

ЛЕКЦИЯ 3. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ОПАСНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ЭКОБИОЗАЩИТНАЯ ТЕХНИКА.

3.1. Основные понятия. Качественный и количественный анализ опасностей. Направления снижения травмирования и средства защиты.

Основные понятия При взаимодействии человека (оператора) с оборудованием (машиной) и окружающей производственной и непроизводственной средой возникает ряд опасных и вредных факторов, которые могут оказать негативное воздействие как на человека, так и на окружающую среду. Потенциальные опасности при таком взаимодействии изучаются в системе «человек – машина – окружающая среда».

Опасный фактор — фактор, воздействие которого на работающего, потенциально может привести к травме.

Вредный производственный фактор — фактор, воздействие которого на работающего может привести к заболеванию (МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Дата введения 1976-01- 0).

При анализе потенциальных опасностей используются следующие основные понятия.

Несчастный случай – случайное событие, приводящее к повреждению организма человека (травме или заболеванию).

Авария – (повреждение, ущерб) выход из строя, повреждение какого-либо механизма, машины и т. п. во время работы, движения.

Отказ – нарушение работоспособности технического объекта вследствие недопустимого изменения его параметров или свойств под влиянием внутренних физико-химических процессов и внешних механических, климатических или иных воздействий.

Инцидент – случайное происшествие, приводящее к изменениям в технической системе.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на человека может привести к травме.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к заболеванию.

Качественный и количественный анализ опасностей. При анализе потенциальных опасностей, возникающих при функционировании технических систем используют качественные и количественные оценки.

Качественный анализ опасностей позволяет определить источники опасностей, вероятности несчастного случая, аварии или отказа, величину риска, возможные последствия, возможные пути предотвращения несчастного случая или аварии.

Качественные методы анализа опасностей могут включать в себя: предварительный анализ, анализ последствий, анализ опасностей с помощью дерева последствий, анализ опасностей методом потенциальных отклонений, анализ ошибок персонала и другие.

Предварительный анализ как правило, осуществляется в следующем порядке:

- Проводится изучение законов, стандартов, правил, действия которых распространяются на данный технический объект, систему, процесс;
- проверяется техническая документация на ее соответствие законам, правилам, принципам и нормам стандартов безопасности;
- исследуются технические характеристики объекта, системы, процесса, используемые сырье, материалы, энергетические источники, рабочие среды с точки зрения их потенциальной опасности для человека и окружающей среды;
- составляется перечень потенциальных опасностей.

Анализ последствий осуществляется в следующем порядке:

- техническую систему подразделяют на компоненты;
- для каждого компонента выявляют возможные отказы;
- изучают потенциальные изменения, которые может вызвать тот или иной отказ на исследуемом техническом объекте;
- отказы классифицируют по опасностям и разрабатывают предупредительные меры, включая конструкционные изменения.

Анализ ошибок персонала включает в себя следующие основные этапы:

- анализ системы и вида работы;
- определение цели;
- идентификацию вида потенциальной ошибки;
- идентификацию последствий;
- идентификацию возможности исправления ошибки;

- идентификацию причины ошибки;
- выбор метода предотвращения ошибки;
- оценку вероятности ошибки;
- оценку вероятности исправления ошибки;
- расчет риска;
- выбор путей снижения риска.

При количественном методе оценки опасностей применяются методы теории вероятности для оценки того или иного нежелательного события (аварии, несчастного случая, отказа и т. д.). Сложные системы разбивают на ряд подсистем. Подсистемой называют часть системы, которую определяют по определенному признаку, отвечающему конкретным целям и задачам функционирования системы.

Тот или иной несчастный случай или аварию можно рассматривать как случайное событие, которое является основным понятием теории вероятностей.

Случайным событием называется такое событие, которое при осуществлении некоторых условий (например, сохранение или изменение условий функционирования технической системы) может произойти или не произойти.

Риск – это вероятность физического повреждения или причинения вреда в какой-либо форме из-за наличия потенциальной опасности, связанной с желанием осуществить определенный вид действий.

Различают:

- риск при наличии источника опасности
- риск при наличии источника, оказывающего вредное воздействие на здоровье.

Источник опасности потенциально обладает повреждающими факторами, которые воздействуют на организм, собственность или окружающую среду в течение относительно короткого отрезка времени.

Источник, характеризующийся вредными факторами, воздействует на объект в течение достаточно длительного времени.

