

Азербайджанский Медицинский Университет
Факультет Общественного Здравоохранения
Кафедра здоровья детей и подростков, здоровья труда
III курс русский сектор

**Производственные факторы химического
происхождения. Характер действия
промышленных ядов, токсичность вещества и
факторы, влияющие на токсичность. Основы
токсикометрии. Комбинированное и комплексное
действие.**

ПЛАН

1. Классификация химических веществ
2. Классификация промышленных ядов
3. Гигиеническое нормирование вредных веществ
4. Вредные выбросы
5. Средства индивидуальной защиты от вредных веществ на производстве

Химические вещества могут быть опасными, способными вызывать негативные для здоровья эффекты в условиях производства, города или в быту.



Опасность вещества определяется по критериям токсичности (ПДК – предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны, воде, почве и т. д.; ОБУВ – ориентировочному безопасному уровню воздействия для тех же сред; КВИО – коэффициенту возможного ингаляционного отравления; средним смертельным дозам и концентрациям в воздухе, на коже, в желудке и др.), по величине порогового вредного действия (однократного, хронического), порога запаха, а также порогов специфического действия (аллергенного, канцерогенного и др.).



Практически все вещества могут проявлять ядовитые свойства, однако к ядам принято относить лишь те, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах.

К промышленным ядам относится большая группа химических веществ и соединений, которые в виде сырья, промежуточных или готовых продуктов встречаются в производстве.

Вместе с тем яды обладают и так называемой избирательной токсичностью, т. е. представляют наибольшую опасность для определенного органа или системы организма.

Химические вещества и промышленные яды классифицируются по следующим признакам:

- а. В зависимости от их практического использования;
- б. По характеру воздействия на организм;
- в. По степени опасности;
- г. По видам воздействия на организм;
- д. По избирательной токсичности.

Ниже подробно рассмотрены классификации по данным признакам

а) Химические вещества в зависимости от их практического использования классифицируются на:



- промышленные яды, используемые в производстве: органические растворители (дихлорэтан и др.), топливо (пропан, бутан и др.), красители (анилин и др.);
- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве: пестициды и др.;
- лекарственные средства (аспирин и др.);
- бытовые химикаты, применяемые в виде пищевых добавок (уксус и др.), средства санитарии, личной гигиены, косметики и т. д.;
- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях (аконит, цикута), в грибах (мухомор), у животных (змеи) и насекомых (пчелы);
- отравляющие вещества (ОВ) - зарин, иприт, фосген и др.

б) по характеру воздействия вредные вещества подразделяются на:

- общетоксические, вызывающие отравление всего организма или поражающие отдельные системы – ЦНС, кроветворение, вызывающие болезни печени, почек;
- раздражающие – вызывающие раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, легких, кожи;



- сенсibiliзирующие, действующие как аллeргены (формальдегид, растворители, лаки);
- мутагенные, приводящие к нарушению генетического кода, изменению наследственной информации (свинец, марганец, радиоактивные изотопы);
- канцерогенные, вызывающие злокачественные опухоли (хром, никель, асбест и др.); влияющие на репродуктивную (детородную) функцию (ртуть, свинец, стирол, радиоактивные изотопы и др.).

в) показатели токсичности определяют класс опасности вещества.

Классификация вредных веществ по степени опасности включает четыре класса:

- 1 – чрезвычайно опасные вещества, для них ПДК < 0,1 мг/м³, например, свинец, ртуть имеют ПДК = 0,01 мг/м³;
- 2 – высоко опасные вещества, ПДК = 0,1... 1,0 мг/м³, например, марганец имеет ПДК = 0,3 мг/м³;
- 3 – умеренно опасные ПДК= 1,0...10 мг/м³, например, азот диоксид имеет ПДК = 2 мг/м³ ;
- 4 – малоопасные, ПДК > 10 мг/м³, например, угарный газ имеет ПДК = 20 мг/м³.



г) общая токсикологическая классификация ядов включает в себя следующие виды воздействия на живые организмы:

- нервно-паралитическое (судороги, параличи), например, никотин, некоторые пестициды, ОВ;
- кожно-резорбтивное (местные воспаления в сочетании с общетоксическими явлениями), например, уксусная эссенция, дихлорэтан, мышьяк;
- общетоксическое (кома, отек мозга, судороги), например, алкоголь и его суррогаты, угарный газ;



- удушающее (токсический отек мозга), например, оксиды азота, некоторые ОВ;
- слезоточивое и раздражающее (раздражение слизистых оболочек глаз, носа, горла), например, пары крепких кислот и щелочей;
- психотропное (нарушение психической активности, сознания), например, атропин.

д) по избирательной токсичности яды подразделяют на:

- сердечные, к ним относятся многие лекарственные препараты, растительные яды, соли металлов (бария, калия);
- нервные, вызывающие нарушение психической деятельности – это алкоголь, угарный газ, некоторые пестициды;
- печеночные, среди них следует выделить хлорированные углеводороды, ядовитые грибы, фенолы и альдегиды;
- почечные, это соединения тяжелых металлов, этиленгликоль, щавелевая кислота;
- кровяные, это анилин и его производные, нитриты;
- легочные – оксиды азота, озон, фосген и др.



Мутагенное, канцерогенное воздействие вредных веществ, влияние на репродуктивную функцию, а также ускорение процесса старения сердечно-сосудистой системы относят к отдаленным последствиям влияния химических соединений на организм. Это специфическое действие, которое проявляется не в период воздействия и не сразу после его окончания, а в определенные периоды, спустя годы и даже десятилетия. Отмечается проявление различных эффектов и в последующих поколениях.

Классификация промышленных ядов (табл.) условно делит на группы химические вещества по их преимущественному токсическому действию на какую-либо систему организма или отдельный орган.

Классификация промышленных ядов

Характер токсического действия

Нервные (нейротропные) яды

- а) обладающие «физической токсичностью»
- б) обладающие «химической токсичностью»
- в) возбуждающие
- г) медиаторного действия (препятствующие передаче возбуждений с одной нервной клетки на другую)

Печёночные (гепатотропные) яды

Кровяные яды:

- а) реагирующие с гемоглобином крови
- б) вызывающие разрушение эритроцитов (гемолиз)
- в) нарушающие костномозговое кроветворение

Типичные вещества

Углеводороды, бензин, некоторые спирты жирного ряда
Метиловый спирт, анилин, сероводород, тетраэтилсвинец, диоксан, фторацетат, трикрезилфосфат и др.
Кофеин, стрихнин, аммиак и др.

Никотин, атропин, фосфорорганические вещества и др.

Хлорированные углеводы – четырех хлористый углерод, хлороформ, дихлорэтан, бромбензол, фосфор, селен

Окись углерода, нитро-, нитрозо- и амино- соединения ароматического ряда и их производные
Фенилгидразин, мышьяковистый водород
Бензол, толуол, ксилол, хлорэтиламина, свинец и его неорганические соединения

Ферментные яды

Синильная кислота и ее соли, мышьяк и его соединения, двухвалентные диссоциирующие соли ртути (сулема), фосфор-органические соединения (тиофос, метафос).

Раздражающие яды

а) поражающие преимущественно верхние дыхательные пути

Хлор, хлорпикрин, аммиак, диметилсульфат, туманы кислот, акролеин, сернистый газ

б) поражающие преимущественно глубокие дыхательные пути

Окислы азота, фосген дифосген, ароматические углеводороды, мельчайшая силикатная пыль

Прижигающие и раздражающие кожу и слизистые оболочки

Кислоты: серная, азотная, соляная, некоторые органические кислоты (муравьиная, уксусная) Едкие щелочи: едкий натр, едкое кали Окислы, ангидриды, хроматы, бихроматы, фенолы

Аллергены

Динитрохлорбензол, некоторые соединения никеля, многие производные пиридина, урсол (парафенилдиамин), ряд алкалоидов и др.

