

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Институт повышения квалификации
и переподготовки

Кафедра «Металлургия и технологии обработки материалов»

ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОЛОГИЯ

ПОСОБИЕ

**для слушателей специальности переподготовки
1-42 02 71 «Металлургическое производство
и материалобработка»
заочной формы обучения**

Гомель 2023

УДК 628.5:669(075.8)
ББК 38.91я73
О-86

*Рекомендовано кафедрой «Металлургия
и технологии обработки материалов» ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 7 от 27.09.2023 г.)*

Составитель *Л. Н. Русая*

Рецензент: декан машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *Г. В. Петришин*

О-86 **Отраслевая экология** : пособие для слушателей специальности переподготовки 1-42 02 71 «Металлургическое производство и материалобработка» заоч. формы обучения / сост. Л. Н. Русая. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – 90 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Представлены основные экологические проблемы, характерные для металлургии и машиностроения, классификация, эффективность и принцип работы оборудования для очистки выбросов, законодательство в области охраны окружающей среды.

Для слушателей специальности переподготовки 1-42 02 71 «Металлургическое производство и материалобработка» ИПКиП.

УДК 628.5:669(075.8)
ББК 38.91я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Тема 1. Вредные факторы и их воздействие на окружающую среду человека.....	6
Тема 2. Выбросы, образованные при горении топлива.....	13
Тема 3. Образование вредных выбросов и отходов на предприятиях металлообработки.....	18
Тема 4. Образование примесей сточных вод.....	25
Тема 5. Загрязнение почвы отходами предприятий.....	30
Тема 6. Очистка воздуха от пыли.....	35
Тема 7. Очистка выбросов от вредных газов.....	53
Тема 8. Очистка сточных вод.....	62
Тема 9. Утилизация отходов.....	72
Тема 10. Экологическая экспертиза	78

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы экологии, защиты окружающей среды приобретают для человечества все большее значение и обсуждаются на высшем уровне. Государства разных стран заинтересованы в том, чтобы обеспечить благоприятные условия для обитания человека и минимизировать вред, наносимый промышленными предприятиями. Ужесточение экологических норм — необходимые меры, которые применяются во всем мире для снижения вредных выбросов в атмосферу. Перед всеми промышленниками рано или поздно встает вопрос о переходе на современные экологичные методы производства.

Термин «экология» предложен немецким зоологом в 1869 г. Э. Геккелем (от греческого «ойкос» - дом, жилище и «логос» - учение, наука). Под экологией он понимал сумму знаний, относящихся к изучению всей совокупности взаимоотношений животного мира с окружающей его средой.

В современном понимании экология — это наука о взаимоотношениях между живыми организмами и средой их обитания.

В последнее время получили распространение такие понятия как «инженерная экология», «промышленная экология», «техническая экология», «отраслевая экология». Под инженерной экологией понимается система инженерно-технических мероприятий, направленных на сохранение качества среды в условиях растущего промышленного производства. Фактически существует 2 группы задач: задачи экологические и задачи инженерные, причем первые могут решаться с помощью других. Речь идет не о новых направлениях развития экологии (т.к. экология — наука биологическая, а не техническая), а об инженерной охране окружающей среды.

Успешное решение экологических задач инженерными методами возможно лишь в том случае, если специалист владеет определенными знаниями в области экологии, позволяющими ему оценивать свое производство с экологических позиций, т.е. обладать экологическим мышлением.

В связи с этим, цель преподавания дисциплины «Отраслевая экология» - способствовать выработке экологического мировоззрения, дать представление о масштабах антропогенных воздействий, характерных для металлургического производства, о

последствиях этих воздействий на окружающую среду, о способах оценки состояния загрязненности атмосферы и водных объектов и почвы, о существующих методах очистки, о правовых нормах национального и международного законодательства в области окружающей среды.

ТЕМА 1. ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА.

1. Основные понятия. Нормативно-правовая база.

2. Природа и свойства загрязняющих окружающую среду веществ. Влияние на человека и растительность.

1. Окружающая среда – совокупность естественных и измененных природных условия обитания человека и производственной деятельности общества. Термины «окружающая природная среда», «окружающая среда», «внешняя среда» - синонимы.

Окружающая среда – совокупность физических, биологических и социальных факторов, способных оказывать прямое и косвенное воздействие на человека внешняя оболочка земли.

Охрана природы – система государственных, общественных, административно-хозяйственных, технико-экономических, юридических мероприятий, направленных на поддержание благоприятных для жизни условий, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов.

Загрязнение – привнесение в какую-либо среду новых, не характерных для нее физических, химических и биологических агентов или превышение естественного среднесуточного уровня этих агентов в среде, вследствие чего данная экосистема разрушается или снижается ее продуктивность.

Объектами загрязнения служат: атмосфера, вода, почва. Косвенными объектами загрязнения (жертвы загрязнения) являются растения, животные, микроорганизмы.

Источники загрязнения разнообразны: это не только промышленные предприятия и теплоэнергетические комплексы, но и бытовые отходы, отходы животноводства, вещества, намеренно вводимые человеком в экосистемы для защиты продуцентов от вредителей, болезней и сорняков.

Ингредиенты загрязнения – тысячи химических соединений, особенно металлы и оксиды, токсические вещества, аэрозоли. Разные источники выбросов могут быть одинаковыми по составу и характеру

загрязняющих веществ. Так, углеводороды поступают в атмосферу и при сжигании топлива, и от нефтепродуктов, и от газодобывающей промышленности.

Предельно-допустимые выбросы в атмосферу (ПДВ, т/г)-научно-технический норматив, устанавливаемый из условий, чтобы содержание загрязняющих веществ в приземном слое воздуха (1-2 м) от источника или их совокупности не превышало нормативов качества воздуха для населения, а также для животного и растительного мира.

Устанавливают ПДВ на основании расчета рассеивания примесей в атмосфере.

Предельно-допустимая концентрация (ПДК, мг/м, %, ppm) примесей в атмосфере – максимальная концентрация примесей, отнесенная к определенному периоду осреднения, при периодическом воздействии или на протяжении длительного времени не оказывающая вредного воздействия на человека и окружающую среду в целом.

Комитетом Всемирной Организации Здравоохранения в 1964 г. установлены 4 уровня загрязнения воздуха:

1. отсутствие влияния
2. раздражение
3. хронические заболевания
4. острые заболевания

Предельно допустимый сброс – (ПДС, г/час) – 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.

$$ПДС = \partial_{cm} \cdot C_{cm}, \text{ (г/час)} \quad (1)$$

∂_{cm} - максимальный часовой расход сточных вод (м³/час);

C_{cm} -концентрация загрязняющих веществ в водах (г/м³);

Экстренно высокое загрязнение атмосферного воздуха: 20-29 ПДК в течении 2 суток, или 30-49 ПДК в течении 8-ми часов, или – 50ПДК и более кратковременно.

Стандарты качества воздуха – установление контроля и нормирования содержания примесей вредных веществ в атмосферном воздухе в целях защиты окружающей среды от загрязнения.

Правовую основу охраны окружающей среды в Республике Беларусь составляют: Конституция РБ, Законы РБ «О Президенте Республики Беларусь», «О Совете Министров Республики Беларусь и подчиненных ему государственных органах», «О местном управлении и самоуправлении в Республике Беларусь», которые определяют компетенцию органов государственной власти в области охраны окружающей среды, другие законодательные акты, непосредственно регулирующие вопросы охраны окружающей среды, к которым относятся:

Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» от 26.11.1992 г.;

Закон Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе» от 18.06.1993 г.;

Закон Республики Беларусь «Об отходах производства и потребления» от 25.11.1993 г.;

Закон Республики Беларусь «О налоге за пользование природными ресурсами» от 23.12.1991 г.;

Закон Республики Беларусь «О платежах за землю» от 18.12.1991 г.4;

Закон Республики Беларусь «Об охране атмосферного воздуха» от 15.04.1997 г. и др.

Республиканским органом государственного управления в области охраны окружающей среды является Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, задача которого – осуществление комплексного управления природоохранной деятельностью и проведение государственной политики в области рационального использования природных ресурсов.

В РБ применяется множество других документов в области охраны окружающей среды (Правила, Инструкции, Нормы) а так же государственные стандарты, например: из серии «Охрана природы.

Атмосфера», в т.ч. по контролю качества воздуха населенных пунктов (ГОСТ 17.2.3.01-77), установлению допустимых выбросов – ПДВ (ГОСТ 17.2.3.02 -78), основные термины и определения по метеорологическим аспектам загрязнения атмосферы и промышленным выбросам (ГОСТ 17.2.1.04-77), по выбросу вредных веществ автомобилями, тракторами и двигателями (ГОСТ 17.2.1.02-76), классификация выбросов по составу (ГОСТ 17.2.1.02-76), ГОСТ 17.1.1.01-77 – (нормирование сбросов воды). Гидросфера., Экологический паспорт предприятия (ГОСТ 17.0.0.04-90).

В рамках международного сотрудничества Республика Беларусь подписала и ратифицировала Венскую конвенцию об охране озонового слоя, Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, Киотский протокол и рамочную конвенцию, ограничивающие выбросы парниковых газов.

2. По условиям образования все вещества, загрязняющие атмосферу делятся на примеси естественного и искусственного (антропогенного) происхождения.

Примеси естественного происхождения поступают в результате вулканической деятельности, выветривания почвы и горных пород, лесных пожаров, отмирания растений и т.д.

Примеси антропогенного происхождения образуются в результате деятельности человека, прежде всего в процессе сжигания ископаемого топлива (в двигателях внутреннего сгорания, при работе промышленных печей, на тепловых электростанциях), при сжигании промышленных и бытовых отходов, и т.д.

По воздействию на организм человека – загрязняющие атмосферные вещества делятся на физические и химические.

К физическим относятся

1) радиоактивные элементы, которые являются источником концентрирующей радиации; 2) тепловые загрязнение (повышение температуры); 3) шумы и низкочастотные вибрации (инфразвук).

К химическим относятся:

1) газообразные производные углерода и жидкие углероды; 2) моющие средства; 3) пластмассы; 4) пестициды и другие синтетические вещества; 5) производные серы; 6) производные азота; 7) тяжелые металлы; 8) соединения фтора; 9) твердые примеси; 10) органические вещества.

По составу - примеси подразделяют на газообразные (СО, СО₂, SO₂, оксиды азота) - около 90 % выбросов; твердые – (пыль, тяжелые металлы, минеральные и органические соединения, радиоактивные)- 10%; жидкие – (серная кислота) -масса выбросов мала по сравнению с твердыми и газообразными.

Большинство загрязняющих веществ распределено по классам опасности:

I класс – чрезвычайно опасные;

II класс – опасные;

III класс – умеренно опасные;

IV класс – относительно безопасные.

При сжигании всех видов топлива образуются и поступают в атмосферу водяной пар и диоксиды углерода (СО₂), которые находятся в атмосфере в естественных условиях и не оказывают вредного воздействия на человека, поэтому их не относят, к загрязняющим веществам, хотя на их долю приходится большая часть всех выбросов антропогенного происхождения.

Оксид углерода – (СО) или угарный газ. Основная масса образовывается в результате сжигания ископаемого топлива ДВС (двигатели внутреннего сгорания) - главные источники СО.

Концентрация СО, превышающая ПДК, приводит к физиологическим изменениям в организме человека, а концентрация > 750 млн⁻¹ – к смерти. При соединении с гемоглобином крови, образуется карбоксигемоглобин, повышение которого в крови сопровождается:

- 1) ухудшением остроты зрения и способности оценивать интервалы времени;
- 2) нарушаются психомоторные функции головного мозга (2-5%);
- 3) изменение деятельности работы сердца и легких (>5%);
- 4) головные боли, сонливость, спазмы, смертность (10-8%).

Диоксид серы – (SO_2) – сернистый газ. Второе (по массе) загрязняющее атмосферу вещество. Основная причина наличия в атмосфере – использование ископаемого топлива (уголь). Разрушаясь в атмосфере, образует сернистый ангидрид SO_3 , взаимодействующий с парами воды и образующий H_2SO_3 и H_2SO_4 .

Оказывает вредное воздействие на человека. При концентрации дымов $150\text{-}200 \text{ мг/м}^3$ приводит к увеличению симптомов, затрудняющих дыхание и болезням легких. При концентрации SO_2 $0,3\text{-}0,5 \text{ млн}^{-1}$ (ppm) в течении нескольких дней поражаются листья растений и иголки сосны.

Кислотный дождь или кислые осадки. Норма кислотных осадков pH $5,5\text{-}5,6$. Более кислая среда получается из-за избыточного количества осадков антропогенного происхождения. Большинство исследователей считают, что осадки стали более кислыми за последние 10 лет. Особенно в Северной Европе и США.

Уменьшение pH из-за кислотных дождей, вызывает поражение растений, что приводит к снижению урожайности. Наиболее чувствительны бобовые, подсолнухи, травы, виноград, картофель.

При $\text{pH}=3,4$ поражается 1% площади поверхности листьев тополя.

Наиболее устойчивы хвойные породы ($\text{pH}=2,5$).

Оксиды азота (NO_x) – образуются в процессе горения при высоких температурах, в ДВС, работающих на бензине и дизельном топливе.

В присутствии ультрафиолетового солнечного излучения образуют фотохимические окислители (ПАН, ПБН), которые участвуют в образовании смога. Воздействие на человека - раздражение и воспаление глаз, что приводит к заболеваниям.

Углеводороды (СН) – образуются в процессе сжигания топлива автотранспортом (ДВС и топливные баки автомобилей, дизельные двигатели) – одно из первых мест среди источников загрязнения атмосферы канцерогенными веществами.

Твердые вещества (пыль). Пыль, способная некоторое время находится в воздухе, является аэрозолью.

Пыль опасна для дыхательных путей и всего организма.

По дисперсности (степени измельченности) различают пыль:

а) крупнодисперсная – частицы >10 мкм

б) среднедисперсная - частицы > 10 до 5 мкм

в) мелкодисперсная и дым – частицы < 5 мкм, почти не оседают и рассеиваются в окружающей среде.

В зависимости от материала, из которого пыль образована, она может быть органической и неорганической.

Органическая пыль бывает растительного происхождения (мучная, табачная, сахарная, чайная, хлопковая) и животного происхождения (костяная, шерстяная). Неорганическая подразделяется на минеральную (кварцевая, цементная и др.) и металлическую (стальная, чугунная, медная, алюминиевая и др.).

Пыли рассматривают как дисперсные системы: монодисперсные, т.е. состоящие из частиц одинаковой величины и полидисперсные т.е. такие, в состав которых входят частицы различной величины. Основные физико-химические свойства пыли: дисперсность (степень измельчения), химический и минералогический состав, строение частиц, плотность, удельная поверхность, взрывоопасность, пожароопасность, электрические свойства.

Диоксины и фураны. Принятое название полихлористых дибензопарадиоксинов (ПХДД) и полихлористых дибензофуранов (ПХДФ). Источники образования: неконтролируемое сжигание коммунальных отходов; сжигание топлива в печах устаревшей конструкции; процессы производства различных химикатов, где используются хлорсодержащие соединения; целлюлозно-бумажная промышленность; металлургия, т.е. любые термические процессы, если в зоне горения присутствуют органическая материя и хлор.

Действуют на человека как яды, т.е. накапливаются в организме, так как плохо растворимы в воде. Вызывают тяжелые воспалительные аллергические изменения кожи (т.н. хлорная проказа), нарушение образования гемоглобина, воспаление поджелудочной железы, снижение сопротивляемости инфекциям.

ТЕМА 2. ВЫБРОСЫ, ОБРАЗОВАННЫЕ ПРИ ГОРЕНИИ ТОПЛИВА

1. Типы топлива
2. Состав выбросов. Нетрадиционные виды топлива
3. Загрязнения от подвижных источников выбросов

1. Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха поступают от установок, работающих на углеводородном топливе (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, уголь, природный газ и др.). Количество загрязнений определяется составом, объектом сжигаемого топлива и организацией процесса сгорания. В последние годы количество выбросов от транспорта составляет около 70% всех выбросов в атмосферу.

Горючее вещество топлив состоит в основном из 3-х элементов: С, H_2 , S. Горение – быстрое соединение кислорода с этими горючими элементами, сопровождающееся выделением тепла.

При горении протекают следующие основные реакции.

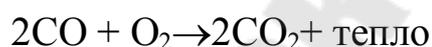
Углерод до диоксида углерода



Углерод до оксида углерода



Оксид углерода до диоксида



Водород до водяного пара



Сера до диоксида серы



Теплота сгорания - количество тепла, выделяющееся при сгорании единицы топлива. Зависит от соединения, которое сжигается.

Существует три вида топлива: твердое, жидкое, газообразное.

Основное твердое топливо - уголь. Характеристики угля меняются от месторождения к месторождению. Уголь подразделяется на классы и группы по установленному содержанию углерода и теплоте сгорания, отнесенной к массе без минеральных примесей. К твердым топливам относятся горючие сланцы, антрацитовый штыб, древесина, продукты ее переработки, твердые отходы.

К жидким топливам относят продукты переработки нефти, угольный деготь, сланцевые масла и промышленные отходы различного состава. Жидкие топлива распыляют на мелкие капли для увеличения поверхности, доступной для взаимодействия с кислородом. Эти капли легко испаряются при температуре топки и находятся в газообразном состоянии в процессе горения.

Газообразное топливо легко смешиваются с воздухом, не требует подготовки. Природный газ, в основном метан - преобладающее газообразное топливо, используемое в настоящее время.

Другие газообразные топлива – нефтяные газы, доменный газ, ацетилен, водород и спутниковые газы, состав которых зависит от типа производства.

На металлургических заводах агрегатами, где сжигается топливо являются: промышленные котлы для производства пара, горячей воды, электроэнергии; технологическое оборудование – плавильные и термические печи, печи для сушки и переработки дисперсных материалов.

Состав выбросов при сжигании твердого топлива: пыль (зола), газообразные составляющие. Пыль состоит в основном из сажи (углерода), диоксида кремния, оксида алюминия, оксидов железа, серы и органических загрязнителей. В виде следов присутствуют другие элементы. Газообразные выбросы включают SO_2 , CO , углеводороды, NO_x .

При сжигании жидкого топлива применяют: мазут, сланцевое масло, дизельное топливо.

Выбросы: аэрозоли, SO_2 , SO_3 , CO , углеводороды CH , NO_2 . В состав золы мазутов входят оксид ванадия (V_2O_5), MgO , соединения свинца.

При сжигании газообразного топлива отходящие газы содержат SO_2 , CO , углеводороды, NO_x , в значительно меньшем количестве, чем при сжигании твердых и жидких топлив, исключая NO_x .

Природный газ рассматривается как относительно чистое топливо, но при плохом сжигании, недостатке воздуха и т.д. могут возникнуть большое количество дыма, СО и углеводородов.

При горении природного газа в основном образуются оксиды азота. Их выход зависит от температуры в камере сгорания и скорости охлаждения продуктов реакции.

