружении отстойники подразделяют на два основных типа: горизонтальные и вертикальные. Для очистки сточных вод широко используют также радиальные отстойники, которые являются разновидностью горизонтальных.

1 Вертикальный отстойник с центральной подающей трубой

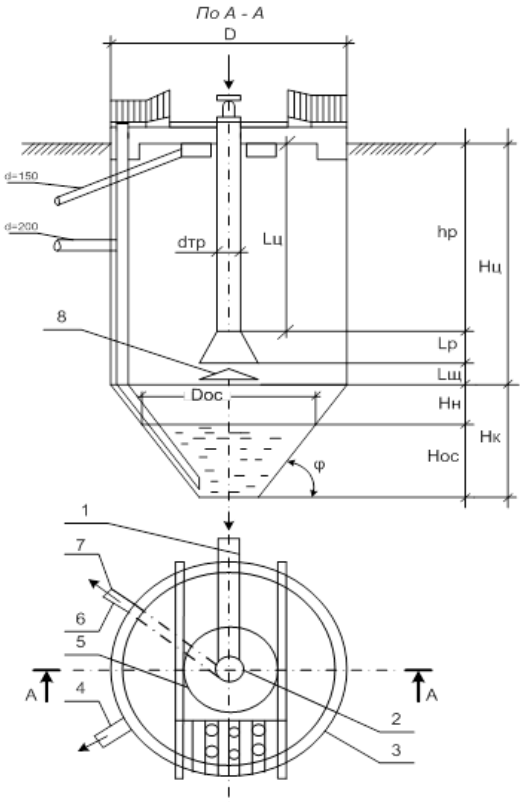


Рисунок 7 - Вертикальный отстойник:
1 – подача сточной воды; 2 – центральная труба; 3 – лоток для осветления воды; 4 – отвод осветленной воды; 5 – лоток для всплывающих примесей; 6 – отвод всплывающих примесей; 7 – иловая вода; 8 - отражательный щит.

Определили рабочую глубину сооружения

$$h_{раб} = V_{отс}^{max} \cdot t_{отс} \cdot 3{,}6 = 0{,}5 \cdot 1{,}5 \cdot 3{,}6 = 2{,}7 \ м \quad (5.16)$$

Определяем общий объем всех отстойников

$$V_{отс} = q_{max}^{час} \cdot t_{отс} = 306 \cdot 1{,}5 = 459 \ м^3 \quad (5.17)$$

Площадь поперечного сечения зоны отстаивания найдена как

$$F_{отс} = \frac{V_{отс}}{h_{раб}} = \frac{459}{2{,}7} = 170 \ м^2 \quad (5.18)$$

$$f = \frac{q_{max}^{час}}{V_{тр} \cdot 3{,}6} = \frac{306}{30 \cdot 3{,}6} = 2{,}8 \ м^2 \quad (5.19)$$

Общая площадь отстойника найдена по формуле

$$F_{об} = F\text{отс} + \text{f} = 170 + 2{,}8 = 172{,}8 \ м^2 \quad (5.20)$$

Принимаем типовой диаметр одного отстойника Дтип = 9,0 м.

Определили количество отстойников

$$N = \frac{F_{об}}{0{,}785 \cdot (Д_{тип})^2} = \frac{172{,}8}{0{,}785 \cdot (9{,}0)^2} = 2{,}72 \cong 3 \quad \text{шт} \quad (5.21)$$

Принимаем три отстойника.

Определили диаметр трубы по формуле

$$Д_{тр} = \sqrt{\frac{f}{N \cdot 0.785}} = \sqrt{\frac{2{,}8}{3 \cdot 0{,}785}} = 1{,}1 \ м \quad (5.22)$$

Найден диаметр раструба по соотношению

$$Д_{растр} = 1{,}35 \cdot Д_{тр} = 1{,}35 \cdot 1{,}1 = 1{,}485 \ м \quad (5.23)$$

Найден диаметр отражающего щита по соотношению

$$Д_{отр.щита} = 1{,}3 \cdot Д_{растр} = 1{,}3 \cdot 1{,}485 = 1{,}93 \ м \quad (5.24)$$

Определили высоту раструба

$$h_{растр} = Д_{растр} = 1{,}485 \ м;$$

Высота щели определена по формуле

$$h_{щ} = \frac{q_{max}^{сек}}{N \cdot V_{щ} \cdot Д_{растр} \cdot \pi} = \frac{0{,}0849}{3 \cdot 0{,}02 \cdot 1{,}485 \cdot 3{,}14} = 0{,}3 \ м \quad (5.25)$$

Определили высоту цилиндрической части отстойника

$$h_{ц} = \text{h}_{б} + \text{h}_{раб} + \text{h}_{растр} + \text{h}_{щ} = 0{,}5 + 2{,}7 + 1{,}485 + 0{,}3 = 4{,}985 \approx 5{,}0 \ м;$$

Определили высоту конической части отстойника

$$h_{к} = \frac{Д - \text{d}}{2} \cdot tg\varphi = \frac{9{,}0 - 0{,}4}{2} \cdot tg50^0 = 5{,}12 \ м;$$

Определили общую высоту сооружения

$$H_{об} = h_{б} + \text{h}_{ц} + \text{h}_{к} = 0{,}5 + 5{,}0 + 5{,}12 = 10{,}62 \ м;$$

Найден объем конусной части отстойника

$$R = Д/2 = 9{,}0/2 = 4{,}5 \ м;$$

$$r = d/2 = 0{,}4/2 = 0{,}2 \ м;$$

$$V_к = \frac{\pi \cdot h_к}{3} \cdot \left(R^2 + r^2 + R \cdot r\right) = \frac{3{,}14 \cdot 5{,}12}{3} \cdot \left(4{,}5^2 + 0{,}2^2 + 4{,}5 \cdot 0{,}2\right) = 113{,}5 \ м^3 \quad (5.26)$$

Определили высоту осадка в отстойнике

$$h_0 = h_к - h_н = 5{,}12 - 0{,}3 = 4{,}82 \ м \quad (5.27)$$

Удаление осадка по иловой трубе Ø200 за счет гидростатического давления.