Канцерогены

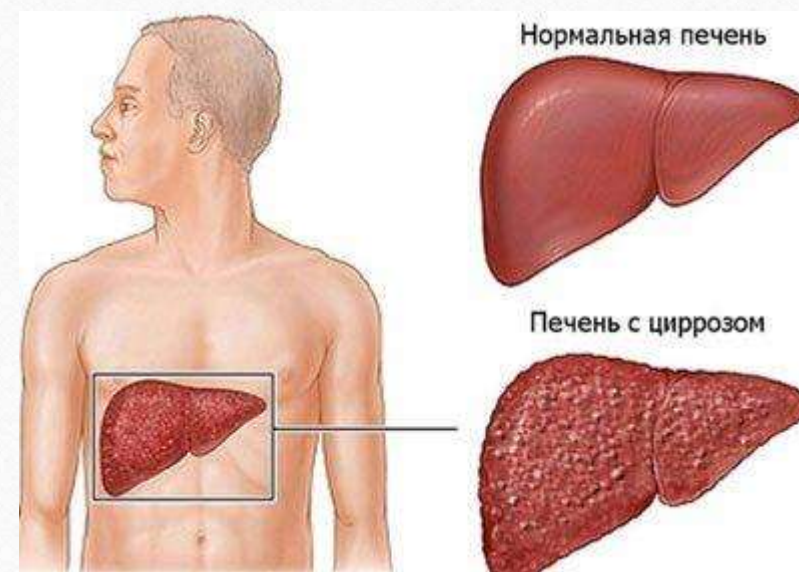
Каменноугольная смола, 3, 4- бензпирен, метилхолантрен, бензантрацены, ряд amino-азосоединений; бензидин, хлорбензидин, β - нафтиламин. Некоторые акридины, флуорены

При хроническом отравлении **нервными (нейротропными)** ядами можно выделить две стадии: 1) первая характеризуется симптомами повышенной возбудимости (неуравновешенность, бессонница, раздражительность), нарушениями со стороны внутренних органов и др.;

2) вторая – симптомами истощения нервной системы, что проявляется в повышенной утомляемости, сонливости, снижении внимания, падении общей работоспособности, часто в повышенной чувствительности к различным простудным заболеваниям и др. При особой длительности воздействия нейротропных ядов (марганец, трикрезилфосфат, сероуглерод) могут возникнуть структурные (морфологические) повреждения в нервной системе с разрушением части нервной ткани.



К гепатотропным ядам относятся вещества, вызывающие структурные изменения ткани печени, выражающиеся в жировом перерождении, очагах омертвения (некроз), зарастании части печени соединительной тканью (цирроз). Могут развиваться острые и хронические воспаления печёночной ткани — гепатиты. Характерными печёночными ядами являются хлорированные углеводороды и фосфор.



Кровяные яды различны по своему токсическому действию. Одни (СО) реагируют с гемоглобином, лишая его способности переносить кислород из легких в ткани. Другие вызывают гемолиз (распад) красных кровяных телец (эритроцитов) и в меньшей степени – белых кровяных телец (лейкоцитов). Представителями гемолитических ядов являются фенилгидразин и мышьяковистый водород. Некоторые кровяные яды вызывают нарушение костномозгового кроветворения, в результате чего увеличивается или уменьшается число эритроцитов и лейкоцитов в крови и возможно их качественное изменение. Так, бензол при хроническом отравлении вызывает резкое снижение числа лейкоцитов в крови. Алифатические гомологи бензола (толуол, ксилол, этилбензол, стирол и др.) при хроническом отравлении вызывают в противоположность бензолу увеличение числа лейкоцитов в крови – лейкоцитоз.

Широко известными кровяными ядами являются свинец и его неорганические соединения. При хроническом отравлении свинцом резко уменьшается количество эритроцитов и содержание гемоглобина в крови (на 50% и более). Попадая в организм в форме тончайшей пыли, дымов или с питьевой водой, свинец после всасывания откладывается преимущественно в костях и может стать источником хронической интоксикации.



Ферментными ядами являются мышьяк, тяжелые металлы, в частности ртуть. Они связывают сульфгидрильные группы жизненноважных ферментов – биологических катализаторов организма. Блокируются также тиоловые группы белков организма. Эта группа ферментных ядов вызывает тяжелые нарушения в нервной системе, так как тиоловые ферментные системы совершенно необходимы в обмене веществ нервных клеток.



Особое значение приобретает хроническое отравление парами ртути, которая широко применяется в технике и в ряде случаев в быту. Разлитая ртуть в течение нескольких месяцев и даже лет может отравлять воздух помещения вследствие медленного испарения. Основные проявления хронического отравления парами ртути наблюдаются со стороны нервной системы: утомляемость, слабость, сонливость. В более тяжелых случаях возникает дрожание, судороги, могут наблюдаться нарушения психики.



Соблюдение санитарных правил работы с ртутью позволяет полностью исключить ртутные отравления. Из соединений ртути наибольшую опасность представляют соли двухвалентной ртути, которые легко растворимы. При случайном попадании в организм вследствие небрежности они могут быть источником тяжелых отравлений. Так, при остром отравлении сулемой человек погибает в течение нескольких дней в результате почти полного разрушения почечной ткани (острый некронефроз).

Ферментными ядами являются также синильная кислота и ее соли. Анион синильной кислоты способен соединяться с дыхательным ферментом тканей и парализовать его. Вследствие прекращения поступления к тканям кислорода из крови наступает тканевое удушье и смерть в течение нескольких минут.

Высокотоксичной группой ферментных ядов являются фосфорорганические инсектоfungисиды: тиофос, меркаптофос, метафос. К классу фосфорорганических соединений относятся сильнейшие боевые отравляющие вещества – табун, зарин, заман. Все фосфорорганические соединения парализуют важнейший фермент нервной системы – холинэстеразу. В результате происходит особое перевозбуждение нервной системы, резкое спадение бронхов (бронхоспазм), удушье и смерть. Эти вещества способны также проникать через кожу и вызывать тяжелые отравления.



Большая группа веществ относится к **раздражающим ядам**. Одни действуют преимущественно на верхние дыхательные пути (хлор, хлорпикрин, аммиак), другие—на нижние дыхательные пути, т. е. на легочную ткань (окислы азота, фосген, дифосген, ароматические углеводороды). Сильные кислоты, щелочи, многие ангидриды кислот оказывают местное действие на кожу, вызывая ее омертвление (некроз). Крепкие щелочи в отличие от кислот растворяют белки тканей и поэтому дают более глубокие ожоги. Чрезвычайно опасно попадание их в глаза даже в минимальных количествах. Необходимо также учитывать, что существует длительная (хроническая) и мгновенная (острая) токсичность.

Некоторые химикаты остаются в организме и накапливаются в нем до вредной или летальной дозы. Другие выделяются вместе с испражнениями и не оказывают на организм заметного влияния, если только одноразовая доза не выше летальной.



Эффект воздействия различных веществ на организм зависит от количества попавшего в организм вещества, его физико-химических свойств, длительности поступления, химических реакций в организме. Кроме того, он зависит от пола, возраста, индивидуальной чувствительности человека, пути поступления и выведения, распределения в организме, а также метеорологических условий и других сопутствующих факторов окружающей среды.

На производстве редко встречается изолированное действие вредных веществ, обычно работник подвергается сочетанному действию негативных факторов разной природы (физических, химических) или комбинированному влиянию факторов одной природы, чаще ряду химических веществ.

Комбинированное действие – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления. Различают несколько типов комбинированного действия ядов в зависимости от эффектов токсичности. При одновременном действии на организм двух или более ядовитых веществ возможно суммирование их токсических эффектов.



Различают несколько разновидностей комбинированного действия на организм вредных веществ:

- аддитивное;
- потенцированное;
- антагонистическое;
- независимое.

Аддитивное действие – суммарный эффект действия смеси равен сумме эффектов входящих в смесь компонентов. Аддитивность характерна для веществ однонаправленного действия, когда смеси оказывают влияние на одни и те же системы организма. Примером такого действия является наркотическое действие смеси водородов (бензол, изопропилбензол).



Потенцированное действие (синергизм), когда компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает, потенцирует действие другое. Эффект синергизма больше аддитивного и проявляется только в случае острого отравления. Никель усиливает свою токсичность в присутствии медистых стоков в 10 раз, алкоголь значительно повышает опасность отравления анилином.

Антагонистическое действие – эффект менее аддитивного. Компоненты смеси действуют так, что одно вещество ослабляет действие другого. В токсикологии известны яды-антагонисты, которые широко используют при лечении отравлений. При введении, например, дитиолов в организм происходит связывание циркулирующих в крови и уже присоединившихся к биосубстратам солей тяжелых металлов, мышьяковистых соединений, солей хрома, сурьмы и др.

В результате взаимодействия дитиолов с указанными токсическими компонентами образуются прочные водорастворимые комплексы, которые легко выводятся из организма с мочой. Так происходит с этилендиаминтетрауксусной кислотой, образующей с двух- и трехвалентными катионами комплексные соединения, которые хорошо растворимы в воде и поэтому легко выводятся почками. Примером может служить также антидотное взаимодействие (противоядие) между эзерином и антропином.