Факторы, влияющие на выход загрязнения. Условия эксплуатации, которые влияют на процесс горения, влияют на образование загрязняющих веществ. Например, количество избытка воздуха. Если воздух подается в количестве, меньшем оптимального, то топливо сгорает не полностью и увеличивается выход дисперсных загрязнений, так как возрастает количество (процентное) несгоревшего углерода.

Нетрадиционные виды топлива

Сюда относят все горючие материалы (топлива), за исключением угля и нефти: некоторые плохо воспламеняющиеся виды ископаемых топлив (торф, бурый уголь, промышленные и сельскохозяйственные отходы и ряд синтетических топлив (спирты), которые могут быть изготовлены из различных видов традиционного и нетрадиционного вида сырья).

Значение нетрадиционного сырья – возможность в будущем заменять нефть и газ и эффективно избавляться от отходов.

Источники нетрадиционных видов топлива.

1. Твердые городские отходы необработанный мусор для массового сжигания или мусор обработанный – после извлечения из него полезных материалов (металлов и стекла).
2. Отходы коммерческих и медицинских предприятий. Состоят из целлюлозных материалов (бумага, картон), пластики.
3. Сельхозпродукты и отходы. Лес, отходы обработки древесины, отходы лесного хозяйства, отходы целлюлозно-бумажной промышленности.
4. Водоросли и отходы морепродуктов. К ним относятся отходы рыбообрабатывающей промышленности.
5. Водоочистные сооружения. Их отходами являются масла, шламы и твердые отходы.

6. Горючие промышленные отходы и отходы добывающей промышленности. Это твердые вещества, жидкости, газы вредные и безвредные, отработанные горючесмазочные материалы и растворители.
7. Синтетика. Топлива, полученные путем химических превращений различного сырья из указанных выше источников.

3. В последние десятилетия в связи с быстрым развитием автотранспорта и авиации существенно увеличилась доля выбросов, поступающих в атмосферу от подвижных источников: грузовых и легковых автомобилей, тракторов, тепловозов и самолетов. В городах на долю автотранспорта приходится (в зависимости от развития промышленности и числа автомобилей) от 30 до 70% общей массы выбросов.

Основной вклад в загрязнение атмосферы вносят автомобили, работающие на бензине, затем самолеты, автомобили с дизельными двигателями, трактора и другая сельскохозяйственная техника, железнодорожный и водный транспорт.

Основные загрязняющие атмосферу вещества, которые выбрасывают подвижные источники (общее число около 40): оксид углерода – 70% в общей массе, углеводорода – 19%, оксиды азота (NO_x) - около 9%.

Неполностью сгоревшие углеводороды (CH) поступают в атмосферу с выхлопными газами - 60%, из картера - 20%, топливного бака - 10% (пары) и карбюратора; твердые примеси (сажа) поступают в основном с выхлопными газами (90%) и из картера. CO и NO_x поступают в атмосферу только с выхлопными газами.

Наибольшее количество загрязняющих веществ выбрасывается при разгоне автомобиля, при движении с малой скоростью. Доля CH и CO более высока при торможении и на холостом ходу, доля NO_x – при разгоне. Следовательно, автомобили особенно загрязняют воздушную среду при частых остановках и при движении с малой скоростью.

Большое влияние на количество и качество выбросов оказывают режимы работы двигателя, в частности соотношение между массами топлива и воздуха, количество топлива. При увеличении

относительной массы воздуха и топлива, поступающих в камеру сгорания, сокращаются выбросы CO, но возрастает выброс NO_x. Примерный состав отработанных газов автомобилей приведен в таблице 1.

Таблица 1. Состав отработанных газов автомобилей

Компоненты	Содержание компонента, объемная доля; %	
	Карбюраторные ДВС	Дизельные ДВС
N ₂	74-77	76-78
O ₂	0,3-8	2-18
H ₂ O (пары)	3,0-5,5	0,5-4,0
CO ₂	5,0-12,0	1,0-10,0
H ₂	0,1-5,0	-
CO	0,5-12,0	0,01-0,50
NO _x (в пересчете на N ₂ O ₅)	до 0,8	0,0002-0,5
CH	0,2-3,0	0,009-0,5
Альдегиды	до 0,2 мг/л	0,001-0,09 мг/л
Сажа	0,04 г/м ³	0,01-1,1 г/м ³
Бенз(а)пирен	10-20 мкг/м ³	до 10 мкг/м ³

Анализ данных, приведенных в таблице показывает, что наибольшей токсичностью обладает выхлоп карбюраторных ДВС за счет выброса CO, NO_x, CH. Дизельные ДВС выбрасывают в больших количествах сажу которая в чистом виде нетоксична. Однако частицы сажи, обладают высокой адсорбционной способностью, несут на своей поверхности частицы токсичных веществ, в том числе и канцерогенных. Сажа может длительное время находится во взвешенном состоянии в воздухе, увеличивая время воздействия токсических веществ на человека.

Бенз(а)пирен – $C_{20}H_{12}$ – полициклический углеводород, образованный в дымовых газах при недостатке количества кислорода, подаваемого в зону горения при $t=973-1073$ К.

ТЕМА 3. ОБРАЗОВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ И ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ.

1. Технологические процессы и оборудование – источники образования выбросов
2. Количественные характеристики выбросов от основного технологического оборудования. Расчет экологического налога.

1. Современное металлургическое предприятие по производству черных металлов имеет следующие основные переделы: производство окатышей и агломерата, коксохимическое, доменное, сталеплавильное и прокатное производства. В состав предприятий могут входить также ферросплавное, огнеупорное и литейное производства. Все они являются источниками загрязнения атмосферы и водоемов. Кроме того, металлургические предприятия занимают большие производственные площади и отвалы, что предполагает отчуждение земель.

Концентрация вредных веществ в атмосфере и водной среде крупных металлургических центров часто превышают нормы.

Все технологические процессы производства чугуна, стали и их последующего передела сопровождаются образованием больших количеств отходов в виде вредных газов и пыли, шлаков, шламов, сточных вод, содержащих различные химические компоненты, скрапа, окалины, боя огнеупоров, мусора и других выбросов, которые загрязняют атмосферу, воду и поверхность земли.

Металлургические переделы являются источниками загрязнения пылью, оксидами углерода, азота, и серы (таблица 2).

Таблица 2 - Газовые выбросы (до очистки) металлургического производства

Составляющие выбросов	Агломерационное производство, кг/т агломерата	Доменное производство, кг/т чугуна	Сталеплавильное производство, кг/т стали	Прокатное производство
1	2	3	4	5
Пыль	20-25	100-106	13-32	0,1-0,2 кг/т проката
Оксид углерода	20-50	600-605	0,4-0,6	0,7 т/м поверхности металла
Оксиды серы	3-25	0,2-0,3	0,4-35	0,4 т/м поверхности металла
Оксиды азота		0,3-3,0		0,5 т/м поверхности металла
Сероводород		10-60		
Аэрозоли Травильных растворов				в травильных отделениях
Пары эмульсии				при металло-обработке

Современное металлургическое предприятие является сложным производственным комплексом, включающим самые разнообразные цехи, а иногда отдельные заводы, которые в значительной степени ухудшают состояние окружающей среды (таблица 3).

Таблица 3 - Источники регламентированных выбросов газа основных переделов металлургического предприятия

Вид производства	Основные операции	Вспомогательные операции
Агломерационное производство окатышей	Спекание агломерационной шихты, охлаждение агломерата и возврата, обжиг окатышей	Дробление, грохочение и транспортировка шихты

доменное	Загрузка шихтовых материалов, выплавка и разливка чугуна	Доставка в доменный цех шихтовых материалов и выгрузка на рудном дворе и в бункеры эстакады
сталеплавильное	Загрузка шихтовых материалов в печь. Выплавка и разливка стали,	
прокатное	Нагрев заготовки, зачистка металла	ножницах, удаление окалины, травление металла, охлаждение валков
ферросплавное	Выплавка ферросплавов и выпуск их из печи, загрузка шихтовых материалов	Грануляция, охлаждение, отгрузка металла, сушка, подогрев, очистка ковшей; размягчение и коксование электродной массы

На долю предприятий черной металлургии приходится 15-20% общих загрязнений атмосферы промышленностью, что составляет более 10,3 млн. т вредных веществ в год, а в районах расположения крупных металлургических комбинатов – до 50%.

В среднем на 1 млн. т годовой продукции заводов черной металлургии выделение составляет, т/сутки: пыли - 350, сернистого ангидрида – 200, оксида углерода – 400, оксидов азота – 42.

Основными источниками загрязнения атмосферы выбросами металлургических предприятий являются коксохимическое, агломерационное, доменное, ферросплавное и сталеплавильное производства.

Коксохимическое производство загрязняет атмосферу оксидами углерода и серы. На 1 т перерабатываемого угля выделяется около 0,75 кг SO₂ и по 0,03 кг различных углеводородов и аммиака. Кроме газов, коксохимическое производство выделяет в атмосферу большое количество пыли.

На аглофабриках источниками загрязнения воздуха являются аглоленты, барабанные и чашевые охладители агломерата, обжиговые печи, узлы пересыпки и сортировки агломерата и других компонентов шихты. Количество агломерационных газов 2,5-4,0 тыс. м³/т

полученного агломерата с содержанием в них пыли от 5 до 10 г/м³. В состав газов входят оксиды серы и углерода. Пыль содержит железо и его оксиды, оксиды марганца, магния, фосфора, кремния, кальция, иногда частицы титана, меди, свинца.

Доменное производство характеризуется образованием большого количества доменного газа ($\approx 2-4$ тыс. м³/т чугуна). Газ содержит оксиды углерода и серы, водород, азот, большое количество колошниковой пыли (до 150 кг/т чугуна). Пыль содержит оксиды железа, кремния, марганца, кальция, магния, частицы шихтовых материалов.

Основные источники загрязнения воздуха при производстве ферросплавов – электродуговые печи. Выбросы печей состоят из нетоксичной и токсичной пыли (окислы железа, меди, цинка, свинца, хрома, кремния), газы.

В зависимости от вида выплаваемого сплава и мощности печей суммарное количество пыли, образующейся в результате технологических процессов, может составлять сотни тонн в сутки. При этом Cr⁺⁶ и пыль обнаруживают на расстоянии до 3 км от источника загрязнения. Заводы, выплавающие ферросилиций, загрязняют атмосферный воздух в радиусе 2-3 км мельчайшими частицами SiO₂, наибольшее содержание которых наблюдается на расстоянии около 0,5 км от предприятия.

Промвыбросы феррованадиевого производства загрязняют атмосферу пылью, окислами ванадия, хлористого водорода на расстоянии до 2 км от завода.

При производстве чугуна и стали количество вредных выбросов зависит от

от двух составляющих:

- 1) состава шихты и степени ее загрязнения;
- 2) от выбросов самих плавильных агрегатов в зависимости от используемых видов энергии и технологии плавки.

Ряд металлов вызывает «литейную лихорадку» (Zn, Ni, Cu, Fe, Co, Pb, Mn, Be, Sn, Sb, Cd и их оксиды). Некоторые металлы (Cr, Ni, Be, As и др.) обладают канцерогенным действием, т.е. вызывают раковые заболевания органов.

Многие металлы (Hg, Co, Ni, Cr, Pt, Be, As, Au, Zn и их соединения) вызывают аллергические реакции организма

(бронхиальную астму, некоторые заболевания сердца, поражения кожи, глаз, носа и др.). Сравнительно большой выход технологических газов наблюдается при плавке стали в электродуговых печах. В данном случае состав газов зависит от периода плавки, марки выплавляемой стали, герметичности печи, способа газоотсоса и наличия кислородной продувки. Принципиальными преимуществами плавки металла в электродуговых печах (ЭДП) являются невысокие требования к качеству шихты, к размерам и конфигурации кусков, что снижает стоимость шихты, высокое качество выплавленного металла. Расход энергии колеблется от 400 до 800 кВтч/т, в зависимости от размеров и конфигурации шихты, необходимой температуры жидкого металла, его химсостава, стойкости огнеупорной футеровки, метода рафинирования, типа установок для пыле- и газоочистки.

Источники выделений при плавке в ЭДП можно разделить на три категории: шихта; выбросы, образующиеся в процессе плавления и рафинирования; выбросы при выпуске металла из печи.

Отбор проб пылевывделений из 23 ЭДП в США и их анализ активационным и атомно-адсорбционным методами на 47 элементов показал наличие в них цинка, циркония, хрома, железа, кадмия, молибдена и вольфрама. Количество других элементов было ниже предела чувствительности методов. По данным американских и французских изданий количество выделений из ЭДП колеблется от 7 до 8 кг на тонну металлической шихты при нормальном ведении плавки. Есть сведения, что эта величина может возрасти до 32 кг/т, в случае загрязненной шихты. Отмечается линейная зависимость между скоростями выделения и обезуглероживания. При выгорании 1% C в минуту выделяется 5 кг/мин пыли и газа на каждую тонну обрабатываемого металла. При рафинировании расплава железной рудой количество выделений и время, в течение которого происходит это выделение, заметно выше, чем при рафинировании кислородом. Поэтому с экологической точки зрения при установке новых и реконструкции старых ЭДП целесообразно предусматривать продувку кислородом для рафинирования металла.

Отходящие газы из ЭДП в основном состоят из монооксида углерода, образующегося в результате окисления электродов и удаления углерода из расплава при продувке его кислородом или добавке железной руды. Каждый м³ кислорода формирует 8-10 м³

отходящих газов, и в этом случае 12-15 м³ газов должно пройти через систему очистки. Наивысшая скорость выделения газов отмечается при продувке металла кислородом.

Основной составляющей пыли при плавке в индукционных печах (60 %) являются окислы железа, остальное - окислы кремния, магния, цинка, алюминия в различном соотношении в зависимости от химического состава металла и шлака. Выделяемые при плавке чугуна в индукционных печах частицы пыли имеют дисперсность от 5 до 100 мкм. Количество газов и пыли в 5...6 раз меньше, чем при плавке в электродуговых печах.

В процессах нагрева и обработки металла в кузнечно-прессовых и прокатных цехах выделяется пыль, кислотный и масляный аэрозоль (туман), оксид углерода, диоксид серы и др.

В прокатных цехах выброс пыли составляет приблизительно 200 г/т проката. Если применяется огневая зачистка поверхности заготовки, то выход пыли возрастает до 500 – 2000 г/т. При этом, в процессе сгорания поверхностного слоя металла образуется большое количество мелкодисперсной пыли, на 75 – 90% состоящей из оксидов железа. Для удаления окалина с поверхности горячекатанной полосы применяют травление в серной или соляно кислоте. Среднее содержание кислоты в удаляемом воздухе составляет 2.5 – 2.7 г/м³. Общеобменной вентиляцией кузнечно-прессового цеха в атмосферу выбрасываются оксиды углерода и азота, диоксид серы.

Воздух, выбрасываемый из термических цехов, загрязнен парами и продуктами горения масла, аммиаком, цианистым водородом и другими веществами поступающими в систему вытяжной вентиляции от ванн и агрегатов для термообработки. Источниками загрязнения являются нагревательные печи, работающие на жидком и газообразном топливе, а также дробеструйная и дробебетная камеры. Концентрация пыли достигает 2 – 7 г/м³.

При закалке и отпуске деталей в масляных ваннах в отводимом от ванн воздухе содержится до 1% паров масла от массы металла. По статистике, загрязнение окружающей среды вокруг предприятий черной

металлургии в зависимости от господствующих ветров ощущается в радиусе 20-50 км. На 1 квадратный метр этой территории выпадает 5-15 кг/сутки пыли.

2. Качественными характеристиками выбросов загрязняющих веществ являются химический состав веществ и класс их опасности.

К количественным характеристикам относятся: валовый выброс загрязняющих веществ в тоннах в год (Q_B), значение максимального выброса загрязняющих веществ в граммах в секунду (Q_M). Расчет валового и максимального выбросов проводят при:

- оценке воздействия на окружающую среду;
- разработке проектной документации на строительство, реконструкцию, расширение, техническое перевооружение, модернизацию, изменение профиля производства, ликвидацию объектов и комплексов;
- инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- установлении объемов разрешенных (лимитируемых) выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- контроле за соблюдением установленных норм выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- ведении первичного учета о воздействии на атмосферный воздух;
- ведении отчетности о выбросах загрязняющих веществ;
- исчислении и уплате экологического налога;
- при выполнении иных мероприятий по охране атмосферного воздуха.

Расчет ведется в соответствии с руководящим документом "Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при горячей обработке металлов" - РД 0212.3-2002. РД разработан лабораторией "НИЛОГАЗ" БГПА, утвержден и введен в действие постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ № 10 от 28 мая 2002 г.

РД предназначен для выполнения ориентировочных расчетов ожидаемых выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от основного технологического оборудования предприятий отрасли. В основу расчета положены удельные выбросы загрязняющих веществ от единицы технологического оборудования, планируемые или отчетные показатели основной деятельности предприятия; нормы расхода

основных и вспомогательных материалов, графики и нормо-часы работы оборудования, степень очистки пылегазоочистных установок. РД позволяет осуществлять годовое и перспективное планирование объемов выбросов, а также намечать пути их сокращения.

ТЕМА 4. ОБРАЗОВАНИЕ ПРИМЕСЕЙ СТОЧНЫХ ВОД

1. Общие сведения

2. Сточные воды металлургического производства.

1. Запасы воды на планете колоссальны – около 1,5 млрд км³, однако объем пресных вод составляет немногим > 2%, при этом 97% их представлено ледниками в горах, полярными льдами Арктики и Антарктики, которая не доступна для использования. Объем пригодных для применения пресных вод составляет ≈ 0,3% от общего запаса гидросферы. В настоящее время населением мира ежедневно потребляем 7 млрд.т. воды, что соответствует количеству полезных ископаемых, добываемых человечеством за год.

С каждым годом потребление воды резко увеличивается. На территории промышленных предприятий образуются сточные воды 3-х типов: бытовые, поверхностные, производственные.

Хозяйственно-бытовые сточные воды – образуются при эксплуатации на территории предприятий душевых, туалетов, прачечных и столовых. Предприятие не отвечает за количество данных сточных вод и направляет их на городские станции очистки.

Поверхностные сточные воды образуются в результате смывания дождевой поливочной водой примесей, скапливающие на территории, крышах и стенах производственных зданий. Основными примесями этих вод являются твердые частицы (песок, камень, стружки и опилки, пыль, сажа, остатки растений, деревьев и т.п.); нефтепродукты (масла, бензин и керосин), используемый в двигателях транспортных средств, а так же органических и минеральных удобрений, используемых в заводских скверах и цветниках. Каждое предприятие отвечает за загрязнение водоемов, поэтому необходимо знать объем сточных вод данного типа.

Расход поверхностных сточных вод рассчитывается в соответствии со СНиП 2.04.03-85 «Нормы проектирования. Канализация. Наружные сети и сооружения» по методу предельной

интенсивности. Для каждого сечения водостока расчетный расход определяют по формуле:

$$Q_3 = AF_p \beta \quad (2)$$

A - параметр, характеризующий интенсивность осадков в зависимости от климатических особенностей местности, где расположено предприятие;

$F_p = F\eta\alpha$ - расчетная площадь стока.