Эксплуатация любого вида оборудования связана потенциально с наличием тех или иных опасных или вредных производственных факторов.

Основные направления снижения травматизации. Основными направлениями для снижения опасности травматизации при эксплуатации технических систем являются:

- механизация,
- автоматизация,
- применение манипуляторов и РТК (робототехнических комплексов).

Цели механизации: создание безопасных и безвредных условий труда при выполнении определенной операции.

Исключение человека из сферы труда обеспечивается при использовании РТК, создание которых требует высоко научно-технического потенциала на этапе как проектирования, так и на этапе изготовления и обслуживания, отсюда значительные капитальные затраты.

Требования направлены на обеспечение безопасности, надежности, удобства в эксплуатации.

Безопасность машин определяется отсутствием возможности изменения параметров технологического процесса или конструктивных параметров машин, что позволяет исключить возможность возникновения опасных факторов.

Надежность определяется вероятностью нарушения нормальной работы, что приводит к возникновению опасных факторов и чрезвычайных (аварийных) ситуаций. На этапе проектирования, надежность определяется правильным выбором конструктивных параметров, а также устройств автоматического управления и регулирования.

Удобства эксплуатации определяются психофизиологическим состоянием обслуживающего персонала. На этапе проектирования удобства в эксплуатации определяются правильным выбором дизайна машин и правильно спроектированным рабочим местом оператора (пользователя) (Таблица 2).

ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.



Таблица 2. Определение удобства эксплуатации.

Опасная зона оборудования — производство, в котором потенциально возможно действие на работающего опасных и вредных факторов и как следствие - действие вредных факторов, приводящих к заболеванию.

Опасность локализована вокруг перемещающихся частей оборудования или вблизи действия источников различных видов излучения. Размеры опасных зон могут быть постоянными, когда стабильны расстояния между рабочими органами машины и переменными.

Существует три стратегических метода защиты от опасностей на производстве.

– Пространственное или временное разделение ноосферы (пространство, в котором с высокой вероятностью возможна реализация потенциальной опасности) и гомосферы (пространство, в котором находится человек, например - рабочее место).

– обеспечение безопасного состояния среды, окружающей человека. При этом используют блокировки, ограждения, отделяющие опасные механизмы от человека, вентилирование и кондиционирование воздуха рабочей зоны и др. Широко применяют средства коллективной защиты (СКЗ), например, защитные экраны на пути распространения шума и т.п.

– Адаптация человека к ноосфере, то есть усиление защитных свойств человека. Для решения этой проблемы используют средства индивидуальной защиты (СИЗ), что позволяет опускаться в глубины моря, выходить за пределы космической станции, выдерживать 500°C при пожаре и др. Наряду с СИЗ, применяют методы, обеспечивающие адаптацию человека к производственной среде, например, обучение работающих безопасным приемам работы, инструктирование и т.п.

Принципы обеспечения безопасности труда условно разделяют на четыре класса:

- ориентирующие,
- технические,
- управленческие
- организационные.

Ориентирующие принципы определяют направление поиска безопасных решений. При этом используется системность в подходе к решению проблем, принцип возможности замены человека в опасной зоне промышленными роботами, принцип сбора информации об объекте и классификации опасностей (например, классификация зданий по пожароопасности), принцип нормирования (нормы освещённости, шума) и некоторые другие.

Группа технических принципов включает в себя:

- защиту расстоянием и временем;
- экранирование опасности;
- слабое звено (предохранители, клапаны);
- блокировку и др.

К организационным относятся принципы:

- несовместимости (например, правила хранения некоторых химических веществ);
- компенсации (предоставления льгот лицам, работающим в опасных зонах);
- нормирования и др.

В группу управленческих входят принципы:

- плановости (планирование профилактических и иных мероприятий);
- обратной связи, подбора кадров, стимулирования;
- контроля и ответственности.

Средства обеспечения безопасности делятся на две группы:

- средства коллективной защиты;
- средства индивидуальной защиты.

Например, палатка - это средство коллективной защиты, а накомарник - средство индивидуальной защиты. В свою очередь средства коллективной и индивидуальной защиты делятся по разным признакам:

- по характеру опасностей;
- конструкции;
- области применения и др.

В настоящее время возрастает роль автоматических средств безопасности, например, для предупреждения пожаров, наблюдения за качеством воды и др.

Основные средства защиты. Средства защиты от воздействия опасных зон оборудования подразделяется на: коллективные и индивидуальные (ПРИЛОЖЕНИЕ 4).