Известно также независимое действие, при котором комбинированный эффект отличается от изолированного действия каждого из ядов в отдельности. Преобладает эффект наиболее токсичного вещества. Комбинации веществ с независимым действием встречаются достаточно часто, например, бензол и раздражающие газы, смесь продуктов сгорания. Наряду с комбинированным влиянием ядов, возможно их комплексное действие, когда яды поступают в организм одновременно, но разными путями (органы дыхания и кожа, органы дыхания и желудочно-кишечный тракт и др.). Действие вредных веществ на организм может быть местным и общим. Типичным местным действием обладают газы и пары, вызывающие раздражение слизистых оболочек носа, горла, бронхов (пощипывание, сухой кашель и др.) и глаз (резь, боль, слезотечение).

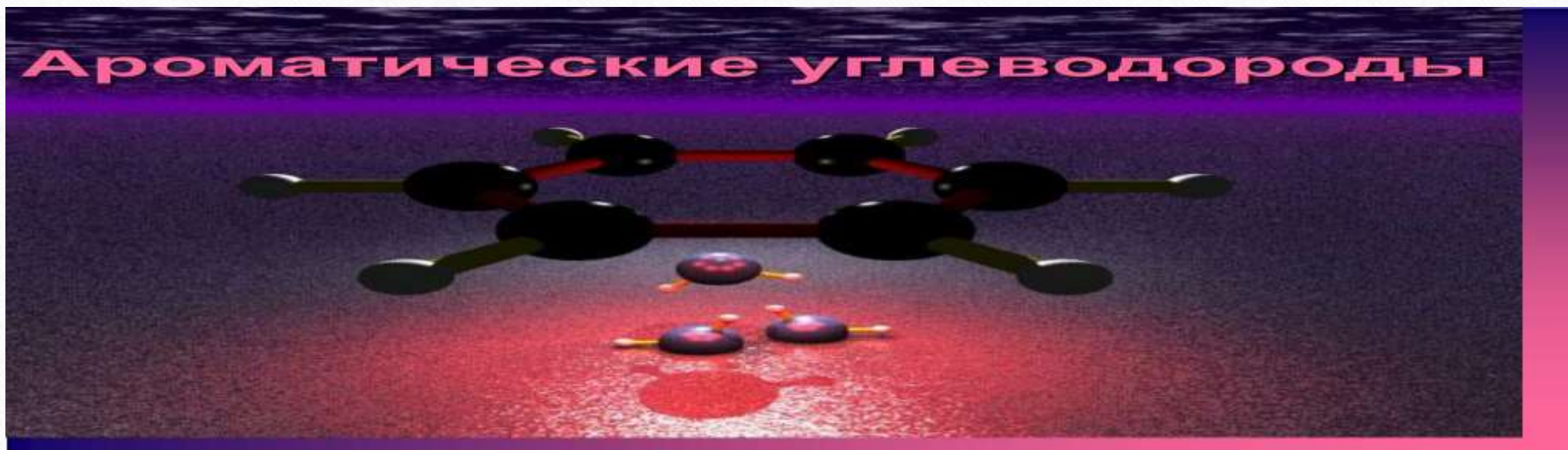
Большинство промышленных ядов обладает резорбтивным действием, проявляя свою токсичность после всасывания в кровь. Некоторые вещества вызывают повреждение большинства органов и тканей. Это так называемые общеклеточные или протоплазматические яды.



Обычно промышленный яд проявляет избирательное действие, называемое селективным. Так, алифатические и ароматические углеводороды обладают селективным действием по отношению к нервной системе, вызывая наркоз. Многие хлорированные углеводороды при хроническом воздействии на организм поражают печень, вызывая белковое или жировое перерождение печеночной ткани. Окись углерода обладает селективным действием по отношению к кроветворным органам. Она вытесняет кислород из оксигемоглобина, образуя карбоксигемоглобин. Вследствие этого кровь перестает быть переносчиком кислорода из легких в ткани и наступает кислородное голодание организма.

Основой селективного действия окиси углерода является высокое сродство ее к оксигемоглобину.

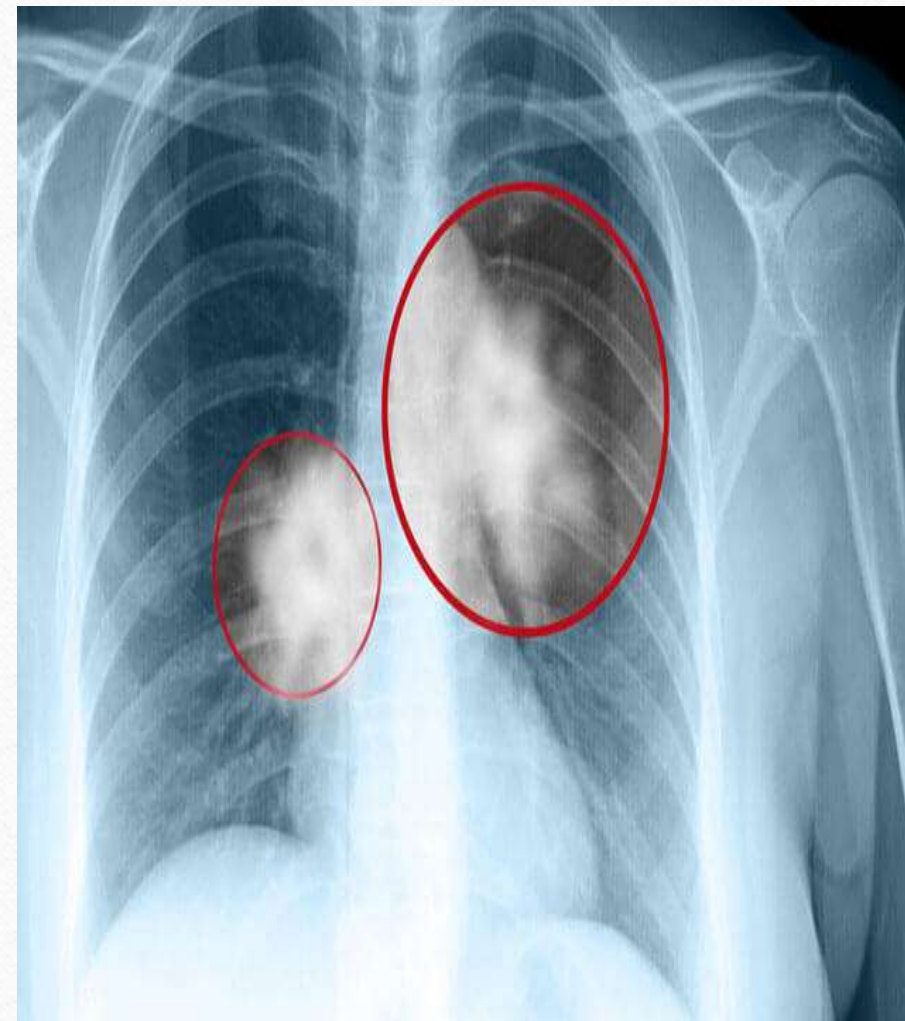
Очень часто промышленные яды, например ароматические углеводороды, обладают одновременно местным и резорбтивным действием.



Некоторые химические вещества оказывают рефлекторное действие на организм. Например, при кратковременном вдыхании паров аммиака (нашатырного спирта) происходит сильное раздражение верхних дыхательных путей, в результате чего возбуждается центральная нервная система, повышается кровяное давление. Большую опасность представляют яды, обладающие канцерогенным действием, способные вызывать злокачественные опухоли. Такие опухоли могут возникать на коже при длительном воздействии печной сажи, некоторых анилиновых красителей, каменноугольной смолы, многоядерных ароматических углеводородов, присутствующих в малолетучих нефтепродуктах.



Из полициклических ароматических углеводородов наиболее сильными канцерогенами являются 3,4-бензпирен, метилхолантрен, бензантрацены, вызывающие рак легких (рак бронхов). Специальными исследованиями показано, что в небольших количествах канцерогенные полициклические углеводороды содержатся в табачном дыме, каменноугольной смоле, пеке, в продуктах сухой перегонки горючих сланцев, в печной саже, уличной пыли больших городов. Под влиянием амино- и азосоединений возможно развитие рака мочевого пузыря. При длительном воздействии соединений хрома, бериллия, мышьяка в форме аэрозолей может возникнуть рак легких. Некоторые азокрасители вызывают рак печени. Ввиду большой опасности очень важно в максимальной степени предотвращать контакт человека с сильными канцерогенами.