F - площадь территории предприятия

η - коэффициент зависящий от площади;

α - коэффициент стока, определяющий в зависящий от проницаемости поверхности;

β - коэффициент стока, учитывающий особенности процессов сбора поверхностных сточных вод и движения их в лотках и коллекторах.

Производственные сточные воды образуются в результате использования воды в технологических процессах. Их количество, состав, концентрация примесей определяется типом предприятия, его мощностью, видами используемых технологических процессов. Для покрытия нужд водопотребления предприятиями области производится забор воды из поверхностных источников предприятиями промышленности и теплоэнергетики, сельскохозяйственными объектами водопользования, в основном на цели орошения.

В хозяйстве Республики Беларусь используются водные ресурсы рек: Днепр, Березина, Сож, Припять, Уборть, Случь, Птичь, Уть, Немыльня, Терюха, Уза, Виша.

Особые виды промышленного загрязнения водоемов:

1) тепловое загрязнение, обусловленное выпуском тепловых вод от различных энергетических установок. Тепло, поступающее с нагретыми сбросными водами в реки, озера и искусственные водохранилища, оказывает существенное влияние на термический и биологический режим водоемов.

Интенсивность влияния теплового загрязнения зависит от t нагревания воды. Для лета выявлена следующая последовательность воздействия температуры воды на биоценоз озер и искусственных водоемов:

- при t до 26°C не наблюдается вредного воздействия
- в пределах $26-30^{\circ}\text{C}$ наступает состояние угнетения жизнедеятельности рыб (условия нереста, зараженность рыб паразитами и т.д.);
- свыше 30°C – вредное воздействие на биоценоз;
- при $34-36^{\circ}\text{C}$ возникает летальные условия для рыб и др. организмов.

Создание различных охлаждающих устройств для сброса вод тепловых электростанций при огромном расходе этих вод приводит к значительному удорожанию строительства и эксплуатации ТЭС.;

2) нефть и нефтепродукты (пленка) – разлагаются за 100-150 дней при благоприятных условиях;

3) синтетические моющие средства – трудноудаляемы из стоков, увеличивают содержание фосфатов, что ведет к увеличению растительности, цветению водоемов, истощению кислорода в водной массе;

4) сброс Zn и Cu – не удаляются полностью, а меняются формы соединения и скорость миграции. Только за счет разбавления можно снизить концентрацию.

Основным направлением в рациональном использовании водных ресурсов являются оборотное водоснабжение.

2. Черная металлургия – один из крупнейших потребителей воды. Её водопотребление составляет 15-20% общего потребления воды промышленными предприятиями страны. Современное металлургическое предприятие на производство 1 т стального проката расходует 180-200 м³ воды. Суточный оборот воды на отдельных крупных предприятиях достигает 3 млн. м³ и более. Из этого количества около 48% приходится на охлаждение оборудования, 26% - на очистку газов, 12% - обработку и отделку металла, 11% - гидравлическую транспортировку и 3% - на прочие нужды.

Безвозвратные потери, связанные с испарением и каплеуносом в системах оборотного водоснабжения, с приготовлением химически очищенной воды, с потерями в технологических процессах, составляют 6-8%. Остальная вода в виде стоков возвращается в водоемы. Около 60-70% сточных вод относятся к «условно-чистым» стокам, т.е. имеющим только повышенную температуру. Остальные сточные воды (30-40%) загрязнены различными примесями и вредными соединениями. Расход воды по видам металлургического производства приведен в таблице 4.

Таблица 4 - Расход воды по видам металлургического производства

Вид производства	Продукция	Удельный расход воды, м ³ /т продукции		Доля в общем удельном расходе воды, %
		всего	в т.ч. свежей	
Горнорудное	руда	12	4,5	5,0
Агломерационное	агломерат	7,5	0,6	3,1
Коксохимическое	кокс	12,5	1,0	5,2
Доменное	чугун	60	4,5	25,0
Сталеплавильное	сталь	52	3,5	21,7
Прокатное	прокат	96	5,5	40,0
Всего		240	20	100

Сточные воды загрязнены взвешенными частицами, образующимися при очистке от пыли, золы и других твердых материалов. Прокатное производство, кроме того, является источником загрязнения маслами, эмульсиями и травильными растворами. Большое количество потребляемой воды металлургическими производствами требует создания на предприятиях эффективных систем водоочистки.

Несмотря на широкое использование системы оборотного водоснабжения на металлургических предприятиях, количество сточных вод велико. Они содержат механические примеси органического и минерального происхождения, в т.ч. $Me(OH)_2$, нефтепродукты, токсические соединения. Примерный качественный состав сточных вод одинаков, а концентрация загрязняющих веществ изменяется широко в зависимости от технологического процесса (таблица 5).

Таблица 5 - Источники образования сточных вод металлургического предприятия

Вид производства	Операции
Доменное	Очистка доменного газа; гидравлическая сборка осевшей пыли и просыпи в подбункерном помещении; грануляция доменного шлака и разливка чугуна
Агломерационное и производство окатышей	Очистка газов; сборка просыпи от обжиговых машин и пылевых мешков; мокрая уборка помещений
Коксохимическое	Углеобогащение и пылеулавливание; химические процессы (фенольные сточные воды); тушение кокса
Сталеплавильное	Очистка газов; охлаждение и гидроочистка изложниц и МНЛЗ; при обмывке котлов-утилизаторов
Прокатное	Охлаждение валков, шеек валков и подшипников; смыв и транспортировка окалины; охлаждение вспомогательных механизмов; гидравлическое испытание труб

Степень загрязненности сточных вод характеризуется следующими основными физико-химическими показателями:

- 1) количеством взвешенных веществ, мг/л;
- 2) биохимическим потреблением кислорода, мг/л O_2 /л; (БПК)
- 3) Химическим потреблением кислорода, мг/л (ХПК)
- 4) Органолептическими показателями (цвет, запах)
- 5) Активной реакцией среды, рН.

ТЕМА 5. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ ОТХОДАМИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

1. Общие сведения
2. Состав и объемы отходов

1. Отходы - остатки сырья, материалов, полуфабрикатов и иных продуктов или изделий, которые были получены в процессе потребления или производства, а также продукция (товары), утратившие свои потребительские свойства.

Чаще всего используют три следующих способа классификации отходов:

- по агрегатному состоянию;
- по происхождению;
- по видам воздействия на природную человека и среду.

По агрегатному состоянию также отходы делятся на:

твердые;

жидкие;

газообразные.

По происхождению их можно различить:

промышленные отходы;

сельскохозяйственные отходы;

бытовые отходы.

По видам воздействия на природную человека и среду выделяют:

1. токсичные отходы
2. радиоактивные отходы
3. пожароопасные отходы
4. взрывоопасные отходы
5. самовозгорающиеся отходы
6. коррозионные отходы

7. реакционно-способные отходы
8. отходы, вызывающие инфекционные заболевания
9. опасные отходы

К **опасным** относятся отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасности, пожароопасность, высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для здоровья человека и окружающей природной среды, самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами.

Класс опасности отходов устанавливается с применением экспериментальных или расчетных методов по степени возможного вредного воздействия на окружающую природную среду при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее.

Для оценки опасности отходов для окружающей природной среды установлены следующие классы опасности:

I класс – чрезвычайно опасные отходы;

II класс – высоко опасные отходы;

III класс – умеренно опасные отходы;

IV класс – мало опасные отходы;

V класс – практически неопасные отходы.

Под обращением с отходами следует понимать деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, утилизации (использованию), обезвреживанию и уничтожению, транспортированию, размещению (хранению и захоронению) отходов.

Под обезвреживанием отходов следует понимать деятельность, связанную с обработкой (в том числе со сжиганием и обеззараживанием) отходов на специализированных установках в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду.

Под хранением отходов следует понимать временное содержание отходов в объектах размещения в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования.

Под захоронением отходов понимается изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую природную среду.

Предприятия, участвующие в обращении с отходами, делятся на три категории (группы) с учетом класса опасности отходов, объемов их образования на предприятии и порядка обращения с ними.

К I категории (группе) природопользователей по обращению с отходами относят предприятия (организации):

Имеющие технологические циклы образования (обращения) отходов производства I и II классов опасности и/или

Применяющие в своей деятельности технологические операции по приему, сортировке, захоронению, обезвреживанию, рекуперации отходов, и прочие способы их утилизации.

В рассматриваемую группу не входят предприятия, где единственными образующимися отходами I класса опасности являются отработанные люминесцентные лампы, и объекты, на которых образующиеся отходы II класса опасности представлены только отходами от обслуживания балансового автотранспорта.

К II категории (группе) природопользователей по обращению с отходами относят:

Предприятия (организации), имеющие технологические циклы (участки), где образуются производственные отходы III и IV классов опасности;

Природопользователей, не отнесенных к I и II группе.

К III категории (группе) природопользователей по обращению с отходами относят организации непромышленной сферы, отвечающие следующим критериям:

Суммарное количество образующихся отходов не превышает 30 тонн в год;

Основную массу отходов составляют отходы V и IV классов опасности;

Масса отходов III класса опасности не превышает 1% от общей массы образующихся отходов;

Обустроенность мест размещения отходов исключает их вредное воздействие на окружающую среду;

У организации имеются в наличии договора на передачу отходов сторонним организациям, занимающимся (по оформленной лицензии) их размещением, обезвреживанием, утилизацией;

Отдельно предусмотрен порядок сбора и экологически безопасного размещения люминесцентных ламп.

Соответствие предприятия (организации) той или иной группе природопользователей по обращению с отходами подтверждается экспертом Белтехнадзора г. Минска по результатам рассмотрения ПНООЛР.

2. Metallургические предприятия с большим количеством цехов и вспомогательных служб занимают до 1000 га.

Твердые отходы образуются практически на всех стадиях металлургического производства.

Твердые отходы производства содержат:

- 1) амортизационный лом (образуется при модернизация оборудования, оснастки, инструмента)
- 2) стружки и опилки металлов, древесины, пластмасс и т.п.
- 3) шлаки
- 4) золы, шламы, осадки и пыли (отходы систем очистки воздуха, сточных вод и др.)

По ориентировочным подсчетам, на получение 1 т стали используется 4,7 т сырья, из которых в твердые отходы уходит 0,406 т. На металлургических предприятиях образуется около 3 млн. т отходов, из них утилизируется всего 34%. Основными источниками образования лома и отходов на металлургическом предприятии являются (таблица 6): доменное производство (1%), сталеплавильное (5%), прокатное (30%), литейное (9% от общего количества лома черных металлов). Образование металлоотходов по видам продукции, кг/т: при производстве чугуна – 7-10, стали – 35-40, проката – 280, стального литья – 530, чугунного литья – 350, стальных труб – 110-120, отливок чугунных труб – 170-200, поковок и штамповок – 175-180.

Основную массу металлургических шлаков составляют доменные шлаки (при получении 1 т чугуна образуется 0,4-0,65 т

шлака). В сталеплавильном производстве шлаков образуется в 2 раза меньше.

Все металлургические шлаки содержат кроме оксидов железа, значительные количества соединений фосфора и СаО, а также другие элементы, использующиеся в сельском хозяйстве в качестве удобрений.

Таблица 6 - Источники образования лома и отходов основных переделов металлургического предприятия

Вид производства	Операции
Доменное	Выпуск и разливка чугуна на канавах и в чугуновозных ковшах (остатки, брак чушкового чугуна)
Сталеплавильное	Выпуск и разливка стали (литники, недоливы, бракованные слитки, остатки металла в ковшах), зачистка слитков (стружка, скрап)
Прокатное	Резка (обрезь, стружка), прокатка (недокат), зачистка заготовок (пыль, стружка)

Окончательными отходами считают такие, переработка которых нерентабельна из-за низкого содержания металла. Отнесение к нерентабельным и перевод отходов в отвальные шлаки и окончательные отходы решаются руководством министерства или ведомства.

Шламы из остатков очистных сооружений и прокатных цехов содержат большое количество твердых материалов, концентрация которых составляет от 20 до 300 г/л. После обезвреживания и сушки шламы используют в качестве добавки к агломерационной шихте или удаляют в отвалы. Шламы термических, литейных и др. цехов содержат токсичные соединения свинца, хрома, меди, Zn.

В небольших количествах промышленные отходы могут содержать ртуть, удаленную из вышедших из строя приборов и установок.

Складирование отходов в отвалах не требует проведения дополнительных мероприятий. При согласовании с санитарно –

эпидемиологическими станци-ями, возможно их складирование вместе с твердыми бытовыми отходами.

ТЕМА 6. ОЧИСТКА ВОЗДУХА

ОТ ПЫЛИ

1. Характеристика газопылевых выбросов
2. Аппараты сухой очистки
3. Аппараты мокрой очистки

Установки очистки газа (ГОСТ 17.2.1.04-77) – комплекс сооружений, оборудования и аппаратуры, предназначенный для отделения от поступающего из промышленного источника газа или превращение в безвредное состояние веществ, загрязняющих атмосферу.

Установки подразделяются на газоочистные и пылеулавливающие. В зависимости от метода очистки, аппараты разделяют на семь групп:

I – (С) – сухие механические пылеуловители (гравитационные, инерционные, ротационные);

II – (М) – мокрые пылеуловители (инерционные, конденсационные), скрубберы (механические, ударно-инерционные, полые, насадочные, центробежные), скрубберы Вентури;

III – (Ф) – промышленные фильтры (рукавные, волокнистые, карманные, зернистые);

IV – (Э) – электрические пылеуловители (сухие, мокрые электрофильтры);

V – (Х) – аппараты сорбционной (химической) очистки газа от газообразных примесей;

VI – аппараты термической и термokatалитической очистки газа от газообразных примесей;

VII – (Д) – аппараты других методов очистки.

При рассмотрении пылегазовых выбросов, основными характеристиками являются: количество отходящих газов, их температура, химический состав, концентрация газообразных составляющих и пыли, дисперсный состав пыли. Но для оптимального выбора систем очистки, для обеспечения их надежной эксплуатации составляются опросные карты или анкеты, в которых должны быть отражены необходимые исходные данные, более

точные характеристики агрегатов и выбросов из них. К ним относятся:

1. Конструкция и технические характеристики агрегата:

- мощность;
- высота полезная и общая;
- диаметры шахты, трубы, газоходов, размеры завалочного окна;
- способ загрузки;
- применяемые очистные сооружения и параметры их работы.

2. Количественные параметры газовых выбросов:

- расход и температура отходящих газов;
- запыленность мгновенная и общая, разбавление газов;
- атмосферное давление, температура окружающей среды и влажность.

3. Физико-химические параметры газового потока:

- состав и температура газов на выходе из печи и по тракту;
- влажность, скорость и равномерность распределения потока по тракту;

- давление или разряжение;
- наличие масел в виде паров или аэрозолей в отходящих газах;
- выбивание или подсос воздуха.

4. Физико-химические параметры дисперсной фазы (твердых частиц):

- дисперсность пыли, минералогический и химический состав по фракциям и общий, плотность;
- удельное электрическое сопротивление и заряженность частиц аэрозоля;
- геометрические параметры (форма частиц);
- адгезионные свойства, смачиваемость, слипаемость;
- взрывобезопасность.

Важным является определение концентрации пыли в воздухе. Существует ряд известных методов.

1. Методы, основанные на предварительном осаждении частиц.

Основное преимущество этих методов - возможность измерения массовой концентрации пыли; недостатки - циклический характер измерения, трудоемкость, низкую чувствительность, обуславливающую длительный отбор проб при измерении малых концентраций

Прямой весовой метод. Основан на принципе определения привеса фильтра после протягивания через него определенного

объема исследуемого воздуха. Оценивают количество пыли, находящейся в единице объема воздуха, мг/м³.

К достоинствам весового метода относится то, что он измеряет массовую концентрацию пыли, и на его показания не влияют изменения химического и дисперсного состава пыли, формы частиц, их оптических, электрических и других свойств. Метод позволяет измерять большие концентрации пыли. Техника измерения сравнительно проста, но сам процесс измерения довольно длителен и трудоемок. С точки зрения непрерывного промышленного пылевого контроля весовой метод не удовлетворяет основному требованию – непрерывности измерения. Однако в последнее время найден способ получения непрерывной информации о мгновенном значении концентрации пыли в выбросах, который состоит в следующем. Поскольку накопление пыли на фильтре является процессом интегрирования, то, имея непрерывный сигнал о нарастании массы осевшей пыли, можно автоматически дифференцировать его, чтобы получить выходной сигнал, соответствующий мгновенному значению концентрации пыли. Осуществление метода требует полной автоматизации всех измерительных операций, что обуславливает сложность и высокую стоимость аппаратуры.

Несмотря на указанные недостатки, весовой метод нашел самое широкое применение при осуществлении пылевого контроля выбросов промышленных предприятий; в настоящее время он является общепринятым методом измерения концентрации пыли. Все существующие и вновь разрабатываемые пылемеры, основанные на других методах измерения, градуируют, используя весовой метод в качестве контрольного. Однако это не всегда метрологически правильно, поскольку разрабатываемые методы, как правило, превосходят по точности весовой метод.

Денситометрический метод основан на предварительном осаждении частиц пыли на фильтре и определении оптической плотности пылевого осадка. Он включает все операции весового метода, исключая взвешивание пробы, которое заменено фотометрированием. Оптическую плотность осадка определяют путем измерения поглощения или рассеяния им света.

Пьезоэлектрический метод основан на изменении собственной частоты колебаний пьезокристалла во время осаждения на его поверхности частиц пыли. При малых амплитудах колебаний

кристалла уменьшение частоты колебаний последнего прямо пропорционально массе осевшей на нем пыли.

Метод, основанный на измерении перепада давления на фильтре. Он включает прокачивание порции пылегазового потока через фильтр и измерение разности давлений на входе и выходе фильтра. Результаты измерения пропорциональны массовой концентрации пыли. Достоинством метода является сравнительная простота его реализации. Однако требует строгой стабилизации основных параметров пылегазового потока (скорости, температуры и др.).

Существенным недостатком методов первой группы является влияние на полученный результат изменения дисперсного состава и других свойств пыли.

2. Методы измерения концентрации пыли без предварительного ее осаждения.

Преимуществами методов второй группы являются возможность непосредственных измерений в самом пылегазовом потоке без использования пробоотборного устройства, непрерывность измерений, высокая чувствительность, практическая безинерционность, возможность полной автоматизации процесса измерений. Во время измерений поток не подвергается аэродинамическому искажению.

Электрические методы. К группе пылемеров, разработанных на базе этого метода, относится контактно-электрический. Он основан на способности пылевых частиц электризоваться при контактировании с преградой, выполненной из контактно-активного материала, и отдавать приобретенный поверхностный заряд токопроводящим элементам преграды. Основными элементами контактно-электрического измерительного преобразователя являются электризатор, в котором происходит зарядка частиц, и токосъемный электрод. Зависимость массовой концентрации частиц от силы зарядного тока в цепи токосъемного электрода имеет линейный характер при концентрации пыли до 2 г/м^3 , когда большая часть частиц пыли контактирует с внутренней поверхностью электризатора и токосъемного электрода и суммарная величина регистрируемого заряда пропорциональна количеству частиц.