1. Коллективные:

- Оградительные
- стационарные (несъемные);
- подвижные (съемные);
- переносные (временные)

Оградительные средства предназначены для исключения возможности попадания работника в опасную зону: зону ведущих частей, зону тепловых излучений, зону лазерного излучения и т.д.

2. Предохранительные:

- наличие слабого звена (плавкая вставка в предохранитель);
- с автоматическим восстановлением кинематической цепи

3. Блокировочные:

- механические;
- электрические;
- фотоэлектрические;
- радиационные;
- гидравлические;
- пневматические;
- пневматические

4. Сигнализирующие:

- по назначению (оперативные, предупредительные, опознавательные средства);
- по способу передачи информации
- световая;
- звуковая;
- комбинированная

Сигнализирующие средства предназначены для предупреждения и подачи сигнала об опасности в случае попадания работающего в опасную зону оборудования.

5. Средства защиты дистанционного управления

- визуальная;
- дистанционная

Предназначены для удаления рабочего места персонала, работающего с органами, обеспечивающими наблюдение за процессами или осуществление управления за пределами опасной зоны.

6. Средства специальной защиты, которые обеспечивают защиту систем вентиляции, отопления, освещения в опасных зонах оборудования.

Требования безопасности должны учитываться на всех стадиях творческой деятельности:

- научный замысел,
- научно-исследовательская работа (НИР),
- опытно-конструкторская работа (ОКР),
- создание проекта,
- реализация проекта,
- испытания,
- производство,
- эксплуатация,
- модернизация,
- консервация,
- ликвидация
- и захоронение.

Различны средства управления безопасностью на производстве. К ним относятся:

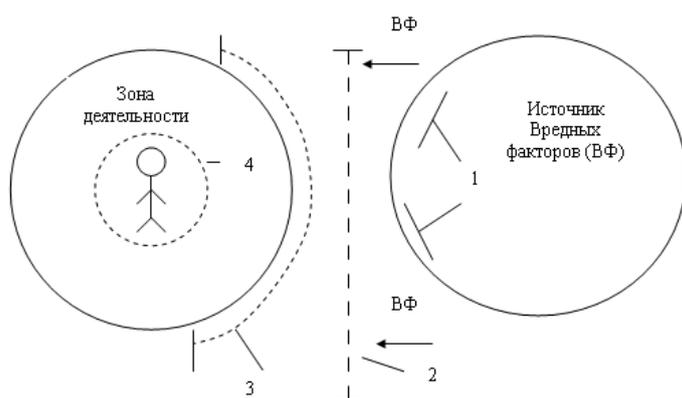
- воспитание культуры безопасного поведения;
- обучение населения;
- применение технических и организационных средств коллективной защиты;
- применение индивидуальных средств защиты;
- использование системы льгот и компенсаций и др.

3.2. Экобиозащитная техника.

Экобиозащитная техника - аппараты, устройства и системы, предназначенные для предотвращения загрязнения воздуха, охраны чистоты вод, почв, для защиты от шума, электромагнитных загрязнений и радиоактивных отходов.

Если при совершенствовании технических систем не удаётся обеспечить предельно допустимые воздействия на человека вредных факторов в зоне его пребывания, то необходимо применять экобиозащитную технику:

- пылеуловители;
- водоочистные устройства;
- экраны;
- ограждения;
- защитные боксы
- санитарно защитные зоны;
- малоотходные и безотходные технологии;
- выбор и применение индивидуальных и коллективных средств защиты.



Принципиальная схема использования экобиозащитной техники показана на рисунке 2

- 1 - устройства, входящие в состав источника воздействия ВФ;
- 2 - устройства, устанавливаемые между источником ВФ и зоной деятельности;
- 3 - устройства для защиты зоны деятельности;
- 4 - средства индивидуальной защиты.

Рисунок 2. Варианты использования

экобиозащитной техники.

В тех случаях, когда возможности экобиозащитной техники (1,2,3) коллективного пользования ограничены и не обеспечивают ПДК, ПДУ вредных факторов в зоне пребывания людей, используют средства индивидуальной защиты (ПРИЛОЖЕНИЕ 4).

Классификация и основы применения экобиозащитной техники. Средства коллективной защиты работающих от действия вредных факторов должны удовлетворять следующим требованиям:

- быть достаточно прочными, простыми в изготовлении и применении;
- исключать возможность травмирования;
- не мешать при работе, техническом обслуживании, ремонте;
- иметь надёжную фиксацию в заданном положении.