Гигиеническое нормирование вредных веществ

Требование полного отсутствия вредных веществ в зоне пребывания работающих часто невыполнимо, поэтому особую важность приобретает гигиеническое нормирование, т. е. ограничение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны до предельно допустимых концентраций – ПДКрз

ПДКрз – предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

ПДК, как правило, устанавливают на уровне в 2...3 раза более низком, чем порог хронического действия, при этом учитывают возможность ингаляционного отравления, проникновения яда через неповрежденную кожу, его накопления в организме. При выявлении специфического характера действия вещества – мутагенного, канцерогенного, сенсибилизирующего – ПДК снижают в 10 раз и более.



До недавнего времени ПДК вредных веществ оценивали только как максимально разовые. Превышение их даже в течение короткого времени запрещалось. В последнее время для веществ, обладающих свойствами накапливаться (кумуляция) в организме (свинец, ртуть, медь и др.), была введена среднесменная концентрация (ПДКсм), получаемая путем непрерывного или прерывистого отбора проб воздуха при суммарном времени не менее 75 % продолжительности рабочей смены. Например, ртуть имеет $\text{ПДК}_{\text{рз}} = 0,01 \text{ мг/м}^3$, а $\text{ПДК}_{\text{см}} = 0,005 \text{ мг/м}^3$.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленные ПДК. Для веществ, обладающих кожно-резорбтивным действием, устанавливается предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнения кожи, например, для бензола и толуола ПДУ = 0,05 мг/см².

Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест также ограничивается величинами ПДК, нормируются средняя суточная концентрация вещества (ПДК_{сс}) и максимальная разовая (ПДК_{мр}).



ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест – это максимальные концентрации, отнесенные к определенному периоду осреднения (30 мин, 24 ч, 1 мес, 1 год) и не оказывающие при регламентированной вероятности их появления ни прямого, ни косвенного вредного воздействия на организм человека, включая отдаленные последствия для настоящего и последующих поколений, не снижающие работоспособности человека и не ухудшающие его самочувствия.

ПДК_{мр} – наиболее высокая из 30-минутных концентраций, зарегистрированных в данной точке за определенный период наблюдения. В основу установления ПДК_{мр} положен принцип предотвращения рефлекторных реакций у человека, например, чихания, кашля.

ПДК_{сс} – средняя из числа концентраций, выявленных в течение суток. В основу ПДК_{сс} положен принцип предотвращения общетоксического действия на организм.



Для удаления из отходящих газов вредных газовых примесей применяют следующие методы:

- абсорбции,
- хемосорбции,
- адсорбции,
- термического дожигания,
- каталитической нейтрализации.



Абсорбция – это явление растворения вредной газовой примеси сорбентом, как правило, водой. Методом абсорбции можно улавливать только хорошо растворимые газовые примеси и пары. Так, хорошей растворимостью в воде обладают аммиак, хлороводород, фтороводород, пары кислот и щелочей. Для проведения процесса абсорбции используют аппараты мокрого типа, применяемые в технике пылеулавливания.

Хемосорбцию применяют для улавливания газовых примесей, нерастворимых или плохо растворимых в воде. Метод хемосорбции заключается в том, что очищаемый газ орошают растворами реагентов, вступающих в химическую реакцию с вредными примесями с образованием нетоксичных, малолетучих или нерастворимых химических соединений. Этот метод широко используется для улавливания диоксида серы. Отходящие газы орошают суспензией известняка (CaCO_3), известковым молоком (мелкодисперсной суспензией гашеной $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или негашеной CaO извести), суспензией магнезита MgO .

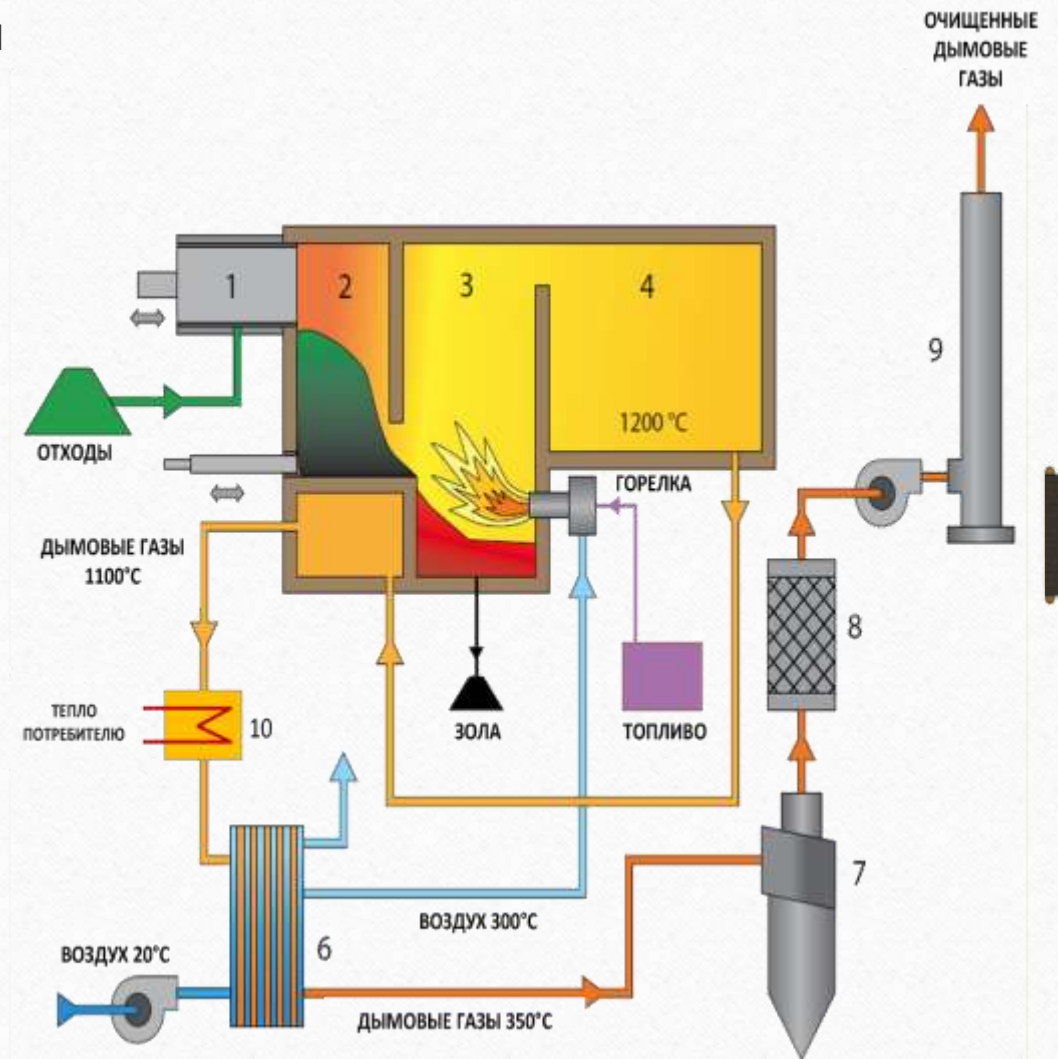


Адсорбция заключается в улавливании поверхностью микропористого адсорбента (активированный уголь, силикагель, цеолиты) молекул вредных веществ. Метод обладает очень высокой эффективностью, но жесткими требованиями к запыленности газа – не более 2...5 мг/м³. Одним из лучших адсорбентов является активированный уголь, у которого в 1 г содержится до 1600 м² поверхностей. Адсорбция широко применяется для улавливания паров растворителей, неприятно пахнущих веществ, органических соединений и множества других газов. Адсорбционная способность адсорбента тем выше, чем меньше его температура и существенно снижается с ее повышением. Это используется в работе адсорберов и при их регенерации.



