

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра химии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.08 Химия

Направление подготовки: 20.04.01 Техносферная безопасность

Профиль образовательной программы: Система управления рисками ЧС

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|-------------|--|
| 1. | Конспект лекций |
| 1.1 | Лекция № 1 Химические характеристики наиболее распространенных газообразных, жидких и твердых загрязнителей окружающей среды..... |
| 1.2 | Лекция № 2 Предупреждение и пресечение нарушений в области химической безопасности. |
| 1.3 | Лекция № 3 Подготовка и обучение производственного персонала и населения |
| 2. | Методические указания по выполнению лабораторных работ |
| 2.1 | Лабораторная работа № ЛР-1 Химические реакции в неорганических системах |
| 2.2 | Лабораторная работа № ЛР-2 Химические реакции органических соединений |
| 2.3 | Лабораторная работа № ЛР-3 Реакции образования аэрозолей |
| 2.4 | Лабораторная работа № ЛР-4 Воздействие химических загрязнителей на атмосферу, гидросферу, почву, материалы |
| 2.5 | Лабораторная работа № ЛР-5 Выбросы и сбросы вредных веществ в окружающую среду |
| 2.6 | Лабораторная работа № ЛР-6 Обнаружение токсичных химических веществ |
| 2.7 | Лабораторная работа № ЛР-7 Проведение замеров вредных выбросов химических веществ, меры по утилизации |
| 2.8 | Лабораторная работа № ЛР-8 Обеспечение безопасности перевозки опасных грузов и токсичных химических веществ |
| 2.9 | Лабораторная работа № ЛР-9 Оценка химической обстановки на объектах и руководство в проведении мероприятий при взаимодействии с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях по ликвидации химических аварий |
| 2.10 | Лабораторная работа № ЛР-10 Осуществление мероприятий по обучению неработающего населения правилам поведения при угрозе и возникновении химических аварий, использования средств индивидуальной защиты |

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция №1 (1,5 часа)

Тема: «Химические характеристики наиболее распространенных газообразных, жидких и твердых загрязнителей окружающей среды»

1.1.1 Вопросы лекции:

- 1 Химические реакции в неорганических системах
- 2 Химические реакции органических соединений
- 3 Реакции образования аэрозолей
- 4 Воздействие химических загрязнителей на атмосферу, гидросферу, почву, материалы

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1 Химические реакции в неорганических системах

Классификацию химических реакций в неорганической химии осуществляют на основании различных классифицирующих признаков, сведения о которых приведены в таблице ниже.



По изменению степени окисления элементов

Первый признак классификации — по изменению степени окисления элементов, образующих реагенты и продукты. а) окислительно-восстановительные б) без изменения степени окисления. Окислительно-восстановительными называют реакции, сопровождающиеся изменением степеней окисления химических элементов, входящих в состав реагентов. К окислительно-восстановительным в неорганической химии относятся все реакции замещения и те реакции разложения и соединения, в которых участвует хотя бы одно простое вещество. К реакциям, идущим без изменения степеней окисления элементов, образующих реагенты и продукты реакции, относятся все реакции обмена.

По числу и составу реагентов и продуктов

Химические реакции классифицируются по характеру процесса, т.е по числу и составу реагентов и продуктов.

Реакциями соединения называют химические реакции, в результате которых сложные молекулы получаются из нескольких более простых, например:



Реакциями разложения называют химические реакции, в результате которых простые молекулы получаются из более сложных, например:



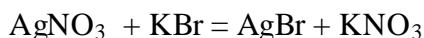
Реакции разложения можно рассматривать как процессы, обратные соединению.

Реакциями замещения называют химические реакции, в результате которых атом или группа атомов в молекуле вещества замещается на другой атом или группу атомов, например:



Их отличительный признак — взаимодействие простого вещества со сложным. Такие реакции есть и в органической химии. Однако понятие «замещение» в органике шире, чем в неорганической химии. Если в молекуле исходного вещества какой-либо атом или функциональная группа заменяются на другой атом или группу, это тоже реакции замещения, хотя с точки зрения неорганической химии процесс выглядит как реакция обмена — обмена (в том числе и нейтрализации).

Реакциями обмена называют химические реакции, протекающие без изменения степеней окисления элементов и приводящие к обмену составных частей реагентов, например:

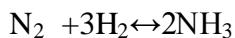


По возможности протекать в обратном направлении

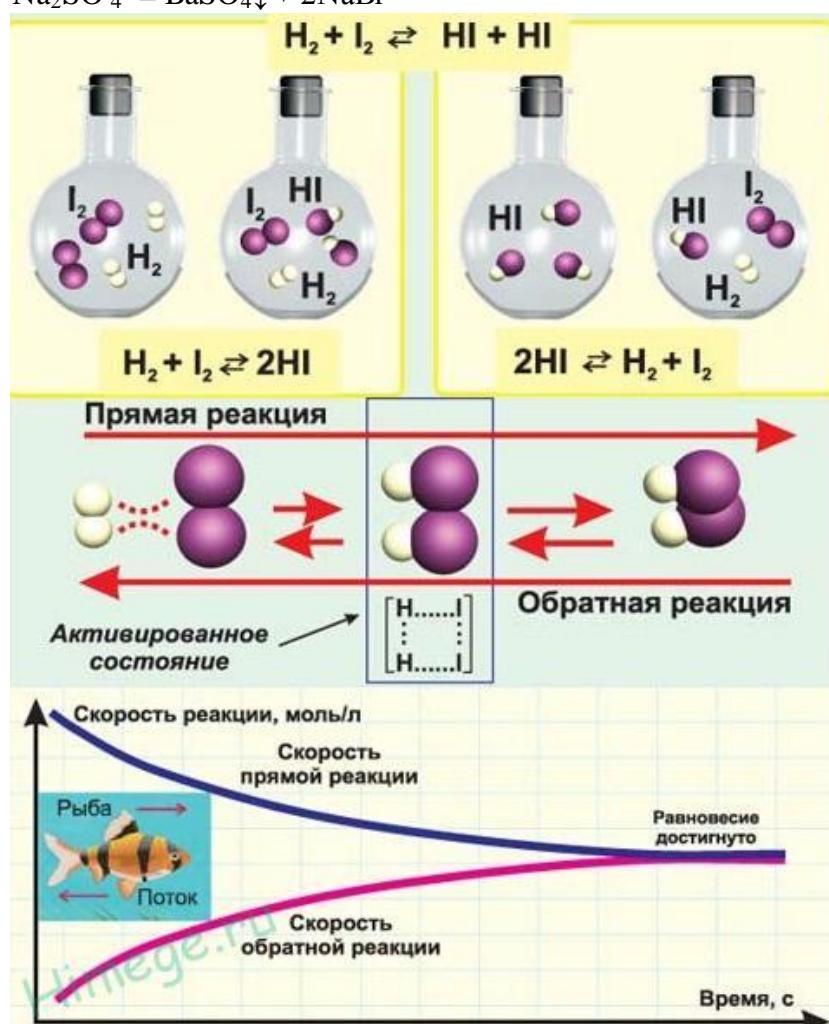
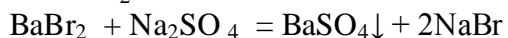
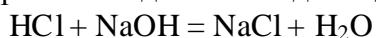
По возможности протекать в обратном направлении — обратимые и необратимые.

Обратимыми называют химические реакции, протекающие при данной температуре одновременно в двух противоположных направлениях с соизмеримыми

скоростями. При записи уравнений таких реакций знак равенства заменяют противоположно направленными стрелками. Простейшим примером обратимой реакции является синтез аммиака взаимодействием азота и водорода:



Необратимыми называют реакции, протекающие только в прямом направлении, в результате которых образуются продукты, не взаимодействующие между собой. К необратимым относят химические реакции, в результате которых образуются малодиссоциированные соединения, происходит выделение большого количества энергии, а также те, в которых конечные продукты уходят из сферы реакции в газообразном виде или в виде осадка, например:

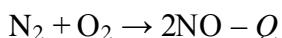


По тепловому эффекту

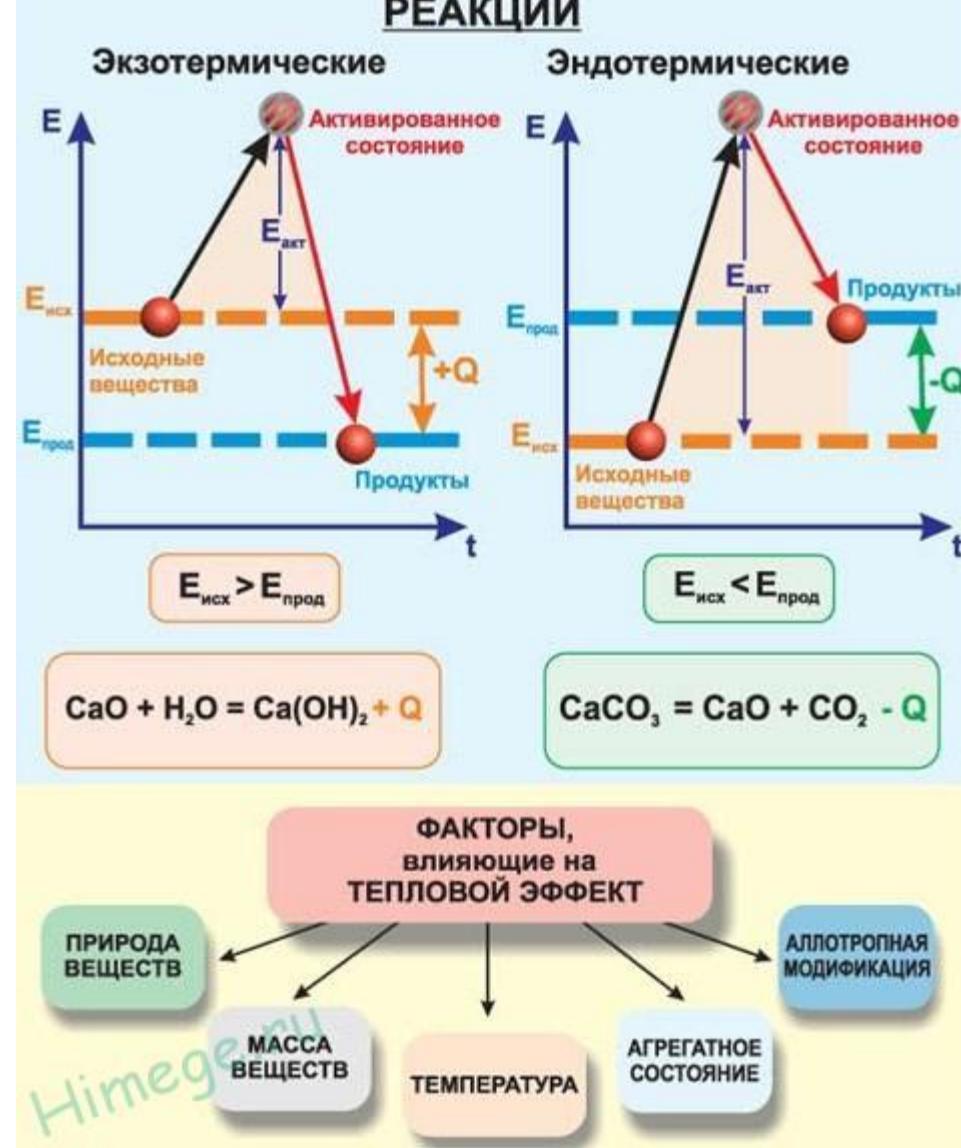
Экзотермическими называют химические реакции, идущие с выделением теплоты. Условное обозначение изменения энталпии (теплосодержания) ΔH , а теплового эффекта реакции Q . Для экзотермических реакций $Q > 0$, а $\Delta H < 0$.

Эндотермическими называют химические реакции, идущие с поглощением теплоты. Для эндотермических реакций $Q < 0$, а $\Delta H > 0$.

Реакции соединения как правило будут реакциями экзотермическими, а реакции разложения — эндотермическими. Редкое исключение — реакция азота с кислородом — эндотермическая:



РЕАКЦИИ



По фазе

Гомогенными называют реакции, протекающие в однородной среде (однородные вещества, в одной фазе, например г-г, реакции в растворах).

Гетерогенными называют реакции, протекающие в неоднородной среде, на поверхности соприкосновения реагирующих веществ, находящихся в разных фазах, например, твердой и газообразной, жидкой и газообразной, в двух несмешивающихся жидкостях.

По использованию катализатора

Катализатор – вещество ускоряющее химическую реакцию.

Каталитические реакции протекают только в присутствии катализатора (в том числе и ферментативные).

Некаталитические реакции идут в отсутствие катализатора.

По типу разрыва связей

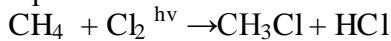
По типу разрыва химической связи в исходной молекуле различают гомолитические и гетеролитические реакции.

Гомолитическими называются реакции, при которых в результате разрыва связей образуются частицы, имеющие неспаренный электрон — свободные радикалы.

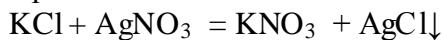
Гетеролитическими называют реакции, протекающие через образование ионных частиц — катионов и анионов.

- гомолитические (равный разрыв, каждый атом по 1 электрону получает)
- гетеролитический (неравный разрыв – одному достается пара электронов)

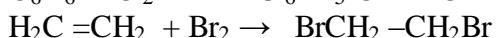
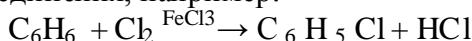
Радикальными (цепными) называют химические реакции с участием радикалов, например:



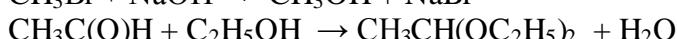
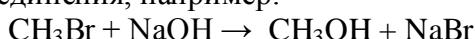
Ионными называют химические реакции, протекающие с участием ионов, например:



Электрофильными называют гетеролитические реакции органических соединений с электрофилами — частицами, несущими целый или дробный положительный заряд. Они подразделяются на реакции электрофильного замещения и электрофильного присоединения, например:



Нуклеофильными называют гетеролитические реакции органических соединений с нуклеофилами — частицами, несущими целый или дробный отрицательный заряд. Они подразделяются на реакции нуклеофильного замещения и нуклеофильного присоединения, например:



2 Химические реакции органических соединений

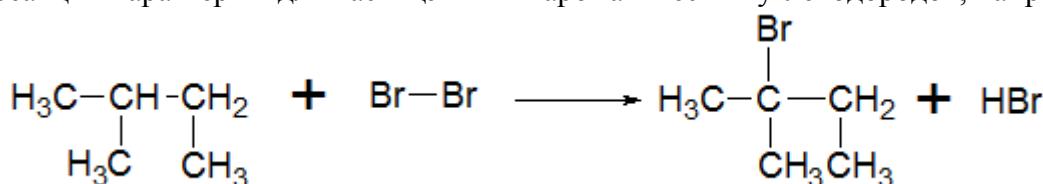
При протекании химических реакций происходит разрыв одних и возникновение других связей. Химические реакции условно делят на органические и неорганические. Органическими реакциям принято считать реакции, в которых, по крайней мере, одно из реагирующих веществ является органическим соединением, изменяющим свою молекулярную структуру в процессе реакции. Отличием органических реакций от неорганических является то, что, как правило, в них участвуют молекулы. Скорость таких реакций низка, а выход продукта обычно составляет всего лишь 50-80 %. Для повышения скорости реакции применяют катализаторы, повышают температуру или давление. Далее рассмотрим типы химических реакций в органической химии.