Общая классификация экобиозащитной техники приведена в таблице 3.

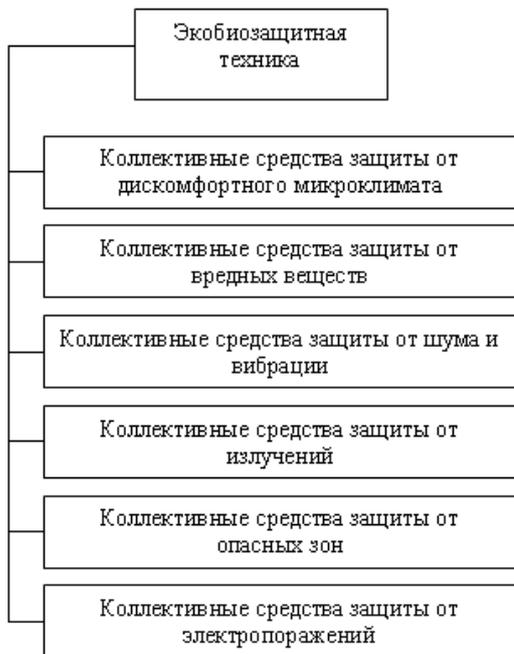


Таблица 3. Классификация экобиозащитной техники.

3.2. 1. Биохимические методы очистки сточных вод.

Широко применяют для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод от многих растворённых органических и некоторых неорганических веществ (H_2S ; сульфидов; NH_3 ; нитритов и др.). Процесс очистки основан на способности микроорганизмов использовать эти вещества для питания в процессе жизнедеятельности, т.к. органические вещества для них являются источником углерода.

При биохимической очистке вещества, содержащиеся в сточных водах не утилизируют, а перерабатывают в избыточный ил, так же требующий обезвреживания. Активный ил (буловато-жёлтые комочки) представляет собой сложный комплекс микроорганизмов различных классов, простейших микроскопических червей, инфузорий, водорослей, дрожжи и др.

Способность микроорганизмов к адаптации обеспечивают широкое распространение биологической очистки сточных вод.

Поля орошения – это специальные подготовленные земельные участки; очистка микрофлоры идёт под действием солнца, воздуха и под влиянием живой растительности, растений.

Поля орошения лучше всего устраивать на песчаных или суглинистых почвах. Грунтовые воды должны быть не выше 1,25 м от поверхности. В почве полей орошения находятся бактерии, дрожжи, грибы, водоросли и др. Сточные воды содержат бактерии. Если на полях не выращиваются сельскохозяйственные культуры, и они предназначены только для биологической очистки сточных вод, то они называются полями фильтрации.

Поля орошения после биологической очистки сточных вод используется для выращивания зерновых и силосных культур, трав, овощей. Сточные воды в процессе биологической очистки проходят через фильтрующий слой почвы, в котором задерживаются взвешенные и коллоидные частицы, образуя плёнку, а проникающие O_2 окисляет органические вещества, превращая их в минеральные соединения.

Сточные воды на поля орошения могут поступать через полиэтиленовые или асбоцементные трубчатые увлажнители, т.е. подпочвенное орошение.

Биологические пруды – каскад прудов, состоящий из 3-5 ступеней. Они бывают с естественной аэрацией (глубина их 0,5-1м, хорошо прогреваются солнцем) и с искусственной аэрацией (механическим или пневматическим путём, компрессором, глубиной 3,5м). Нагрузка по загрязнению повышается в 3-3,5 раза.

Очистка в искусственных сооружениях. Аэротенки – железобетонные аэрирующие резервуары. Схема установки для биологической очистки.

- первичный отстойник;
- предаэратор (для предварительной аэрации 15-20 мин);
- аэротенк;
- регенератор (25%);
- вторичный отстойник;

Аэрация необходима для насыщения воды молекулами кислорода и поддержания ила во взвешенном состоянии. Перед аэротенком сточная вода должна содержать не более 150 мг/л взвешенных частиц и не более 25 мг/л нефтепродуктов ($t^{\circ}\text{H}_2\text{O}=6-30^{\circ}\text{C}$; $\text{PH} - 6,5-9$). Глубина аэротенков 2-5 м.

3.2.2. Методы очистки воздуха. Аппараты для защиты атмосферного воздуха от промышленных загрязнений.

Выполнение различных видов работ в промышленности сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ.