Общий объем сырого осадка в вертикальном отстойнике определен по формуле

$$V_{ОС} = \frac{24 \cdot q^{час}_{max} \cdot t_{ОС} \cdot (C^{взв}_{вотс} - C^{взв}_{освСВ})}{(1 - \frac{B}{100}) \cdot \rho \cdot 10^6}, \ м^3 \quad (5.28)$$

где tОС - время накопления осадка, принято равным 2 суток;

В - влажность сырого осадка, принята 95%;

ρ - плотность осадка, принята равной 1,0 т/м3;

$$V_{ОС} = \frac{24 \cdot 306 \cdot 2{,}0 \cdot (137{,}77 - 82{,}66)}{(1 - \frac{95}{100}) \cdot 1{,}0 \cdot 10^6} = 16{,}2 \ м^3$$

Литература

СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ К СНиП 2.04.03-85 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, Москва Стройиздат 1990

Режим доступа: http://www.docload.ru/Basesdoc/6/6119/

Разработано к СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» на основе результатов научных исследования и опыта эксплуатации сооружений и установок для очистки сточных вод за последние годы в различных отраслях промышленности. Содержит методики и примеры расчета, вспомогательные справочные материалы, необходимые при проектировании очистных сооружений.

Практическое занятие 15. Промышленная экология: черная металлургия

Вопросы для обсуждения:

1. Выбросы коксохимического производства.
2. Выбросы агломерационного производства
3. Выбросы доменных цехов
4. Выбросы сталеплавильных цехов
5. Очистка выбросов на коксохимических заводах
6. Очистка выбросов на агломерационных фабриках
7. Очистка выбросов сталеплавильных цехов.

Практическое занятие 16. Промышленная экология: черная металлургия

Вопросы для обсуждения:
1.Характеристика сточных вод и их очистка
-Рудообогатительные предприятия
-Коксохимическое производство
-Доменное производство
-Сталеплавильное производство
2. Отходы металлургического производства

Практическое занятие 17. Промышленная экология отраслей производства

Тема: Вопросы для обсуждения:

1. Пути решения экологических проблем:
2. - цветная металлургия.
3. - химическая и нефтехимическая промышленность.
4. - машиностроительная промышленность.
5. - горно-добывающая промышленность
6. Радиационная экология.

Практическое занятие 18. Расчет платы за загрязнение окружающей среды

Задачи:

1. Подготовиться к выполнению занятия, для этого необходимо ответить на ряд вопросов:

- Что понимают под окружающей природной средой предприятия?
- Что понимают под выбросом загрязняющих веществ?
- Что понимают под сбросом загрязняющих веществ?
- Что понимают под твердыми отходами?
- Что понимают под нормативом допустимого выброса (НДВ)?
- Что понимают под базовым нормативом платы за выбросы?
- Что понимают под сверхлимитным выбросом?
- Что характеризует коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферы в данном районе?
- В чем состоит экономический смысл платы за превышение допустимых выбросов загрязняющих веществ?

2. Изучить методики расчета платы за загрязнение окружающей среды от стационарных и нестационарных источников за размещение отходов, за сбросы.

3. В соответствии с заданным вариантом произвести расчеты
4. Подготовить отчет о выполненной работе. Содержание отчета: титульный лист (приложение А); задание с исходными данными; расчетная часть; выводы.

Рекомендуемая литература:

Литература

1. *Бобылев С. Н., Ходжаев А. Ш.* Экономика природопользования. М.: ТЕИС, 1997.
2. *Журавлев В. П.* и др. Охрана окружающей среды в строительстве. М.: Изд-воАСВ, 1995. С. 291-294.
3. *Нестеров П. М., Нестеров А. П.* Экономика природопользования и рынок. М.: Закон и право: ЮНИТИ, 1997.
4. *Нестеров П. М.* Экономика природопользования: Учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1984.
5. *Сахаев В. Г., Щербицкий Б. В.* Экономика природопользования и охрана окружающей среды. Киев: Выща школа, 1987. С177-187.
6. *Гирусов Э. В.* и др. Экология и экономика природопользования. М.: Закон и право: ЮНИТИ, 1998.
7. Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 "О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления" // Российская газета. 2003. 21 июня.
8. *Кожухар В.М.* Практикум по экономике природопользования: Учебное пособие.— М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2005. — 208 с.

5.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Правительством РФ 28 августа 1992 г. (постановление № 632) введен в действие измененный "Порядок определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия" (В настоящее время действует постановление от 12 июня 2003 г. № 344 [7]).

Порядком установлено два вида базовых нормативов платы: за выбросы/сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах допустимых лимитов, т. е. при значениях, не превышающих уровни предельно допустимых выбросов (ПДВ) или предельно допустимых сбросов (ПДС); то же, в пределах установленных лимитов, т. е. при значениях, не превышающих уровней временно согласованных выбросов (ВСВ) или сбросов (ВСС). За

неустановленные (несогласованные, сверхлимитные) выб росы/сбросы, т. е. в пределах, превышающих и уровни ВСВ/ВСС, плата взимается в пятикратном размере по отношению к плате в пределах ВСВ/ВСС.

Суммы платежей в пределах допустимых лимитов включаются в себестоимость продукции, а сверх установленных лимитов и несогласованные — осуществляются за счет прибыли, остающейся в распоряжении предприятия - природопользователя.

Плата за загрязнение представляет собой форму возмещения экономического ущерба от выбросов/сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду. Она, с одной стороны, компенсирует затраты на охрану этой среды, с другой — выступает средством воздействия на предприятия с целью снижения выбросов/сбросов.

Расчеты платы ведутся в соответствии с инструктивно - методическими указаниями [6].

Общая сумма платы предприятия по всем видам загрязнения может быть по его инициативе ограничена в соответствии с показателями, приведенными в табл.5.10.