Классификация по характеру химических превращений

- Реакции замещения
- Реакции присоединения
- Реакция элиминирования (отщепления)
- Реакция изомеризации и перегруппировка
- Реакции окисления
- Реакции конденсации и поликонденсации
- Реакции разложения

Реакции замещения

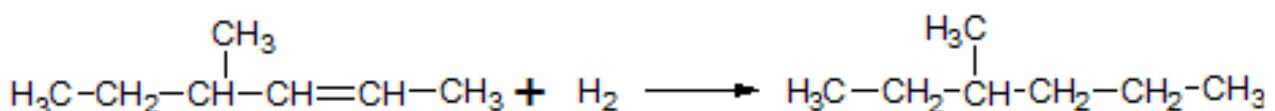
В ходе реакций замещения один атом или группа атомов в начальной молекуле замещается на иные атомы или группы атомов, образуя новую молекулу. Как правило, такие реакции характерны для насыщенных и ароматических углеводородов, например:



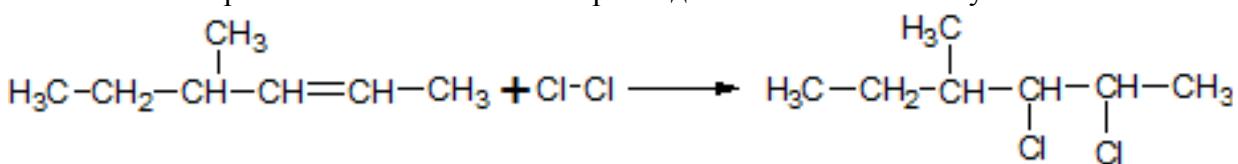
Реакции присоединения

При протекании реакций присоединения из двух или более молекул веществ образуется одна молекула нового соединения. Такие реакции характерны для ненасыщенных соединений. Различают реакции гидрирования (восстановления), галогенирования, гидрогалогенирования, гидратации, полимеризации и т.п.:

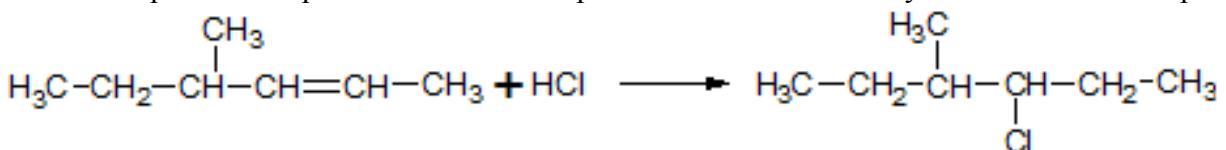
1. Гидрирование – присоединение молекулы водорода:



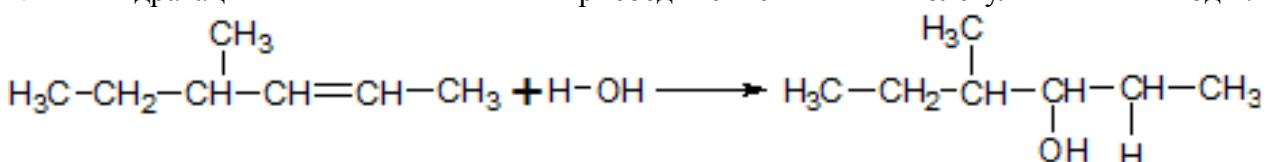
2. Галогенирование — присоединение молекулы галогена:



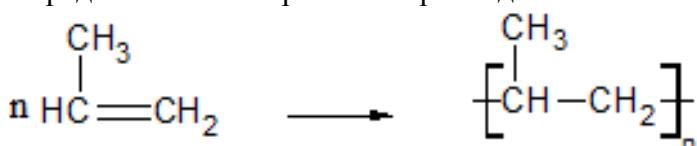
3. Гидрогалогенирование — присоединение молекулы галогенводорода:



4. Гидратация — присоединение молекулы воды:

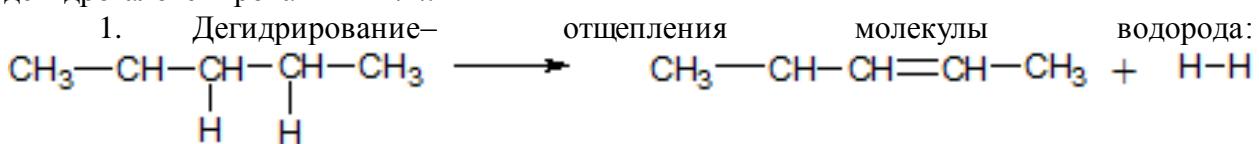


5. Полимеризация — образование высокомолекулярного соединения посредством многократного присоединения низкомолекулярного соединения, например:

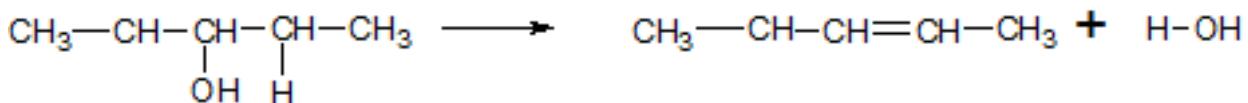


Реакция элиминирования (отщепления)

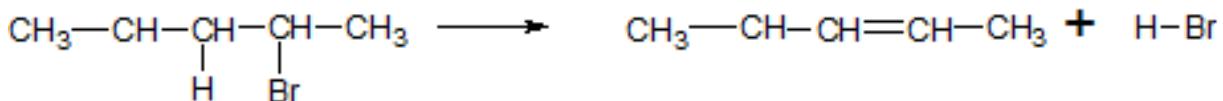
В результате реакций отщепления органические молекулы теряют атомы или группы атомов, и образуется новое вещество, содержащее одну или несколько кратных связей. К реакциям элиминирования относятся реакции дегидрирования, дегидратации, дегидрогалогенирования и т.п.:



2. Дегидратация — отщепление молекулы воды:



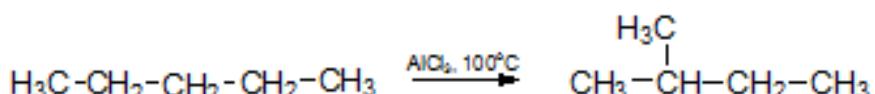
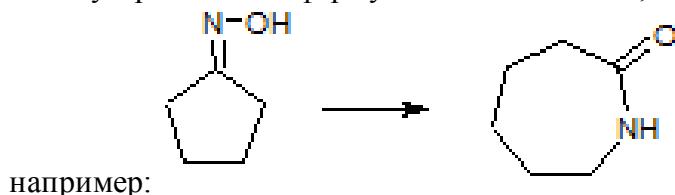
3. Дегидрогалогенирования — отщепления молекулы галогенводородов:



Реакции изомеризации и перегруппировки

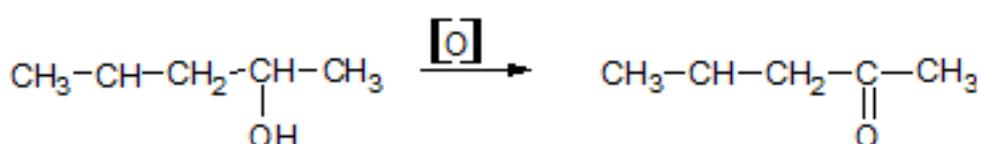
В ходе таких реакций происходит внутримолекулярная перестройка, т.е. переход атомов или групп атомов с одного участка молекулы в другое без изменения

молекулярной формулы вещества, участвующего в реакции,



Реакции окисления

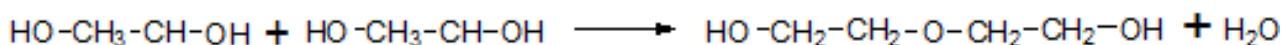
В результате воздействия окисляющего реагента происходит повышение степени окисления углерода в органическом атоме, молекуле или ионе процесс за счет отдачи электронов, вследствие чего образуется новое



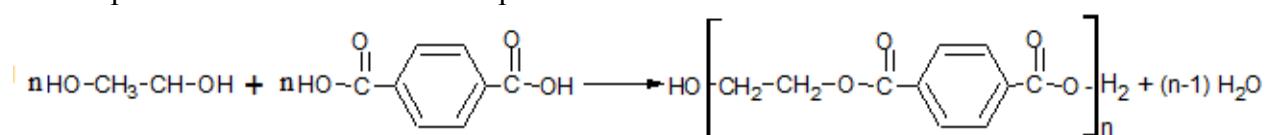
соединение:

Реакции конденсации и поликонденсации

Заключаются во взаимодействии нескольких (двух и более) органических соединений с образованием новых C-C связей и низкомолекулярного соединения:

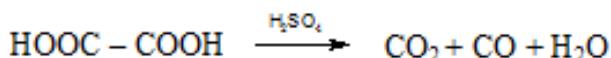


Поликонденсация – образование молекулы полимера из мономеров, содержащих функциональные группы с выделением низкомолекулярного соединения. В отличие от реакции полимеризации, в результате которых образуется полимер, имеющий состав, аналогичный мономеру, в результате реакций поликонденсации состав образованного полимера отличается от его мономера:



Реакции разложения

Это процесс расщепления сложного органического соединения на менее сложные или простые вещества:



Классификация химических реакций по механизмам

Протекание реакций с разрывом ковалентных связей в органических соединениях возможно по двум механизмам (т.е. путям, приводящему к разрыву старой связи и образованию новой) – *гетеролитическому (ионному)* и *гомолитическому (радикальному)*.

Гетеролитический (ионный) механизм

В реакциях, протекающих по гетеролитическому механизму образуются промежуточные частицы ионного типа с заряженным атомом углерода. Частицы, несущие положительный

заряд называются карбкатионы, отрицательный – карбанионы. При этом происходит разрыв общей электронной пары, а ее переход к одному из атомов, с образованием иона:



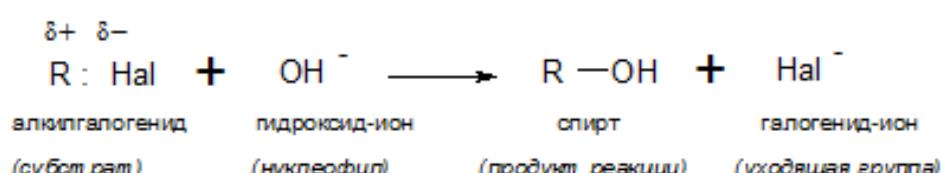
Склонность к гетеролитическому разрыву проявляют сильно полярные, например H–O, C–O и легко поляризуемые, например C–Br, C–I связи.

Реакции, протекающие по гетеролитическому механизму делят на нуклеофильные и электрофильные реакции. Реагент, располагающий электронной парой для образования связи называют нуклеофильным или электронодонорным. Например, HO^- , RO^- , Cl^- , RCOO^- , CN^- , R^- , NH_2 , H_2O , NH_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, алкены, арены.

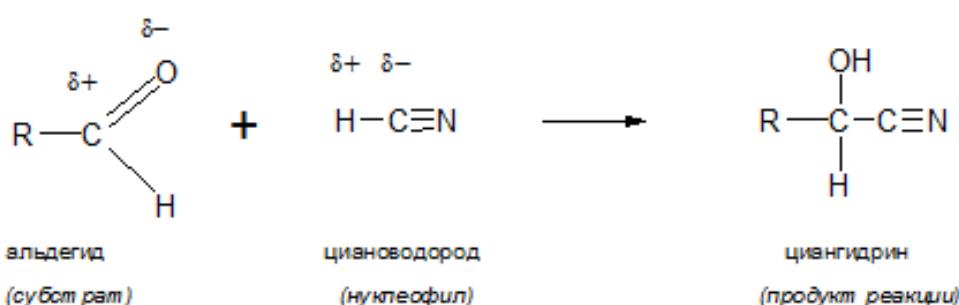
Реагент, имеющий незаполненную электронную оболочку и способные присоединить пару электронов в процессе образования новой связи называют электрофильным реагентом относятся следующие катионы: H^+ , R_3C^+ , AlCl_3 , ZnCl_2 , SO_3^- , BF_3 , $\text{R}-\text{Cl}$, $\text{R}_2\text{C}\equiv\text{O}$.

Реакции нуклеофильного замещения

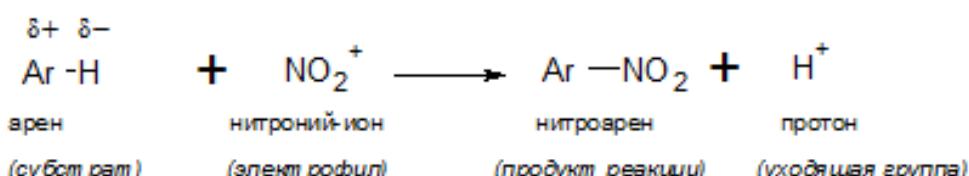
Характерны для алкил- и арилгалогенидов:



Реакции нуклеофильного присоединения



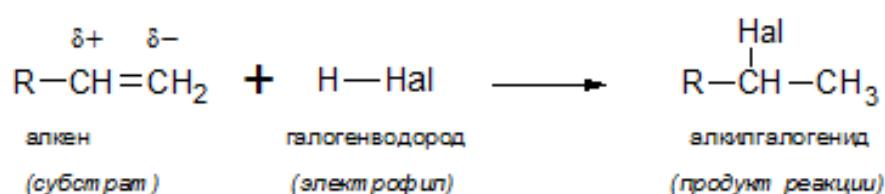
Реакции электрофильного замещения



Реакции

электрофильтного

присоединения



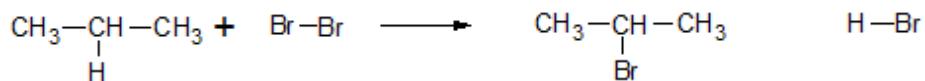
Гомолитический (радикальный) механизм

В реакциях, протекающих по гомолитическому (радикальному) механизму на первой стадии происходит разрыв ковалентной связи с образованием радикалов. Далее образовавшийся свободный радикал выступает в качестве атакующего реагента. Разрыв связи по радикальному механизму свойственен для неполярных или малополярных ковалентных связей (C–C, N–N, C–H).