Основной физической характеристикой примесей в атмосферном воздухе производственных помещений является концентрация массы (мг) вещества в единице объема (м^3) воздуха при нормальных метеорологических условиях.

От вида, концентрации примесей и длительности воздействия зависит их влияние на природные объекты. Нормирование содержания вредных веществ (пыль, газы, пары и т.д.) в воздухе проводят по предельно допустимым концентрациям (ПДК).

ПДК – предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает ни на него, ни на окружающую среду в целом вредного воздействия (включая отдаленные последствия).

Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест нормируют по списку Минздрава №308-84, а для воздуха рабочей зоны производственных помещений – по ГОСТ 12.1.005.88

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов нормируют по максимальной разовой и среднесуточной концентрации примесей.

ПДК max – основная характеристика опасности вредного вещества, которая установлена для предупреждения возникновения рефлекторных реакций человека (ощущение запаха, световая чувствительность и др.) при кратковременном воздействии (не более 30 мин).

ПДК сс – установлена для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и другого влияния вредного вещества при воздействии более 30 мин.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это такая концентрация, которая при ежедневном воздействии (но не более 41 ч в неделю) в течение всего рабочего стажа не может вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека, обнаруживаемых современными методами исследований, в период работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Система очистки воздуха. В системе вытяжной вентиляции устройство обеспечивает защиту воздуха населенных мест от вредных воздействий.

В зависимости от использования средств, очистку подразделяют на:

- грубую (концентрация более 100 мг/м³ вредных в-в);
- среднюю (концентрация 100 - 1 мг/м³ вредных в-в);
- тонкую (концентрация менее 1 мг/м³ вредных в-в).

Очистку воздуха от пыли и создание оптимальных параметров микроклимата на РМ, обеспечивает система кондиционирования. Очистка воздуха, удаляемого из помещения, осуществляется с помощью 2-х типов устройств:

- пылеуловители;
- фильтры.

Фильтры — устройства, в которых для очистки воздуха используются материалы, способные осаждать или задерживать пыль. Фильтры бывают:

- бумажные;
- тканевые;
- электрические;
- ультразвуковые;
- масляные;
- гидравлические;
- комбинированные

Способы очистки воздуха:

- Механические (пыли, туманов, масел, газообразных примесей)

- Пылеуловители;
 - Фильтры
- Физико-химические (очистка от газообразных примесей)
 - Сорбция
 - адсорбция (активированный уголь);
 - абсорбция (жидкость)
- Каталитические (обезвреживание газообразных примесей в присутствии катализатора).

Контроль параметров воздушной среды осуществляется с помощью газоанализатора (концентрация вредных веществ).

Обнаружение проникающих из окружающей среды пыли или частиц. Для захвата и анализа содержащихся в воздухе частиц известно большое число методов и оборудования, подходящих для оценки качества воздуха помещений. В контрольно-измерительных устройствах для непосредственного измерения концентрации взвешенных в воздухе частиц применяются детекторы световой диффузии, а методы сбора проб и последующего анализа используют взвешивание и анализ при помощи микроскопа. В этом случае необходимо наличие циклонного или инерционного сепаратора, чтобы до фильтра отсеять наиболее крупные частицы. Методы, в которых применяется циклонный сепаратор, могут работать с небольшими объемами, что приводит к увеличению времени взятия проб. Пассивные контрольно-измерительные устройства обладают высокой точностью, но их показания зависят от температуры, и эти приборы имеют тенденцию завышения результатов при работе с частицами небольших размеров.

Существует ряд стандартов применяемых к воздуху вне пределов зданий, на которые опираются в вопросах обеспечения защиты населения в целом. Они были получены посредством измерения отрицательных последствий для здоровья вследствие воздействия вредных примесей в окружающей среде.

Загрязнение воздуха вне территории предприятия. Загрязнение воздуха возникает не только от массовых выбросов загрязнителей предприятиями относительно крупных отраслей промышленности, таких как производство чугуна, стали и цветных металлов и отраслей нефтепереработки, но и от случайных небольших выбросов загрязнителей малыми предприятиями, такими, как небольшие цементные заводы, предприятия по очистке свинца, производству химических удобрений и пестицидов и т.д., где меры по предотвращению загрязнения не соответствуют требованиям, и загрязнители могут попасть в атмосферу.