Акустический метод основан на измерении параметров акустического поля при наличии частиц пыли в рабочем зазоре между источни-ком и приемником звука.

Фотометрический метод. Этот метод основан на изменении светового импульса при прохождении через узкий пучок света частиц. Световые импульсы регистрируются фотоэлектронным умножителем, связанным с катодным осциллографом или счетным устройством.

2. Процесс очистки газов от твердых и капельных выбросов в различных аппаратах характеризуется общей эффективностью очистки:

$$\eta = (C_{вх} - C_{вых}) / C_{вх} \quad (3)$$

$C_{вх}, C_{вых}$ – массовые концентрации примесей до и после аппарата очистки.

Эффективность пылеулавливающей системы, включающей несколько последовательно установленных аппаратов, эффективность каждого из которых соответственно равна $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ и определяется по формуле:

$$\eta = [1 - (1 - \eta_1)(1 - \eta_2) \dots (1 - \eta_n)] \quad (4)$$

2. В сухих инерционных пылеулавливающих устройствах очистка газового потока от пыли осуществляется за счет гравитационных, инерционных и центробежных сил. Под действием гравитационных сил пыль осаждается в пылеосадительных камерах

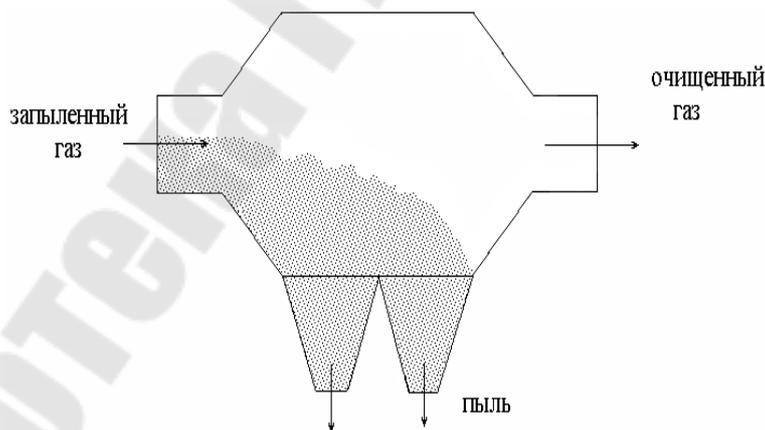


Рисунок 6.1 – Схема пылеосадительной камеры

Принцип действия аппарата. Запыленный газ, движущийся с высокой скоростью по газоходу, входит в камеру, имеющую значительно большую площадь поперечного сечения, чем сам

газоход. Вследствие этого скорость газового потока резко снижается. Содержащаяся в газовом потоке пыль выпадает из него под действием гравитационных сил или сил тяжести. Условия осаждения пыли в инерционных камерах должны быть такими, чтобы частицы осели на дно камеры раньше, чем из нее выйдет газовый поток. Для сбора уловленной пыли дно камеры выполняют в виде бункеров, в которых происходит накопление пыли. Чем меньше плотность газового потока, тем меньшее сопротивление он оказывает пылевым частицам при их осаждении. Плотность газа уменьшается при понижении температуры, т. е. при более низкой температуре эффективность действия этих камер возрастает. Такие пылесаждающие камеры строили обычно из кирпича, бетона или металла. В них происходит удовлетворительная очистка газопылевого потока от частиц пыли размером более 40 мкм. Так как пылесадочные камеры имеют довольно значительные размеры, а эффективность не велика, то применение их ограничивается в качестве очистителей первой ступени перед аппаратами, предназначенными для очистки газового потока от мелкодисперсной пыли.

Широкое применение для сухой очистки газов получили циклоны различных типов (рис. 6.2). В зависимости от дисперсного состава пыли и требований, предъявляемых к очистке газа, циклоны могут использоваться как самостоятельно, так и в качестве аппаратов для предварительной грубой очистки газопылевого потока в комплексе с аппаратами для тонкой очистки.

Запыленный газовый поток поступает в циклон через входной патрубок 2, который расположен в верхней части аппарата по касательной к цилиндрической части корпуса. Газовый поток при входе в циклон приобретает вращательное движение. Он поступает сверху вниз в кольцевом пространстве 3 между внешней поверхностью выхлопной трубы 1 и внутренней поверхностью цилиндрической части корпуса циклона. Для усиления эффективности вращения сразу за входным патрубком устроена винтообразная лопасть 8. При вращении вместе с газовым потоком частицы пыли подвергаются действию центробежных сил, которые отбрасывают их к внутренней поверхности циклона. Поток газа вместе с пылью образует в циклоне нисходящий кольцевой вихрь. Для увеличения скорости газопылевого потока перед попаданием его в бункер 6 за цилиндрической частью корпуса изготовлена

коническая 4. Данное конструкторское решение необходимо для того, чтобы пылевидные частицы газопылевого потока приобретали более высокую скорость. За счет этого из него удаляются оставшиеся частицы пыли через пылевыпускное устройство 5 в бункер 6. В самом бункере газопылевой поток резко теряет скорость. Вследствие этого из него удаляются оставшиеся частицы пыли. Поток газа, освободившись от пыли, разворачивается на 180° и за счет разряжения, возникающего в центральной части циклона, всасывается через пылевыпускное отверстие в выхлопную трубу 1, создавая внутренний вихрь (сплошная линия). Внизу, в бункере, установлен пылевой затвор 7, через который пыль удаляется из аппарата. Такие центробежные циклоны способны улавливать частицы пыли с размером менее 10 мкм. Аппараты рассчитаны на работу при давлении или разряжении 2500 Па, способны производительно работать при температуре газопылевого потока до 400°C . Для очистки больших количеств запыленного газа устанавливают батареи из таких циклонов (рис. 6.3)

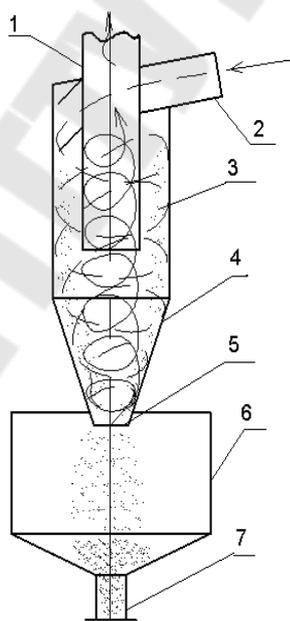


Рисунок 6.2. Циклон: 1 – выхлопная труба; 2 – входной патрубок; 3 – кольцевое пространство; 4 – коническая часть корпуса; 5 – пылевыпускное устройство; 6 – бункер; 7 – пылевой затвор; 8 – винтообразная лопасть

Батареи состоят из большого числа параллельно установленных циклонных элементов 1. Конструктивно они объединяются в один корпус и имеют общий подвод и отвод газа. Опыт эксплуатации

батареиных циклонов показал, что эффективность очистки таких циклонов несколько ниже эффективности отдельных элементов из-за перетока газов между циклонными элементами.

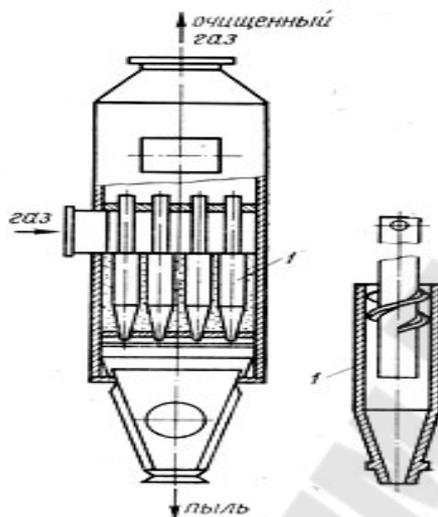


Рисунок 6.3 – Батареиный циклон

Ротационные пылеуловители относятся к аппаратам центробежного действия и представляют собой машину, которая одновременно с перемещением воздуха очищает его от относительно крупных фракций пыли (>5-8 мкм). Обладают большой компактностью, так как вентилятор и пылеуловитель обычно совмещены в одном агрегате. В результате этого при монтаже и эксплуатации таких машин не требуется дополнительных площадей, которые необходимы для размещения специальных пылеулавливающих устройств при перемещении запыленного потока обыкновенным вентилятором.

Конструктивная схема простейшего пылеуловителя ротационного типа представлена на рис.6.4. При работе вентиляторного колеса 1 частицы пыли за счет центробежных сил отбрасываются к стенке спиралеобразного кожуха 2 и движутся по ней в направлении выхлопного отверстия 4. Газ, обогащенный пылью, через специальное пылеприемное отверстие 3 отводится в пылевой бункер, а очищенный газ поступает в выхлопную трубу 4.

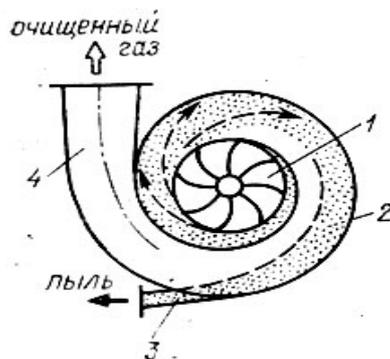


Рисунок 6.4 – Пылеуловитель ротационного типа

Для повышения эффективности пылеуловителей такой конструкции необходимо увеличивать переносную скорость очищаемого потока в спиральном кожухе (это ведет к резкому повышению гидравлического сопротивления аппарата) или уменьшать радиус кривизны спирали кожуха (это снижает его производительность). Такие машины обеспечивают достаточно высокую эффективность очистки воздуха при улавливании сравнительно крупных частиц пыли (свыше 20-40 мкм)

Фильтрация запыленного газа через ткань – надежный способ улавливания очень тонких фракций пыли. Фильтры обеспечивают улавливание частиц разных размеров. Эффективность фильтров 99%. Фильтры, используемые в технике: волокнистые, тканевые, пористые, зернистые.

Наибольшее распространение в промышленности для сухой очистки газовых выбросов от примесей имеют тканевые рукавные фильтры (рис. 6.5). В корпусе фильтра 2 устанавливается необходимое число рукавов, во внутреннюю полость которых подается запыленный газ от входного патрубка 5. Частицы загрязнений за счет ситового и других эффектов оседают в ворсе и образуют пылевой слой на внутренней поверхности рукавов. Очищенный воздух выходит из фильтра через патрубок 3. При достижении определенного перепада давления на фильтре его отключают от системы и производят регенерацию встряхиванием рукавов с обратной их продувкой сжатым газом. Регенерация осуществляется специальным устройством 4. При очистке ткани удаляется значительная часть пылевого слоя, но внутри ткани между волокнами остается достаточное количество пыли, что обеспечивает высокую эффективность очистки газов в фильтре после его регенерации.

Для изготовления рукавов применяют различные ткани и войлоки. Рукавные тканевые фильтры используются при входных концентрациях примесей до 60 г/м^3 и обеспечивают эффективность очистки выше 0,99. Гидравлическое сопротивление фильтров обычно не превышает 500-2000 Па. Производительность по газу зависит от числа рукавов, объединенных в общий корпус. В крупногабаритных фильтрах большой производительности число рукавов может достигать нескольких сотен штук.

Одним из условий нормальной работы рукавных фильтров является поддержание температуры очищаемых газов по газовому тракту фильтра в определенных пределах. Температура газа на входе в фильтр, с одной стороны, не должна превышать максимально допустимую для ткани и, с другой стороны, быть выше температуры точки росы на $15-30^\circ \text{C}$.

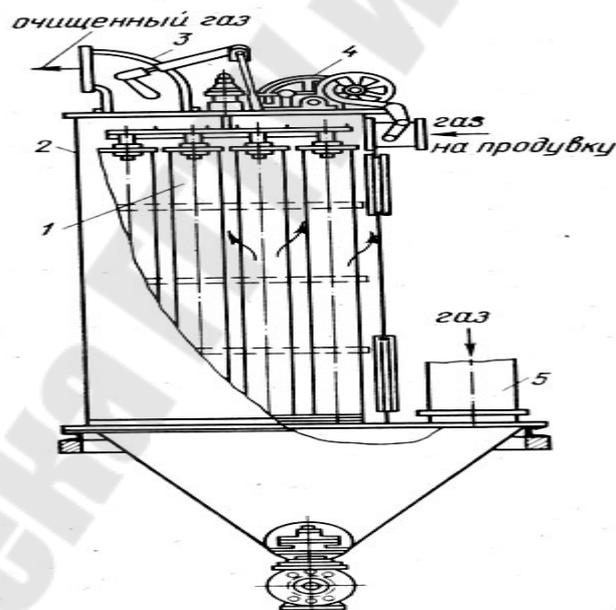


Рисунок 6.5 – Рукавный фильтр

3. Мокрые пылеуловители обладают рядом преимуществ перед другими типами пылеуловителей: являются высокоэффективными пылеуловителями, способными конкурировать с фильтрационными пылеуловителями и электрофильтрами; успешно применяются для обеспыливания высокотемпературных газов, взрыво- и пожароопасных сред, когда применение эффективных пылеуловителей другого типа невозможно или нецелесообразно. С

помощью аппаратов мокрого действия можно одновременно решать задачи пылеулавливания и очистки газового потока от газообразных компонентов, охлаждения и увлажнения газов. Многие типы мокрых пылеуловителей работают при высоких скоростях газа в проточной части аппарата, и данный фактор делает их малогабаритными, менее металлоемкими по сравнению с аппаратами других типов. Иногда, такие аппараты, обладающие высокими адгезионными свойствами, являются единственным типом пылеуловителей.

Недостатки, которые ограничивают область применения мокрых пылеуловителей: необходимость наличия систем шламоудаления и оборотного водоснабжения, что приводит к удорожанию процесса пылеулавливания. Работа аппаратов сопряжена с неизбежными потерями дефицитной в настоящее время воды. Процессы утилизации уловленной пыли в виде шлама в большинстве случаев значительно дороже процессов вторичного использования пыли в сухом виде. Мокрые аппараты и отводящие газоходы подвержены коррозии, особенно при очистке агрессивных газов. Поэтому такие аппараты требуют дополнительных мероприятий по антикоррозионной защите.

Можно считать, что экономическая целесообразность применения мокрых пылеуловителей ограничивается следующими условиями их применимости.

1. Мокрые пылеуловители можно устанавливать тогда, когда сухие аппараты оказываются неработоспособным и если требуемая эффективность пылеулавливания может быть достигнута только с применением аппарата мокрой очистки.

2. Применение мокрых пылеуловителей целесообразно в том случае, когда наряду с пылеулавливанием ставятся задачи улавливания газообразных компонентов и охлаждения газов.

3. Применение мокрых аппаратов на любом промышленном предприятии будет экономически целесообразно, если на данном предприятии имеется система оборотного водоснабжения и шламопереработки.

Эффективность пылеулавливания в мокрых пылеуловителях зависит от поверхности контакта газообразной и жидкой фаз, а также от вида поверхности контакта, способа ввода одной фазы в другую, способа диспергирования жидкости. По виду контактной поверхности

фаз различают поверхности капле-, пленки и пузырьковые. В ряде аппаратов могут иметь место одновременно два вида поверхности фаз.

Одним из аппаратов «мокрой» очистки является полый скруббер (рис. 6.6).

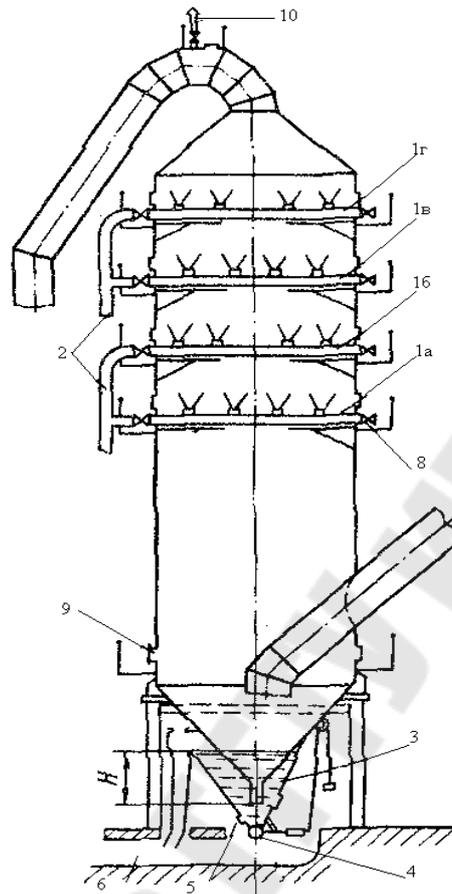


Рисунок 6.6 – Схема полого жидкостного скруббера:

1а-1г – ярусы орошения; 2 – подводы воды; 3 – гидрозатвор с высотой H запирающего столба воды; 4 – клапан; 5 – задвижка; 6 – канал шлаковой воды; 7 – задвижки; 8 – промывка; 9 – люк; 10 – свеча

Конструктивно полый скруббер представляет собой башню цилиндрического или прямоугольного типа. В верхней ее части располагаются форсунки таким образом, чтобы все поперечное сечение аппарата перекрывалось жидкостной завесой. Таким образом, пылегазовый поток движется в скруббере снизу вверх, встречаясь с разбрызгиваемой жидкостью, движущейся навстречу потоку. Такие скрубберы называются противоточными. В случае расположения орошающих форсунок в несколько ярусов, верхний ряд должен быть направлен факелами вниз. В остальных рядах форсунок факелы

выброса жидкости направлены вверх, т. е. по ходу движения газового потока. Очищенный газ выводится из скруббера в верхней части. Выделившаяся из потока жидкость вместе с водой образует шлам, который скапливается в бункере-накопителе, откуда через гидравлический затвор выводится в шламовую канализацию. В данном противоточном полом скруббере осуществляется очистка газопылевого потока от пылевых частиц с крупностью 10 мкм и одновременно происходит увлажнение и охлаждение газа. Эти аппараты применяются для грубой очистки. Они устанавливаются перед аппаратами тонкой очистки газопылевого потока. Для улучшения контакта газопылевого потока с жидкостью применяют дополнительную смачивающую насадку, которая в большинстве случаев состоит из керамических колец, втулок или других керамических элементов. Насадку засыпают на специальную решетку, состоящую из керамических элементов. При прохождении газопылевого потока через такую насадку газы меняют направление своего движения, и за счет этого очистка газопылевого потока происходит более эффективно. Недостатком такого способа очистки является трудоемкость регенерации самой осадки. За мокрыми скрубберами необходимо предусмотреть установку каплеуловителей.

В барботажных аппаратах газовый поток, содержащий во взвешенном состоянии частицы пыли или капли жидкости, проходит в виде пузырьков через слой жидкости. При этом происходит образование поверхности соприкосновения газа с жидкостью и за счет этого охлаждение газа и улучшение условий очистки газопылевого потока от взвешенных частиц. В ротоклонах газопылевой поток проходит через щелевые каналы (импеллеры), образованные изогнутыми лопатками, нижняя часть которых опущена в жидкость (рис. 6.7).