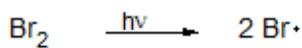
Различают реакции радикального замещения и радикального присоединения

Реакции радикального замещения

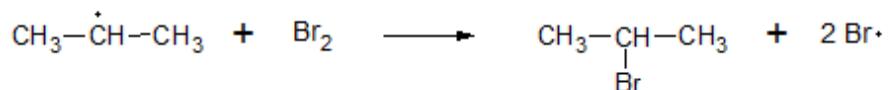
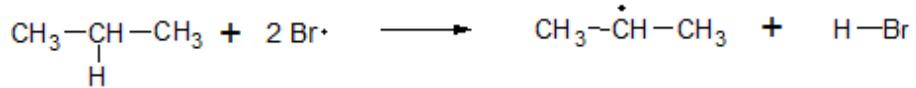
Характерны для алканов



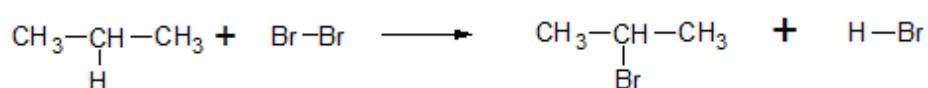
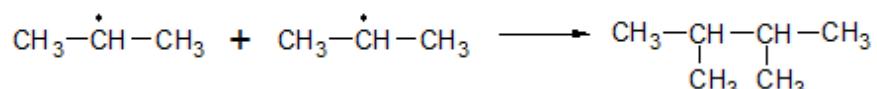
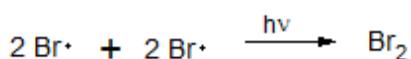
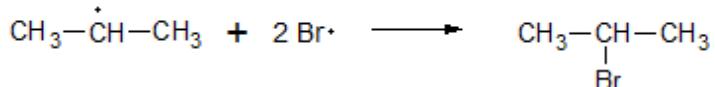
Инициирование



Развитие цепи



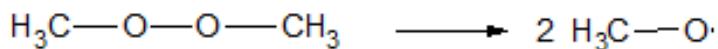
Обрыв цепи



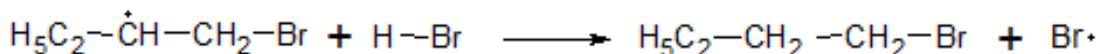
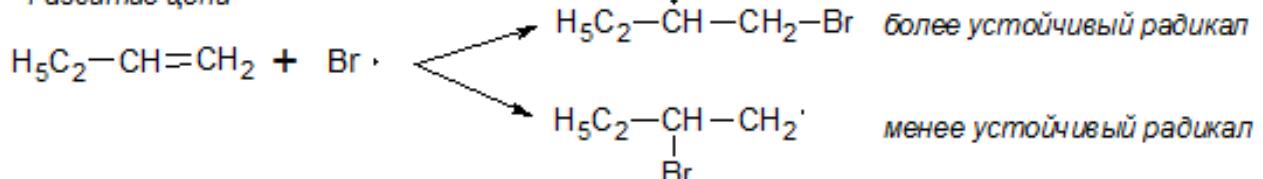
Реакции радикального присоединения

Характерны для алkenов и алкинов

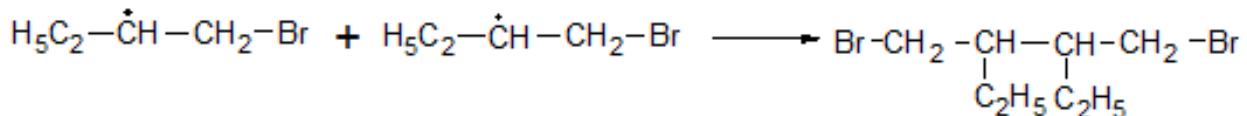
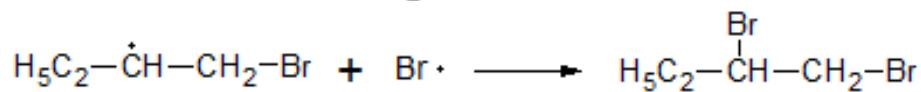
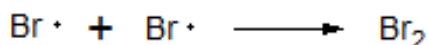
Инициирование



Развитие цепи



Обрыв цепи



3 Реакции образования аэрозолей

Атмосферный аэрозоль вдали от мощных источников, как естественных (извержений вулканов, пыльных бурь, лесных пожаров), так и антропогенных (промышленных центров) принято называть фоновым. Можно выделить три основных компонента фонового аэрозоля.

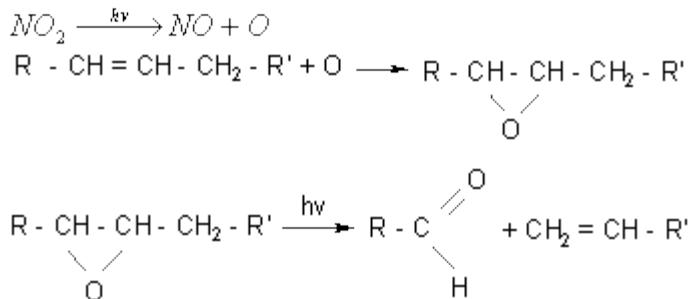
Первый называют континентальным. Это частицы горных пород, почвы, мельчайшие песчинки, сдуваемые ветром. Они имеют размер от нескольких микрон до десятков микрон и всегда содержат кремний и алюминий, что позволяет сделать вывод об их происхождении.

Другой важнейший компонент – морской, который поставляет в фоновый аэрозоль частицы морской соли. Именно эти частицы играют роль ядер конденсации, на которых образуются облачные капли. При волнении моря поверхность воды покрывается пузырьками пены, которые при разрушении оболочки пузырька превращаются примерно в 2000 капелек морской воды диаметром около микрона. При высыхании этих капелек остаются частицы морской соли радиусом менее 0,1 мкм, которые и образуют ядра конденсации.

Для морских аэрозолей характерно содержание элементов, входящих в состав морской соли. Это, в первую очередь, натрий, магний, хлор, бром в определенных соотношениях.

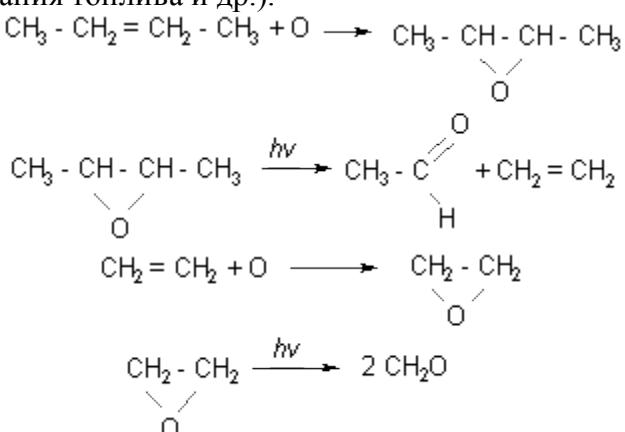
Третий компонент фонового аэрозоля образуется в результате химических и фотохимических реакций веществ, выделяемых растениями с некоторыми компонентами атмосферного воздуха, в первую очередь, с оксидами азота, возникающими при грозовых разрядах. Голубая дымка над вершинами деревьев в тихую солнечную погоду представляет собой естественный фотохимический смог – аэрозоль, образованный в результате конденсации продуктов химических реакций, выделяемых растениями летучих

веществ, например, терпинолов и α -пиненов, содержащих в своем составе двойные C = C-связи с оксидами азота:



В результате этих процессов образуются предельные и непредельные кислородосодержащие соединения, которые являются центром появления аэрозольных частиц.

По схожему механизму протекает окисление углеводородов, попадающих в окружающую среду в результате деятельности человека (выхлопы автомобилей, остатки от сгорания топлива и др.):



При этом образуются альдегиды (ацетальдегид, формальдегид и др.), которые характерны для фотохимического смога.

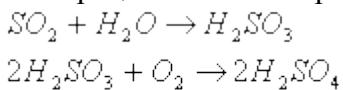
Частицы естественных смогов определяют прозрачность атмосферы в наименее загрязненных районах планеты. Они имеют размер до 0,1 мкм. Несколько более крупные частицы образуются при лесных пожарах. Поэтому аэрозоли лесных пожаров тоже можно считать постоянным компонентом атмосферы. Их влияние на оптику атмосферы может быть очень значительным, поскольку частицы продуктов горения дерева состоят в значительной мере из сажи, обладающей способностью сильно поглощать видимое излучение.

Извержения вулканов могут быть весьма существенным источником атмосферного аэрозоля. Одно большое извержение вулкана может выбросить в атмосферу 10^9 т аэрозолей. При извержении вулканов из кратера выбрасывается громадное количество пылевидного вещества. Этот «вулканический пепел» образуется в результате застывания мельчайших брызг расплавленной магмы, уносимых вырывающимися из кратера газами.

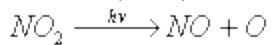
Помимо аэрозолей вулкан выбрасывает большое количество газов, способных к химическим превращениям с образованием конденсирующихся продуктов, в первую очередь, диоксида серы (SO_2).

Он может растворяться в капельках воды, образуя серную кислоту (H_2SO_4). Кроме того, сухие аэрозольные частицы могут катализировать окисление SO_2 в SO_3 с последующей гидратацией в серную кислоту.

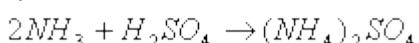
Эти процессы можно представить следующей схемой:



Существует и другой механизм превращения SO_2 в серную кислоту, который протекает под воздействием солнечного излучения. Начинается этот процесс с фотолиза диоксида азота (NO_2), постоянно присутствующего в атмосфере:



Окисление SO_2 в SO_3 протекает в присутствии соответствующего катализатора, в качестве которого выступают ионы тяжелых металлов. Поэтому вулканические извержения образуют аэрозоли серной кислоты. Однако в большинстве своем эти капельки серной кислоты превращаются в частицы сульфата аммония, поскольку в атмосфере всегда есть аммиак, возникающий в результате разложения органических веществ:



Важным источником поступления аэрозолей в верхнюю атмосферу (астрозоли) являются метеориты и межпланетная пыль. Метеориты сгорают или испаряются на высотах ниже 100 км, благодаря чему образуется конденсационный аэрозоль, содержащий оксиды железа, никеля, кремния и другие соединения. Общее поступление метеоритной пыли в атмосферу оценивается в 104 – 108 т/год.

Главным источником антропогенных аэрозолей является процесс горения, при этом образуются первичные и вторичные аэрозоли, т.е. образующиеся непосредственно

в пламени или уже в атмосфере в результате конденсации продуктов химических превращений газообразных веществ, выделяющихся при горении.

Первичные аэрозоли – это сажа и частицы летучей золы. Зола содержит почти все элементы таблицы Менделеева.

Автомобильный транспорт генерирует еще один вид аэрозолей с не очень большим выходом по массе, но крайне опасным по воздействию на человеческий организм. Дело в том, что для повышения возможной степени использования топлива в бензин добавляют антидетонационную добавку – тетраэтилсвинец ($(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$). При горении топлива это вещество превращается в диоксид свинца (PbO_2), образующий аэрозольные частицы, вылетающие из выхлопных труб автомобилей. Свинец очень токсичен, а автомобильный транспорт в крупных городах выбрасывает десятки, а то и сотни тонн свинцового аэрозоля ежесуточно.

Энергетика и транспорт дают 2/3 общего количества первичных антропогенных аэрозолей. Хотя это количество и мало по сравнению с поступающими из природных источников, антропогенные аэрозоли образуют концентрированные облака над промышленными центрами.

Первичные аэрозоли выбрасывают металлургические предприятия – они образуются при обжиге руды и плавке металлов и состоят из оксидов металлов, в том числе и тяжелых.

Генерация вторичных аэрозолей является результатом технологической деятельности человека. Любое топливо в большей или меньшей степени содержит серу, значит, при горении образуется диоксид серы. Горение всегда сопровождается частичным вовлечением в процесс окисления атмосферного азота, в результате чего образуются оксид и диоксид азота. Естественно, образуются и оксиды углерода. Кроме того, в атмосферу поступают продукты неполного сгорания топлива, в частности углеводороды, являющиеся составными частями бензина. Реакции между этими веществами ведут к образованию аэрозолей серной и азотной кислот, или аммиачных солей этих кислот.

4 Воздействие химических загрязнителей на атмосферу, гидросферу, почву, материалы

Одним из последствий деятельности человека на Земле является загрязнение окружающей среды. Заводской дым, выхлопы автомобилей, опасные выбросы при пожарах — все это отравляет воздух. В моря, реки и озера с заводов и ферм постоянно сливаются опасные для жизни человека и животных химикаты. Земля загрязнена свалками, ядерными отходами и прочим мусором нашей цивилизации.

Загрязняющие вещества (загрязнители) — это вещества антропогенного происхождения, поступающие в окружающую среду в количествах, превышающих природный уровень их поступления.

Виды загрязнений:

Биологическое — загрязнителем являются не свойственные экосистеме организмы. Наиболее известный пример — бесконтрольно расплодившиеся в Австралии кролики.

Микробиологическое

Механическое — загрязнение химически инертным мусором, протаптывание тропинок и прочее механическое воздействие на среду.

Космический мусор

Химическое — загрязнителем являются вредные химические соединения.

Аэрозольные загрязнения — загрязнитель-аэрозоль (система маленьких частиц)

Физическое

Тепловое — излишний нагрев среды.

Световое — излишнее освещение. См. также *Движение за тёплое небо*.