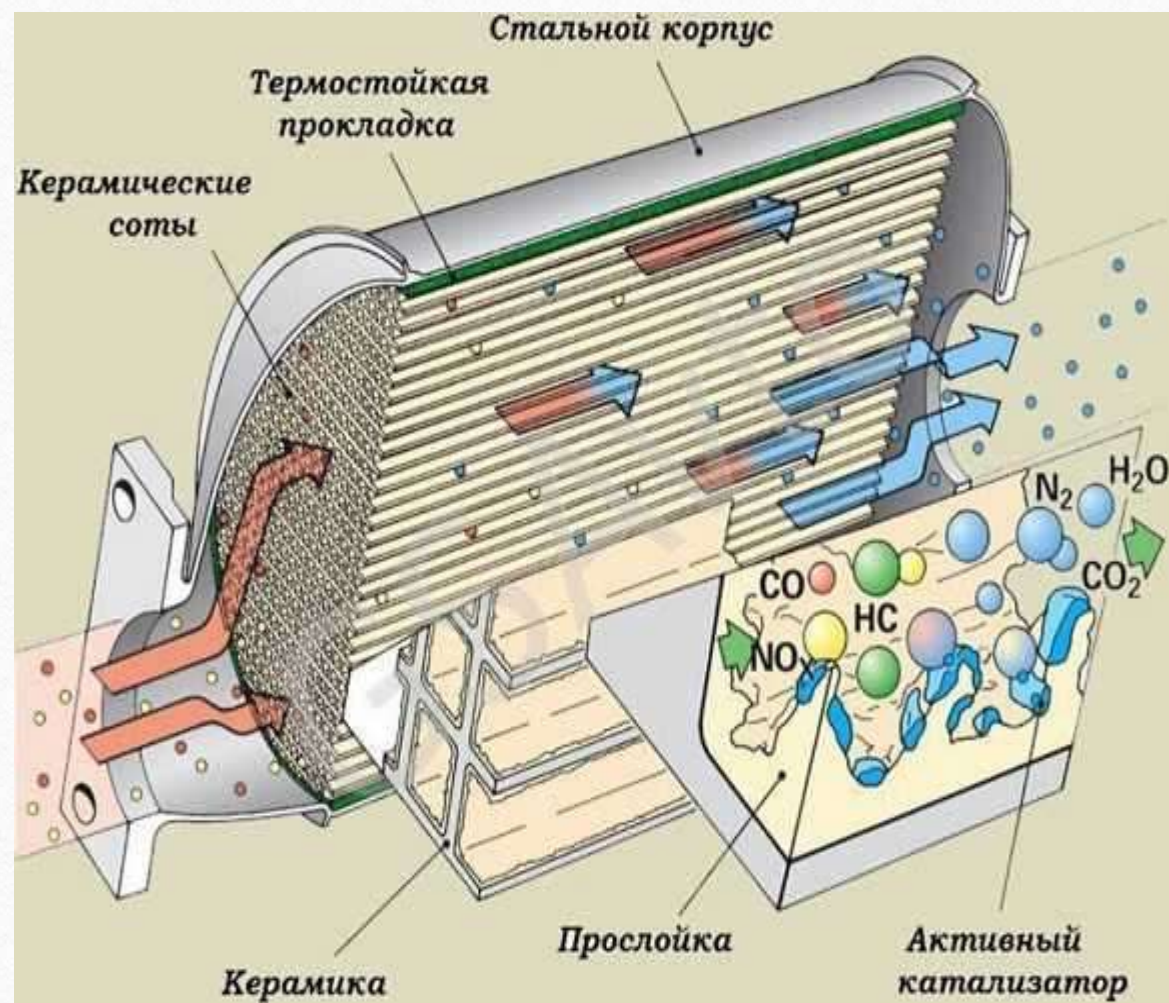
Примером конструкции адсорбера является противогаз. Очищаемый газ проходит через кольцевой слой адсорбента и очищается. Регенерация адсорбента осуществляется путем продувки горячим водяным паром с последующей сушкой горячим воздухом, т. е. работа аппарата проходит в три стадии, для осуществления которых необходимы три параллельных линии аппаратов. Каждый аппарат работает на определенной стадии – один в режиме адсорбции, другой – продувки водяным паром, третий – сушки воздухом. Затем происходит переключение их на другой режим. Перед адсорберами установлен холодильник для охлаждения газов, после них также устанавливается холодильник-конденсатор для конденсации удаляемых при регенерации паров воды и примесей, сепаратор для разделения воды и растворителей за счет разной плотности. Растворители могут вновь направляться в производство.

Термическое дожигание – это процесс окисления вредных веществ кислородом воздуха при высоких температурах (900... 1200 °С). С помощью термического дожигания окисляют токсичный угарный газ CO до нетоксичного углекислого газа CO₂ ($2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$), углеводороды C_nH_m до углекислого газа и воды ($\text{C}_n\text{H}_m + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Процесс термического окисления при низкой температуре отходящих газов энергозатратен, так как требует использования дополнительного топлива для нагрева газов до высоких температур. Термическое дожигание применяют для очистки отходящих газов от органических веществ, например, паров растворителей и красок в лакокрасочных производствах, очистки выбросов испытательных станций двигателей, работающих на органических горючих.



Каталитическая нейтрализация достигается применением катализаторов. В качестве катализаторов используются прежде всего платину, палладий в виде тонкослойных напылений на металлические или керамические носители, кроме того применяются монельметалл, диоксид титана, пентаоксид ванадия и т.д. Конструкция промышленного термокаталитического реактора включает слой катализатора, где на его поверхности протекают изотермические окислительные реакции, при этом температура газов может повышаться с 250 до 500°C. Для использования этой энергии и снижения тем самым расхода топлива, подаваемого в горелку для предварительного подогрева очищаемых газов, реактор снабжен трубчатым теплообменником, в котором газы, подаваемые на очистку, подогреваются за счет теплоты отходящих очищенных газов, выходящих из каталитического слоя.

Термокаталитические реакторы широко применяют для очистки отходящих газов окрасочных цехов, сушильных камер и т. д. Каталитические нейтрализаторы используют для очистки выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания от оксидов азота, углерода, углеводородов. При сильном и многокомпонентном загрязнении отходящих газов применяют сложные многоступенчатые системы очистки, состоящие последовательно установленных аппаратов различного типа.



Вредные выбросы

Задача очистки вредных сбросов не менее, а даже более сложна и масштабна, чем очистки промышленных выбросов. В отличие от рассеивания выбросов в атмосфере разбавление и снижение концентраций вредных веществ в водоемах происходит хуже, водная среда более чувствительна к загрязнениям.

С целью защиты как работников предприятия, так и городского населения в районе расположения предприятия от вредных отходов применяются различные методы очистки сточных вод, которые можно подразделить на:

- механические,
- физико-химические,
- биологические.

Механическая очистка сточных вод от взвешенных частиц (твердых частиц, частиц жира-, масло- и нефтепродуктов) осуществляется процеживанием, отстаиванием, обработкой в поле центробежных сил, фильтрованием, флотацией. Процеживание применяют для удаления из сточной воды крупных и волокнистых включений. Процесс реализуют на вертикальных и наклонных решетках с шириной прозоров 15...20 мм и на волокнуловителях в виде ленточных и барабанных сит.

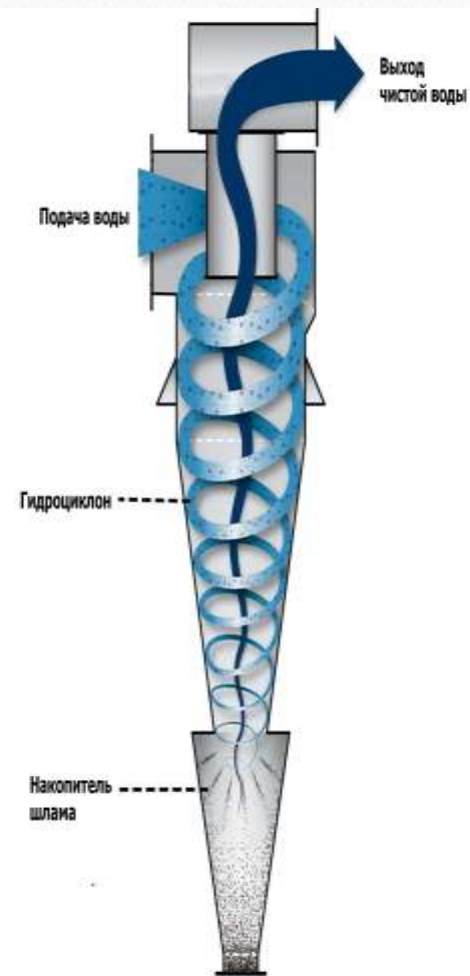


Очистка решеток и волокнуловителей от осадков частиц осуществляется вручную или механически.

Отстаивание основано на свободном оседании (всплытии) примесей с плотностью, большей (меньшей) плотности воды. Процесс отстаивания реализуют в песколовках, отстойниках, жируловителях. Песколовки применяют для отделения частиц металла и песка размером более 250 мкм. Песколовки бывают с горизонтальным, вертикальным и круговым движением воды. Отстойники применяют для гравитационного выделения из сточных вод более мелких взвешенных частиц или жировых веществ. По направлению движения основного потока воды различают отстойники вертикальные, горизонтальные, диагональные и радиальные.

Фильтрование используют для очистки сточных вод от мелкодисперсных примесей как на начальной, так и конечной стадиях очистки. Часто используют зернистые фильтры из несвязанных или вязанных (спеченных) между собой частиц. В зернистых фильтрах в качестве фильтроматериала применяют кварцевый песок, дробленый мак, гравий, антрацит и т. п.