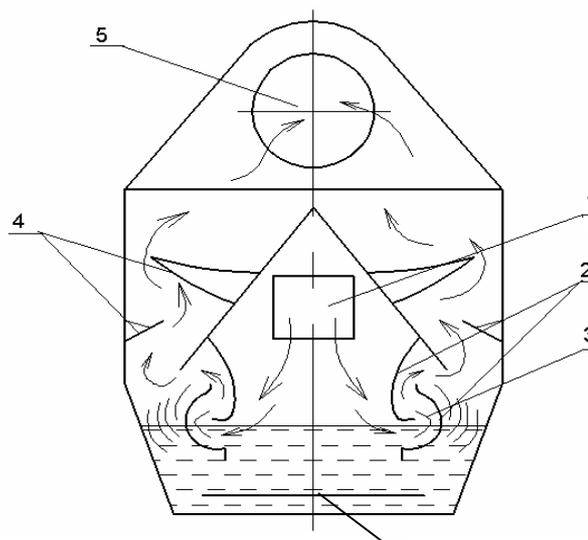


Рисунок 5.7 – Схема ротоклона: 1 – устройство для подвода газопылевого потока; 2 – направляющие лопатки; 3 – зона промывки; 4 – каплеотбойники; 5 – вентилятор для вывода газа; 6 – транспортер для удаления шлама

Скорость газового потока в каналах импеллера составляет 16–18 м/с, в системе каплеотбойных устройств – до 15 м/с. Сопротивление аппарата – до 2000 Па. Изменение расхода газа без снижения эффективности пылеулавливания – 15 % номинального расхода. Важную роль для нормальной эксплуатации ротоклона играет поддержание постоянного уровня жидкости в аппарате. Даже незначительное изменение уровня жидкости может привести к резкому снижению эффективности или значительному увеличению гидравлического сопротивления. Удельный расход воды в данном ротоклоне не превышает $0,03 \text{ л/м}^3$. При прохождении газового потока через импеллеры за счет турбулентности создается завеса из разбрызгиваемой жидкости. В данной завесе и происходит очистка газа от содержащейся в нем пыли и его охлаждение. Осаждающийся при таком процессе и накапливающийся шлам по мере его сбора удаляется из аппарата с помощью специального транспортера. В аппаратах данного типа производится улавливание пыли с размером 5 мкм и более. Большим эксплуатационным достоинством ротоклонов является возможность изменения их производительности в пределах 25 % от номинальной без заметного снижения эффективности. Гидравлическое сопротивление аппаратов составляет 1000–1500 Па.

Для эффективной очистки газопылевого потока можно использовать пенные аппараты (рис. 6.8).

Принцип действия: вода или другая жидкость поступает на перфорированную поверхность решетки, вступая во взаимодействие с газопылевым потоком, идущим снизу вверх. При этом основным условием является превышение скорости газового потока над скоростью свободного всплывания пузырьков при барботаже. В этом случае над слоем воды будет образовываться пена, состоящая из пузырьков газа и капелек воды. В этой пене газопылевой поток будет интенсивно перемешиваться с частицами жидкости. Аппараты, в которых используется данный принцип, называются пенными. При прохождении газопылевого потока через отверстия решетки слой жидкости, образующийся на решетке, делится на три части:

- сплошной слой жидкости непосредственно на решетке;
- слой пены;
- слой брызг, расположенный выше.

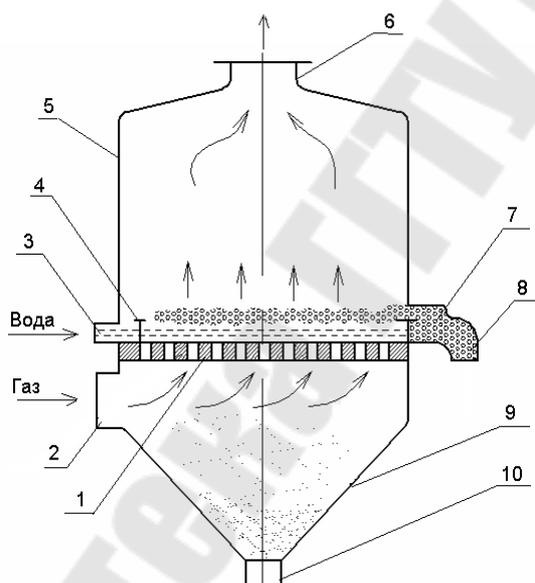


Рисунок 6.8. – Схема пенного аппарата:

- 1 – решетка с отверстиями диаметром 2–8 мм;
- 2 – входной патрубок; 3 – приемная коробка;
- 4 – пороги; 5 – корпус; 6 – выходное отверстие; 7 – сливная коробка; 8 – патрубок для выхода газа; 9 – бункер;
- 10 – затвор для удаления шлама

В основном очистка и охлаждение газопылевого потока происходят в слое пены. Частицы пыли оседают вначале на решетку, а затем вместе с водой удаляются в виде шлама через порог в сливную коробку. При работе такого пенного аппарата около 50 % жидкости сливается в бункер, а остальное количество удаляется через патрубки, которые снабжены гидрозатворами. Аппарат позволяет удерживать частицы пыли от 2 мкм и более.

К недостаткам пенных аппаратов относится недопустимость колебаний расхода очищаемого газа и трудности качественной очистки газов в аппаратах большой производительности из-за неодинаковой толщины слоя пены по всей площади решетки.

Скоростные пылеуловители с трубами Вентури (СПУ) (рис. 6.9)

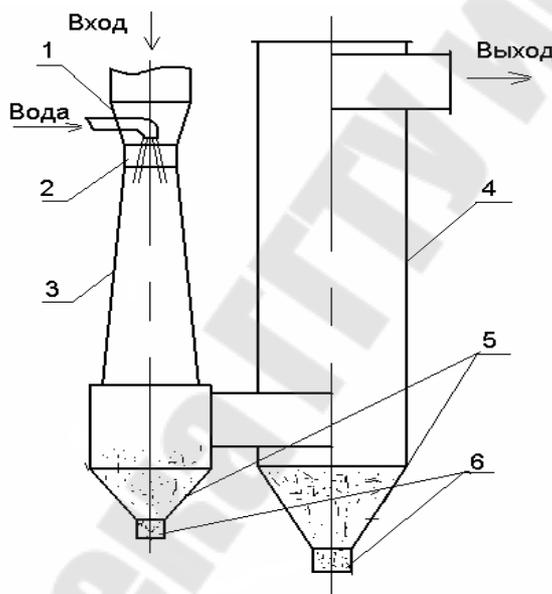


Рисунок 6.9. – Схема пылеуловителя СПУ:

- 1 – конфузор; 2 – горловина; 3 – диффузор; 4 – циклон;
- 5 – инерционный пылеуловитель;
- 6 – гидрозатвор для удаления шлама

Если в газе содержатся частицы пыли с размером менее 5 мкм, то очистка его в инерционных и центробежных аппаратах будет не – достаточно эффективной. В этом случае применяется система аппаратов (например типа СПУ), в которых в качестве коагуляторов мелкой пыли устанавливается труба Вентури. Для очистки

газопылевого потока от крупных частиц пыли и капель жидкости обычно после трубы Вентури устанавливаются инерционные аппараты. В качестве последних используются циклоны или скрубберы.

Турбулентный промыватель, основу которого составляет труба Вентури, состоящая из трех частей, работает следующим образом. В горловину аппарата подается вода. Поступающий газопылевой поток вводится в отверстие конфузора, где происходит увеличение его скорости. В данных аппаратах осуществляется диспергирование жидкости потоком газа в горловине трубы при скоростях 40–150 м/с. Тонкость диспергирования жидкости – 10 мкм. При этом получается развитая поверхность контакта между жидкой и газовой фазой, что в сочетании с интенсивной турбулизацией потока создает условия для эффективного захвата даже субмикронных частиц пыли каплями жидкости, которые укрупняясь в диффузоре трубы Вентури, отделяются от газа в каплеуловителе. Кроме высокой эффективности очистки газов, соизмеримой с эффективностью пылеулавливания в тонковолокнистых фильтрах и электрофильтрах, скоростные газопромыватели просты по устройству и эксплуатации, компактны. За счет турбулентности, происходит дробление водного потока на мельчайшие частицы, которые способствуют разрушению газовой оболочки вокруг пылевидных частиц. Чем выше скорость движения газопылевого потока, тем меньший размер имеют образующиеся капельки воды. Эти капельки интенсивно перемешиваются в потоке с частицами пыли, укрупняя их. Вследствие этого происходит процесс коагуляции пыли. Скоагулировавшая пыль через пыле- и брызгоуловитель поступает в бункер для накопления шлама, а параллельно с этим более крупные частицы пыли вытягиваются в циклон, где происходит отделение частиц от газового потока. Затем увлажненная пыль в виде шлама поступает в шламосборник циклона. Давление газа в промышленных трубах Вентури составляет 200–300 Кн/м². Данные аппараты позволяют удалять пыль с размером частиц до 1 мкм и более. Однако такие недостатки, как высокие энергозатраты на очистку, обусловленные сопротивлением аппаратов до 20 кПа, повышенные удельные расходы жидкости (0,7–0,8 л/м³) ограничивают область их применения.

Электрофильтры.

Принцип действия электрических фильтров заключается в зарядке частиц пыли, находящейся в газопылевом потоке под

воздействием электрического поля. Данные процессы могут протекать в электрических фильтрах как без пространственного разделения (т. е. в одной зоне), так и в двух зонах. При двухзонной системе первая обычно служит для зарядки частиц и называется *ионизатор*. Вторая, которая служит для выделения пылевидных частиц – *осадитель*. Необходимый для придания частицам пыли заряд создается потоком ионов за счет коронирующего электрода в неоднородном электрическом поле.

Принципиальная схема аппарата для очистки газопылевого потока с применением электрофильтра представлена на рис. 6.10.

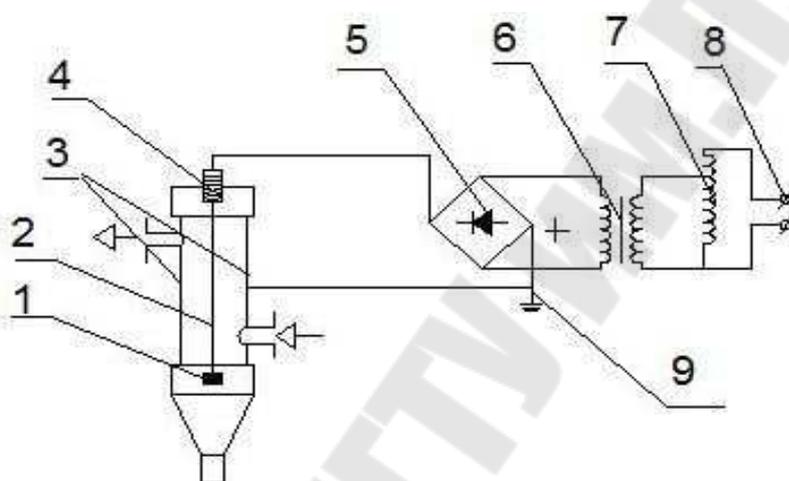


Рисунок 6.11. – Схема установки электрофильтра:
 1 – груз; 2 – коронирующий электрод; 3 – осадительный электрод; 4 – изолятор; 5 – выпрямитель; 6 – повышающий трансформатор; 7 – регулятор напряжения; 8 – сеть;
 9 – заземление

Принцип действия фильтра. После подачи напряжения на коронирующий электрод в фильтр подается запыленный газовый поток. Находящаяся в потоке пыль при соприкосновении с коронирующим электродом ионизируется и затем выделяется из газопылевого потока на стенках сосуда, которые одновременно служат осадительными электродами. Очищенный газ поднимается и выходит из аппарата через выходное отверстие. Выпавшая из газопылевого потока пыль накапливается внизу аппарата в бункере и затем удаляется из него через специальный затвор.

ТЕМА 7. ОЧИСТКА ВЫБРОСОВ ОТ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ

1. Методы очистки выбросов от газообразных загрязнений
2. Методы контроля и приборы для измерения концентраций примесей

Выбросы газо- и парообразных примесей на машиностроительных предприятиях характеризуются:

- разнообразием по химическому составу;
- часто имеют высокую температуру и концентрацию пыли, что затрудняет процесс очистки и требует предварительной подготовки отходящих газов;
- концентрация примесей в течение технологического процесса непостоянна.

Методы очистки по характеру протекания физико-химических процессов делят на 5 основных групп;

- 1) промывка выбросов растворителями примесей (абсорбция)
- 2) промывка выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически (хемосорбция)
- 3) поглощение примесей твердыми активными веществами (адсорбция)
- 4) термическая нейтрализация отходящих газов (дожигание)
- 5) применение каталитического превращения.

Абсорбцией называют процесс поглощения газа жидким поглотителем, в котором газ растворим в той или иной степени. Обратный процесс – выделение растворенного газа из раствора – носит название десорбции.

В абсорбционных процессах (абсорбция, десорбция) участвуют две фазы – жидкая и газовая и происходит переход вещества из газовой фазы в жидкую (при абсорбции) или, наоборот, из жидкой фазы в газовую (при десорбции).

На практике абсорбции подвергают большей частью не отдельные газы, а газовые смеси, составные части которых (одна или несколько) могут поглощаться данным поглотителем в заметных количествах. Эти составные части называют абсорбируемыми компонентами или просто компонентами, а не поглощаемые составные части – инертным газом.

Жидкая фаза состоит из поглотителя и абсорбируемого компонента. Во многих случаях поглотитель представляет собой

раствор активного компонента, вступающего в химическую реакцию с абсорбируемым компонентом; при этом вещество, в котором растворен активный компонент, будем называть растворителем.

Инертный газ и поглотитель являются носителями компонента соответственно в газовой и жидкой фазах. При физической абсорбции инертный газ и поглотитель не расходуются и не участвуют в процессах перехода компонента из одной фазы в другую. При хемосорбции поглотитель может химически взаимодействовать с компонентом.

Различают химическую абсорбцию и хемосорбцию. При физической абсорбции растворение газа не сопровождается химической реакцией (или, по крайней мере, эта реакция не оказывает заметного влияния на процесс). В данном случае над раствором существует более или менее значительное равновесное давление компонента и поглощение последнего происходит лишь до тех пор, пока его парциальное давление в газовой фазе выше равновесного давления над раствором. Полное извлечение компонента из газа при этом возможно только при противотоке и подаче в абсорбер чистого поглотителя, не содержащего компонента.

При хемосорбции (абсорбция, сопровождаемая химической реакцией) абсорбируемый компонент связывается в жидкой фазе в виде химического соединения. При необратимой реакции равновесное давление компонента над раствором ничтожно мало и возможно полное его поглощение. При обратимой реакции над раствором существует заметное давление компонента, хотя и меньшее, чем при физической абсорбции.

В зависимости от способа создания поверхности соприкосновения фаз различают поверхностные, барботажные и распыливающие абсорбционные аппараты.

В первой группе аппаратов поверхностью контакта между фазами является зеркало жидкости или поверхность текучей пленки жидкости. Сюда же относят насадочные абсорбенты, в которых жидкость стекает по поверхности загруженной в них насадки из тел различной формы. Наибольшее распространение получили скрубберы (рис.7.1). Они представляют собой насадку 1, размещённую в полости вертикальной колонны. Орошение колонн абсорбентом осуществляется при помощи разбрызгивателей 2.

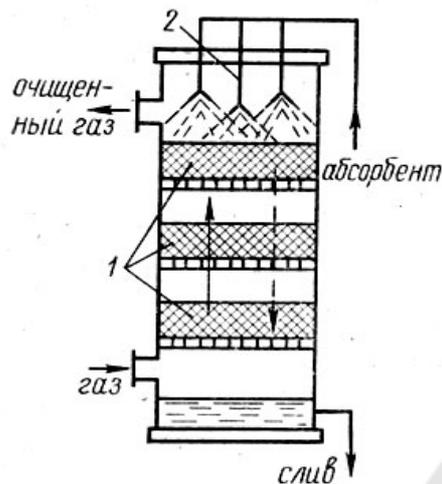


Рисунок 7.1 – Противоточная насадочная колонна

Во второй группе абсорбентов поверхность контакта увеличивается благодаря распределению потоков газа в жидкость в виде пузырьков и струй. Барботаж осуществляют путем пропускания газа через заполненный жидкостью аппарат либо в аппаратах колонного типа с тарелками различной формы (рис.7.2.).

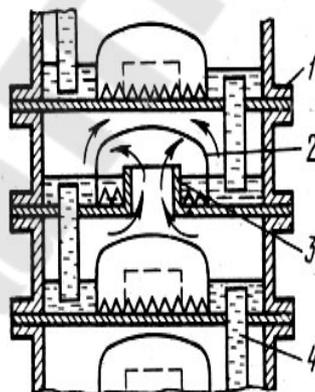


Рисунок 7.2. – Тарельчатый скруббер:

1 – тарелки, 2 – колпачки, 3 – патрубки, 4 – переливные трубки

В третьей группе поверхность контакта создается путем распыления жидкости в массу газа. Поверхность контакта и эффективность процесса в целом определяется дисперсностью распыленной жидкости.

Жидкость используют для абсорбции только один раз или же проводят ее регенерацию, выделяя загрязнитель в чистом виде. Схемы с однократным использованием поглотителя применяют в тех случаях, когда абсорбция приводит непосредственно к получению готового продукта или полупродукта

Адсорбционный метод является одним из самых распространенных средств защиты воздушного бассейна от загрязнений. Основными промышленными адсорбентами являются активированные угли, сложные оксиды и импрегнированные сорбенты. Активированный уголь (АУ) нейтрален по отношению к полярным и неполярным молекулам адсорбируемых соединений. Он менее селективен, чем многие другие сорбенты, и является одним из немногих, пригодных для работы во влажных газовых потоках. Активированный уголь используют, в частности, для очистки газов от дурно пахнущих веществ, рекуперации растворителей и т.д.

Оксидные адсорбенты (ОА) обладают более высокой селективностью по отношению к полярным молекулам в силу собственного неоднородного распределения электрического потенциала. Их недостатком является снижение эффективности в присутствии влаги. К классу ОА относят силикагели, синтетические цеолиты, оксид алюминия.

Основные способы осуществления процессов адсорбционной очистки:

- после адсорбции проводят десорбцию и извлекают уловленные компоненты для повторного использования. Таким способом улавливают различные растворители, сероуглерод в производстве искусственных волокон и ряд других примесей.

- после адсорбции примеси не утилизируют, а подвергают термическому или каталитическому дожиганию. Этот способ применяют для очистки отходящих газов химико-фармацевтических и лакокрасочных предприятий, пищевой промышленности и ряда других производств. Данная разновидность адсорбционной очистки экономически оправдана при низких концентрациях загрязняющих веществ и (или) многокомпонентных загрязнителей.

- после очистки адсорбент не регенерируют, а подвергают, например, захоронению или сжиганию вместе с прочно хемосорбированным загрязнителем. Этот способ пригоден при использовании дешевых адсорбентов.

Для проведения процессов адсорбции разработана разнообразная аппаратура. Наиболее распространены адсорберы с неподвижным слоем гранулированного или сотового адсорбента.

Непрерывность процессов адсорбции и регенерации адсорбента обеспечивается применением аппаратов с кипящим слоем.