Шумовое

Электромагнитное — загрязнение радиоэфира; может мешать как жизнедеятельности некоторых организмов, так и радиоприёму.

Радиоактивное — превышение естественного радиоактивного фона.

Визуальное загрязнение — порча естественных пейзажей постройками, проводами, мусором, шлейфами самолётов и т. д.

Загрязнение почв — вид антропогенной деградации почв, при которой содержание химических веществ в почвах, подверженных антропогенному воздействию, превышает природный региональный фоновый уровень их содержания в почвах.

Основными загрязнителями почвы являются пестициды, применяемые для борьбы с сорняками. Ежегодное применение пестицидов в сельском хозяйстве в РФ в период с 1980 по 1991 гг. находилось на одном уровне и составляло примерно 150 тыс. т, а в 1992 г. снизилось до 100 тыс. т.

Почвы вокруг больших городов и крупных предприятий цветной и чёрной металлургии, химической и нефтехимической промышленности, машиностроения, ТЭС на расстоянии в несколько десятков километров загрязнены тяжёлыми металлами, нефтепродуктами, соединениями свинца, серы и другими токсичными веществами.

Загрязнение почв нефтью в местах её добычи, переработки, транспортировки и распределения превышает фоновое в десятки раз.

Огромные площади поверхности Земли загрязнены отходами жизнедеятельности человека. Многие из отходов токсичны, опасны для жизни животных и человека. Ученые подсчитали, что за год один городской житель выбрасывает одну тонну мусора.

Загрязнение пресных вод — попадание различных загрязнителей в воды рек, озер, подземные воды. Происходит при прямом или непрямом попадании загрязнителей в воду в отсутствие адекватных мер по очистке и удалению вредных веществ.

В большинстве случаев загрязнение пресных вод остаётся невидимым, поскольку загрязнители растворены в воде. Но есть и исключения: пенящиеся моющие средства, а также плавающие на поверхности нефтепродукты и неочищенные стоки.

Ежегодно в водные бассейны попадают тысячи химических веществ с непредсказуемым действием, многие из которых представляют собой новые химические соединения. В воде могут быть обнаружены повышенные концентрации токсичных тяжелых металлов (как кадмия, ртути, свинца, хрома), пестициды, нитраты и фосфаты,

нефтепродукты, поверхностно-активные вещества (ПАВы). Как известно, ежегодно в моря и океаны попадает до 12 млн тонн нефти.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 80 % заболеваний в мире вызваны неподобающим качеством и антисанитарным состоянием воды. В сельской местности проблема качества воды стоит особенно остро — около 90 % всех сельских жителей в мире постоянно пользуются для питья и купания загрязненной водой.

Загрязнители попадают в пресную воду различными путями: в результате несчастных случаев, намеренных сбросов отходов, проливов и утечек.

Крупнейший потенциальный источник загрязнения — фермерские хозяйства, занимающие в Англии и Уэльсе почти 80 % земель. Часть покрывающего почву необработанного навоза животных проникает в источники пресной воды.

Всё большую угрозу для пресноводных водоёмов представляют стоки, сбрасываемые рыбоводческими хозяйствами, ввиду широкого применения ими фармацевтических средств борьбы с болезнями рыб.

Все большую актуальность приобретает загрязнение подземных вод. С помощью современных технологий человек все интенсивнее использует подземные воды, истощая и загрязняя их. Вокруг городов бурно развивается частное строительство жилья и мелких предприятий, с автономным водоснабжением. По разным причинам, подавляющее большинство скважин эксплуатируется без соблюдения правил пользования такими источниками воды. Это приводит к быстрому локальному загрязнению подземных вод региона.

Загрязнение атмосферы — привнесение в атмосферный воздух новых нехарактерных для него физических, химических и биологических веществ или изменение их естественной концентрации.

По источникам загрязнения выделяют два вида загрязнения атмосферы:

естественное
искусственное

По характеру загрязнителя загрязнение атмосферы бывает трех видов:

физическое — механическое (пыль, твердые частицы), радиоактивное (радиоактивное излучение и изотопы), электромагнитное (различные виды электромагнитных волн, в т.ч. радиоволны), шумовое (различные громкие звуки и низкочастотные колебания) и тепловое загрязнение (например, выбросы теплого воздуха и т.п.)

химическое — загрязнение газообразными веществами и аэрозолями. На сегодняшний день основные химические загрязнители атмосферного воздуха это оксид углерода (IV), оксиды азота, диоксид серы, углеводороды, альдегиды, тяжёлые металлы (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr), аммиак, атмосферная пыль и радиоактивные изотопы

биологическое — в основном загрязнение микробной природы. Например, загрязнение воздуха вегетативными формами и спорами бактерий и грибов, вирусами, а также их токсинами и продуктами жизнедеятельности.

Источники:

природные (естественные загрязнители минерального, растительного или микробиологического происхождения, к которым относят извержения вулканов, лесные и степные пожары, пыль, пыльцу растений, выделения животных и др.)

искусственные (антропогенные), которые можно разделить на несколько групп:

транспортные - загрязнители, образующиеся при работе автомобильного, железнодорожного, воздушного, морского и речного транспорта; *производственные* - загрязнители, образующиеся как выбросы при технологических процессах, отоплении; *бытовые* - загрязнители, обусловленные сжиганием топлива в жилом секторе и переработкой бытовых отходов. По составу антропогенные источники загрязнения атмосферы также можно разделить на несколько групп:

механические загрязнители - пыль цементные заводов, пыль от сгорания угля в котельных, топках и печах, сажа от сгорания нефти и мазута, истирающиеся автопокрышки и т.д.; *химические загрязнители*- пылевидные или газообразные вещества , способные вступать в химические реакции; *радиоактивные загрязнители*.

Основные загрязнители:

Оксид углерода
Оксиды азота
Диоксид серы
Углеводороды
Альдегиды
Тяжёлые металлы (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr)
Аммиак
Атмосферная пыль
Радиоактивные изотопы

1. 2 Лекция № 2 (2 часа)

Тема: «Предупреждение и пресечение нарушений в области химической безопасности»

1.1.1 Вопросы лекции:

- 1 Выбросы и сбросы вредных веществ в окружающую среду
- 2 Обнаружение токсичных химических веществ
- 3 Проведение замеров вредных выбросов химических веществ, меры по утилизации.
- 4 Обеспечение безопасности перевозки опасных грузов и токсичных химических веществ

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1 Выбросы и сбросы вредных веществ в окружающую среду

Исходными событиями, которые, развиваясь во времени, в конечном счёте могут привести к вредным воздействиям на человека и окружающую среду, являются выбросы и сбросы различных предприятий.

Эти выбросы делят на газовые и аэрозольные, выбрасываемые в атмосферу через трубу, и жидкие сбросы, в которых вредные примеси присутствуют в виде растворов или мелкодисперсных смесей, попадающие в водоемы. Возможны и промежуточные ситуации, как при некоторых авариях, когда горячая вода выбрасывается в атмосферу и разделяется на пар и воду.

Выбросы могут быть как постоянными, находящимися под контролем эксплуатационного персонала, так и аварийными, залповыми. Включаясь в многообразные движения атмосферы, поверхностных и подземных потоков, радиоактивные и токсические вещества распространяются в окружающей среде, попадают в растения, в организмы животных и человека.

2 Обнаружение токсичных химических веществ

В настоящее время для анализа остатков химических веществ в объектах окружающей среды и биологическом материале используют современные физико-химические методы, такие, как тонкослойную и газожидкостную хроматографию, ультрафиолетовую, инфракрасную и атомно-абсорбционную спектрометрию, массспектрометрию и хромас-спектрометрию.

Современные методы исследования должны быть по возможности специфичными, т. е. позволяли бы открывать искомое вещество в присутствии других аналогичных соединений, быть достаточно чувствительными и позволяли бы определять миллионные доли вещества в 1 кг субстрата. Особенно это важно для методов, предназначенных для санитарной оценки кормов и продуктов животноводства, а также для изучения динамики остатков пестицидов в воде, растениях и организме животных.

Степень определения химических токсикантов должна составлять не менее 60 % от количества стандартного вещества, внесенного в пробу. Методы должны быть удовлетворительно точными (не менее $\pm 20\%$) и хорошо воспроизводимыми.

Методы определения токсических веществ в патологическом материале, объектах окружающей среды, кормах и продуктах питания животного происхождения включают в себя выделение токсического вещества из пробы. Выделение яда из пробы может быть проведено путем мокрого или сухого озоления, отгонки с водяным паром или же экстракцией одним или несколькими органическими растворителями.

Сухое озление проводят под действием высокой температуры (до 500 °C) в муфельной печи. Этот метод в основном используют для выделения металлов.

Мокрое озление применяют значительно чаще и проводят при помощи концентрированных неорганических кислот, чаще всего смеси азотной, серной кислот и окислителей.

Выделение токсических веществ методом отгонки с водяным паром или дистилляции используют для легколетучих химических соединений. Сущность метода заключается в том, что пробу тщательно измельчают до кашицеобразного состояния или же разрушают неорганической кислотой, разбавляют водой, а затем воду перегоняют, нагревая колбу или подавая в нее пар от парообразователя. Токсические вещества переводятся в дистиллят.

Чаще других в ветеринарной практике выделяют токсические вещества путем их экстракции из пробы органическими растворителями. Для этого пробу тщательно измельчают, помещают в колбу, а затем заливают одним или несколькими органическими растворителями. Объем органического растворителя должен быть не менее чем в 2 раза больше массы или объема пробы. Экстракцию токсиканта проводят путем выдерживания пробы с органическим растворителем в течение 20—24 ч, перемешивания на штуттль-аппарате в течение 1—2 ч или смещивания в течение нескольких минут при большой скорости вращения перемешивающего устройства (ультратораксы, омнимиксы и др.). Последний способ предпочтителен, так как при этом образуется гомогенная масса, в которой создается наиболее тесный контакт органического растворителя с субстратом, а следовательно, наиболее полно извлекаются токсические вещества, содержащиеся в пробе. Для этой цели также используют аппарат Соксклета, в котором токсическое вещество экстрагируется при многократном промывании субстрата кипящим органическим растворителем. Аппарат Соксклета обеспечивает более полное извлечение токсиканта из пробы по сравнению с другими методами.

При любом способе выделения токсического вещества в экстракт переходит значительное количество примесей, мешающих определению: жиры, пигменты, воск, белки, соли и др. Для освобождения экстракта от этих веществ используют различные способы очистки: путем омыления, вымораживания, осаждения, перераспределения из одного органического растворителя в другой с помощью специальных колонок и др. Последние зависят от вида анализируемого соединения и субстрата, в котором он находится.

Для того чтобы повысить чувствительность метода анализа, экстракти концентрируют до небольшого объема, достаточного для проведения исследований данным методом. Обычно конечные объемы экстрактов составляют 0,5—5 мл. Для концентрирования используют специальные аппараты Кудерна—Данича, вакуумротационные испарители. Концентрирование также можно проводить в токе воздуха или азота. В практических условиях наиболее приемлемым способом является концентрирование в токе воздуха. Для этого экстракт заливают в фарфоровую выпарительную чашку, ставят ее под шторку вытяжного шкафа и включают тягу. При определении высоколетучих веществ при концентрировании возможны значительные потери яда, поэтому при этой операции необходимо выполнять следующие требования: не

концентрировать конечные экстракты при повышенной (выше 40 °C) температуре, не упаривать досуха очищенные экстракты.

Индикацию токсичных веществ проводят следующими основными методами.

Биологические методы. Применяют главным образом для определения некоторых пестицидов и микотоксинов. Они основаны на чувствительности низших животных, растений или тканей к действию токсического вещества. Так, к инсектицидам и акарицидам наиболее чувствительны различные членистоногие. Чаще других для определения асектоакарицидов используют комнатных мух, мух-дрозофил, личинок комаров и раков-дафний. Для определения микотоксинов применяют кожные пробы на кроликах или аквариумных рыбах гуппи.

Некоторые из микотоксинов, в частности трихотецины и другие, продуцируемые грибом *Fusarium sporotrichoides*, обладают очень сильным дерматоцидным действием, поэтому реакция кожи является специфической по отношению к метаболитам этих видов грибов. Из всех позвоночных животных наиболее чувствительны по отношению к большинству токсических веществ рыбы, поэтому их используют для определения не только микотоксинов, но и многих других токсикантов.

Биологические методы индикации обладают высокой чувствительностью, однако в большинстве своем они неспецифичны и не позволяют установить вид токсического вещества. Однако эти методы широко применяют для общей токсикологической оценки кормов при отравлениях животных на первой стадии лабораторного токсикологического исследования. С помощью этих методов можно установить отравление и исключить заболевания другой этиологии.

Биохимические методы. Основаны на подавлении некоторыми токсическими веществами активности отдельных биохимических систем. В ветеринарном токсикологическом анализе наиболее часто применяют ферментный метод определения фосфорорганических и карbamатных инсектицидов. Он основан на том, что соединения этих групп в условиях *in vitro* подавляют активность холинэстеразы. Чувствительность метода при определении некоторых ФОС достигает 0,01—0,001 мг/кг. Однако эти методы обладают групповой специфичностью и позволяют установить всю группу в целом, не давая возможности установить вид ФОС.

Кроме этого некоторые ФОС, в частности производные тио- и дитиоfosфорных кислот, очень слабо ингибируют активность фермента *in vitro* и нуждаются в предварительной активации.

Химические методы. Основаны на количественном определении осадка или окрашенного комплекса, образуемого при взаимодействии открываемого вещества с другим химическим соединением. Химические методы анализа, применяемые в ветеринарной токсикологической практике, основаны на осаждении, титрометрии, колориметрии, спектрофотометрии.

Реакция осаждения базируется на образовании нерастворимого в воде осадка при взаимодействии открываемого химического вещества с другим химическими соединением, вводимым в экстракт. По реакции осаждения определяют некоторые алкалоиды, натрия хлорид, ТМТД и другие токсические вещества. Однако методы определения ядовитых веществ этой реакцией имеют низкую чувствительность, недостаточную специфичность и точность, поэтому их применяют ограниченно.

Более широко используют титрометрические методы. Примером может служить определение натрия хлорида при осаждении хлоридов серебра нитратом с последующим титрованием избытка серебра роданидом аммония в присутствии в качестве индикатора железоаммонийных квасцов. Но и титрометрические методы недостаточно чувствительны и утрачивают свое практическое значение в связи с развитием новых, более совершенных способов.