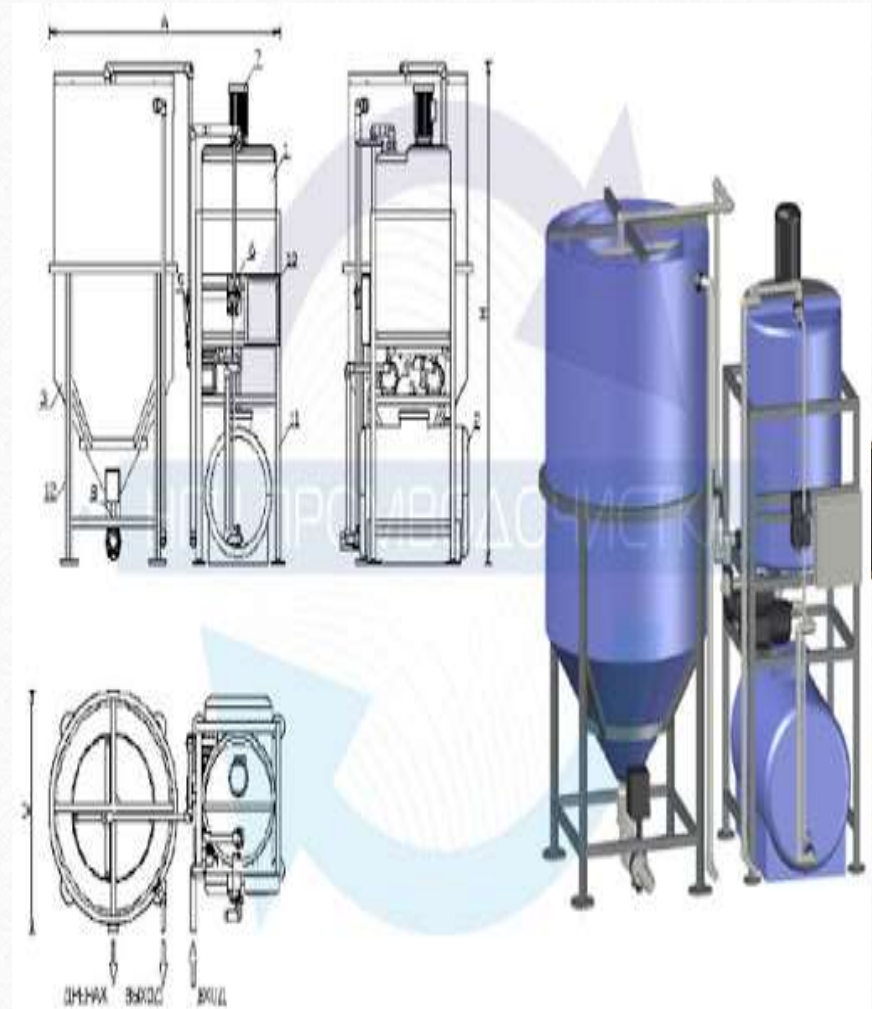
Физико-химические методы очистки применяют для удаления из сточной воды растворимых примесей (солей тяжелых металлов, цианидов, фторидов и др.), а в ряде случаев и для удаления взвесей. Как правило, физико-химическим методам предшествует стадия очистки от взвешенных веществ. Из физико-химических методов наиболее распространены флотационные, электрофлотационные, коагуляционные, реагентные, ионообменные и др.



Флотация заключается в обволакивании частиц примесей мелкими пузырьками воздуха, подаваемого в сточную воду, и поднятии их на поверхность, где образуется слой пены. В зависимости от способа образования пузырьков различают флотацию пневматическую, пенную, химическую, вибрационную, биологическую, электрофлотацию. На практике наибольшее распространение получила пневматическая, которая основывается на уменьшении растворимости газа в воде при снижении его давления. При резком снижении давления происходит выделение из воды излишнего воздуха. Если вода с атмосферным давлением направляется в камеру под вакуумом, такая флотация называется вакуумной; если из-под напора в открытую камеру, – напорной. Флотация осуществляется во флотационных камерах.

Электрофлотация находит широкое применение наряду с пневматической флотацией для удаления маслопродуктов и мелкодисперсных взвесей. Она осуществляется путем пропускания через сточную воду электрического тока, возникающего между парами электродов (железные, стальные, алюминиевые). В результате электролиза воды образуются пузырьки газа, прежде всего легкого водорода, а также кислорода, которые обволакивают частички взвесей и способствуют их быстрому всплытию на поверхность. Электрофлотация осуществляется в электрофлотационных установках.

Коагуляция – это физико-химический процесс укрупнения мельчайших коллоидных и диспергированных частиц под действием сил молекулярного притяжения. В результате коагулирования устраняется мутность воды. В качестве веществ-коагулянтов применяют алюминий-содержащие вещества, хлорид железа (II), сульфат железа и др. Коагуляция осуществляется посредством перемешивания воды с коагулянтами в камерах, откуда вода направляется в отстойники, где хлопья отделяются отстаиванием. Необходимые для коагулирования ионы алюминия или железа иногда получают электрохимическим путем. Для этого используются емкости-электролизеры (электрокоагуляторы), в которых размещены электроды из алюминия или стали. Образующиеся в процессе анодного растворения металла ионы алюминия или железа осуществляется процесс коагуляции.



Сущность реагентного метода заключается в обработке сточных вод химическими реагентами, которые, вступая в химическую реакцию с растворенными токсичными примесями, образуют нетоксичные или нерастворимые соединения. Последние затем могут быть удалены одним из описанных выше методов удаления взвесей и осветления воды. Этот метод находит применение для очистки сточных вод от солей металлов, цианидов, хрома, фторидов и т. д. Например, для удаления цианидов используют различные реагенты-окислители, содержащие активный хлор: хлорная известь, гипохлориты кальция или Натрия, хлорная вода. Для очистки от хрома (VI) применяют натриевые соли сернистой кислоты (Na_2SO_3 , NaHSO_3), гидросульфит $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$. Для очистки фторсодержащих вод применяют гидроксид кальция (известковое молоко), хлорид кальция.

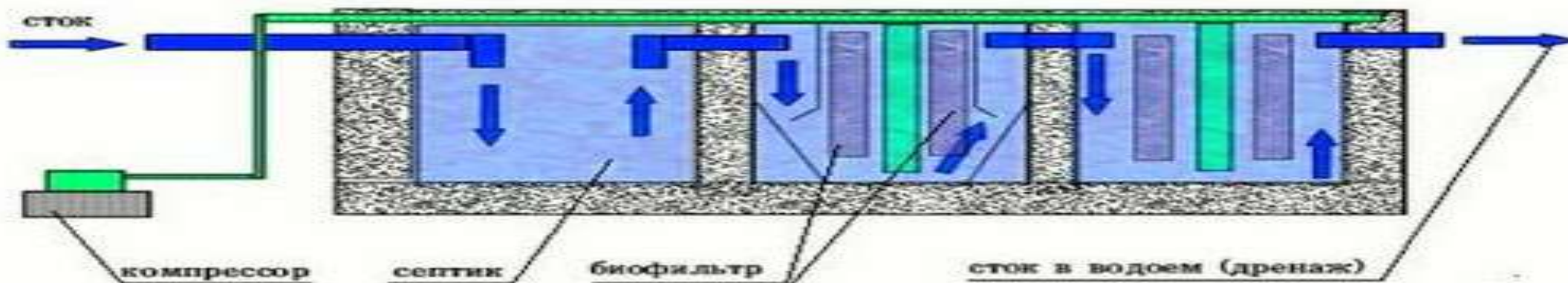
В результате химической реакции с токсичными соединениями фтора образуется плохо растворимый фторид кальция CaF_2 , который можно удалить из воды, например отстаиванием.

Разновидностью реагентного метода является процесс нейтрализации сточных вод. Согласно действующим нормативным документам, сбросы сточных вод в системы канализации населенных пунктов и в водные объекты допустимы только в случаях, если имеют $\text{pH} = 6,5 \dots 8,5$. В том случае, если pH сточных вод соответствует кислой ($\text{pH} < 6,5$) или щелочной ($\text{pH} > 8,5$) среде, сточные воды подлежат нейтрализации.