5.2 Рекомендации по выполнению отдельных разделов занятия

5.2.1. Расчет сумм платы за выбросы от стационарных источников

5.2.1.1 Сумму платы за выбросы загрязняющих веществ стационарными источниками загрязнения в размерах, не превышающих ПДВ ($П_{н,атм}$, руб.) определяют по формуле:

$$П_{н,\,атм} = \sum_{i=1}^{i=n} К_{инд} \cdot К_{э.атм} \cdot Н_{бні,\,атм} \cdot М_{і,\,атм}, \qquad (5.1)$$

при $М_{і,\,атм} \le М_{ні,атм}$

где $К_{инд}$ — коэффициент индексации платы за загрязнения, устанавливается ежегодно законом о бюджете; на начало 2000 г. равен 80,0 по отношению к действовавшим в это время нормативам платы; на 1 января 2004 г. составляет 1,1;

$К_{э,атм}$ — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферы в рассматриваемом районе (значения $К_{э,атм}$ принимаются по табл. 5.3);

$Н_{бні,атм}$ — базовый норматив платы за выброс одной тонны *i*-го загрязняющего вещества в пределах, не превышающих ПДВ, руб./т (значения принимаются по табл. 5.4);

$М_{і,атм}$ — фактическое значение выброса *i*-го загрязняющего вещества, т/год (значения Mi,атм принимаются по табл. 5.1, гр.6);

$M_{ні,атм}$ — предельно допустимое значение выброса *i*-го загрязняющего вещества, т/год, т. е. соответствующее ПДВ (значения $M_{ні,атм}$ принимаются по табл. 5.1, гр.4);

Расчет суммы платы за выбросы удобно вести в табличной форме, пример которой приведен в образце отчета по занятию (табл. 5.11).

5.2.1.2 Сумму платы за выбросы загрязняющих веществ стационарными источниками загрязнения в пределах установленных лимитов (ВСВ) определяют по формуле:

$$П_{л,атм} = \sum_{i=1}^{i=n} К_{инд} \cdot К_{э.атм} \cdot Н_{блі,атм} \cdot (M_{і,атм} - M_{ні,атм}), \quad (5.2)$$

$$\text{при } M_{ні,атм} < M_{і,атм} \leq M_{лі,атм},$$

где $П_{л,атм}$ — сумма платы за выбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов, руб.;

$Н_{блі,атм}$ — базовый норматив платы за выброс одной тонны *i*-го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита (значение $Н_{блі,атм}$ принимается по табл. 5.4, гр. 5);

$M_{лі\ атм}$ — временно согласованное (лимитное) значение выброса і-го загрязняющего вещества, т/год (на занятии значение $M_{лі\ атм}$ принимают по табл. 5.1, гр. 5).

Расчет суммы платы за выбросы удобно вести в табличной форме, пример которой приведен в образце отчета по занятию (табл. 5.11).

5.2.1.3 Сумма платы за сверхлимитные (неустановленные, не согласованные) выбросы ($П_{сл,атм}$, руб.) стационарными источниками определяется по формуле

$$П_{сл,атм} = 5 \cdot К_{инд} \cdot К_{э,атм} \cdot Н_{бліатм} \cdot (M_{і,атм} - M_{лі,атм}), \quad (5.3)$$

$$\text{при } M_{і,атм} > M_{лі,атм}$$

где 5 — коэффициент, учитывающий сверхлимитность загрязнения.

Расчет суммы платы за выбросы удобно вести в табличной форме, пример которой приведен в образце отчета по занятию (табл. 5.11).

5.2.1.4 Общая сумма платы за загрязнение атмосферного воздуха от стационарных источников ($П_{атм}$, руб.) определяется по формуле

$$П_{атм} = (П_{н,атм} + П_{л,атм} + П_{сл,атм}), \quad (5.4)$$

Расчет общей суммы платы приводится в образце отчета по занятию (табл. 5.11, графа "итого").

5.2. 2 Расчет сумм платы за выбросы от передвижных источников

5.2.2.1 Сумма платы за допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от технически исправного транспорта при наличии данных о количестве израсходованного топлива ($П_{тр}$, руб.) определяется по формуле

$$П_{тр} = \sum_{i=1}^{i=n} К_{инд} \cdot Y_{e,i} \cdot T_{e,i} \cdot К_{э,атм}, \quad (5.5)$$

где $Y_{e,i}$ — удельная плата за допустимые выбросы загрязняющих веществ, образующихся при использовании одной тонны i-го вида топлива (принимается по табл. 5.5), руб./т;

$T_{e,i}$ — количество i-го вида топлива, израсходованного передвижными источниками загрязнения за отчетный период Т; на занятии принимается по табл. 5.1, гр. 8.

Расчеты суммы платы удобно вести в табличной форме, которая приведена в образце отчета по занятию (табл. 5.12).

5.2.2.2 Сумма платы за допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу техническими средствами при отсутствии данных о количестве израсходованного топлива ($П_{н,тр}$, руб.) определяется по формуле

$$П_{н,тр} = \sum_{j-1}^{j-m} (В/12) \times N_j \times Г_j \times К_{э,атм} \times К_{инд}, \quad (5.6)$$

где В — продолжительность года (мес), за который исчисляется плата за выброс (на занятии принимается по табл. 5.1, гр. 10);

N_j — количество технических средств j-го вида, единиц (на занятии принимается по табл. 5.1, гр. 11, 12);

T_j — значение годовой платы за единицу технических средств j-го вида, руб./год; на занятии значение принимается по табл.5.6.

Расчет суммы платы за выбросы удобно вести в табличной форме, пример которой приведен в образце отчета по занятию (табл. 5.12).

5.2.2.3 Сумма платы за превышение допустимых выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников ($П_{сн,тр}$, руб.) определяется по формуле

$$П_{сн,тр} = 5 \times П_{н,тр} \times d_j, \quad (5.7)$$

где d_j — доля передвижных технических средств j-го вида на пред. приятии, не соответствующих требованиям стандартов (или техническим условиям завода - изготовителя) по ПДВ, доли единицы (на занятии вычисляются по табл. 5.1, гр. 11, 12).

Расчет суммы платы за выбросы удобно вести в табличной форме, пример которой приведен в образце отчета по занятию (табл. 5.12).

5.2.2.4 Общая сумма платы за выбросы загрязняющих веществ передвижными техническими средствами при отсутствии данных о количестве израсходованного топлива ($П_{тр.о}$, руб.) определяется по выражению

$$П_{тр.о.} = П_{н,тр} + П_{сн,тр}, \quad (5.8)$$

Расчет общей суммы платы за выбросы передвижными техническими средствами, приводится в образце отчета по занятию (табл. 5.12, графа "итого").