В практике химико-токсикологических исследований находят широкое применение колориметрические методы, основанные на определении интенсивности окраски цветных

комплексов, образующихся при взаимодействии открываемого вещества с другим химическим соединением, вводимым в раствор. В последние годы все чаще используют фотоэлектроколориметрические методы, при которых интенсивность окрашивания цветных комплексов определяют с помощью фотоэлектроколориметра. По чувствительности и точности колориметрические методы превосходят основанные на осаждении и титрометрии способы.

Физико-химические методы. К физико-химическим методам относят различные методы хроматографии (колоночную, бумажную, тонкослойную, газожидкостную и жидкостную), полярографию, ультрафиолетовую и инфракрасную спектрометрию, атомную абсорбцию, методы нейтронно-активационного анализа.

Из хроматографических методов в практике ветеринарно-токсикологического исследования наибольшее применение находят тонкослойная и газожидкостная хроматографии (ТСХ и ГЖХ), разработанные русским ученым М. С. Цветом (1903). Эти методы являются одними из основных в аналитической химии. Преимущество их состоит в том, что они обладают высокой специфичностью и чувствительностью и позволяют за один аналитический цикл определить сразу несколько химических соединений. Можно сложную смесь химических соединений, содержащихся в анализируемой пробе, разделить на отдельные вещества, а затем каждое из них определить каким-либо химическим или физическим методом.

Тонкослойную хроматографию наиболее широко применяют в практических лабораториях. Принцип полуколичественного метода состоит в том, что смесь химических веществ, содержащихся в анализируемой пробе, наносят на пластинку и разделяют в тонком слое инертного порошка (селикагель, окись алюминия и др.) с помощью смеси органических растворителей (подвижный растворитель). Пластинку опрыскивают раствором проявляющего реагента, в результате чего на ней появляются в виде окрашенных пятен исследуемые химические соединения. Идентифицируют открытые вещества по величине R_f — частному от деления расстояния, пройденного искомым веществом отточки нанесения (линия старта) до места дислокации, к расстоянию, пройденному подвижным растворителем. Количество открываемого вещества определяют по интенсивности окраски пятна и его размерам.

В практике ветеринарных химико-токсикологических исследований тонкослойная хроматография используется для определения многих пестицидов, алкалоидов, микотоксинов, органических соединений тяжелых металлов. Метод прост по технике использования, не требует сложного оборудования, обладает достаточно высокой специфичностью и чувствительностью (0,05—1,0 мкг в пробе).

Газовую хроматографию применяют для одновременного разделения смеси химических веществ, их последующей идентификации и количественного определения. Разделение смеси осуществляют на стеклянных или металлических колонках длиной 1—3 м, заполненных твердым адсорбентом с нанесенной на него жидкой фазой. В качестве последней чаще всего используют высокомолекулярные жидкости с высокой температурой кипения (полиэтиленгликоли, силиконовые масла и др.). Подвижной фазой служит инертный газ (азот и др.).

Индикацию разделенных химических веществ осуществляют с помощью детектора. В газовых хроматографах, предназначенных для анализа токсических веществ, чаще всего используют детектор электронного захвата (ДЭЗ), термоионный детектор (ТИД), пламенно-фотометрический детектор (ПФД). Абсолютная чувствительность детектирования различных химических соединений достигает 0,01—0,02 нг в пробе, относительная чувствительность — 0,1—0,5 мкг/кг. В практике химико-токсикологического анализа газовую хроматографию применяют для открытия многих пестицидов, органических соединений ртути, полихлорированных бифенилов и других токсических соединений. Однако возможности газовой хроматографии далеко не исчерпаны. Газовая хроматография, и в частности ГЖХ, имеет некоторые недостатки: не

позволяет прямым способом разделить и идентифицировать вещества, не обладающие летучестью и не способные прямым путем переходить в газообразное состояние.

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) основана на том же принципе, что и газожидкостная, с той лишь разницей, что разделение вещества происходит в двух несмешивающихся жидкостях. Одна из них — обычно высокомолекулярная не-полярная жидкость — служит неподвижной фазой, вторая — низкомолекулярная — подвижной. Подвижную фазу под высоким давлением пропускают через неподвижную, в результате чего сложная смесь разделяется на отдельные соединения. С помощью ВЭЖХ можно разделить твердые и жидкие смеси, не превращая их в газообразное состояние, как это бывает при ГЖХ.

Недостаток этого метода — ограниченное число детектирующих систем. Серийные жидкостные хроматографы, выпускаемые отечественными фирмами, оборудованы лишь одним детектором — спектрофотометром.

Спектральные методы. Наибольшее применение в практике анализа токсических веществ получила ультрафиолетовая спектрометрия. Принцип работы ультрафиолетового спектрофотометра основан на поглощении растворами химических веществ лучей в ультрафиолетовом спектре. Этот метод принципиально отличается от фотоэлектроколориметрического тем, что оптическая плотность анализируемых экстрактов измеряется в ультрафиолетовой области спектра.

Инфракрасная спектрометрия основана на поглощении химическим веществом лучей в инфракрасной области спектра. Степень поглощения неодинакова у разных структурных групп химического вещества, поэтому инфракрасная спектограмма представляет собой конгломерат пиков с большим количеством вершин. Инфракрасную спектрометрию, как правило, не используют для определения микроколичеств химических веществ в биологических субстратах, а применяют главным образом для расшифровки структуры выделенного химического вещества.

Атомно-абсорбционная спектрометрия основана на поглощении отдельными атомами химических элементов световых лучей в определенной области спектра. Поэтому исследуемые химические вещества вначале минерализуются, а затем в состоянии раствора подвергаются воздействию лучами определенной длины, соответствующей поглащающей способности того или иного элемента. По степени поглощения лучей определяют его количественное содержание. Этот метод находит широкое применение главным образом при определении металлов и металлоидов (ртуть, свинец, кадмий, медь, цинк и др.).

Нейтронно-активационный анализ основан на облучении пробы нейtronами, в результате чего возникает наведенная радиация, по степени которой и определяют количественный уровень содержания исследуемого элемента. Однако метод требует сложного оборудования, поэтому малоприемлем в практических условиях.

3 Проведение замеров вредных выбросов химических веществ, меры по утилизации.

Для анализа содержания загрязняющих веществ в природных объектах применяют все существующие физико-химические методы, включая космические средства наблюдения. Тенденция развития информационной системы наблюдений такова, чтобы максимально автоматизировать процессы измерения, обработки и хранения данных по загрязнению среды наиболее опасными загрязнителями. Пока такой автоматизированной системы нет, большинство анализов делается вручную с применением различных физико-химических и аналитических методик. Мало того, что эти методы зачастую трудоемки и точность анализов недостаточно высока, но и проводятся эти анализы дискретно. В зависимости от сложности анализа время между последовательными измерениями может исчисляться неделями или даже месяцами. За это время значение измеряемого параметра может измениться настолько, что ценность результатов анализа падает. Зачастую измерения проводятся не непосредственно на природном объекте, а в лаборатории, и возникают проблемы консервирования, хранения и транспортировки проб. Все это

приводит к громоздкости, трудоемкости, малой информативности и, как следствие, низкой эффективности существующей службы наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды.

Общая схема контроля включает этапы: 1) отбор пробы; 2) обработка пробы с целью консервации измеряемого параметра и ее транспортировка; 3) хранение и подготовка пробы к анализу; 4) измерение контролируемого параметра; 5) обработка и хранение результатов.

Пробоотбор зачастую предопределяет результаты анализа, так как возможно загрязнение пробы в процессе ее отбора, особенно когда речь идет об измерении ничтожно малых количеств загрязняющего вещества. Здесь важен и выбор места и средства отбора, и чистота пробоотборников и тары для хранения пробы.

В изолированной от природной среды пробе, начиная с момента ее взятия, осуществляются процессы "релаксации" по параметрам экосистемы, значения которых определяются кинетическими факторами. Одни из параметров меняются быстро, другие сохраняются достаточно долго. Поэтому необходимо иметь представление о кинетике изменения измеряемого параметра в данной пробе. Очевидно, чем меньше время от момента взятия пробы до ее консервации (или анализа), тем лучше. И все же лучше в параллельно отобранные пробы добавить этalon контролируемого загрязняющего вещества и консервировать эти контрольные пробы через разные временные интервалы. При измерении "эталонных" образцов одновременно можно получить и калибровочные графики. Такой метод "внутреннего стандарта" желательно использовать и для оценки других факторов, которые могут влиять на результаты анализа (хранение, транспортировка, методика подготовки пробы к анализу и т.д.).

Подготовка пробы к анализу может включать в себя либо концентрирование измеряемого ингредиента, либо его химическую модификацию с целью проявления аналитически наиболее выгодных свойств. Концентрирование достигается двумя путями: либо методами сорбции анализируемого компонента (на твердом сорбенте или при экстракции растворителем), либо методами уменьшения объема пробы, содержащей компонент, например, путем вымораживания, соосаждения или выпаривания. Конечно, любая такая процедура чревата появлением различного рода артефактов, поэтому "внутренний стандарт" необходим.

Методы утилизации отходов в РФ Проблема утилизации отходов сегодня актуальна во всём мире, в том числе и в России. Можно назвать три основных способа, которые применяются для утилизации отходов в нашей стране: хранение мусора на специально отведённых свалках; сжигание; переработка во вторичное сырьё. Для того, чтобы заниматься этим видом деятельности необходимо иметь лицензию и заключить договор. Причем для каждого вида отходов существуют свои правила. Твёрдые бытовые отходы и их утилизация Природа России красива и разнообразна. Однако сегодня на просторах нашей необъятной Родины не найдётся ни одного природного уголка, не тронутого рукой человека. Следы человеческой беспечности можно обнаружить везде: валяющиеся бутылки, пакеты, банки, пачки от сигарет и т.д. 80 % всего бытового мусора в России просто вывозится на свалки. Стоимость такого способа наименее низкая. Официальных полигонов РФ, в которых захоронено порядка 82 миллиардов тонн отходов, около 11 тысяч. Их количество постоянно увеличивается, нанося тем самым огромный ущерб природе.

Частично мусор сжигается с последующим захоронением. Однако этот способ также имеет ряд недостатков, поскольку вредные вещества, образующиеся в процессе сжигания, очень ядовиты, их выброс в окружающую среду отрицательно сказывается на здоровье людей. Пищевые отходы помещаются в накопители, где под действием определенной температуры они разлагаются, компостируются. Всего лишь 3% бытовых отходов подвергается промышленной переработке. Такой способ утилизации на сегодняшний день представляет наименьшую опасность, но вся проблема заключается в

строительстве подобных предприятий, а, точнее, в необходимости инвестирования в эту отрасль. Переработка промышленного утиля Промышленные отходы вырабатываются буквально на каждой стадии производства. В последнее время государственные органы власти всерьёз задумались о внесении кардинальных изменений в сферу природопользования, когда правильная переработка и обезвреживание промышленных отходов, вырабатываемых предприятиями, будет подлежать строжайшему учёту. На территории Российской Федерации уже работают заводы по переработке промышленных отходов во вторичное сырьё. Пока эта отрасль только начала своё развитие, поэтому сегодня всего лишь 35% данного вида мусора проходит качественную переработку. Остальная же часть – по-прежнему сбрасывается на свалки или, что ещё хуже, в сточные воды, нанося тем самым непоправимый урон планете. К сожалению, эта проблема глобальная, и её надо решать на мировом уровне.

В России введены многочисленные запреты на условия обращения, захоронения, а также на ввоз этих видов отходов. Однако на сегодняшний день захоронение и сжигание являются основными методами их утилизации. Существуют специальные могильники, в которых захоронены твёрдые и жидкие радиоактивные вещества. Медицинские отходы сначала собираются в специальные пакеты, а затем большей частью сжигаются, что тоже небезопасно. На данном этапе уже начали функционирование специальные печи, оснащённые оборудованием для газоочистки, также появились альтернативные способы сжигания (автоклавирование, микроволновая и паротепловая обработка). Ртутьсодержащие отходы подвергаются специальной термохимической обработке, при которой ртуть вступает в реакцию с другими веществами или с помощью гидрометаллургического способа.

Несмотря на огромные масштабы, проблема утилизации отходов решаема. Конечно, каждый житель планеты должен начинать борьбу с себя. Но всё же сознание людей должно быть обязательно подкреплено мерами, принятыми на государственном уровне. Необходимо создание всеобъемлющей системы, занимающейся вопросами ответственного обращения с ресурсами природы и утилизации отходов. Только комплексный подход к проблеме со стороны государства, местных властей, а также каждого отдельно взятого жителя планеты может свести к минимуму риски губительного воздействия отходов на экосистему.

4 Обеспечение безопасности перевозки опасных грузов и токсичных химических веществ

Опасный груз – это груз, который в результате транспортного происшествия может нанести вред здоровью или жизни людей и/или окружающей среде. Сюда относятся различные газы, яды, химикаты, пестициды, взрывчатые, легковоспламеняющиеся, токсичные, коррозионные вещества и т.д. В объеме грузов, перевозимых по России всеми видами транспорта, доля опасных – составляет около 20 %, или примерно 800 млн т. Из них на автомобильный транспорт приходится до 65 %. И эти показатели неуклонно растут.

Объем химического производства в 2014 г. вырос по сравнению с прошлым годом на 6,6 %. При этом большую часть года темпы роста в отрасли были выше, чем в среднем по промышленности. Газовый сектор нашей страны является одним из ведущих по объемам топлива, поставляемого потребителям, и наиболее полно отвечает требованиям к энергетике будущего. Добыча газа в 2014 г. в России относительно аналогичного показателя 2013 г. увеличилась на 11,6 % и достигла 650 млрд куб. м. Экспорт российского газа в 2014 г. составил около 185 млрд куб. м газа и почти 3 млн т сжиженного углеводородного газа. Планируется, что к 2030 г. Россия ежегодно будет поставлять на внутренний и международные рынки до 1 трлн куб. м природного газа. Для России характерна высокая степень концентрации запасов газа в месторождениях. Более 75 % сосредоточено в 28 так называемых уникальных месторождениях с балансовыми запасами более 500 млрд куб. м, почти 22 % – в 86 крупных (75–500 млрд куб. м). В новых

месторождениях велика доля «жиরного» газа (до 60 %), весьма привлекательного для химической промышленности. Около 13 % запасов природного газа России содержит гелий. По его запасам Россия находится на втором месте в мире.