Ионообменная очистка сточных вод заключается в пропускании сточных вод через ионообменные смолы, которые подразделяются на катионитовые – имеющие подвижные и способные к обмену катионы (чаще всего водорода H^+), и анионитовые – имеющие подвижные и способные к обмену анионы (чаще всего гидроксильную группу OH^-). При прохождении сточной воды через смолы подвижные ионы смолы заменяются на ионы соответствующего знака токсичных примесей. Например, катион тяжелого металла заменяет катион водорода, а токсичный анион соли металла – анион OH^- , происходит сорбирование токсичных ионов смолой. Регенерация (восстановление сорбирующей способности при насыщении смолы токсичными ионами) осуществляется промывкой кислотой (катионитовая смола) или щелочью (анионитовая смола). При этом токсичные ионы замещаются соответствующими катионами или анионами, а токсичные примеси выделяются в концентрированном виде как щелочные или кислые стоки, которые взаимно нейтрализуются и подвергаются реагентной очистке или утилизации.

Биологическая очистка сточных вод основана на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные органические соединения в качестве источника питания в процессах своей жизнедеятельности. При этом органические соединения окисляются до воды и углекислого газа. Биологическим путем очищаются многие виды органических соединений городских и производственных сточных вод. Бактерии находятся в активном иле, представляющем собой темно-коричневую или черную жидкую массу, обладающую землистым запахом. С биологической точки зрения активный ил – это скопление аэробных бактерий в виде зоогелей. Кроме микробов, в иле могут присутствовать простейшие (в аэротенках), черви, личинки насекомых, водные клещи в биофильтрах. При очистке многих видов сточных вод, в том числе бытовых, используют бактерии рода *Pseudomonas* – грамотрицательные палочки.

УСТАНОВКА ГЛУБОКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ



Биологическую очистку ведут или в естественных условиях (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды), или специальных сооружениях: аэротенках, биофильтрах. Аэротенки представляют собой открытые резервуары с системой коридоров, через которые медленно протекают сточные воды, смешанные с активным илом. Эффект биологической очистки обеспечивается постоянным перемешиванием сточных вод с активным илом и непрерывной подачей воздуха через систему аэрации аэротенка. Активный ил затем отделяется от воды в отстойниках и вновь направляется в аэротенк. Биологический фильтр – это сооружение, заполненное загрузочным материалом, через который фильтруется сточная вода и на поверхности которого развивается биологическая пленка, состоящая из прикрепленных форм микроорганизмов.



Крупные промышленные предприятия имеют различные производства (механообрабатывающее, гальваническое, литейное, окрасочное, кузнечное и т.д.), которые дают различный состав загрязнения сточных вод. Водоочистные сооружения таких предприятий выполнены следующим образом: отдельные производства имеют свои локальные очистные сооружения, аппаратное обеспечение которых учитывает специфику загрязнения и полностью или частично удаляет их, затем все локальные стоки направляются в емкости-усреднители, а из них на централизованную систему очистки до значений, установленных для предприятия предельно-допустимых сбросов. Возможны и иные варианты системы водоочистки в зависимости от конкретных условий.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые, жидкие и газообразные. По источнику образования отходы делятся на:



- 1) промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический лом, стружка, пластмассы, пыль, зола и т. д.);
- 2) биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства, отходы растениеводства и другие органические отходы), бытовые (в частности осадки коммунально-бытовых стоков);
- 3) радиоактивные.

Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и непрессуемые.

По токсичности отходы подразделяются на 5 классов токсичности:

- 1 – чрезвычайно опасные (бенз(а)пирен, сулема, цианид калия, хром (VI) и др.),
- 2 – высоко опасные (хлорид меди (II), нитрат свинца и др.),
- 3 – умеренно опасные (сульфат никеля и др.),
- 4 – малоопасные (хлорид кальция, диоксид марганца и др.),
- 5 – нетоксичные.

Отходы, которые в дальнейшем могут быть использованы в производстве, относятся к вторичным материальным ресурсам. Например, макулатура для производства бумаги; стеклянный бой – стекла; металлический лом – металла; зола, пыль, шлаки – строительных материалов и конструкций; отходы птицеводства и животноводства – органических удобрений; отработанные масла и нефтепродукты – производства масел и т.д. Для полного использования отходов в качестве вторичного сырья разработана их промышленная классификация, которая подразделяет, например лом и отходы металлов по физическим признакам на классы, по химическому составу – на группы и марки, по показателям качества – на сорта.



Важнейшим средством защиты человека и населения в целом является программа обращения с отходами, включающая в себя переработку, утилизацию и захоронение. При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения. Классификация отходов уже на стадии их сбора очень важна, так как позволяет существенно упростить и удешевить их дальнейшую переработку за счет исключения или сокращения расходов на их разделение.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны. Например, отработанные масла очищают от продуктов коррозии, абразивного износа, взвешенных частиц иного рода, продуктов термического разложения, вводят присадки и получают масла для повторного использования.

Отходы животноводства, птицеводства, осадки коммунально-бытовых сточных вод, не содержащие тяжелых металлов, могут быть переработаны и использованы в качестве экологически чистых удобрений. Для этого используются различные способы: биотехнологический (компостирование), химический (аэробный и анаэробно-аэробный), физический (термическая сушка). Отходы резино-технических изделий, в частности автомобильных шин, подвергают измельчению и вновь отправляют на изготовление этих изделий. Ртутные дуговые и люминесцентные лампы подвергают демеркуризации и получают ртуть.



Наиболее важным этапом в процессе последующей переработки и использования бытовых отходов является их разделение уже на стадии их сбора в местах образования, т. е. непосредственно в жилых зонах. Отходы должны разделяться на пищевые, бумагу, стекло, пластмассу и различные упаковки. Пищевые отходы в дальнейшем могут перерабатываться на корма и органические удобрения, бумажные отходы для производства бумажных изделий и т. д. Остро стоит проблема применения таких пластмасс и материалов упаковок, которые при сжигании не образывали бы токсичных веществ, в частности диоксинов, или разлагались в почве под действием естественных биологических процессов. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий рациональному использованию природных ресурсов, улучшению качества жизни и сохранения здоровья населения



Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию в качестве вторичных ресурсов (переработка которых сложна и экономически не выгодна или которые имеются в избытке), подвергаются захоронению на полигонах. Перед захоронением на полигоне отходы с высокой степенью влажности обезвоживаются. Прессуемые отходы целесообразно спрессовывать, а горючие – сжигать с целью снижения их объема и массы. При прессовании объем отходов уменьшается в 2...10 раз, а при сжигании – до 50 раз.

Сжигание в печах на мусоросжигательных заводах получило широкое распространение.. Существующие в настоящее время системы сжигания опасных отходов позволяют также использовать теплоту сжигания. Недостатком сжигания являются значительно большие издержки по сравнению с вывозом на свалку, сбросом в море и захоронением в отработанные шахты. При сжигании существуют также серьезные проблемы, связанные с образованием газообразных токсичных выбросов, поэтому мусоросжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле-, газоочистки.

Радикальное решение проблем защиты от промышленных отходов возможно при широком внедрении малоотходных технологий. Под малоотходной технологией понимается такая технология, при которой рационально используются все компоненты сырья и энергии в замкнутом цикле, т. е. минимизируется использование первичных природных ресурсов и образующиеся отходы. Малоотходные технологии должны предусматривать:



- 1) снижение материалоемкости изделий;
- 2) использование замкнутых циклов водоснабжения предприятий, при которых очищенные сточные воды вновь направляются в производство;
- 3) образующиеся отходы или уловленные газоочисткой вещества должны вновь использоваться при получении других изделий и товаров. Например, уловленные адсорберами растворители при регенерации вновь направляют в производство, из уловленного скрубберами диоксида серы получают товарную серную кислоту или чистую серу и т.д.

Средства индивидуальной защиты от вредных веществ на производстве

На всех особо вредных работах или работах, связанных с пребыванием в условиях повышенной температуры, влажности и/или повышенными концентрациями загрязняющих веществ, а также в случаях, вызываемых соображениями общественной гигиены, рабочим выдаются за счет предприятия специальная одежда и предохранительные приспособления (очки, маски, респираторы и т. п.).



При работе с химическими веществами применение индивидуальных средств защиты в ряде случаев имеет решающее значение для обеспечения безопасности труда: при ликвидации аварий, ремонтных работах внутри аппаратов, цистерн, резервуаров и в колодцах; при выполнении операций, связанных с выделением вредных газов, паров, пыли, дроблением твердых материалов (минералов, угля), розливом кислот и щелочей.

Индивидуальными средствами защиты от вредных (химических) веществ являются:

- 1) спецодежда (защитная одежда),
- 2) белье,
- 3) спецобувь,
- 4) головные уборы,
- 5) перчатки и рукавицы,
- 6) фартуки и пр.,
- 7) противогазы и респираторы,
- 8) защитные очки,
- 9) защитные пасты и мази для предупреждения профессиональных заболеваний кожи.