5.2. 3. Расчет суммы платы за размещение отходов

Вид (класс) отходов по токсичности определяется в соответствии с временным классификатором токсичных промышленных отходов и методическими рекомендациями по определению класса токсичности промышленных отходов, утвержденными Минздравом и ГКНТ СССР в 1987 г.).

5.2.3.1. Сумма платы за размещение отходов в пределах установленных природопользователю лимитов ($П_{л, отх}$, руб.) определяется по выражению

$$П_{л,отх} = \sum_{i=1}^{n} К_{инд} \cdot К_{э,отх} \cdot Н_{блі,отх} \cdot М_{i,отх}, \quad (5.9)$$

где $К_{э,отх}$ — коэффициент экологической ситуации и значимости состояния почв в рассматриваемом регионе, доли единицы; на занятии принимается по табл. 5.3;

$Н_{блі,отх}$ — базовый норматив платы за размещение одной тон ны отходов i-го вида 1 в пределах установленных лимитов, руб./т; на занятии значения $Н_{блі,отх}$ принимаются по табл. 5.7;

$М_{i,отх}$ — фактическое количество размещаемых отходов i-го вида, т (или $м^3$); значения $М_{i,отх}$ на занятии принимаются по табл. 5.2, гр. 4;

$М_{лі,отх}$ — годовой лимит на размещение отходов, т (или м 3); значение $М_{лі,отх}$ на занятии принимается по табл. 5.2, гр. 3.

Расчеты суммы платы удобно вести в табличной форме, которая приведена в образце отчета по занятию (табл. 5.13).

5.2.3.2. Сумма платы за сверхлимитное размещение отходов ($П_{сл, отх,}$ руб.)
определяется по выражению

$$П_{сл,отх} = 5К_{инд} \cdot К_{э,отх} \cdot Н_{блі,отх} \cdot (М_{і,отх} - М_{лі,отх}), \quad (5.10)$$

при $М_{і,отх} > М_{лі,отх}$

5.2.3.3. Общая сумма платы за размещение отходов ($П_{отх}$, руб.)
определяется по формуле

$$П_{отх} = П_{л,отх} + П_{сл,отх}, \quad (5.11)$$

Расчет общей суммы платы за размещение отходов приводится в образце отчета по занятию (табл. 5.13, графа "итого").

5.2.4. Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности

5.2.4.1. Сумма платы за сброс загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю пре дельно-допустимые нормативы сбросов (ПДС), определяется по формуле

$$П_{л,вод} = 5К_{инд} \cdot К_{э,\ вод} \cdot Н_{бні,\ вод} \cdot М_{і,\ вод}, \quad (5.12)$$

$$При\ М_{і,вод} \le М_{ні,вод},$$

где $П_{л,вод}$ — сумма платы за сбросы загрязняющих веществ в раз мерах, не превышающих ПДС, руб.;

$К_{э,вод}$ — коэффициент экологических ситуации и значимости со стояния водного объекта, доли единицы (принимается по табл.5.8);

$К_{бні,вод}$— базовый норматив платы за сброс одной тонны і-го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих ПДС, руб./ед. измерения загрязнителя; значение $Н_{бні,вод}$ принимается по табл.5.9;

$М_{і,вод}$ — фактическое количество сброса і-го загрязняющего вещества, т;

значение $M_{i,вод}$ на занятии принимается по табл. 5.2, гр. 8;

$M_{ні,вод}$ — значение предельно допустимого для природопользователя сброса i-го загрязняющего вещества, т; на занятии принимается **по табл. 5.2, гр. 6.**

Расчеты суммы платы удобно вести в табличной форме, которая приведена в образце отчета по занятию (табл. 5.14).

5.2.4.2. Сумма платы за сброс загрязняющих веществ (ВСС) в пределах установленных лимитов ($П_{л,вод}$, руб.) определяется по формуле

$$П_{л,вод} = \sum_{i=1}^{i=n} К_{инд} \cdot К_{э,вод} \cdot Н_{блі,вод} \cdot (M_{i,вод} - M_{ні,вод}), \quad (5.13)$$

при $M_{ні,вод} < M_{i,вод} \le M_{лі,вод}$,

где $Н_{блі,вод}$ — базовый норматив платы за сброс 1 т i-го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб./т.; припишется по табл. 5.9;

$M_{лі,вод}$ — значение временно согласованного предприятию лимита сброса загрязняющего вещества, т; на занятии принимается по табл. 5.2, гр. 7.

Расчеты суммы платы удобно вести в табличной форме, которая приведена в образце отчета по занятию (табл. 5.14).

5.2.4.3. Сумма платы за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ ($П_{сл,вод}$, руб.) определяется по выражению

$$П_{сл,вод.} = \sum_{i=1}^{i=n} 5 \cdot К_{инд} \cdot К_{э.вод} \cdot Н_{блі,вод} \cdot (M_{i,вод.} - M_{лі,вод}), \quad (5.14)$$

При $M_{i,вод} > M_{лі,вод}$.

Расчеты суммы платы удобно вести в табличной форме, которая приведена в образце отчета по занятию (табл. 5.14).

5.4.4. Общая сумма платы за загрязнение водных объектов ($П_{вод}$, руб) определяется по формуле

$$П_{вод} = П_{н,вод} - П_{л,вод} - П_{сл,вод}, \quad (5.15)$$

Расчет общей суммы платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты приводится в образце отчета по занятию (табл. 5.14, графа "итого").

Индивидуальные задания

Используемые сокращения: Эт — этилированный; Нэт — неэтилированный. СДМ — строительно-дорожные машины; ЛА — легковой автомобиль; ГАБ — грузовой автомобиль с бензиновым двигателем; ГАД — грузовой автомобиль с дизельным двигателем; ГАГ — грузовой автомобиль на газообразном топливе.