В силу огромной территории Российской Федерации характерной особенностью является рассредоточение мест добычи или производства и мест потребления опасных грузов. При этом существуют предприятия, которые необходимо снабжать такими грузами каждый день во избежание остановки производства или деятельности в целом. Сюда относятся строительные компании (ежедневно необходимы технические газы), больницы (кислоты, медикаменты, технические газы), заправочные станции (бензин, газ), аэропорты и аэродромы (керосин) и т.д.

Для того, чтобы правильно организовать перевозку опасного груза необходимо владеть правовой информацией, постоянно следить за ее обновлением, соблюдать правила по перевозке конкретного груза, оборудовать подвижной состав под перевозку опасного груза, обучать водителей в специализированных комбинатах, соблюдать требования по маркировке груза, оформлению документов и многое другое. Далеко не каждая компания готова взять на себя ответственность и правильно организовать перевозку опасного груза. Ведь при малейшем отступлении от правил компания несет материальную ответственность в виде больших штрафов в лучшем случае, но гораздо хуже, когда неправильная перевозка опасных грузов может послужить причиной взрыва, пожара, повреждения транспортных средств, зданий, сооружений, других грузов и материальных ценностей, а также привести к увечью, отравлению, ожогам, облучению радиацией или смерти людей или животных.

Большое значение приобретает экологический аспект. Так как опасные вещества при транспортировке и возникновении аварийной ситуации могут оказать негативное действие на окружающую среду (необратимые изменения экологического фона, гибель некоторых видов растений и животных) и причинить существенный вред жизни и здоровью человека а, во многих странах существуют правила безопасности, действующие при перевозке опасных грузов. Именно поэтому перевозка таких грузов, а также все промежуточные операции с ними (погрузочно-разгрузочные работы, временное хранение и т.п.) строго регламентированы согласно нормам европейского соглашения Дорожного соглашения о перевозке опасных грузов (ДОПОГ). Оно было составлено в рамках единой системы требований по перевозке опасных грузов, призванной одновременно обезопасить их перевозку между странами и максимально упростить таможенные формальности. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов, ДОПОГ – соглашение европейских государств о международных перевозках опасных грузов. ДОПОГ создан по инициативе ООН и заключен в Женеве 9 сентября 1957 г.

Организацией объединенных наций (ООН) создан специальный список опасных веществ (более 3000 наименований). Каждое опасное вещество, внесенное в этот список, имеет четырехзначный номер, который называется идентификационным номером по списку опасных веществ ООН. По этому номеру можно узнать точное название перевозимого опасного вещества. Список разбит по классам – разрешено опасное вещество одного класса перевозить, только по предназначенным для него правилам.

В соответствии с правилами ДОПОГ к перевозке опасных грузов допускается только специализированный транспорт, водители обязаны пройти обучение и получить соответствующее свидетельство о допуске к перевозке опасных грузов. В России существуют дополнительные нормативные акты, регламентирующие квалификацию водителей и их права по перевозке опасных грузов, а также ряд других организационных и технических вопросов.

При перевозке опасных грузов необходимо соблюдать повышенные требования к безопасности. Основными условиями обеспечения безопасности являются:

1. Оборудование автомобиля согласно правилам ДОПОГ (получение свидетельства ДОПОГ в Государственной Автомобильной Инспекции)

2. Обучение водителя в специализированном комбинате и получение свидетельства ДОПОГ (допуска к перевозке опасных грузов).

3. Оформление специальных сопроводительных документов.

Особенности конструкции транспортных средств и требования к персоналу при перевозке опасных грузов. На основании европейского соглашения о дорожной перевозке опасных грузов, к транспортным средствам предъявляется ряд требований, выполнение которых при заказе (покупке) или переоборудовании транспортных средств под перевозку опасного груза повлечет увеличение времени на подготовку транспортного средства. Этим же соглашением определен перечень дополнительного оборудования, которым должны быть оснащены транспортные средства. Доукомплектование потребует правильно выбрать это оборудование, оплатить и разместить на транспортных средствах, а также с определенной периодичностью контролль за сроком службы и исправностью оборудования.

Опасные грузы должны перевозиться только специальными и (или) специально приспособленными для этих целей транспортными средствами, которые должны быть изготовлены в соответствии с действующими нормативными документами (тех. заданием, тех. условиями на изготовление, испытания и приемку) для полнокомплектных специальных транспортных средств и технической документацией на переоборудование (дооборудование) транспортных средств, используемых в народном хозяйстве.

С 2013 г. все транспортные средства должны быть оснащены системами спутникового слежения ГЛОНАСС. Необходимо время на обучение сотрудников по работе с системой. Далее в зависимости от стоящих задач, например, анализа отчетов и принятия решений, оборудования диспетчерского центра и мониторинга всех процессов в режиме онлайн. Так же необходимо установить на транспортное средство маркировочные обозначения. Сюда относятся: информационное табло, таблички оранжевого цвета, информационные таблицы, маркировочные знаки для грузов, упакованных в ограниченных количествах, маркировочные знаки для веществ, перевозимых при повышенной температуре, знаки предупреждения о фумигации. Требуется время на заказ, изготовление и крепление. Особо хочется обратить внимание на недостаточность мест стоянки для транспортных средств, перевозящих опасные грузы. Это влечет временную нагрузку на персонал, занимающийся планированием и составлением оптимальных маршрутов для транспортных средств с опасным грузом. Существенным отличием в транспорте является необходимость раз в шесть месяцев проходить технический осмотр. Подготовка документов и само прохождение технического осмотра требует дополнительного времени.

Водитель транспортного средства при перевозке опасных грузов обязан соблюдать Правила дорожного движения, правила перевозки опасных грузов и инструкции по перевозке отдельных видов опасных грузов. Водитель, выделяемый для перевозки опасных грузов, обязан пройти специальную подготовку и инструктаж. Специальная подготовка водителей транспортных средств, постоянно занятых на перевозках опасных грузов, включает:

изучение системы информации об опасности (обозначения транспортных средств и упаковок);

изучение свойств перевозимых опасных грузов;

обучение приемам оказания первой медицинской помощи, пострадавшим при инцидентах:

обучение действиям в случае инцидента (порядок действия, пожаротушение, первичные дегазация, дезактивация и дезинфекция);

подготовку и передачу донесений (докладов) соответствующим должностным лицам о произошедшем инциденте.

В транспортных документах должна быть сделана отметка о прохождении водителем, назначаемым на перевозку опасных грузов, специальной подготовки или

инструктажа и медицинского контроля. К перевозке опасных грузов допускаются водители, имеющие непрерывный стаж работы в качестве водителя транспортного средства данной категории не менее трех лет и свидетельство о прохождении специальной подготовки по утвержденным программам для водителей, осуществляющих перевозку опасных грузов. Средний срок обучения водителей под перевозку опасных грузов составляет один месяц, при условии успешной сдачи экзаменов. Обучение сложное, но реальное и полезное. Также нужно обратить внимание на срок обучения и необходимость оплаты труда водителей и соответственно налоги за этот месяц. С учетом отпусков, болезней, обучения применяется коэффициент от 1,1 до 1,3 чел. на одно транспортное средство в среднем. Один раз в 3 года водитель должен пройти переаттестацию. Как правило, транспортные компании уделяют большое внимание безопасности перевозок. Исходя из этого предусматриваются дополнительные дни для обучения и проведения инструктажей по использованию ремней безопасности, управлению усталостью водителей, соблюдению скоростного режима и т.д. Для успешного осуществления перевозок опасных грузов в транспортной компании должен быть, как минимум один специалист (консультант) по перевозке опасных веществ и изделий. Это требует дополнительного рабочего места, оплаты труда и повышения квалификации. В зависимости от структуры транспортных компаний нельзя забывать о выполнении функций диспетчера, транспортных и коммерческих служб, задействованных на перевозке опасных веществ и изделий. Это также требует времени на обучение и профессиональную подготовку.

Европейским соглашением о дорожной перевозке опасных грузов также определены требования к средствам индивидуальной защиты и форме одежды. В зависимости от свойств перевозимых грузов эти требования различаются. Компании, занимающиеся профессионально перевозкой опасных грузов, укомплектованы и оборудованы полностью, при оказании же разовых услуг на это стоит обратить внимание. Работая с опасными веществами и изделиями, понимая всю ответственность, лежащую на участниках процессов подготовки и осуществления перевозки, учитывая желание всех заинтересованных сторон в минимизации рисков, компании приходят к страхованию гражданской ответственности перевозчиков опасных грузов и страхованию опасных грузов.

Таким образом, при общей на первый взгляд схожести процессов перевозки обычных и опасных грузов, они сильно отличаются. Одним из основных отличий является ресурс времени, необходимый на подготовку и осуществление перевозки опасных грузов. Затраченное время перерастает в деньги. Также необходимо следить за постоянно меняющейся и дополняющейся информацией о правилах перевозки опасных грузов. Компании, которые находят взаимопонимание с партнерами, имеют обученный, опытный персонал, однозначно будут иметь конкурентное преимущество, в экономии своего времени и времени клиентов. И эта экономия положительно скажется на финансовых результатах, заинтересованных сторон.

Грузы «повышенной опасности». В номенклатуре ДОПОГ существуют не только опасные грузы, но и грузы «повышенной опасности», которые требуют повышенного соблюдения дополнительных правил. "Грузы повышенной опасности" (особо опасные) – грузы, которые могут воспользоваться террористы для убийства людей или массовые разрушения, а также это грузы, отнесенные Правительством РФ к грузам, представляющим особую опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей среды. Перевозка таких веществ, как цианид натрия, окись этилена, диоксид серы зачастую усложняется необходимостью оформления разрешения по маршруту на провоз особо опасных грузов. Перевозчики, грузоотправители и получатели груза обязаны сотрудничать между собой и с государственными структурами в обмене информацией об угрозах, в применении соответствующих мер безопасности. На плечи перевозчика

ложится ответственность, не только за сохранность груза, но и за сохранение природы. Залог успешной перевозки опасных грузов зависит от профессионализма водителя.

Перевозка грузов повышенной опасности – это целый комплекс действий. Еще до перевозки нужно подготовить документацию – получить спецразрешение по маршруту, оно делается в Управлении Государственного Автомобильного Дорожного Надзора (УГАДН) по месту регистрации перевозчика; УГАДН согласовывает маршрут следования с каждым собственником дорог. Спецразрешение по маршруту делается ориентировочно в течение 30 дней. Действует этот документ в течение года, выдается на конкретный груз и конкретный автомобиль. В этом документе указываются возможные заправки и места стоянок. При таких перевозках водителю запрещается отклоняться от маршрута, указанного в специальном разрешении. Чтобы получить в УГАДН спецразрешение по маршруту с февраля, согласно принятому ФЗ от 03.02.2014г № 15-ФЗ необходимо предоставить к пакету документов еще и уведомление о включении транспортного средства в *реестр категорированных объектов* транспортной инфраструктуры, которое надо заполнить в строгом соответствии с пояснениями к форме и предоставить сведения в Федеральное дорожное агентство на бумажном и магнитном носителях с сопроводительным письмом. Процесс категорирования транспортных средств является долгим и трудоемким. После получения категорирования при заказе на перевозку груза «повышенной опасности» компания не освобождается от оформления специального разрешения на перевозку в органах Министерства внутренних дел.

Сложности в оформлении категорирования и специальных разрешений приводят к нехватке компаний, официально прошедших процедуру категорирования и имеющих возможность перевозить грузы повышенной опасности. Возникает проблема нехватки транспортных средств по причине сложности организации перевозок и неоднозначности с юридической стороны. Отсутствие учета за перевозками опасных грузов также служит причиной появления нелегальных перевозок опасных грузов как результат несовершенствования организации перевозки опасных грузов. Последствия перевозок опасных грузов непрофессиональными перевозчиками и транспортными средствами, не оборудованными для такого рода перевозок и не имеющими разрешений, имеют отрицательный эффект на экономику данного сегмента рынка, так как в большинстве случаев перевозчик существенно занижает цену на перевозку, чтобы добиться конкурентоспособности. Низкая цена обусловлена отсутствием затрат на обучение водителя и т.д. Зачастую перевозчик даже не подозревает о том, что данный груз относится к категории «опасного».

Организация перевозок опасных грузов и грузов повышенной опасности – это сложная и специфическая работа, которую лучше доверять профессионалам. Широкий, постоянно меняющийся ассортимент опасных грузов, а также большие объемные и весовые показатели их перевозок во внутреннем и международном сообщении являются специфическим видом перевозок на автомобильном транспорте. Наряду с непрерывным совершенствованием всех звеньев технологий перевозочного процесса в центре внимания специалистов автомобильного транспорта остаются вопросы безопасности движения и предотвращения аварий с опасными грузами.

1. 3 Лекция № 3 (0,5 часа)

Тема: «Подготовка и обучение производственного персонала и населения»

1.1.1 Вопросы лекции:

1 Оценка химической обстановки на объектах и руководство в проведении мероприятий при взаимодействии с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях по ликвидации химических аварий

2 Осуществление мероприятий по обучению неработающего населения правилам поведения при угрозе и возникновении химических аварий, использования средств индивидуальной защиты

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1 Оценка химической обстановки на объектах и руководство в проведении мероприятий при взаимодействии с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях по ликвидации химических аварий

К химически опасным объектам относятся объекты, где производят, перерабатывают, используют, транспортируют или хранят опасные химические вещества (ОХВ), при авариях на которых или разрушении которых могут произойти поражения людей, животных и растений, либо химическое загрязнение окружающей среды в концентрациях или количествах, превышающих естественный уровень их содержания в окружающей среде.

К таким ОХВ относятся:

а) токсичные вещества - вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики:

- средняя смертельная доза при введении в желудок от 15 мг/кг до 200 мг/кг включительно;

- средняя смертельная доза при нанесении на кожу от 50 мг/кг до 400 мг/кг включительно;

- средняя смертельная концентрация в воздухе от 0,5 мг/л до 2 мг/л включительно;

б) высокотоксичные вещества - вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики:

- средняя смертельная доза при введении в желудок не более 15 мг/кг;

- средняя смертельная доза при нанесении на кожу не более 50 мг/кг;

- средняя смертельная концентрация в воздухе не более 0,5 мг/л;

в) вещества, представляющие опасность для окружающей среды - вещества, характеризующиеся в водной среде следующими показателями острой токсичности:

- средняя смертельная доза при ингаляционном воздействии на рыбу в течение 96 часов не более 10 мг/л;

- средняя концентрация яда, вызывающая определенный эффект при воздействии на дафнию в течение 48 часов, не более 10 мг/л;

- средняя ингибирующая концентрация при воздействии на водоросли в течение 72 часов не более 10 мг/л.