На производстве, где используются химические вещества, **спецодежда** имеет разнообразное назначение и в соответствии с этим изготавливается из различных материалов и разного покроя. Однако во всех случаях она должна надежно защищать от производственных вредностей, обеспечивать нормальную терморегуляцию организма, быть удобной, не стесняющей и хорошо очищаться от загрязнений. Пользование спецодеждой в производственных условиях обязательно. Спецодежда выдается работающим бесплатно и составляет собственность предприятия.

Выбор ткани для спецодежды осуществляется, исходя из ее назначения и экспериментальных данных об устойчивости к воздействию среды.

1) Хлопчатобумажные ткани

Хлопчатобумажные ткани применяют для спецодежды, защищающей от загрязнений и пыли. Лучшими при работах с раздражающими веществами являются ткани «усиленного сатинового переплетения» – молескины. Спецодежду из плотной хлопчатобумажной ткани применяют при работах с растворами щелочей, но от действия кислот эти ткани разрушаются; их нельзя также использовать (без предварительной обработки) для спецодежды, применяемой в условиях, когда возможно ее загорание.



2) Льняные ткани

Спецодежда из льняных тканей по сравнению со спецодеждой из хлопчатобумажной ткани воспламеняется труднее, поэтому ее применяют на горячих работах и в тех случаях, когда, имеется опасность загорания одежды. Структура брезентовой парусины, особенно после пропитки специальными составами, обуславливает ее водонепроницаемость. Это позволяет изготавливать из нее спецодежду для работы в сырых и мокрых условиях. Щелочи не оказывают значительного действия на льняные ткани и спецодежда из них применяется на работах с растворами щелочей. Кислоты разрушают эти ткани.



3) Шерстяные ткани

Шерстяные ткани обладают большей устойчивостью к действию кислот, чем хлопчатобумажные и льняные, и применяются для изготовления кислотозащитной одежды. Щелочи разрушают эти ткани. Грубошерстные ткани не способны гореть, и используются для спецодежды, применяемой на горячих работах.



4) Ткани со специальными пропитками

При работе с химическими веществами применяют также ткани со специальными пропитками, а также ткани из синтетических волокон (хлорина, винитрона, лавсана, нитрона, капрона), более устойчивых к воздействию агрессивных сред, чем ткани из натуральных волокон.

Хлорин, получаемый из хлорированного полихлорвинила, устойчив к действию кислот, щелочей и окислителей. Недостатками его являются: незначительная термостойкость (65–70°С), неустойчивость к действию света и атмосферных влияний, способность растворяться в некоторых органических растворителях.

Винитрон – модификация хлоритового волокна, устойчив к действию повышенной температуры (до 130° С).



Лавсан – полиэфирное волокно, устойчивое к действию кислот, окислителей, повышенной температуры, микроорганизмов и плесени. Разлагается крепкими щелочами при высоких температурах.

Нитрон, получаемый из полиакрилонитрила, устойчив к действию минеральных кислот средней концентрации, органических растворителей, бактерий, плесени, моли; термоустойчив (до 130° С). Капрон, получаемый из капролактама, отличается высокой эластичностью, прочностью на разрыв и истирание, устойчивостью к щелочам; минеральными кислотами разрушается.

Для предупреждения профессиональных заболеваний большое значение имеет личная гигиена работающих и санитарная обработка спецодежды. На каждом производстве предусматриваются производственно-бытовые помещения: гардеробные, душевые и т.д.



Спецодежду, загрязненную пылью, пропускают через обеспыливающие камеры, а влажную – через сушилки. В случае необходимости оборудуются специальные помещения для обезвреживания зараженной спецодежды.

Загрязненную спецодежду необходимо периодически стирать. Организация стирки в сроки, установленные для данного производства (и по мере надобности), возложена на администрацию предприятия.

Для **защиты кожи** рабочих, особенно открытых частей тела (лица, шеи, иногда рук), и профилактики кожных заболеваний, наряду с защитной одеждой и средствами личной гигиены, применяют различные защитные (барьерные) пасты, мази и специальные моющие и очищающие средства. Мази по своему назначению делятся на две группы:

- 1) для защиты от жиров и масел, нефтепродуктов, растворителей, лаков, смол, различных углеводородов и органических веществ;
- 2) для защиты от воды, водомасляных эмульсий, водных растворов кислот, щелочей, солей и других веществ.



Мази первой группы – гидрофильные вещества, легко смачиваемые водой и растворимые в ней. К ним относятся: пленкообразующие гидрофильные мази («невидимые перчатки») и др.

Мази второй группы содержат в основном гидрофобные вещества и защищают кожу от водных растворов вредных различных веществ. К ним относятся: цинкостеаратная мазь, защитный силиконовый крем для рук. Почти все мази после нанесения тонким слоем на кожный покров высыхают через несколько минут, препятствуя контакту кожи с вредными веществами. Невысыхающие мази заполняют поры кожи и образуют на ее поверхности тонкий защитный слой, препятствующий контакту веществ с кожей. Для удаления загрязненных и окрашивающих кожу веществ, трудно смываемых водой с мылом, применяют специальные моющие вещества и очистители кожи.

Применяются также синтетические моющие вещества (детергенты), имеющие ряд преимуществ перед мылом. Они отличаются высокими смачивающими, эмульгирующими и моющими свойствами и устойчивостью к кислотам и жесткой воде.

Очистка кожи от органических красителей и пигментов производится специальными составами.

Выдачу, хранение и применение профилактических мазей и моющих средств на производстве организует административно-технический персонал при участии и контроле медицинской службы предприятия.

При наличии в воздухе промышленных предприятий вредных веществ в виде газов, паров или аэрозолей (дым, туман, пыль) для защиты **органов дыхания** применяют противогазы или респираторы.



Все промышленные противогазы подразделяются на две основные группы: фильтрующие и изолирующие.

В фильтрующих противогазах, самоспасателях и респираторах вдыхаемый воздух очищается при прохождении его через специальные сорбенты (поглотители) и фильтры.

Фильтрующие противогазы, самоспасатели и респираторы могут служить для защиты органов дыхания в тех случаях, когда в окружающей атмосфере содержится не менее 16–18% кислорода, а концентрация вредных примесей не слишком велика и состав их известен.

Изолирующие устройства в отличие от фильтрующих полностью изолируют органы дыхания человека от окружающего воздуха. Поэтому их можно применять при недостатке кислорода в воздухе (менее 16%), при больших концентрациях вредных веществ, а также в тех случаях, когда состав вредных веществ неизвестен.

К изолирующим устройствам относятся: изолирующие противогазы, изолирующие самоспасатели, шланговые и линейные противогазы. Изолирующие противогазы состоят из лицевой части, дыхательного мешка и регенерирующего устройства.



Принцип действия изолирующего противогаза (или самоспасателя) состоит в том, что воздух, вдыхаемый и выдыхаемый человеком, проходит по замкнутой системе. Выдыхаемый воздух поступает в регенерирующее устройство. В одних регенерирующих устройствах CO_2 , содержащаяся в выдыхаемом воздухе в количестве 3–4 объемного %, а также пары воды поглощаются специальным поглотителем, а необходимое количество кислорода добавляется из баллончика. В других устройствах применяются специальные сорбенты, которые поглощают CO_2 и пары воды и одновременно выделяют требуемое количество кислорода.

Очищенный воздух собирается в резиновый дыхательный мешок и затем вдыхается человеком.

Изолирующий противогаз – сложный прибор со значительным весом (около 11 кг). Пользоваться ими могут только здоровые и хорошо обученные люди. Изолирующие самоспасатели построены по принципу изолирующих противогазов, но вместо лицевой части имеют за губник и носовой зажим. Например, изолирующие самоспасатели предназначены для защиты рабочих горнорудной промышленности и рассчитаны на 60 мин при работе средней тяжести. Вес самоспасателя около 4 кг. При использовании изолирующих устройств необходимо строго выполнять инструкции по пользованию ими и хранению.



Как фильтрующие, так и изолирующие противогазы обеспечивают защиту только органов дыхания, лица и глаз. Поэтому при наличии в воздухе вредных веществ, действующих на кожу или через кожу, необходимо пользоваться, кроме того, и соответствующей защитной одеждой.

При работе с химическими веществами возможны ожоги глаз брызгами раскаленных, расплавленных и нагретых до высокой температуры веществ, ожоги горячими парами и газами. Большую опасность для глаз представляют щелочи, а также кислоты, особенно азотная. Ряд веществ раздражающего действия (хлор, аммиак, акролеин, сернистые соединения, формальдегид и др.) вызывают воспалительные процессы разной длительности и тяжести.

Для защиты от химических ожогов глаз применяются следующие средства защиты

Спасибо за внимание!