Т а б л и ц а 5.1

Данные по выбросам

Номер варианта	Расположение предприятия	Наименование загрязнителя	Значение выбросов, т/год			Учтенные данные об израсходованном топливе		Данные об автомобилях и технике, расход топлива по которым трудно учитывается			
			Предельно допустимое Mнi ,атм	Временно Согласован-ное Mлi ,атм	Фактическое Mi ,атм	Вид (наимено-вание)	Коли-чество	Вид Передвиж-ных средств	Продолжи-тельность работы, мес.	Количество средств, единиц	
										Всего	в том числе не соответст-вующих требованиям ГОСТ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		Двуокись азота Окись азота Аммиак	0,3 0,2 0,6	0,4 0,3 0,8	0,7 0,1 0,7	АИ-93Эт1 Керосин	72 25	СДМ2 ЛА	3	7 4	3 2
2		Двуокись серы Ацетон Бензин	0,1 0,2 0,15	0,2 0,25 0,25	0,05 0,3 0,20	АИ-93Нэт Дизтопливо	84 27	2АБ СДМ	4	8 6	2 4
3		Бензин слан-цевый Пятиокись ванадия Взвешенные	5,0 0,1 10,0	5,5 0,15 18,0	6,0 0,05 16,0	АИ-72ЭТ Сжиженный газ	36 105	36 105	5	12 7	5 3

		твердые нетоксичны е вещества									
4		Соляная кислота Соединения свинца Оксид углерода	0,2 0,05 1,6	0,3 0,1 1,2	0,1 0,15 1,7	АИ-72Нэт Сжатый газ	49 23	ЛА ГАГ	2	12 6	4 1
5		Соединение ртути Зола углей Оксида кремния	0,2 20,0 0,6	0,25 24,0 0,7	0,15 30,0 0,65	АИ-76Эт Керосин	28 69	ЛА ГАД	3	7 5	2 1
6		Пыль древесная Сажа Метан	8,0 10,0 3,0	10,0 14,0 5,0	9,0 9,0 4,0	АИ-76Нэт Дизельное топливо	73 24	ЛА 2АБ	4	13 8	4 2
7		Пыль извести Бензапирен Керосин	3,0 0,1 0,4	4,0 0,2 0,5	5,0 0,05 0,45	АИ-93Эт Сжатый газ	35 94	СДМ ЛА	5	10 7	3 3
8		Пыль гипса Мышьяк Кислота серная	7,0 0,2 1,2	9,0 0,25 1.3	6,0 0,15 1,4	АИ-93Нэт Керосин	46 78	СДМ ГАГ	6	8 4	5 1
9		Пыль каменно-угольная Хлор Сажа	8,0 0,6 4,5	12,0 0,9 9,0	10,0 0,5 12,0	АИ-72Эт Керосин	54 25	СДМ ГАБ	6	13 6	2 1
10		Двуокись азота Аммиак Ацетон	0,2 0,1 0,8	0,4 1,2 1,0	0,3 1,3 0,7	АИ-72Нэт Сжатый газ	48 77	СДМ ГАД	4	11 5	4 1
11		Окись азота Двуокись серы Бензин	1,0 0,7 0,8	1,3 0,9 1,0	1,1 1,0 0,6	АИ-76Эт Сжиженный газ	45 92	СДМ ЛД	2	12 6	2 2
12		Бензин	0,3	0,4	0,3	АИ-76Нэт	22	ЛА	3	10	2

		сланцевый Взвесь твердая Соляная кислота	10 0,1	13,0 0,15	5,0 0,2	Дизтопливо	45	СДМ		7	2
13		Пятиокись ванадия Свинец Оксид углерода	0,2 0,1 10	0,04 0,15 16,0	0,15 0,2 12,0	Керосин Дизтопливо	39 74	ГАД СДМ	5	9 7	3 3
14		Ртуть Окись кремния Пыль древесная	0,15 0,9 15	0,25 1,1 20,0	0,20 1,2 14,0	Сжатый газ Сжиженный газ	54 27	2АБ СДМ	3	14 5	3 1
15		Зола угольная Пыль извести Пыль глины	12,0 8,0 13,0	16,0 9,0 15,0	15,0 7,0 20,0	АИ-72Эт Сжиженный газ	48 26	ГАД СДМ	6	6 8	2 3
16		Свинец Пыль извести Сажа	0,1 6,0 3,0	0,15 8,0 4,5	0,05 7,0 5,0	АИ-72Нэт Сжиженный газ	29 63	СДМ ЛА	4	13 12	4 1
17		Пыль гипса Метан Мышьяк	7,0 1,1 0,10	9,0 1,2 0,20	6,0 1,3 0,15	АИ-76Эт Керосин	33 48	2АБ ЛА	3	7 9	2 3
18		Пыль цемента Керосин Хлор	3,0 0,2 4,0	4,0 0,5 5,0	6,0 0,4 2,0	АИ-76Нэт Керосин	72 54	2АБ ЛА	2	11 8	2 1
19		Пыль гипса Сажа Кислота серная	3,5 0,2 4,0	4,5 2,0 0,3	4,0 0,5 0,35	Аи-93Эт Керосин	29 43	ГАД ЛА	1	9 7	2 3
20		Керосин Пыль глины Ацетон	0,8 6,0 0,15	1,0 8,0 0,25	0,3 10,0 0,20	АИ-93Нэт Керосин	35 40	СДМ ЛА	2	17 10	4 2
21		Бензапирен Пыль камено-угольная	0,10 7,6	0,20 8,0	0,05 9,0	Дизтопливо Сжатый газ	26 57	СДМ ГАГ	4	18 11	4 3