Безопасность функционирования химически опасных объектов зависит от многих факторов: физико-химических свойств сырья, продуктов производства, характера технологического процесса, конструкции и надежности оборудования, условий хранения и транспортирования ОХВ, наличия и состояния контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации, эффективности средств противоаварийной защиты и т.д. Кроме того, безопасность производства, использования, хранения и перевозок ОХВ в значительной степени зависит от уровня организации профилактической работы, своевременности и качества планово-предупредительных и ремонтных работ, подготовленности и практических навыков персонала, наличия системы надзора за состоянием технических средств противоаварийной защиты, надежностью функционирования всех систем технологического процесса.

Опасные химические вещества, применяемые в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которых может произойти химическое загрязнение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах), называют аварийно химически опасными веществами (АХОВ).

Причинами большинства возникающих химических аварий являются: нарушение технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, низкая трудовая и технологическая дисциплина, несоблюдение норм безопасности, отсутствие должного надзора за состоянием оборудования, стихийные бедствия.

Характерными особенностями химических аварий являются внезапность возникновения чрезвычайных ситуаций, обусловленных выбросом (разливом) АХОВ, быстрое распространение поражающих факторов, опасность массового поражения людей и животных, попавших в зону заражения, необходимость проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в короткие сроки.

Аварии на химически опасных объектах по типу возникновения делятся на производственные и транспортные, при которых нарушается герметичность емкостей и трубопроводов, содержащих АХОВ.

Возникающие химические аварии подразделяются на три типа:

- с образованием только первичного облака АХОВ;
- с образованием первичного и вторичного облака АХОВ;
- с загрязнением окружающей среды (грунта, водоисточников, технологического оборудования и т.п.) высококипящими жидкостями и твердыми веществами без образования первичного и вторичного облака.

По масштабам последствий химические аварии классифицируются следующим образом:

- локальные - последствия которых ограничиваются одним цехом (агрегатом, сооружением) химически опасного объекта
- местные - последствия которых ограничиваются производственной площадкой химически опасного объекта или его санитарно-защитной зоной;
- общие - последствия которых распространяются за пределы санитарно-защитной зоны химически опасного объекта.

По сфере возникновения химические аварии классифицируются на:

- аварии на хранилищах АХОВ; : - аварии при ведении технологических процессов (возможные источники загрязнения - технологические емкости и реакционная аппаратура); - аварии при транспортировке АХОВ по трубопроводам или железнодорожными цистернами.

Характеристика аварийно химически опасных веществ

Опасность химических аварий во многом определяется физико-химическими и токсическими свойствами АХОВ, их способностью переходить в парообразное состояние и создавать опасные для организма человека концентрации, а иногда и вызывать снижение содержания кислорода в воздухе ниже допустимых пределов.

В наибольшей степени опасность последствий химических аварий определяется летучестью АХОВ и продолжительностью их поражающего действия, что во многом зависит от температуры кипения веществ.

В зависимости от температуры кипения АХОВ делятся на три группы:

К первой группе относятся вещества, которые имеют точку кипения ниже минус 40°C (нижнего предела возможных температур). В аварийной ситуации они в результате интенсивного выброса вызывают образование только первичного газового облака, которое может создать опасность взрыва и пожара, а также привести к резкому снижению содержания кислорода в воздухе, особенно в небольших закрытых помещениях. При разрушении единичной емкости время действия газового облака таких веществ не превышает нескольких десятков секунд. При аварии в процессе производства образующееся облако АХОВ действует до момента прекращения выброса вещества.

Ко второй группе относятся вещества, имеющие точку кипения в интервале температур от минус 40° С до плюс 40° С. Вещества этой группы, находящиеся в парообразном состоянии легко переводятся в жидкое состояние при сжатии. Хранятся в

изотермических емкостях в охлажденном виде, либо при обычной температуре под давлением.

При разливе (выбросе) веществ, находящихся под давлением, образуются первичное и вторичное облака загрязненного воздуха, остальные вещества - только вторичное облако.

К третьей группе веществ относятся АХОВ с температурой кипения выше 40° С (верхнего предела возможных температур). В эту группу входят АХОВ, находящиеся при атмосферном давлении в жидким состоянии. В случае аварийного разлива этих АХОВ преимущественно происходит загрязнение местности и появляется опасность загрязнения грунтовых вод, возможно образование вторичного облака загрязненного воздуха.

По степени воздействия на организм человека АХОВ делятся на четыре класса: I класс- чрезвычайно опасные; II класс - высокоопасные; III класс - умеренно опасные и IV класс - малоопасные. Характеристики АХОВ представлены в приложении 6 перечисленных классов опасности.

К чрезвычайно опасным АХОВ относятся:

- некоторые соединения металлов (органические и неорганические производные мышьяка, ртути, свинца, кадмия, цинка и др.);
- карбонилы металлов (тетракарбонил никеля, пентакарбонил железа и др.);
- вещества, содержащие циангруппу (сиnilльная кислота и ее соли, нитрилы, циангидрины, изоцианаты и др.);
- соединения фосфора (фосфороганические соединения, хлориды фосфора, оксихлорид фосфора, фосфин и др.);
- галогены (хлор, бром, фтор);
- галогеноводороды (водород хлористый, водород фтористый, водород бромистый);
- хлоргидрины (этиленхлоргидрин, эпихлоргидрин и др.);
- фтороганические соединения (фторуксусная кислота и ее эфиры, фторэтанол и др.);
- некоторые другие соединения (фосген, окись этилена, амины, алкиловый спирт и др.).

К высокоопасным АХОВ относятся:

- минеральные и органические кислоты (серная, азотная, соляная, уксусная и др.);
- щелочи (аммиак, едкий натр, едкий калий и др.);
- серосодержащие соединения (сульфиды, сероуглерод, тиокислоты, тиоцианаты и др.);
- галогензамещенные углеводороды (хлористый метил, бромистый метил и др.);
- некоторые спирты и альдегиды кислот (формальдегид, метиловый спирт и др.);
- органические и неорганические нитро- и аминосоединения (гидразин, анилин, нитробензол, толуидин и др.);
- фенолы, крезолы и их производные.

К умеренно и малоопасным АХОВ относятся остальные потенциально опасные химические соединения.

Основными характеристиками токсических свойств АХОВ являются предельно-допустимая концентрация (ПДК) и смертельная концентрация вещества в данной среде (воздухе, воде, продуктах), а также токсодоза (пороговая, поражающая, смертельная).

Характер химических аварий и масштабы их последствий

Основными исходами химических аварий, как правило, являются:

- выбросы (разливы) АХОВ;
- мгновенное или постепенное испарение;
- дисперсия газов с нейтральной и положительной плавучестью;
- дисперсия тяжелого газа;
- возгорание жидкостей, зданий, сооружений и т.п.;

- взрывы различного характера (ограниченные, в свободном пространстве, взрывы паровых облаков, пылевые взрывы, детонации, физические взрывы, взрывы коденсированной фазы).

В химических авариях выделяются 4 фазы:

- инициирование аварии;
- развитие аварии;
- выход последствий за пределы химически опасного объекта;
- локализация и ликвидация последствий аварии.

Содержание фаз развития химических аварий.

1. Вторая фаза (развитие химической аварии) оказывает определяющее влияние на масштабы последствий аварии, так как от особенностей попадания АХОВ в атмосферу зависят дальность распространения газообразного (парообразного) облака и время поражающего действия.

2. Основными последствиями химических аварий могут быть:

- разрушения зданий, оборудования, технологических линий и т.п.;
- возгорание зданий, сооружений, жидкостей и т.п.;
- загрязнение окружающей среды (атмосферного воздуха, земли, недр, почвы, воды, растительного и животного мира, зданий, сооружений, технологического оборудования и т.п.);
- поражение людей, оказавшихся в зоне токсического воздействия без необходимых средств защиты или не успевших их использовать.

Наиболее характерной особенностью химических аварий с выбросом (разливом) АХОВ является образование зон химического загрязнения.

Величина зоны химического загрязнения, прежде всего, зависит от физико-химических свойств, токсичности и количества выброшенного в атмосферу (разлившегося) АХОВ, а также метеорологических условий, при которых произошла авария.

Размеры зоны химического загрязнения характеризуются глубиной распространения облака загрязненного воздуха с поражающими концентрациями, площадью разлива АХОВ и площадью зоны химического загрязнения.

Основной характеристикой зоны химического загрязнения является глубина распространения облака загрязненного воздуха, которая определяется глубиной распространения первичного или вторичного облака загрязненного воздуха.

Глубина распространения облака загрязненного воздуха в значительной степени зависит от метеорологических условий, рельефа местности и плотности застройки объектов.

Прежде всего, существенное влияние на глубину зоны химического загрязнения оказывает вертикальная устойчивость приземного слоя воздуха.

Инверсия способствует распространению облака загрязненного воздуха на более значительные расстояния от места аварии, чем изотермия и конвекция. Наименьшая глубина распространения АХОВ наблюдается при конвекции.

Повышение температуры и увеличение скорости ветра ведут к увеличению перемешивания нижних и верхних слоев атмосферы и уменьшению глубин распространения поражающих концентраций.

Значительное влияние на глубину распространения облака загрязненного АХОВ воздуха оказывает характер местности, ее рельеф (равнинно-плоский, равнинно-волнистый, равнинно-холмистый, овражно-балочный, холмистый), а также шероховатость подстилающей поверхности (открытые водные поверхности, трава, леса и т.п.).

При прохождении облака загрязненного воздуха через населенные пункты на глубине его распространения сказывается их застройка, а также температура воздуха в населенных пунктах.

Характер распространения АХОВ в атмосфере во многом зависит также от плотности паров химически опасных веществ. Чем ниже плотность АХОВ, тем выше производительность источника загрязнения (скорость испарения).

Направление распространения облака загрязненного воздуха с относительной плотностью паров АХОВ меньше единицы определяется направлением ветра, а с относительной плотностью больше единицы как направлением ветра, так и профилем местности. АХОВ тяжелее воздуха растекаются в низких местах, затекают в подвалы домов, сохраняя продолжительное время поражающие свойства.

Важной характеристикой зон химического загрязнения является продолжительность воздействия облака загрязненного воздуха на людей, оказавшихся в зоне поражения АХОВ. Она определяется временем испарения разлившегося АХОВ или продолжительностью горения веществ с образованием ядовитых аэрозолей.

АХОВ, имеющие температуру кипения выше 20°C (треххлористый фосфор и др.) испаряются медленно и до полного испарения длительное время находятся в местах разлива АХОВ. При этом образование облака загрязненного воздуха с поражающими концентрациями весьма затруднительно. Оно возможно лишь при исключительно благоприятных погодных условиях (высокой температуре воздуха, почвы, незначительной скорости ветра и др.), а также в случае возникновения пожаров, которые могут привести к интенсивному испарению АХОВ. Образование облака загрязненного воздуха с высококипящими веществами также возможно в случае соприкосновения разлившихся АХОВ с другими химическими веществами и образования более летучих и токсичных веществ с выделением большого количества тепла.

АХОВ, имеющие температуру кипения до 20°C (хлор, аммиак, Фосген и др.) при разливе быстро испаряются, образуя облако загрязненного воздуха, которое распространяется по направлению ветра. Такие вещества в опасных концентрациях могут обсуживаться на значительных расстояниях от места аварии.

Время испарения АХОВ зависит, прежде всего, от количества разлившегося вещества, его физико-химических свойств, площади разлива, температуры окружающей среды, скорости ветра и ряда других условий.

С повышением температуры и скорости ветра в приземном слое атмосферы скорость испарения АХОВ с поверхности разлива увеличивается, что ведет к сокращению времени воздействия АХОВ на окружающую среду и людей.

Для многих АХОВ с увеличением скорости испарения температура разлившегося вещества понижается, что ведет к уменьшению его летучести, а следовательно, и сокращению глубины зоны загрязнения.

Увеличение количества АХОВ в районе разлива увеличивает продолжительность его испарения и время существования зон химического загрязнения.

Существенное влияние на глубину зоны химического загрязнения оказывает площадь разлива АХОВ. Она может колебаться в широких пределах - от нескольких сотен до нескольких тысяч квадратных метров.

Наличие земляной обваловки, поддона, железобетонной ограждающей стенки ограничивает площадь разлива АХОВ и способствует сокращению глубины распространения загрязненной атмосферы.

1. Выход облака загрязненного воздуха за пределы территории химически опасного объекта, в случае аварии на нем, обуславливает химическую опасность для населения административно-территориальной единицы, где такой объект расположен.

2. При химическом загрязнении различных сред (воздух, вода, почва) возможно возникновение чрезвычайных ситуаций с химической обстановкой следующих четырех типов:

химическая обстановка первого типа. При аварии на химически опасном объекте происходит разрушение емкости или технологического оборудования, содержащих АХОВ

в газообразном состоянии, в результате чего образуется первичное парогазовое или аэрозольное облако с высокой концентрацией АХОВ, распространяющееся по направлению ветра. Основным поражающим фактором при этом является воздействие высоких (смертельных) концентраций паров АХОВ на людей и животных через органы дыхания. Масштабы загрязнения при этом типе химической обстановки зависят от количества выброшенных АХОВ, размеров облака, концентрации ядовитого вещества, скорости ветра, состояния приземного слоя атмосферы (инверсия, изотермия или конвекция), плотности паров АХОВ (легче или тяжелее воздуха), времени суток и характера местности;

химическая обстановка второго типа. При аварийных выбросах (разливах) АХОВ, используемых в производстве или хранящихся (транспортируемых) в виде сжиженных газов (аммиак, хлор и др.), перегретых летучих жидкостей с температурой кипения ниже температуры окружающей среды (окись этилена, фосген, окислы азота, сернистый ангидрид, синильная кислота и др.), образуются первичное и вторичное облака. При этом в результате мгновенного испарения части ядовитого вещества образуется первичное облако, концентрация паров в котором может многократно превышать смертельную, а при испарении вылившейся в поддон или разлившейся на подстилающей поверхности другой части содержащего в емкости АХОВ образуется вторичное облако, концентрация паров в котором существенно меньше, чем в первичном облаке. Однако и она может представлять высокую опасность. Основными поражающими факторами в этих условиях являются воздействие на людей и животных через органы дыхания первичного облака (кратковременное - несколько минут) и продолжительное воздействие - вторичного облака (часы, сутки). Кроме того, разлив АХОВ может привести к загрязнению грунта и воды;

химическая обстановка третьего типа. При разливе в поддон (обвалование) или на подстилающую поверхность больших количеств сжиженных газов из изотермических хранилищ или жидких АХОВ с температурой кипения, близкой к температуре окружающей среды, а также при горении некоторых сложных химических соединений с выделением АХОВ (например, удобрений типа нитрофоски, комковой серы и других), образуется только вторичное облако загрязненного воздуха;

химическая обстановка четвертого типа. При аварийном выбросе (разливе) значительных количеств малолетучих АХОВ типа фенола, сероуглерода, несимметричного диметилгидразина и др. с температурой кипения существенно выше температуры окружающей среды происходит загрязнение местности (грунта, растительности, воды) в опасных концентрациях.