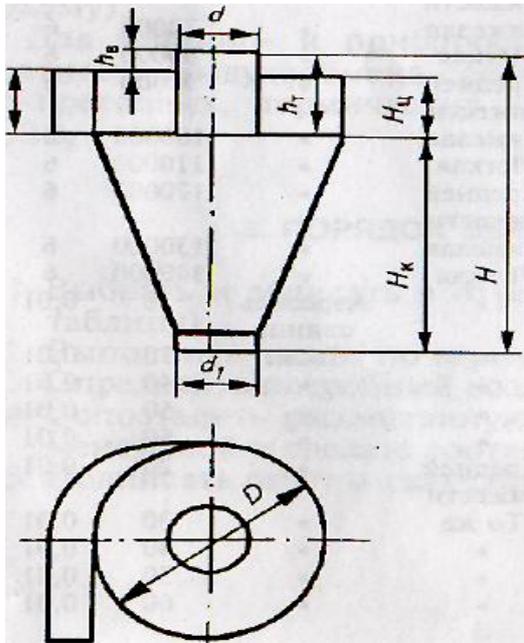
Состав выбросов загрязнителей воздуха меняется в зависимости от отрасли промышленности. Концентрации различных загрязнителей в атмосфере также варьируют в широких пределах в зависимости от производственного процесса и от географических и климатических условий местности. Специфические уровни воздействия на население развивающихся стран каждого загрязнителя из различных отраслей промышленности трудно оценить, так же как и в развитых странах.

В целом, уровни воздействия на рабочих местах намного выше, чем для других групп населения, потому что концентрация выбросов быстро уменьшается, и они разносятся ветром. Но длительность воздействия на население данной местности намного выше, чем в случае персонала предприятий-загрязнителей. Дозы, полученные населением развивающихся стран, обычно выше, чем в развитых странах, где загрязнение воздуха более строго контролируется, и жилые зоны обычно находятся далеко от промышленных производств.

Часты случайные выбросы токсичных веществ в атмосферу, представляющие серьезную опасность для здоровья. Причины этого заключаются в неадекватном планировании мер безопасности, отсутствия опытного технического персонала для соответствующего обслуживания.

Для улавливания взвешенных частиц применяют различную аппаратуру. Наибольшее распространение получили циклонные аппараты для сухого механического пылеулавливания.

Цилиндрические циклоны (Рисунок 3) предназначены для улавливания сухой пыли, золы и т.д. Наиболее эффективно циклоны работают, когда размер частиц пыли превышает 20 мкм. Конические циклоны предназначены для очистки газовых и воздушных сред от сажистых частиц. Чем больше диаметр циклона, тем выше его производительность.



B — внутренний диаметр циклона; H — высота циклона; h_t — высота выхлопной трубы; $H_{ц}$ — высота цилиндрической части; $H_к$ — высота конуса циклона; d — внутренний диаметр выхлопной трубы; d_1 — внутренний диаметр выпускного отверстия; a — высота входного патрубка; h_b — высота внешней части выхлопной трубы

Рис. 3. Схема конического циклона:

Санитарно-защитная зона (СанПиН 2.2.1/2.1.1.567—96) — территория между границами промышленных площадок, складов открытого и закрытого хранения материалов, предприятий сельского хозяйства, с учетом перспективы их расширения и селитебной застройки.

Она предназначена для обеспечения требуемых гигиенических норм содержания в приземном слое атмосферы загрязняющих веществ, уменьшения отрицательного влияния предприятий, транспортных коммуникаций, линий электропередач на окружающее население, факторов физического воздействия — шума, повышенного уровня вибрации, инфразвука, электромагнитных волн и статического электричества; создания архитектурно-эстетического барьера между промышленностью и жилой частью при соответствующем ее благоустройстве и организации дополнительных озелененных площадей с целью усиления ассимиляции и фильтрации загрязнителей атмосферного воздуха, а также повышения активности процесса диффузии воздушных масс и локального благоприятного влияния на климат.

Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с технологическими процессами, являющимися источниками формирования производственных вредностей в зависимости от мощности, условий эксплуатации, концентрации объектов на ограниченной территории, характера и количества выделяемых в окружающую среду токсических и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на окружающую среду и здоровье человека при обеспечении соблюдения требований гигиенических нормативов в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов устанавливаются следующие минимальные размеры санитарно-защитных зон:

- предприятия первого класса — 2000 м;
- предприятия второго класса — 1000 м;
- предприятия третьего класса — 500 м;
- предприятия четвертого класса — 300 м;
- предприятия пятого класса — 100 м.