		Керосин	0,5	0,6	0,55						
22		Угольная зола Аммиак Оксид азота	15,0 0,2 1,5	18,0 0,30 1,7	18,0 0,30 1,7	Дизтопливо Сжиженный газ	48 23	ГАГ ГАБ	3	10 8	3 2
25		Каменно-угольная пыль Двуокись азота Ацетон	3,5 0,5 0,25	4,1 0,65 0,30	3,7 0,45 0,35	Дизтопливо АИ-93Нэт	26 48	СДМ ЛА	3	17 5	4 1
26		Хлор Древесная пыль Бензин сланцевый	2,3 10,0 0,3	2,9 16,0 0,4	2,1 15,0 0,45	Дизтопливо АИ-93ЭГ	33 72	ЛА ГАБ	2	13 6	3 2
27		Аммиак Мышьяк Пыль извести	1,75 0,2 17,0	2,05 0,3 19,0	1,6 0,25 21,0	Дизтопливо АИ-725г	56 49	ЛА ГАД	4	16 10	4 3
28		Окись азота Пыль глины Пятиокись ванадия	0,85 6,0 0,15	1,1 8,0 0,20	0,9 9,0 0,10	Дизтопливо АИ-72Нэт	35 67	ЛА ГАГ	5	14 8	6 3
29		Соляная кислота Сажа Пыль древесная	0,2 6,4 12,0	0,25 7,1 16,0	0,15 8,0 14,0	Керосин АИ-76ЭГ	101 23	СДМ ГАГ	3	15 9	2 4
30		Окись азота Кислота серная Пыль каменно-угольная	4,7 0,30 10,0	5,3 0,40 18,0	5,0 0,20 19,0	Керосин АИ-76Нэт	52 16	СДМ ГАБ	4	11 7	4 3

Т а б л и ц а 5.2

Данные по размещению отходов и сбросам

№ Вари-анта	Наименование отходов, Подлежащих хранению	Количество отходов, т.		Наименование загрязнителя воды	Значения сбросов, т/год		
		Лимит Млі,отх	Фактическое Mi,отх		предельно допустимое	Временосогла-сованное	Фактическое
1	2	3	4	5	6	7	8
	Формовочная смесь Пленка лаков	4,0 1,0	5,0 0,5	Азот нитратный Свинец в растворе Отходы нефти	3,2 0,4 1,3	3,9 0,6 1,6	2,7 0,5 2,0
	Горелая земля Шлифматериалы	10,0 0,7	13,0 0,5	Масло солярное Мочевина Взвешенные илистые вещества	1,9 0,4 10,0	2,3 0,6 16,0	2,0 0,9 9,0
	Шлак котельных Нефтешламовые отходы	11,0 3,0	7,0 2,0	Симазин Краситель черный Ацетон	0,4 2,4 0,3	0,6 2,9 0,5	0,5 3,1 0,1
	Зола ТЭЦ Грунт со свинцом	15,0 1.0	21,0 0,7	Аммиак Латекс БС Мышьяк	2,1 0,7 0,1	2,5 0,9 0,2	1,9 0,8 0,3
	Промасленные опилки Твердые бытовые отходы (ТБО)	13,0 12,0	10,0 7,0	Взвешенные или-стые вещества Симазин Латекс БС	10,7 0,2 0,3	12,1 0,4 0,4	9,0 0,3 0,5
	Ил с очистных сооружений Ртутьсодержащий песок	14,0 2,0	18,0 0,5	Азот нитратный Нефтеэмульсия Ацетон	6,2 3,0 0,1	6,6 3,2 0,2	6,4 2,5 0,3

	Огнеупорный лом Свинецсодержащий песок	7,0 1,0	4,5 1,3	Азот нитратный Масло солярное Симазин	0,5 1,6 0,1	0,7 2,0 0,3	0,4 1,9 0,5
	Отходы текстиля Отходы хлорба-рия	9,3 0,6	10,7 0,4	Свинец в растворе Мочевина Краситель черный	0,2 2,7 1,2	0,3 3,0 1,6	0,1 3,9 1,4
	Ветошь Стеклобой	5,0 9,0	8,0 4,0	Нефтеэмульсия Взвешенный ил Ацетон	2,3 6,4 0,2	2,9 6,9 0,4	2,0 7,6 0,3
	Паста цирконовая Изношенные покрышки	1,2 16,0	0,4 24,0	Аммиак Взвешенный ил Азот нитратный	0,8 10,4 2,4	1,3 16,0 2,8	1,0 8,0 3,4
	Макулатура Песок, пропитаный гальваниче- скими р-ми	6,0 1,0	2,0 1,6	Латекс БС Симазин Нефтеотходы	0,20 0,3 2,4	0,30 0,5 2,9	ОД 0,4 3,2
	Опилки Нефтешлаковые отходы	19,0 7,3	24,0 5,4	Мышьяк Латекс БС Ацетон	0,1 0,8 0,3	0,3 1,0 0,4	0,2 1,2 0,2
	Полимер отходы (отработанная пленка) Шлам гальванический	8,0 0,6	10,3 0,2	Мышьяк Нефтеотходы Краситель черный	0,2 3,7 2,5	0,3 4,2 3,0	0,1 6,0 2,9
	Замазученный грунт Грунт, пропитаный ядохимикатами	6,0 1,9	2,0 2,3	Масло соляровое Ацетон Взвешенный ил	2,3 0,2 16,3	2,6 0,4 25,0	2,1 0,3 30,0
	Асбестит Отходы смазочно-охлажд.	6,2 1,2	3,7 1,3	Азот нитратный Мышьяк	0,1 0,1	0,3 0,2	0,2 0,05

	жидкостей (СОЖ)			Латекс БС	1,4	1,7	2,2
	Шлам известковый Ртутьсодержащий грунт	13,0 2,0	15,6 0,6	Симазин Латекс БС Взвешенный ил	0,3 0,9 18,4	0,5 1,1 25,6	0,2 1,2 22,1
	Глауконитовый песок Грунт, пропитанный пестицидами	8,9 0,8	10,2 0,3	Взвешенный ил Ацетон Мышьяк	22,0 0,4 0,1	30,0 0,5 0,2	39,0 0,2 0,15
	Шлам стекольный Древесная стружка	8,7 16,8	11,4 10,5	Взвешенный ил Латекс БС Ацетон	23,0 0,2 0,15	25,0 0,3 0,20	21,0 0,25 0,30
	Песок, пропитанный трихлорди-фенилом Формовочный песок	1,4 24,0	0,8 30,0	Взвешенный ил Симазин Латекс БС	26,0 0,3 0,7	30,0 0,4 0,8	28,0 0,2 0,9
	Кости животных Шлифматериалы	9,4 5,1	7,3 6,4	Взвешенный ил Аммиак Ацетон	13,5 0,2 0,1	18,6 0,3 0,2	20,4 0,1 0,15
	Кожобрезь Промасленные опилки	7,0 3,9	5,2 2,7	Краситель черный Нефтеэмульсия Аммиак	4,2 1,2 0,3	4,5 1,6 0,3	3,7 1,3 0,4
	Элеваторная пыль (взрывоопасная) Древесная стружка	11,0 28,0	9,0 36,0	Краситель черный Латекс БС Ацетон	1,5 0,6 0,2	1,7 0,8 0,4	2,0 0,7 0,1
	Зола ТЭЦ Ветошь	28,0 1,3	36,0 0,6	Краситель черный Нефтеэмульсия Симазин	1,2 2,0 0,1	1,6 2,3 0,4	2,0 1,5 0,2