Адсорбционные методы являются одним из самых распространенных в промышленности способов очистки газов. Их применение позволяет вернуть в производство ряд ценных соединений. При концентрациях примесей в газах более 2-5 мг/м³, очистка оказывается даже рентабельной. Основной недостаток адсорбционного метода заключается в большой энергоемкости стадий десорбции и последующего разделения, что значительно осложняет его применение для многокомпонентных смесей.

Метод термической нейтрализации основан на способности горючих токсичных компонентов (газы, пары и сильно пахнущие вещества) окисляться до менее токсичных при наличии свободного кислорода и высокой температуры газовой смеси. Этот метод применяется в тех случаях, когда объемы выбросов велики, а концентрации загрязняющих веществ превышают 300 млн⁻¹.

Методы термической нейтрализации вредных примесей во многих случаях имеют преимущества перед абсорбцией и адсорбцией:

- а) отсутствие шламового хозяйства;
- б) небольшие габариты очистных установок;
- в) простота их обслуживания;
- г) высокая эффективность обезвреживания при низкой стоимости очистки.

Метод находит широкое применение в машиностроении и металлургии.

Область применения метода термической нейтрализации вредных примесей ограничивается характером образующихся при окислении продуктов реакции. Так, при сжигании газов, содержащих фосфор, галогены, серу, образующиеся продукты реакции по токсичности во много раз превосходят исходный газовый выброс.

Различают три схемы термической нейтрализации:

- 1) прямое сжигание в пламени $t = 600-800^{\circ}\text{C}$;
- 2) термическое окисление $t = 600-800^{\circ}\text{C}$;
- 3) каталитическое сжигание $t = 250-450^{\circ}\text{C}$.

Выбор схемы зависит от химического состава загрязняющих веществ, их концентраций, начальной температуры газовых выбросов, объемного расхода и ПДВ загрязняющих веществ.

Каталитические методы газоочистки отличаются универсальностью. С их помощью можно освобождать газы от оксидов серы и азота, различных органических соединений, оксида углерода и других токсичных примесей. Каталитические методы позволяют преобразовывать вредные примеси в безвредные, менее вредные и даже полезные. Они дают возможность перерабатывать многокомпонентные газы с малыми начальными концентрациями вредных примесей, добиваться высоких степеней очистки, вести процесс непрерывно, избегать образования вторичных загрязнителей. Применение каталитических методов чаще всего ограничивается трудностью поиска и изготовления пригодных для длительной эксплуатации и достаточно дешевых катализаторов. Гетерогенно-каталитическое превращение газообразных примесей осуществляют в реакторе, загруженном твердым катализатором в виде пористых гранул, колец, шариков или блоков со структурой, близкой к сотовой. Химическое превращение происходит на развитой внутренней поверхности катализаторов, достигающей $1000 \text{ м}^2/\text{г}$.

В качестве эффективных катализаторов служат самые различные вещества – от минералов, которые используются почти без всякой предварительной обработки, и простых массивных металлов до сложных соединений заданного состава и строения. Обычно каталитическую активность проявляют твердые вещества с ионными или металлическими связями, обладающие сильными межатомными полями. Одно из основных требований, предъявляемых к катализатору - устойчивость его структуры в условиях реакции. Например, металлы не должны в процессе реакции превращаться в неактивные соединения.

Современные катализаторы обезвреживания характеризуются высокой активностью и селективностью, механической прочностью и устойчивостью к действию ядов и температур. Промышленные катализаторы, изготавливаемые в виде колец и блоков сотовой структуры, обладают малым гидродинамическим сопротивлением и высокой внешней удельной поверхностью.

Наибольшее распространение получили каталитические методы обезвреживания отходящих газов в неподвижном слое катализатора. Можно выделить два принципиально различных метода

осуществления процесса газоочистки - в стационарном и в искусственно создаваемом нестационарном режимах.

Биохимические методы очистки основаны на способности микроорганизмов разрушать и преобразовывать различные соединения. Разложение веществ происходит под действием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами в среде очищаемых газов. При частом изменении состава газа микроорганизмы не успевают адаптироваться для выработки новых ферментов, и степень разрушения вредных примесей становится неполной. Поэтому биохимические системы более всего пригодны для очистки газов постоянного состава.

Биохимическую газоочистку проводят либо в биофильтрах, либо в биоскрубберах. В биофильтрах очищаемый газ пропускают через слой насадки, орошаемый водой, которая создает влажность, достаточную для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов. Поверхность насадки покрыта биологически активной биопленкой (БП) из микроорганизмов.

Микроорганизмы БП в процессе своей жизнедеятельности поглощают и разрушают содержащиеся в газовой среде вещества, в результате чего происходит рост их массы. Эффективность очистки в значительной мере определяется массопереносом из газовой фазы в БП и равномерным распределением газа в слое насадки. В настоящее время биофильтры используют для очистки отходящих газов от аммиака, фенола, крезола, формальдегида, органических растворителей покрасочных и сушильных линий, сероводорода, метилмеркаптана и других сероорганических соединений.

К недостаткам биохимических методов следует отнести:

- низкую скорость биохимических реакций, что увеличивает габариты оборудования;

- специфичность (высокую избирательность) штаммов микроорганизмов, что затрудняет переработку многокомпонентных смесей;

- трудоемкость переработки смесей переменного состава.

2 Методы и оборудование для определения концентрации газов в воздухе.

Анализ газового состава воздуха производится с помощью газоанализаторов, позволяющих осуществлять мгновенный и

непрерывный контроль содержания в нем вредных примесей. Для экспрессного метода определения токсичных веществ применяют газоанализаторы упрощенного типа (УГ-2,ГХ-2 и др.) основаны на линейно-колористическом методе анализа. При просасывании воздуха через индикаторные трубки, заполненные твердым веществом – поглотителем, происходит изменение окраски индикаторного порошка. Длина окрашиваемого слоя пропорциональна концентрации исследуемого вещества.

Методы контроля газовых примесей можно разделить на оптические, электрохимические, термохимические, хроматографические.

Наибольшее распространение нашли оптические методы. Принцип действия основан на избирательном поглощении газами лучистой энергии в инфракрасной, ультрафиолетовой или видимой областях спектра. К приборам, работающим в инфракрасной области относятся оптико-акустические газоанализаторы. Обычно они применяются для определения оксида и диоксида углерода, метана. Приборы, применяемые в ультрафиолетовой области спектра, применяют для обнаружения в воздухе паров ртути, никеля, озона и др.

Большое распространение получили фотоколориметрические газоанализаторы, действие которых основано на поглощении лучистой энергии в видимой области спектра растворами или индикаторными лентами, изменяющим свою окраску при взаимодействии с определенным газовым компонентом. Различают жидкостные – концентрация определяется по изменению светопоглощения раствора и ленточные фотоколориметры, работа которых основана на фотометрировании индикаторной ленты, предварительно обработанной раствором, вступающим в химическую реакцию с определенным компонентом.

Электрические газоанализаторы подразделяются на кондуктометрические и кулонометрические. В основу первого положено поглощение анализируемого компонента газовой смеси соответствующим раствором и измерение его электропроводности. Их используют для определения концентрации сероводорода, сернистого ангидрида, аммиака, оксида углерода.

В кулонометрических, реакция протекает в ячейке между анализируемым газом и электролитом, в результате которой во внешней цепи появляется электродвижущая сила, пропорциональная

концентрации определенного компонента воздуха (диоксид азота, озон, сероводород)

При хроматографических методах анализа происходит разделение газовой смеси сорбционными методами в динамических условиях. С помощью хроматографических методов можно проводить качественный и количественный анализ органических и неорганических примесей воздуха. Метод используется для определения содержания диоксида серы, сероводорода, выхлопных газов автомобилей.

ТЕМА 8. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

1. Классификация методов очистки сточных вод
2. Методы и устройства очистки сточных вод, применяемые в машиностроении

Очистка сточных вод – процесс их обработки на очистных канализационных сооружениях с целью удаления вредных примесей. Сущность очистки сточных вод в снижении концентраций примесей или превращения их в другие, не оказывающие вредного воздействия на окружающую среду.

Методы очистки сточных вод должны обеспечивать соответствие:

- действующим нормативным требованиям;
- технической безопасности;
- быть удобной в эксплуатации и ремонте;
- уровень надежности: срок службы не менее 10 лет; ресурс работы до капитального ремонта - не менее 3-х лет, до текущего ремонта 1 год;
- очистку воды производить в режиме круглосуточной обработки в количестве до 7 м³/час в течении 20 часов с учетом 2-х часового перерыва на ТО и ремонт;
- отделение продуктов очистки воды в виде шлама, направляемого на иловые площадки;
- требуемая степень очистки - до содержания примесей в соответствии с таблицей 2 настоящего проекта;
- метод очистки должен быть привязан к местным условиям: рельефу местности, инфраструктуре коммуникаций предприятия, к специфике физико-химического состава загрязнителей стоков.

При создании системы очистки воды необходимо проведение следующих работ:

- определение степени загрязненности сточной воды;
- определение требований к очищенной воде;
- определение объёма воды и периодичность его сброса;
- выбор способа и технологической схемы очистки;
- разработка технологического регламента очистки воды;
- выбор оптимальной схемы очистки на основе технико-экономического расчета;
- выполнение проектных работ.

Очистка сточных вод может быть: механической, биологической, химической и физико – химической; в зависимости от принятой степени очистки – предварительной, частичной и полной; в зависимости от отношения к к отделяемым веществам – регенеративной, деструктивной и утилизационной.

Механическая очистка (осветление) состоит в непосредственном освобождении сточных вод от грубо дисперсных всплывающих и взвешенных веществ в решетках, песколовках, жировках, отстойниках и других сооружениях. Иногда выделяется до 80 % взвешенных веществ и заметная часть бактерий, но, обычно, это вид предварительной очистки.

Биологическая очистка сточных вод – перевод коллоидных и растворенных органических веществ в минеральные соединения за счет жизнедеятельности бактерий. Биологическая очистка сточных вод - один из самых распространенных способов обезвреживания сточных вод при подготовке их к спуску в водоемы, основанный на микробиальных (под воздействием микробов) процессах распада и минерализации органических веществ по аналогичной схеме. Процессы биологической очистки во многом аналогичны процессам самоочищения в природных водоемах, интенсифицированных применением систем инженерных сооружений, таких, как: аэротенки, биологические фильтры, биологические пруды, поля орошения, поля аэрации.

Химическая очистка на основе коагуляции применяется для очистки производственных сточных вод, содержащих коллоидные примеси; для удаления растворенных примесей применяются реагенты, переводящие их в трудно растворимое состояние с последующим осаждением.

Физико – химические методы очистки заключаются в извлечении примесей экстракцией, отгонкой, аэрацией, кристаллизацией, сорбцией и др.

При любых методах очистки сточных вод, необходима обработка канализационного осадка, в связи с его высокой влажностью (95 – 99 %) – в метантенке и обеззараживание от патогенных организмов обычно хлорированием или другими методами. Как правило, системы очистки сточных вод строятся на основе использования комплекса методов очистки. Состав методов

определяется характером технологических процессов данного производства.

Эффективность и надёжность работы любого очистного устройства обеспечиваются в определённом диапазоне значений концентрации примесей и расхода сточной воды.

Во временном графике технологических процессов могут быть значительные изменения, сопровождаемые изменением расхода сточных вод, состава и концентрации примесей. В таких случаях необходимо усреднение концентрации примесей и расхода сточной воды. С этой целью на входе в очистные сооружения устанавливают усреднители, выбор и расчёт которых определяется характером изменения во времени расхода стоков, состава и концентрации примесей.

В самом общем виде последовательность этапов очистки стоков можно представить следующим образом:

1. Усреднение стоков. Оно может осуществляться не только на самом начальном этапе – при очистке от грубодисперсных примесей, но и на всех последующих этапах – там, где имеется неравномерность состава и расхода стоков и где целесообразно слияние близких по составу стоков (с разных участков производства) перед очередным этапом очистки.

2. Очистка от грубодисперсных веществ: решётки, песколовки, отстойники, аппараты, основанные на отделении твёрдых примесей в поле действия инерционных сил (напорные гидроциклоны, центрифуги), флотация.

3. Очистка от коллоидно-дисперсных примесей (коагуляция, электрокоагуляция).

4. Регулирование кислотности (щёлочности) стоков, например, с помощью известкования (нейтрализация).

5. Фильтрация на зернистых насыпных, например, песчано-гравийных фильтрах – для очистки от тонкодисперсных примесей (частиц), имевшихся в исходных стоках или образовавшихся на предыдущих этапах очистки.

Совокупность предыдущих этапов очистки стоков в отечественной специальной литературе часто называют предочисткой. Она важна и сама по себе, и для осуществления последующих этапов очистки (если они необходимы) – от истинно растворенных примесей в виде отдельных ионов, молекул или комплексов молекул. Аппаратные средства для их удаления чрезвычайно чувствительны к водным гетерогенным системам и быстро выходят из строя при появлении в стоках эмульсий, суспензий, коллоидных примесей.

Очистка от вредных веществ, находящихся в стоках в ионном состоянии: перевод ионов в малодиссоциирующие соединения; нейтрализация; окисление; образование комплексных ионов и перевод их в малорастворимое состояние; ионитная фильтрация (ионный обмен); сепарация ионов при изменении фазового состояния воды например, дистилляция; обратный осмос; ультрафильтрация; электродиализ; воздействие магнитных и акустических полей и др.

На заключительном этапе очистки может быть предусмотрено повторное фильтрование – для очистки стоков от дисперсных примесей, образовавшихся на этапах очистки, а также обезвреживание (дезинфекция) очищенных стоков от патогенных организмов (микроорганизмов), когда в системе очистки стоков производства имеются устройства биологической очистки, могущие быть очагом распространения патогенных микроорганизмов.

2. Процеживание – первичная очистка посредством пропускания стоков через решётки и волокнуловители – для выделения крупных примесей размером 25 мм и более, а также более мелких волокнистых загрязнений, которые в процессе дальнейшей обработки стоков препятствуют нормальной работе оборудования. Металлические решётки с зазором 5-25 мм устанавливаются в коллекторах сточных вод, размеры поперечного сечения решёток выбираются по минимуму потерь давления потока на решётке. Скорость потока в зазоре между стержнями не должна превышать 0,8-1 м/с при максимальном расходе сточных вод. Расчёт решёток сводится к определению числа зазоров n , ширины решётки B и потерь напора Δp сточной воды.

Решётки периодически очищаются от задерживаемых примесей механически с помощью вертикальных и поворотных граблей,

примеси измельчают на специальных дробилках и направляют в поток за решётку или на переработку, что усложняет технологию очистки. Поэтому применяют решётки-дробилки, измельчающие примеси без извлечения их из воды. Средний размер измельчения не превышает 10 мм.

Отстаивание основано на особенностях процесса осаждения твёрдых частиц в жидкости. Осаждение может быть свободным, без слипания частиц, и при параллельно протекающем коагулировании осаждающихся частиц. Механизм свободного осаждения сохраняется при объёмной концентрации частиц до 1 % (до массовой концентрации $\sim 2,6 \text{ кг/м}^3$).

Основание для проектирования устройств отстаивания – скорость осаждения ($\omega_0 \text{ м/с}$). Определяется для сферических частиц с учётом сил гидравлического сопротивления, массовых сил и силы Архимеда.

На основе принципа отстаивания построены песколовки и отстойники.

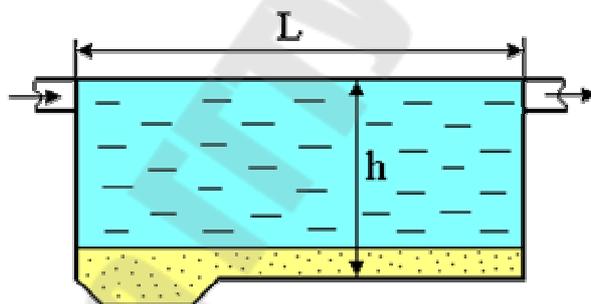


Рисунок 8.1 – Схема горизонтальной песколовки

В горизонтальной песколовке, (рис. 8.1) сточная вода движется горизонтально с оптимальной скоростью $\omega = 0,15 \dots 0,30 \text{ м/с}$. За время движения в песколовке частица, осаждающаяся со скоростью ω_0 , должна достичь дна (шламосборника). Поэтому отношение глубины h к ω_0 должно быть меньше времени t движения стоков в песколовке ($t = 30 \dots 100 \text{ с}$), которым определяется и длина песколовки L . Ширина песколовки B определяется максимальным расходом сточных вод (Q).

В вертикальных песколовках сточная вода получает вертикальную (вниз, к шламосборнику) составляющую скорости движения, что облегчает осаждение частиц

В аэрируемых песколовках крупные частицы осаждаются, как и в горизонтальных песколовках, а мелкие обволакиваются пузырьками воздуха, нагнетаемого в сточную воду, всплывают на поверхность и удаляются с неё с помощью скребковых механизмов.

С помощью отстойников из сточных вод выделяются частицы с размером менее 0,25 мм. По направлению движения воды в отстойниках их делят на горизонтальные, вертикальные, радиальные, комбинированные. Особенности отстойников: меньшие по сравнению с песколовками скорости движения стоков – в связи с меньшими значениями ω_0 данных частиц – и (или) развитие элементов конструкции, способствующих увеличению вертикальной составляющей скорости сточной воды по направлению к шламоборнику.

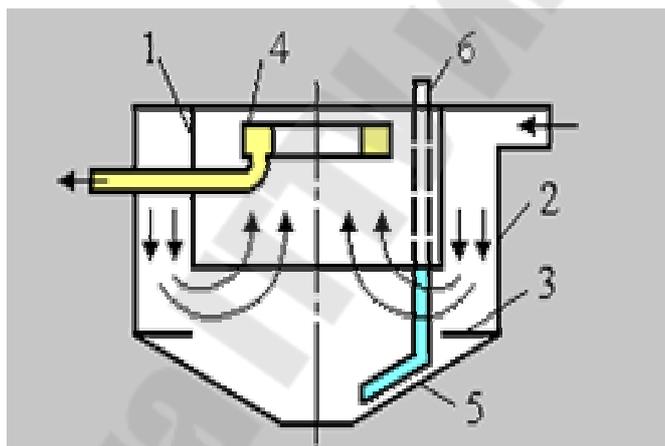


Рисунок 8.2 – Схема вертикального отстойника

На рис.8.2 приведена схема вертикального отстойника. Сточная вода поступает в кольцевую зону между перегородкой 1 и корпусом 2 и движется вниз. Отразившись от отражательного кольца 3, вода (очищенная) уходит во внутреннюю полость перегородки и через кольцевой водосборник 4 выводится из отстойника, а твёрдые частицы, приобретя скорость движения вниз, (она не должна превосходить скорость оседания частиц) достигают шламоборника 5.

Осадок из шламоборника 5 периодически удаляется через трубопровод 6.

Фильтрованием обеспечивается очистка сточных вод от тонкодисперсных твёрдых примесей с небольшой концентрацией, в том числе, после физико-химических, химических, биологических методов очистки. Известны два основных класса фильтров: зернистые и микрофильтры.