	Доменные шлаки Отходы хлорбария	18,0 0,8	13,0 0,9	Краситель черный Мочевина Азот нитратный	1,9 0,5 0,2	2,0 0,7 0,3	2,4 0,6 0,1
	Гальванический осадок (шлам) Макулатура	3,2 3,0	2,9 3,3	Масло соляровое Взвешенный ил Симазин	1,1 16,0 0,2	1,3 20,0 0,3	1,2 22,0 0,1
	Строймусор Шлифматериалы	7,5 3,9	9,2 2,4	Масло соляровое Ацетон Взвешенный ил	1,3 0,2 18,7	1,5 0,4 22,5	1,4 0,1 24,0
	Изношенные автопокрышки Нефтешлаковые отходы	8,9 6,0	11,4 4,3	Масло солярное Аммиак Взвешенный ил	0,6 0,3 17,3	0,9 0,4 20,0	0,7 0,2 26,0
	Стружка металлическая Ртутьсодержащий шлак	12,0 0,4	3,0 0,6	Масло соляровое Свинец в растворе Краситель черный	1,3 0,2 2,1	1.5 0,3 2,5	1,4 0,1 2,7
	Стеклобой Песок, пропитан, пестицидами	7,3 1,6	10,4 0,3	Латекс БС Мочевина Взвешенный ил	0,6 0,3 20,3	0,9 0,5 24,5	0,8 0,2 27,9
	Полимеротходы Ил с очистных сооружений	7,0 8,0	3,0 11,0	Латекс БС Краситель черный Симазин	1,3 2,4 0,2	1,5 3,0 0,4	1,4 3,5 0,1

Т а б л и ц а 5.3-Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния природной среды по регионам (см. постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344)

№ п.п.	Регионы (районы)	Значение коэффициентов экологических ситуации и значимости состояния (Кэ,1)	
		атмосферного воздуха	почвы (при размещении отходов)
1	2	3	4
1	Северный	1,4	1,4
2	Центральный	1,9	1,6
3	Поволжский	1,9	1,9
4	Северо-кавказский	1,6	1,9
5	Уральский	2,0	1,7
6	Восточно-сибирский	1,4	1,1
7	Дальневосточный	1,0	1,1
8	Брянская область (за исключением г. Брянск, Дятьково, Клинцы, Фокино)	1,9	1,6
9	Г. Новокузнецк	найти самостоятельно	найти самостоятельно

Т а б л и ц а 5.4-Значения базовых нормативов платы за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Нормативы платы за выбросы 1 т загрязняющих веществ (руб.) в пределах			
		Допустимых нормативов выбросов (ПДВ), Нбні,руб./т		Установленных лимитов (ВСВ), Нблі, руб./т	
		До июня 2003 г.	После июня 2003 г.	До июня 2003 г.	После июня 2003 г.
1	2	3	4	5	6
1.	Двуокись азота, аммиак	0,42	52	2,08	260
2.	Окись азота, пыль стекло-волокна и стеклопластика	0,28	35	1,38	175
3.	Золы углей, пыль цемента, глины	0,83	35	4,13	175
4.	Двуокись серы, бензин (сланцевый, в пересче-те на углерод), кремния окись, сажа	0,33	41	1,65	205
5.	Ацетон, хлор	0,55	6,2	2,75	31
6.	Взвешенные твердые не-токсичные вещества, пыль древесная, извести и гипса, каменноугольная	0,11	13,7	0,55	68,5
7.	Бензин нефтяной (мало-сернистый)	0,01	1,2	0,05	6
8.	Ванадия пятиокись	8,25	1025	41,25	5125
9.	Соляная кислота	0,09	11,2	0,43	56
10.	Свинец и его соединения, ртуть и ее соединения	55,0	6833	275,0	34 165
11.	Оксид углерода	0,005	0,6	0,03	3
12.	Хлор	0,55	27 548 091	2,75	137740455
13.	Метан (газ)	0,0004	0,05	0,002	0,2
14.	Бенз(а)пирен	16 500,0	2 049 801 82	500,0	10 249 005
15.	Мышьяк	5,5	683	27,5	3415
16.	Керосин, уайт-спирит	0,02	2,5	0,08	12,5
17.	Кислота серная	0,17	21	0,83	105

Т а б л и ц а 5.5-Значение удельной платы за сжигание различных видов топлива исправными техническими средствами

№ п/п	Вид топлива	Значение удельной платы (Ye), руб./т или руб./тыс. м газа	
		до июня 2003 г.	после июня 2003 г.
1	2	3	4
1	Бензин этилированный:		-
1.1	АИ-92, 93, 95	28,0	
1.2	АИ-72,76	25,0	
2	Бензин неэтилированный:		1,3
2.1	АИ-93	10,0	
2.2	АИ-72.76	11,0	
3	Дизельное топливо	21,0	2,5
4	Керосин	21,0	2,5
5	Сжатый природный газ (тыс. м3)	9,0	1,2
6	Сжиженый газ	11,0	1,2

Т а б л и ц а 5.6 -Значения годовой платы за одно техническое средство

№ п.п	Вид транспортных и технических средств	*Значение годовой платы за* одно техническое средство (Гj), руб./год
1	2	3
1	Легковой автомобиль	2,7
2	Грузовой автомобиль или автобус с бензиновым двигателем	4,0
3	Грузовой автомобиль или автобус с дизельным двигателем	2,5
4	Грузовой автомобиль или автобус, работающие на газовом топливе	1,4
5	Строительно-дорожные машины	0,5

Т а б л и ц а 5.7 -Базовые нормативы платы за размещение отходов

№ п.п	Виды отходов	Единицы измерения	Нормативы платы за размещение 1 т отходов в пределах установленных лимитов, блі ,отх Н руб./един. изм.	
			до июня 2003 г.	после июня 2003 г.
1	2	3	4	5
1	Нетоксичные отходы промышленности:			
1.1	добывающей	т	0,0025	0,4
1.2	перерабатывающей	м2	0,120	15
2	Токсичные отходы:			
2.1	1класса (токсичности)	т	14,0	1739,2
2.2	2 класса	т	6,0	745,4
2.3	3 класса	т	4,0	497,0
2.4	4 класса	т	2,0	248,4

Т а б л и ц а 5.8-Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам (основных) рек

№ п.п.	Речные бассейны	Значение коэффициента экологических ситуации и значимости, Кэвод.
1	Каспийское море, р. Волга	1,13-1,14
2	Черное море, р. Днепр	1,10-1,50
3	Брянская область (за исключением районов: Брянского, Выгонического, Дубровского, Дятьковского, Жуковского, Карачевского, Климовского, Рогнединского, Трубчевского)	1,3
4	Брянский и др. указанные в п. 3 районы	1,5

Т а б л и ц а 5.9 -Базовые нормативы платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Нормативы платы за сброс 1 т загрязнителя (руб.) в пределах			
		ПДС (Нбні,№ вод)		вес (нбні,вод)	
		До июня 2003 г.	после июня 2003 г.	До июня 2003 г.	после июня 2003 г.
1	2	3	4	5	6
1	Азот нитратный	0,25	689	1,23	3445
2	Краситель кислотный черный, мышьяк, аммиак, ацетон, нефть и нефтепродукты	44,35	5510	221,75	27560
3	Взвешенные вещества (к фону)	2,95	366	14,75	1830
4	Латекс БС-85М, пигмент красный	4,44	552	22,18	2670
5	Масло соляровое, латекс сополимера и винилиденхлорида	221,75	27548	1108,75	137740
6	Свинец (Рв 2+), пигмент желтый	22,18	2755	110,88	13775
7	Мочевина	0,03	3,7	0,15	18,5
8	Симазин	923,96	-	4619,8	-

Т а б л и ц а 5.10 -Предельные размеры платы предприятий за превышение предельно допустимых нормативов выбросов, сбросов загрязняющих веществ, размещение отходов

Наименование лимитирующего показателя	Рентабельность предприятия (%), исчисленная как отношение прибыли к себестоимости		
	до 25	до 50	свыше 50
Максимальный процент от прибыли, в пределах которого взимаются платежи за загрязнение	20	50	70

Ниже приводятся табличные формы отчетов по практическому занятию "Расчет платы предприятия за загрязнение окружающей природной среды"

Т а б л и ц а 5.11 - Исходные данные и результаты расчета «Определение суммы платы за выбросы загрязняющих веществ стационарными источниками (в ценах, действовавших до июня 2003 г.)»

№ п/п	Наименование загрязнителя	Значения выбросов, т/год			Базовые значения платы, (руб./т) в пределах		Сумма платежа, руб.
		ПД (Мні,атм)	ВС (Млі,атм)	Фактическое (Мі,атм)	ПДВ (Нбні,атм)	ВСВ (Нблі,атм)	
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
3							
	итого	-	-	-	-	-	

Т а б л и ц а 5.12 -Исходные данные и результаты расчета «Определение суммы платы за выбросы загрязняющих веществ передвижными техническими источниками»

№ п/п	Виды передвижных средств и топлива	Количество передвижных средств, (Nj) един.		Значение доли dj, доли единицы	Количество израсходованного топлива, (Тei), т	Значения удельной платы (Ye,i), руб./т	Значение годовой платы (Гj) руб. в год	Общая сумма платы, руб
		общее	в т.ч. не соответствующих ГОСТу					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
3								
4								
	итого	-	-	-	-	-	-	

Т а б л и ц а 5.13 -Исходные данные и результаты расчета «Определение суммы платы за хранение отходов»

№ п/п	Вид отходов	Един. Изм.	Количество отходов, т		Значение базового норматива платы, Нблі,отх (Руб/ед.изм)	Сумма платы, руб
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						

	Итого	-	-	-	-	

Т а б л и ц а 5.14 - Исходные данные и результаты расчета «Определение суммы платы предприятия за сбросы загрязняющих веществ в водоемы»

№ п/п	Наименование загрязнителя	Значение сбросов, т/год			Базовые значения платы3 (руб./т) в пределах:		Сумма платежа, руб.
		ПДС	ВСС	Фактич.	ПДС	ВСС	
		Мні,вод	Млі,вод	Мі,вод	Нбні,вод	Нблі,вод	
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
3							
	Итого	-	-	-	-	-	

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Новокузнецкий институт (филиал)

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
Высшего профессионального образования

«Кемеровский государственный университет»

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Экологии и техносферной безопасности»

Практическая работа №
по дисциплине “Промышленная экология”

Название

Выполнил: студент гр. _____

_____

(Ф.И.О)

Проверил: к.ф.н., доцент
Е.В. Исакова

Новокузнецк, 201_ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Данные по классификации отходов по степени опасности (токсичности)

Класс отходов по токсичности определяется в соответствии с Временным классификатором токсичных промышленных отходов и методически ми рекомендациями по определению класса токсичности промышленных отходов, утвержденными Минздравом СССР и ГКНТ в 1987 г.

Класс опасности (токсичности)	Уровень опасности веществ	Химические вещества — токсиканты	Классификация отходов по степени опасности
1 класс	Чрезвычайно опасные	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, селен, цинк, фтор, бенз(а)пирен	Гальванические растворы Пестициды, ядохимикаты Свинецсодержащие Медьсодержащие
2 класс	Высоко опасные	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром	Отходы хлорбария Отходы лаков, красок в смеси с водой Водные растворы фенола, формальдегида Трихлордифенил Цианосодержащие Взрывоопасные
3 класс	Умеренно опасные	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон	Шлам гальванический Пленки лаков, красок Отходы растворителей Нефтешламовые отходы Промасленные опилки, ветошь Шлифовочные материалы Паста цирконовая Отходы смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ)
4 класс	Малоопасные	Другие хим.вещества	Отходы, не отнесенные к предшествующим классам