Зернистые фильтры представляют собой однослойные или многослойные насадки пористых несвязанных материалов (кварцевый песок, дроблёный шлак, гравий, антрацит).

Фильтроэлементы микрофильтров изготовлены из связанных пористых материалов.

На рис. 8.3 представлен многослойный зернистый каркасно-насыпной фильтр. Сточная вода поступает по коллектору 1, через отверстия в нём равномерно распределяется по сечению фильтра. Она проходит через слои гравия 2 и песка 3, через перфорированное днище 4, установленное на слое гравия 5, и через трубопровод 6 отводится из фильтра. Регенерация (очистка) фильтра производится продувкой сжатого газа через трубопровод 7 с последующей обратной промывкой водой через вентиль 8. Скорость фильтрования составляет 0,0014...0,0028 м/с.

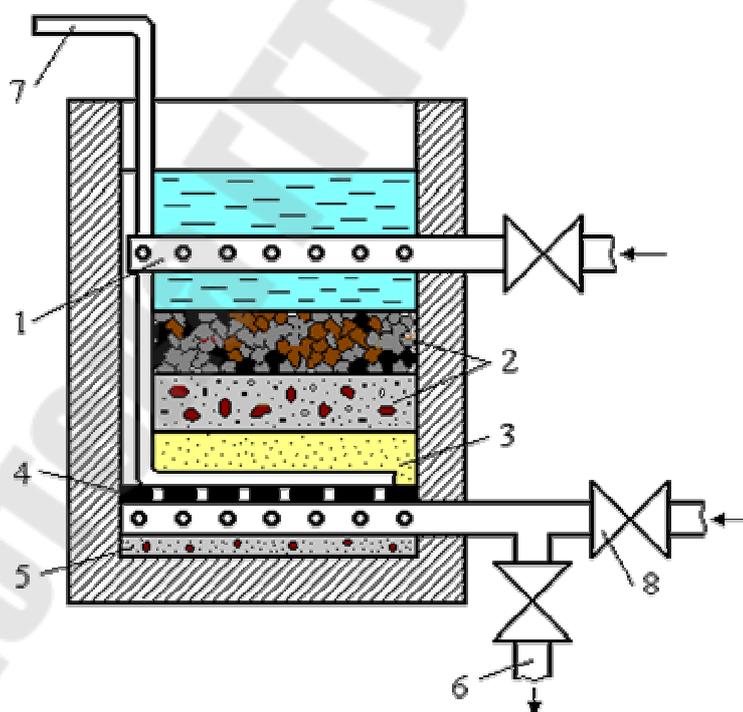


Рисунок 8.3 – Схема многослойного зернистого каркасно-насыпного фильтра

Очистка сточных вод от маслопримесей флотацией заключается в интенсификации процесса всплывания нефтепродуктов при обволакивании их частиц пузырьками воздуха, подаваемого в сточную воду.

Образование агрегатов «частица – пузырьки воздуха» зависит от интенсивности их столкновения друг с другом, химического взаимодействия находящихся в стоках веществ, давления воздуха и т. д.

По способу образования пузырьков различают несколько видов флотации: напорную, пневматическую, пенную, химическую, биологическую, электрофлотацию и др.

При пневматической флотации сточные воды очищаются от нефтепродуктов, поверхностно-активных и органических веществ и от взвешенных частиц малых размеров. Сжатый воздух в виде мельчайших пузырьков поступает в сточную воду через насадки из пористого материала. При всплывании пузырьки воздуха обволакивают частицы нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ и мелких твёрдых частиц, увеличивая скорость их всплывания. Образующаяся на поверхности очищаемой воды пена отсасывается центробежным насосом в пеносборник для последующего извлечения из неё нефтепродуктов. Одновременно кислородом, содержащимся в пузырьках воздуха, окисляются органические примеси. Происходит также насыщение очищаемой воды кислородом.

При электрофлотации происходящие в сточной воде электрохимические процессы обеспечивают дополнительное обеззараживание сточных вод. При использовании электродов из алюминия или железа происходит коагулирование и осаждение мельчайших коллоидных частиц (электрокоагуляция).

Основными методами химической очистки производственных сточных вод являются нейтрализация и окисление. Из методов нейтрализации наиболее распространен метод известкования, к окислительным методам относятся главным образом хлорирование и озонирование. Электрохимическая обработка отнесена к электрохимическим методам очистки.

Химическая очистка может применяться как самостоятельный метод перед подачей сточных вод в систему – оборотного водоснабжения, а также перед спуском их в водные объекты.

Использование химической очистки в ряде случаев целесообразно (в качестве предварительной) перед биологической, сорбционной или другими методами очистки. Химическая обработка находит применение и как метод извлечения различных компонентов из сточных вод, и частности цветных металлов,

Нейтрализация. Производственные сточные воды могут содержать щелочи и кислоты. В большинстве кислых сточных вод содержится соли тяжелых металлов, которые необходимо выделять.

Для предупреждения коррозии канализационных очистных сооружений, нарушения биохимических процессов в биологических окислителях и водоисточниках, а также осаждения из сточных вод солей тяжелых металлов кислые и щелочные воды подвергаются нейтрализации. Наиболее типичная реакция нейтрализации - реакция между ионами водорода и гидроксила, приводящая к образованию недиссоциированной воды. В результате реакции концентрация каждого из этих ионов становится равной той, которая свойственна самой воде, т. е., активная реакция среды приближается к $pH \sim 7$.

При сбросе сточных вод в водоем или водосток практически нейтральными следует считать смеси с $pH -6.5 - 8.5$. Если очищаемые воды подаются в систему оборотного водоснабжения, то требования к pH зависят от специфики технологических процессов. Наиболее часто сточные воды загрязнены минеральными кислотами: серной, азотной, соляной, а также их смесями. Значительно реже в сточных водах встречаются азотная, фосфорная, сернистая, сероводородная, плавиковая, хромовая, а также органические кислоты. Концентрация кислот и щелочей в сточных водах обычно не превышает 3 %, но иногда достигает и большей величины.

При химической очистке применяют следующие способы нейтрализации:

- а) взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод;
- б) нейтрализация реагентами,
- в) фильтрование через нейтрали-зующие материалы (известь, известняк, доломит, магнезит, обожженный магнезит, мел).

Озонирование. Является конкурентно-способным методом по отношению к хлорированию. Хотя метод озонирования и дороже хлорирования, однако он имеет ряд преимуществ. Расчеты показывают, что он перспективен для очистки сточных вод тех предприятий, куда затруднена доставка хлорсодержащих реагентов и где имеется относительно дешевая электроэнергия.

Озонирование позволяет разрушать загрязнения, которые не подвергаются окислению биохимическим методом; при этом обеспечивается необходимое качество сточных вод. Кроме того, резко сокращается потребность в площадях, требуемых для размещения очистных сооружений, т.е. метод озонирования является конкурентоспособным по отношению и к биологической очистке.

Исследованиями установлено, что озон особенно эффективен при очистке сточных вод, загрязненных различными органическими растворителями, цианидами, сероводородом, сернистыми соединениями, ионами марганца, фенолами, нефтепродуктами и некоторыми другими органическими и неорганическими соединениями.

Озон обладает высокой окислительной способностью. Окислительно-восстановительные реакции при озонировании протекают легко, причем вода, не загрязняется продуктами восстановления окислителя, как при использовании хлора или хлорной извести.

Озон – нестойкий газ, поэтому хранить и транспортировать его нерационально; более целесообразно получать озон на месте его применения. Чаще всего, особенно при озонировании промышленных сточных вод, через источник тлеющего разряда пропускают атмосферный воздух, в некоторых случаях используют, чистый кислород. Эффективность получения озона в значительной степени зависит не только от конструкции генератора, но также от влажности пропускаемого воздуха и. От выбора конструкции реактора во многом зависят экономика процесса и глубина очистки. Рассмотрим области применения озона для очистки сточных вод.

Применение озона для очистки сточных вод является эффективным и в некоторых случаях экономичным процессом, так как относительно большие капитальные затраты быстро окупаются: процесс прост и относительно безопасен, в эксплуатации несложен, продукты озонирования не ядовиты. Согласно зарубежным данным стоимость окисления озоном 1 кг фенола составляет 1,48 долл. Основным фактором, влияющим на степень очистки, является продолжительность контакта сточной воды с озонированным воздухом и степень его дисперсности, т. е. правильный выбор реактора.

Озон может применяться для очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ и углеводов.

ТЕМА 9. УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ

1. Сбор и ликвидация отходов

Для защиты почв, лесных угодий, поверхностных и грунтовых вод от неорганизованного выброса твердых и жидких отходов используют сбор промышленных и бытовых отходов на свалках и полигонах. На полигонах производят также переработку промышленных отходов.

Полигоны создают в соответствии с требованиями СНиП 2.01.28–85 и используют для обезвреживания и захоронения токсичных отходов промышленных предприятий, НИИ и учреждений. Приему на полигоны подлежат: мышьяксодержащие неорганические твердые отходы и шламы; отходы, содержащие свинец, цинк, олово, кадмий, никель, сурьму, висмут, кобальт и их соединения; отходы гальванического производства; использованные органические растворители; органические горючие (обтирочные материалы, ветошь, твердые смолы, обрезки пластмасс, оргстекла, остатки лакокрасочных материалов, загрязненные опилки, деревянная тара, промасленная бумага и упаковка, жидкие нефтепродукты, не подлежащие регенерации, масла, загрязненные бензин, керосин, нефть, мазут, растворители, эмали, краски, лаки, смолы); неисправные ртутные дуговые и люминесцентные лампы; формовочная смесь; песок, загрязненный нефтепродуктами; испорченные баллоны с остатками веществ и др. Жидкие токсичные отходы перед вывозом на полигон должны быть обезвожены на предприятиях.

Приему на полигон не подлежат: отходы, для которых разработаны эффективные методы извлечения металлов и других веществ; нефтепродукты, подлежащие регенерации; радиоактивные отходы.

Переработка отходов на полигонах предусматривает использование физико-химических методов, сжигание с утилизацией теплоты, демеркуризацию ламп с утилизацией ртути и других ценных металлов, прокаливание песка и формовочной смеси, подрыв

баллонов в специальной камере, затаривание отходов в герметичные контейнеры и их захоронение

Полигоны должны иметь санитарно-защитные зоны: завод по обезвреживанию токсичных отходов мощностью 100 тыс. т и более отходов в год – 1000 м; менее 100 тыс. т – 500 м; участок захоронения токсичных

Существующие в настоящее время системы сжигания опасных отходов не только позволяют достичь высокой степени деструкции отходов, но и дают возможность рекуперировать отходящую теплоту. Недостатком сжигания являются значительно большие издержки по сравнению с традиционными методами удаления опасных отходов: вывозом на свалку, сбросом в море и захоронением в отработанные шахты. Затраты, связанные с вывозом опасных отходов на свалки в 1980 г., изменились от 50 до 400 долл./т, издержки на сжигание 1 т отходов варьировались в пределах 75...2000 долл. (данные США). Кроме того, мусоросжигательные установки выбрасывают в атмосферу соединения тяжелых металлов и имеют значительные (до 35 % начальной массы мусора) золошлаковые отходы. Термический способ переработки отходов экологичнее складирования их на свалках и полигонах, однако, наличие газообразных токсичных выбросов печей и отходов в виде золы и шлаков не позволяет считать этот способ пригодным для решения стратегических задач.

Осадки сточных вод, скапливающиеся на очистных сооружениях, представляют собой водные суспензии с объемной концентрацией полидисперсной твердой фазы 0,5... 10 %. Прежде чем направить осадки сточных вод на ликвидацию или утилизацию, их подвергают предварительной обработке для получения шлама, свойства которого обеспечивают возможность его утилизации или ликвидации с наименьшими затратами энергии и загрязнениями окружающей среды. Технологический цикл обработки осадков сточных вод состоит из уплотнения осадков, их стабилизации, кондиционирования, обезвоживания и ликвидации. Первичная стадия обработки осадков сточных вод –уплотнение. Распространены гравитационный и флотационный методы уплотнения, осуществляемые в отстойниках-уплотнителях, в установках напорной флотации. Применяют также центробежное уплотнение путем фильтрования осадка через фильтрующие перегородки или с помощью вибраторов, погруженных в осадок.

Обезвоживание осадков сточных вод предназначено для получения шлама с объемной концентрацией полидисперсной твердой фазы до 80 %. До недавнего времени обезвоживание осуществлялось в основном сушкой осадков на иловых площадках. Однако низкая эффективность такого процесса, дефицит земельных участков в промышленных районах и загрязнение воздушной среды обусловили разработку и применение более эффективных методов обезвоживания. Так, осадки промышленных сточных вод обезвоживают вакуум-фильтрованием на фильтр-прессах, центрифугированием и вибрационным фильтрованием. Обезвоживание термической сушкой применяют для осадков, содержащих сильнотоксичные вещества, которые перед ликвидацией и утилизацией необходимо обеззараживать. Широкое внедрение процессов термической сушки ограничивается высокой стоимостью процесса очистки.

В тех случаях, когда утилизация оказывается невозможной или экономически нерентабельной, осадки ликвидируют. Выбор метода ликвидации определяют с учетом состава осадков, размещения и планировки промышленного предприятия. Сжигание – один из наиболее распространенных методов ликвидации. Предварительно обезвоженные осадки органического происхождения имеют теплотворную способность 16 800...21 000 кДж/кг, что позволяет поддерживать процесс горения без использования дополнительных источников теплоты. Осадки сжигают на станциях очистки сточных вод в многоподовых, циклонных печах, а также в печах кипящего слоя.

Более рациональным способом защиты литосферы от производственных и бытовых отходов является освоение специальных технологий по сбору и переработке отходов.

При сборе отходов необходимо одновременно их сортировать, разделяя на отдельные вещества или группы веществ. В быту такой процесс сбора отходов уже организован, например в Японии, Германии, где на улицах городов установлены специальные контейнеры с емкостями для бумаги, стекла, металла и др. Рассортированные отходы легко подвергаются вторичной переработке. Не случайно во многих странах весьма высок выпуск некоторых видов продукции из вторичного сырья, например выпуск бумаги и картона из вторичного сырья в 1985 г. в Великобритании составлял 55, в Египте – 97 % общего выпуска этой продукции.

Аналогично решаются и должны решаться в будущем задачи по переработке промышленных отходов. Примером такого подхода является сбор и переработка отходов металлов. Эффективность использования лома и отходов металла зависит от их качества. Загрязнение и засорение металлоотходов приводят к большим потерям при переработке, поэтому сбор, хранение и сдача их регламентируются специальными стандартами: ГОСТ 2787–75* «Лом и отходы черных металлов. Шихтовые. Классификация и технические требования»; ГОСТ 1639–78* «Лом и отходы цветных металлов и сплавов. Общие требования» и др.

Основные операции первичной обработки металлоотходов – сортировка, разделка и механическая обработка. Сортировка заключается в разделении лома и отходов по видам металлов, разделка лома – в удалении неметаллических включений. Механическая обработка включает рубку, резку, пакетирование и брикетирование на прессах. Пакетирование отходов организуется на предприятиях, на которых образуется 50 т и более высеки и обрезков в месяц. Каждая партия должна сопровождаться удостоверением о взрывобезопасности. Стружку перерабатывают на пакетирующих прессах, стружкодробилках, брикетировочных прессах. Брикетированию (окускованию механическим уплотнением на прессах, под молотом и на других механизмах) подвергается сухая и неокисленная стружка одного вида, не содержащая посторонних примесей, с длиной элемента до 40 мм для стальной и 20 мм для чугунной стружки. Прессование вьюнообразной стружки целесообразно проводить в отоженном состоянии, так как при этом отпадает необходимость выполнения таких подготовительных операций, как дробление, обезжиривание, отбор обтирочных материалов и мелких кусков металла.

На предприятиях, где образуется большое количество металлоотходов, организуются специальные цехи (участки) для утилизации вторичных металлов. Чистые однородные отходы с паспортом, удостоверяющим их химический состав, используют без предварительного металлургического передела.

Во многих странах промышленные отходы используют в качестве топлива на так называемых контейнерных теплоцентралях. Передвижная теплоэлектростанция монтируется на автомобиле с автоприцепом, она может работать, используя в качестве топлива

опилки, щепу и другие отходы, отапливая небольшие помещения: школы, больницы, фермы и т. п.

Радикальное решение проблем защиты от промышленных отходов возможно при широком применении безотходных и малоотходных технологий и производств.

Под безотходной технологией, безотходным производством, безотходной системой понимают не просто технологию или производство того или иного продукта (или продуктов), а принцип организации функционирования производства. При этом рационально используются все компоненты сырья и энергия в замкнутом цикле (первичные сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные сырьевые ресурсы), т. е. не нарушается сложившееся экологическое равновесие в биосфере.

Малоотходная технология является промежуточной ступенью при создании безотходного производства. При малоотходном производстве вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными органами, но по техническим, экономическим, организационным или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение. Основой безотходных производств является комплексная переработка сырья с использованием всех компонентов, поскольку отходы производства – это по тем или иным причинам неиспользованная часть сырья. Большое значение при этом приобретает разработка ресурсосберегающих технологий.

Малоотходная и безотходная технология должны обеспечить:

- комплексную переработку сырья с использованием всех его компонентов на базе создания новых безотходных процессов;
- создание и выпуск новых видов продукции с учетом требований повторного ее использования;
- переработку отходов производства и потребления с получением товарной продукции или любое полезное их использование без нарушения экологического равновесия;
- использование замкнутых систем промышленного водоснабжения;
- создание безотходных комплексов.

В машиностроении разработка малоотходных технологических процессов связана с необходимостью увеличения коэффициента использования металла. Увеличение его не только дает технико-

экономические выгоды, но и позволяет уменьшить отходы и вредные выбросы в окружающую среду.

В прокатном производстве в последние годы получили широкое распространение так называемые деталепрокатные станы (зубопрокатные, винтовой прокатки в винтовых камерах, поперечно-винтовой, клиновой и др.). В ряде случаев они позволяют отказаться от дальнейшей металлообработки и сэкономить на 10...35 % больше металла по сравнению с резанием. Так, внедрение стана винтовой прокатки по способу ВНИИметмаша для получения пустотелой спиральной буровой стали ПБС позволило не только получить значительную экономию металла (до 1000 т в год), но и улучшить условия труда шахтеров в результате снижения запыленности воздуха в шахтах, уменьшения вибрации и повышения скорости бурения на 10...15 %.

Порошковая металлургия позволяет создавать материалы и изделия с особыми, часто уникальными составами, структурой и свойствами, а иногда вообще недостижимыми при других технологических процессах. Это обеспечивает значительный экономический эффект (1...4 млн. руб. на 1000 т спеченных изделий) за счет снижения потерь материалов до 5...7 % и увеличения коэффициента использования металла в 2...3 раза (при металлообработке отливок и проката часто теряется в стружках до 60...70 % металла).

ТЕМА 10. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТОВ

1. Назначение, принципы экспертизы
2. Информация к отчету об оценке воздействия на окружающую среду

Государственная экологическая экспертиза - установление соответствия или несоответствия проектной или иной документации по планируемой хозяйственной и иной деятельности (далее - проектная или иная документация) требованиям законодательства об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов. Государственная экологическая экспертиза проводится на основании заявления заказчика либо проектной организации уполномоченными должностными лицами – Минприроды и его областных комитетов. Перечень объектов, по которым проводится государственная экологическая экспертиза, определен статьями 5,13 Закона Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду» № 399-З от 18.07.2016г., Законом РБ «Об изменении законов по вопросам государственной экологической экспертизы, стратегической экологической оценки и оценки воздействия на окружающую среду» № 296-З от 17.07.2023. Порядок проведения государственной экологической экспертизы определяется Постановлением Совмина № 47 от 19.01.2017г. Государственная экологическая экспертиза проводится с соблюдением следующих основных принципов:

- предотвращения вредного воздействия на окружающую среду;
- обязательность проведения экспертизы до утверждения проектной или иной документации по объектам государственной экологической экспертизы;
- учета суммарного вредного воздействия на окружающую среду осуществляемой и планируемой хозяйственной и иной деятельности;
- достоверности и полноты информации, содержащейся в проектной или иной документации, представляемой на государственную экологическую экспертизу;
- законности и объективности заключений государственной экологической экспертизы;
- гласности и учета общественного мнения.

Объектами государственной экологической экспертизы является проектная и иная документация по планируемой хозяйственной и иной деятельности.

Уполномоченными должностными лицами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь государственная экологическая экспертиза проводится по:

-проектам концепций, прогнозов, программ и схем отраслевого развития, утверждаемых Президентом Республики Беларусь, Советом Министров Республики Беларусь, республиканскими органами государственного управления, реализация которых связана с использованием природных ресурсов и (или) может оказать воздействие на окружающую среду;

-проектам территориальных комплексных схем рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды для города Минска, административных центров областей и городов, градостроительные проекты общего планирования которых утверждаются Президентом Республики Беларусь;

-градостроительным проектам общего планирования, специального планирования, детального планирования (при освоении застроенных территорий), архитектурным проектам застройки территорий с использованием ландшафтно-рекреационных зон города Минска, административных центров областей, градостроительные проекты общего планирования которых утверждаются Президентом Республики Беларусь;

-обоснованиям инвестирования в строительство, архитектурным и строительным проектам для объектов нового строительства;

-проектам ведения охотничьего хозяйства, рыбоводно-биологическим обоснованиям, биологическим обоснованиям зарыбления рыболовных угодий, биологическим обоснованиям на заготовку и (или) закупку диких животных, не относящихся к объектам охоты и рыболовства, государственных природоохранных учреждений и лесохозяйственных организаций Управления делами Президента Республики Беларусь, а также по изменениям и дополнениям к указанным проектам и обоснованиям;

-лесоустроительным проектам государственных природоохранных учреждений и лесохозяйственных организаций Управления делами Президента Республики Беларусь, а также по изменениям и дополнениям к этим проектам;

-проектам водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов города Минска, административных центров областей и городов, градостроительные проекты общего планирования которых утверждаются Президентом Республики Беларусь;

-проектам технических нормативных правовых актов, в которых устанавливаются требования в области охраны окружающей среды и (или) рационального использования природных ресурсов к продукции, процессам ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказанию услуг.

Уполномоченными должностными лицами областных (Минского городского) комитетов природных ресурсов и охраны окружающей среды государственная экологическая экспертиза проводится по:

-проектам концепций, прогнозов, программ и схем отраслевого развития, реализация которых связана с использованием природных ресурсов и (или) может оказать воздействие на окружающую среду;

-проектам территориальных комплексных схем рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, за исключением проектов территориальных комплексных схем рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды;

-градостроительным проектам общего планирования, специального планирования, детального планирования, архитектурным проектам застройки территорий, за исключением градостроительных проектов общего планирования, специального планирования, детального планирования, архитектурных проектов застройки территорий;

-обоснованиям инвестирования в строительство, архитектурным и строительным проектам для объектов нового строительства;

-проектной документации на реконструкцию;

-проектам ведения охотничьего хозяйства, рыбоводно-биологическим обоснованиям, биологическим обоснованиям зарыбления рыболовных угодий, биологическим обоснованиям на заготовку и (или) закупку диких животных, не относящихся к объектам охоты и рыболовства, лесоустроительным проектам, а также по изменениям и дополнениям к ним, за исключением проектов, обоснований, изменений и дополнений к ним;

-проектам водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов, за исключением проектов водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов.

Для проведения государственной экологической экспертизы проектной или иной документации, содержащей наиболее сложные проектные решения, Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, областными (Минским городским) комитетами природных ресурсов и охраны окружающей среды могут создаваться в порядке, установленном Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, экспертные комиссии с привлечением на договорной основе специалистов государственных и иных организаций.

Состав проектной или иной документации, представляемой на государственную экологическую экспертизу, должен соответствовать требованиям, установленным Советом Министров Республики Беларусь, если иное не предусмотрено законодательными актами. Содержание проектной или иной документации, представляемой на государственную экологическую экспертизу, определяется актами законодательства в области строительства, архитектуры и градостроительства и иными актами законодательства, в том числе техническими нормативными правовыми актами.

При проведении государственной экологической экспертизы проектной или иной документации оценке подлежат:

- соответствие планируемой хозяйственной и иной деятельности утвержденным в установленном порядке программам, планам, комплексным схемам охраны и рационального использования природных ресурсов, схемам рационального размещения особо охраняемых природных территорий, схемам отраслевого развития, схемам теплоснабжения, водоснабжения и канализации, градостроительным проектам общего планирования и другим документам при их наличии;

- обоснованность и экологическая безопасность осуществления данного вида деятельности, а также выбранных способов ее реализации, предлагаемых технических, инженерных и архитектурно-планировочных решений, учитывающих рациональное использование материальных, сырьевых, земельных и топливно-энергетических ресурсов;

- полнота выявленных факторов воздействия на все компоненты окружающей среды и степени их экологической опасности,

масштабов комплексного вероятного влияния хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;

- достаточность предусмотренных проектной или иной документацией мер по обеспечению требований природоохранного законодательства, а также мер по предупреждению возможных аварийных ситуаций и ликвидации их последствий;

- наличие согласования Минприроды или областных (Минского городского) комитетов в соответствии с их компетенцией по объектам, размещаемым в границах особо охраняемых природных территорий, согласно законодательству об охране окружающей среды;

- наличие в проектной документации решений по обеспечению экологической безопасности при реализации запланированной хозяйственной и иной деятельности и ее влиянию на природные комплексы данного региона;

уровень экологической опасности образующихся отходов производства и наличие в проектной документации решений по обезвреживанию этих отходов;

- учет мнения общественности по предлагаемым проектным решениям, включая градостроительные проекты или проекты, предусматривающие реконструкцию (уплотнение) жилой застройки, опасные производственные объекты и другие, по которым в соответствии с законодательством требуется проведение общественных обсуждений и консультаций;

- соответствие размеров санитарно-защитной зоны установленным требованиям, а в случае уменьшения ее размеров - обоснование (расчеты) уменьшения размеров санитарно-защитной зоны и наличие согласования (заключения) органов санитарного надзора в соответствии с законодательством;

- наличие в проектной документации по реконструируемым и (или) ликвидируемым объектам хранения, отпуска нефтепродуктов (в том числе всех видов автозаправочных станций) информации о результатах оценки степени загрязнения почвогрунтов, поверхностных и подземных вод нефтепродуктами, а также мероприятий по устранению существующего загрязнения;

соответствие проектных решений градостроительным регламентам для данной территории (застроенность, озелененность, в том числе наличие парков районного и городского уровня, плотность

жилого фонда, обеспеченность объектов местами для парковки и хранения автомобилей);

- обоснованность включения в проект отдельных объектов (гаражи для хранения техники, котельные, складские, административно-бытовые и другие помещения), а также обоснованность размеров вспомогательных зданий и сооружений, включаемых в состав проекта, по объектам природоохранного назначения, финансирование которых возможно из фонда охраны природы (полигоны твердых коммунальных и (или) промышленных отходов, городские очистные сооружения, водозаборы, станции обезжелезивания воды и другие);

- соответствие объекта целевому использованию земель, его наличие в перечне объектов, разрешенных к размещению в рассматриваемой функциональной зоне в соответствии с нормативными правовыми актами, в том числе техническими нормативными правовыми актами в области строительства, архитектуры и градостроительства, а для г. Минска - соответствие регламентам генерального плана;

- наличие объектов для временного хранения промышленных и бытовых отходов, в том числе крупногабаритных;

- наличие систем дождевой канализации с очистными сооружениями для производственных объектов;

- использование для технических нужд воды из поверхностных водных объектов, дождевых и талых вод;

- наличие мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов (применение систем оборотного водоснабжения);

- наличие систем и эффективных очистных сооружений хозяйственно-бытовой и производственной канализации;

- отсутствие отведения сточных вод с использованием рельефа местности;

- наличие в проектной документации мероприятий, обеспечивающих предупреждение вредного воздействия на объекты животного мира и (или) среду их обитания (строительство сооружений для прохода диких животных через транспортные коммуникации, плотины и иные препятствия на путях их миграции, зоопитомников и других объектов для разведения диких животных и т.п.);

- наличие мероприятий по охране атмосферного воздуха;

- наличие мероприятий, выполненных по рекомендациям гидроэкологического обоснования размещения объекта;
- наличие мероприятий по обращению с отходами, обладающими ресурсным потенциалом;
- наличие мероприятий, обеспечивающих предупреждение вредного воздействия на объекты растительного мира и (или) среду их произрастания, их сохранение, а также осуществление компенсационных посадок или выплат стоимости удаляемых и пересаживаемых объектов растительного мира.

Статьей 13 Закона «О государственной экологической экспертизе» № 54-З от 09.11.2012г. (далее - "Закон") определен перечень объектов, при проведении экспертизы которых проводится **оценка воздействия на окружающую среду.**

Программа проведения ОВОС должна содержать:
план-график работ по проведению оценки воздействия;
сведения о планируемой деятельности и альтернативных вариантах ее реализации;

картосхему альтернативных вариантов размещения планируемой деятельности;

о предполагаемых методах и методиках прогнозирования и оценки, которые будут использованы для оценки воздействия;

разделы:

Существующее состояние окружающей среды, социально-экономические и иные условия;

Предварительная оценка возможного воздействия альтернативных вариантов размещения и (или) реализации планируемой деятельности на компоненты окружающей среды, социально-экономические и иные условия (указываются виды и масштабы воздействия);

Предполагаемые меры по предотвращению, минимизации или компенсации вредного воздействия на окружающую среду и улучшению социально-экономических условий (в том числе указывается информация о возможности естественного восстановления компонентов окружающей среды и воспроизводства возобновляемых природных ресурсов);

Вероятные чрезвычайные и запроектные аварийные ситуации. Предполагаемые меры по их предупреждению, реагированию на них, ликвидации их последствий";

Предложения по программе локального мониторинга окружающей среды и необходимости проведения послепроектного анализа;

Оценка возможного трансграничного воздействия" (в виде отдельных разделов для каждой из затрагиваемых сторон в случае, если планируемая деятельность может оказывать трансграничное воздействие).

Оценка воздействия проводится для объекта в целом. Не допускается проведение оценки воздействия для отдельных выделяемых в проектной документации по объекту этапов работ, очередей строительства, пусковых комплексов.

К отчету об оценке воздействия на окружающую среду прилагаются:

ситуационная схема размещения объекта с прилегающими территориями в радиусе не менее двух километров для всех альтернативных вариантов его размещения;

результаты обсуждений отчета об оценке воздействия на окружающую среду с общественностью, чьи права и законные интересы могут быть затронуты при реализации проектных решений (протоколы, замечания и предложения заинтересованных, публикации в средствах массовой информации и др.);

материалы согласования отчета об оценке воздействия на окружающую среду с затрагиваемыми сторонами (для планируемой на территории Республики Беларусь хозяйственной и иной деятельности, которая может оказывать трансграничное воздействие);

заключение общественной экологической экспертизы (при его наличии).

Экологический паспорт проекта является обязательным приложением к заключению государственной экологической экспертизы по объектам государственной экологической экспертизы, для которых законодательством об охране окружающей среды предусмотрена его разработка.

Экологический паспорт проекта включает основные данные по планируемому использованию природных и вторичных материальных ресурсов, информацию о влиянии хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, о соответствии уровня производства наилучшим доступным техническим методам по проектируемым промышленным объектам и о проектных природоохранных

мероприятиях, разработанных в целях минимизации вредного воздействия на окружающую среду.

По результатам проведенной государственной экологической экспертизы составляется заключение государственной экологической экспертизы, которое может быть положительным, в том числе положительным с особыми условиями реализации проектных решений, либо отрицательным и составляется с учетом:

заключения общественной экологической экспертизы (при его наличии);

результатов обсуждений отчета об оценке воздействия на окружающую среду с общественностью, чьи права и законные интересы могут быть затронуты при реализации проектных решений (протоколы, замечания и предложения заинтересованных, публикации в средствах массовой информации и другие) (далее - материалы общественных обсуждений) по объектам, по которым в соответствии с законодательством требуется их проведение;

материалов согласования отчета об оценке воздействия на окружающую среду затрагиваемыми сторонами (для планируемой на территории Республики Беларусь хозяйственной и иной деятельности, которая может оказывать трансграничное воздействие) (далее - материалы общественных обсуждений и консультаций на территории затрагиваемых сторон) по объектам, по которым в соответствии с законодательством требуется их проведение;

письменных предложений, подготовленных внештатными специалистами по результатам рассмотрения части или всей проектной или иной документации (в случае создания экспертной комиссии).

Расходы, связанные с проведением государственной экологической экспертизы, финансируются за счет средств республиканского бюджета.

Заказчики, проектные организации в области проведения государственной экологической экспертизы имеют право:

получать от уполномоченных должностных лиц информацию о сроке, порядке и результатах проведения государственной экологической экспертизы по проектной или иной документации, представленной ими на государственную экологическую экспертизу;

привлекать для проведения оценки воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности и подготовки

отчета по результатам ее проведения научные организации, деятельность которых связана с исследованиями в области охраны окружающей среды;

требовать устранения нарушений установленного порядка проведения государственной экологической экспертизы;

представлять письменные или устные пояснения и предложения по проектным решениям;

обжаловать заключение государственной экологической экспертизы в вышестоящий орган и (или) в суд.

Заказчики в области проведения государственной экологической экспертизы обязаны:

представлять на государственную экологическую экспертизу документацию до ее утверждения;

утверждать документацию при наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы;

осуществлять реализацию проектных решений по объектам государственной экологической экспертизы при наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы, если иное не установлено Президентом Республики Беларусь;

проводить в соответствии с законодательством совместно с местными Советами депутатов, местными исполнительными и распорядительными органами при участии проектных организаций общественные обсуждения градостроительных проектов общего планирования, специального планирования, архитектурных проектов застройки территорий, а также отчетов об оценке воздействия на окружающую среду.

Заказчики в области проведения государственной экологической экспертизы обязаны:

представлять на государственную экологическую экспертизу в соответствии с требованиями Закона и иных актов законодательства документацию до ее утверждения;

утверждать документацию при наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы;

осуществлять реализацию проектных решений по объектам государственной экологической экспертизы при наличии положительного заключения государственной экологической

экспертизы, если иное не установлено Президентом Республики Беларусь;

проводить в соответствии с законодательством совместно с местными Советами депутатов, местными исполнительными и распорядительными органами при участии проектных организаций общественные обсуждения градостроительных проектов общего планирования, специального планирования, архитектурных проектов застройки территорий, а также отчетов об оценке воздействия на окружающую среду.

Проектные организации в области проведения государственной экологической экспертизы обязаны:

представлять в соответствии с требованиями Закона и иных актов законодательства на государственную экологическую экспертизу проектную или иную документацию до передачи ее заказчику;

передавать заказчику проектную или иную документацию с положительным заключением государственной экологической экспертизы;

принимать участие в общественных обсуждениях градостроительных проектов общего планирования, специального планирования, архитектурных проектов застройки территорий, а также отчетов об оценке воздействия на окружающую среду, разработчиками которых они являются;

принимать участие в консультациях с затрагиваемыми сторонами, общественных обсуждениях отчетов об оценке воздействия на окружающую среду при трансграничном воздействии, разработчиками которых они являются.

Уполномоченные должностные лица в области проведения государственной экологической экспертизы имеют право:

вносить предложения о привлечении к проведению государственной экологической экспертизы специалистов государственных и иных организаций Республики Беларусь, международных организаций и иностранных государств, обладающих специальными познаниями в определенных областях науки, техники и иных сферах деятельности;

вносить предложения по совершенствованию организации проведения государственной экологической экспертизы;

формулировать в письменной форме особое мнение по объекту государственной экологической экспертизы.

Уполномоченные должностные лица в области проведения государственной экологической экспертизы обязаны:

осуществлять полный, объективный и комплексный анализ проектной или иной документации, представленной на государственную экологическую экспертизу, устанавливать соответствие или несоответствие проектных решений требованиям законодательства об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов;

соблюдать при проведении государственной экологической экспертизы требования Закона и иных актов законодательства;

составлять заключения государственной экологической экспертизы по представленной проектной или иной документации;

принимать меры по неразглашению проектных решений и иной конфиденциальной информации, которая стала известна им при проведении государственной экологической экспертизы;

обеспечивать сохранность проектной или иной документации, представленной на государственную экологическую экспертизу.

Литература

1. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 317 с. : ил., табл., схем. – (Инженерная экология для бакалавриата).
2. Инженерная экология, рециклинг металлов и деформированных сплавов / Р. Л. Шаталов, П. И. Черноусов, Е. А. Макашов, О. В. Голубев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 460 с. : ил., табл., схем., граф.
3. Кутузов, А. Г. Очистка сточных вод : учебно-методическое пособие / А. Г. Кутузов, Г. Р. Патракова, М. А. Рузанова ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2020. – 108 с. : ил., табл.
4. Ларичкин, В. В. Экология : оценка и контроль окружающей среды : учебное пособие / В. В. Ларичкин, Н. И. Ларичкина, Д. А. Немущенко ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 124 с. : ил., табл.
5. Липаев, А. А. Обращение с отходами производства и потребления : учебное пособие / А. А. Липаев, С. А. Липаев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 408 с. : ил., табл., схем
6. Патракова, Г. Р. Промышленная экология : учебное пособие / Г. Р. Патракова, М. А. Рузанова, А. Г. Кутузов ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2020. – 108 с. : ил., табл.
7. Экологическое право : учебник / С. А. Балашенко, Т. И. Макарова, В. Е. Лизгаро. – 2-е изд., перераб. – Минск : Вышэйшая школа, 2021. – 399 с.

ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОЛОГИЯ

Пособие

**для слушателей специальности переподготовки
1-42 02 71 «Металлургическая производство
и материалообработка»
заочной формы обучения**

Составитель **Русая** Людмила Николаевна

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 04.12.23.

Per. № 150E.

<http://www.gstu.by>