Основными поражающими факторами при этом являются воздействие АХОВ в результате соприкосновения открытых участков кожи с загрязненной поверхностью или в результате попадания ядовитых веществ внутрь организма через желудочно-кишечный тракт.

Указанные типы обстановки при авариях на химически опасных объектах, особенно второй и третий, могут сопровождаться пожарами и взрывами, что существенно осложняет обстановку и затрудняет проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ.

2 Осуществление мероприятий по обучению неработающего населения правилам поведения при угрозе и возникновении химических аварий, использования средств индивидуальной защиты

Составной частью общего комплекса мер по защите населения в мирное время при возникновении чрезвычайных ситуаций и в условиях войны являются мероприятия радиационной и химической защиты.

К подготовительным мероприятиям радиационной и химической защиты, осуществляемым заблаговременно, относятся:

- разработка планов гражданской обороны, планов действий при возникновении чрезвычайных ситуаций, планов действий по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций;
- создание и эксплуатация систем радиационного и химического контроля;
- накопление и содержание в готовности средств индивидуальной защиты, приборов радиационной и химической разведки и дозиметрического контроля, средств дезактивации и дегазации;
- поддержание в готовности защитных сооружений и противорадиационных укрытий в категорированных городах;
- осуществление мер по защите продовольствия, пищевого сырья, фуража, источников воды от загрязнения радиоактивными и химическими веществами;
- обеспечение готовности служб радиационной безопасности радиационно опасных объектов, сил и средств химически-опасных объектов, подсистемы и звеньев РСЧС на соответствующей территории к ликвидации последствий радиационных и химических аварий.

Радиационная и химическая защита населения включает в себя:

- организацию непрерывного контроля, выявление и оценку радиационной и химической обстановки в районах размещения радиационно и химически опасных объектов;
- заблаговременное накопление, поддержание в готовности и использование при необходимости СИЗ, приборов радиационной и химической разведки и контроля;
- создание, производство и применение унифицированных средств защиты, приборов и комплектов радиационной и химической разведки и дозиметрического контроля;
- своевременное внедрение и применение средств и методов выявления и оценки масштабов и последствий аварий на радиационно и химически опасных объектах;
- создание и использование на радиационно и химически опасных объектах систем (преимущественно автоматизированных) контроля обстановки и локальных систем оповещения;
- разработку и применение, при необходимости, режимов радиационной и химической защиты населения и функционирования объектов экономики и инфраструктуры в условиях загрязненности (зараженности) местности;
- обучение населения использованию средств индивидуальной защиты и правилам поведения на загрязненной (зараженной) территории.

Радиационная защита - комплекс мер, направленных на ослабление или исключение воздействия ионизирующего излучения на население, персонал радиационно опасных объектов, биологические объекты природной среды, на радиоэлектронное оборудование и оптические системы, а также на предохранение природных и техногенных объектов от загрязнения радиоактивными веществами и удаление этих загрязнений.

К числу основных мероприятий по защите населения от радиационного воздействия во время радиационной или химической аварии, относятся:

- обнаружение факта радиационной аварии и оповещение о ней;
- выявление радиационной обстановки в районе аварии;
- организация радиационного контроля;
- установление и поддержание режима радиационной безопасности;
- проведение, при необходимости, на ранней стадии аварии йодной профилактики населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий аварии;
- обеспечение населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий аварии средствами индивидуальной защиты и использование этих средств;
- укрытие населения, оказавшегося в зоне аварии, в убежищах и укрытиях, обеспечивающих снижение уровня внешнего облучения и защиту органов дыхания от проникновения в них радионуклидов, оказавшихся в атмосферном воздухе;
- санитарная обработка населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий аварии;

- дезактивация аварийного объекта, объектов производственного, социального, жилого назначения, территории, сельскохозяйственных угодий, транспорта, других технических средств, средств защиты, одежды, имущества, продовольствия и воды;
- эвакуация или отселение граждан из зон, в которых уровень загрязнения превышает допустимый для проживания населения.

Химическая защита представляет собой комплекс мероприятий, направленных на исключение или ослабление воздействия аварийно химически опасных веществ (АХОВ) на население и персонал химически опасных объектов, уменьшение масштабов последствий химических аварий.

Основными мероприятиями химической защиты, осуществлямыми в случае возникновения химической аварии, являются:

- обнаружение факта химической аварии и оповещение о ней;
- выявление химической обстановки в зоне химической аварии;
- соблюдение режимов поведения на территории, зараженной АХОВ, норм и правил химической безопасности;
- обеспечение населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий химической аварии средствами индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, применение этих средств;
- эвакуация населения, при необходимости, из зоны аварии и зон возможного химического заражения;
- укрытие населения и персонала в убежищах, обеспечивающих защиту от АХОВ;
- оперативное применение антидотов и средств обработки кожных покровов;
- санитарная обработка населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий аварии;
- дегазация аварийного объекта, объектов производственного, социального, жилого назначения, территории, технических средств, средств защиты, одежды и другого имущества.

Меры по защите населения в мирное время и в условиях войны осуществляются силами и средствами предприятий, учреждений, организаций, органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, на территории которых возможна или сложилась чрезвычайная ситуация.

В условиях радиационной или химической аварии важной является проблема своевременности обеспечения населения средствами индивидуальной защиты органов дыхания, которые должны быть выданы населению в кратчайшие сроки.

Средства индивидуальной защиты для персонала опасных объектов, как правило, хранятся на рабочих местах в готовности к немедленному использованию.

При радиационных или химических авариях решающую роль в обеспечении защиты населения может сыграть своевременная его эвакуация в безопасные районы, выполняемая в заблаговременном или экстренном порядке.

Медико-биологическая защита - комплекс лечебных мероприятий по оказанию помощи пострадавшим в военное время и в мирное время при возникновении чрезвычайной ситуации, мероприятий по профилактике возможных инфекционных заболеваний и возникновения эпидемий, обеспечению эпидемиологического благополучия при возникновении чрезвычайных ситуаций биологического характера.

Медицинская защита населения в военное время и в мирное время при возникновении чрезвычайной ситуации осуществляется с привлечением сил и средств экстренной медицинской помощи, формирований и учреждений Всероссийской службы медицины катастроф, санитарно-эпидемиологического надзора.

Объем и характер проводимых мероприятий зависят от конкретных условий обстановки, особенностей поражающих факторов. Как правило, они состоят в развертывании в необходимых случаях дополнительных больничных коек в лечебных учреждениях, создании резервов медицинского имущества, обеспечении готовности к

применению соответствующих профилактических и лечебных средств: радиозащитных препаратов, антидотов, противобактериальных средств, дегазирующих, дезактивирующих и дезинфицирующих растворов, перевязочных и обезболивающих средств.

Основными мероприятиями медицинской защиты являются:

- подготовка медперсонала к действиям в военное время и в мирное время при возникновении чрезвычайной ситуации, всеобщее медикосанитарное обучение населения, его морально-психологическая подготовка;
- благовременное накопление медицинских средств индивидуальной защиты, медицинского имущества и техники, поддержание их в готовности к применению;
- поддержание в готовности больничной базы органов здравоохранения независимо от их ведомственной принадлежности и развертывание, при необходимости, в военное время и в мирное время при возникновении чрезвычайной ситуации дополнительных лечебных учреждений;
- медицинская разведка в очагах поражения и в зоне чрезвычайной ситуации в целом;
- осуществление лечебно-эвакуационных мероприятий;
- медицинское обеспечение населения в военное время и в мирное время при возникновении чрезвычайной ситуации;
- контроль зараженных продуктов питания, пищевого сырья, фуража, воды и водоисточников;
- проведение санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий с целью обеспечения эпидемического благополучия в зонах чрезвычайных ситуаций.

Общее руководство мероприятиями радиационной химической и биологической защиты в субъектах федерации возлагается на администрацию территориальных органов управления.

Непосредственно руководят мероприятиями РХБМЗ главы администраций территориальных органов управления, через органы, специально уполномоченные решать задачи ГО и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в составе или при органах исполнительной власти субъектов РФ.

Непосредственная ответственность на объектах экономики за планирование, организацию выполнения и контроль за выполнением задач и мероприятий РХБМЗ возложена - на руководителей ГО организации и начальников штабов ГО.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа 1-4 (2 часа).

Тема: «Химические характеристики наиболее распространенных газообразных, жидких и твердых загрязнителей окружающей среды»

2.1.1 Цель работы: проверить и закрепить знания химической природы основных классов неорганических соединений и органических веществ. Рассмотреть принципы воздействия химических загрязнителей на атмосферу, гидросферу, почву, материалы.

2.1.2 Задачи работы:

1. Уяснить принципы классификации неорганических соединений и органических веществ
2. Разобрать особенности химических реакций в неорганических системах и органических соединений, а также реакций образования аэрозолей

3. Особое внимание уделить изучению воздействия химических загрязнителей на атмосферу, гидросферу, почву, материалы.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Реактивы:

Растворы (2н): карбонат натрия Na_2CO_3 , сульфат натрия Na_2SO_4 , серной H_2SO_4 и соляной HCl кислоты, гидроксид натрия NaOH и калия KOH , хлорид железа (II) FeCl_2 , хлорид алюминия AlCl_3 , сульфат цинка ZnSO_4 , сульфат меди CuSO_4 , хлорид аммония NH_4Cl , хлорид бария BaCl_2 , хлорид висмута BiCl_3 , гидроксид аммония NH_4OH , нитрат ртути $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, иодид калия KJ , железоаммонийные квасцы $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, гексацианоферрат (II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, роданид калия KCSN .

Оборудование: штатив с пробирками, мерные пробирки, пипетки, фарфоровая чашка, спиртовка, лакмусовая бумага.

2.1.4 Описание (ход) работы:

Опыт 1. Амфотерность гидроксидов

В четыре пробирки налейте по 1 мл растворов солей хлорида железа (II), сульфата цинка, хлорида алюминия, сульфата меди. Добавьте к каждому раствору по каплям гидроксид натрия. Полученные осадки разделите на две части и проверьте их растворимость в минеральных кислотах и щелочах. *Запишите уравнения реакций (в молекулярном и ионном виде). Сделайте вывод.*

Опыт 2. Получение летучего основания из соли

К 1 мл раствора хлорида аммония прилейте 0,5 мл раствора гидроксида натрия и содержимое пробирки нагрейте. Над пробиркой поместите полоску лакмусовой бумаги, смоченной дистиллированной водой. Что наблюдаете? *Запишите уравнение реакции. Сделайте вывод.*

Опыт 3. Получение комплексного катиона

К 1 мл раствора сульфата меди прибавьте такой же объем раствора едкого натра. Наблюдайте образование осадка голубого цвета.

К образованному осадку по каплям добавьте раствор амиака до полного его растворения. Образование амиака меди, содержащего комплексный катион $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, выразите уравнение реакции. *Запишите уравнение реакции. Сделайте вывод.*

Опыт 4. Получение комплексного аниона

К 0,5 мл раствора нитрата ртути (II) прибавьте 2-3 капли раствора иодида калия. Наблюдайте образование ярко-оранжевого осадка иодида ртути. Продолжайте добавление раствора иодида калия до полного растворения осадка и обесцвечивания раствора. Получающийся бесцветный раствор свидетельствует об образовании комплексного аниона $[\text{HgI}_4]^{2-}$. *Запишите уравнение реакции. Сделайте вывод.*

Опыт 5. Реакция окрашивания пламени

Платиновую или никромовую проволоку очистите неоднократным смачиванием в концентрированной соляной кислоте и прокалите в пламени горелки до тех пор, пока пламя не перестанет окрашиваться. Очищенной проволокой подцепите кристалл предложенной соли и внесите в основание пламени спиртовки, а затем переведите в часть пламени с наивысшей температурой. Наблюдайте окрашивание пламени. *Сделайте вывод.*

Опыт 6. Обнаружение катиона серебра Ag^+

В пробирку внесите 2 мл раствора нитрата серебра и прилейте каплю раствора хлорида натрия. Что наблюдаете? *Запишите уравнение реакции. Сделайте вывод.*

Опыт 7. Обнаружение ионов железа (II) Fe^{2+}

Поместите в пробирку 3 капли хлорида железа (II) и прилейте 2-3 капли гексацианоферрата (III) калия. Что наблюдаете? *Запишите уравнение реакции. Сделайте вывод.*

Опыт 8. Открытие катионов железа (III) Fe^{3+}

Поместите в пробирку 3 капли соли хлорида железа (III), подкислите раствор 1-2 каплями соляной кислоты и прибавьте 2-3 капли раствора гексацианоферрата (II) калия.

Что наблюдаете? Запишите уравнение реакции. Сделайте вывод.

Опыт 9. Обнаружение хлорид ионов Cl^-

К 2 мл раствора хлорида натрия добавьте 3 капли раствора нитрата серебра. Что наблюдаете? Запишите уравнение реакции. Сделайте вывод.

Опыт 10. Обнаружение карбонат ионов CO_3^{2-}

В пробирку поместите 1 мл раствора карбоната натрия, прилейте 2н раствор соляной кислоты и быстро закройте пробирку пробкой, в которую вставлена отводная трубка. Другой конец этой трубы опустите в пробирку, в которую налита известковая вода. Что наблюдаете? Запишите уравнение реакции. Сделайте вывод.

Опыт 11. Солеобразование

В фарфоровую чашку налейте 1 мл раствора соляной кислоты и столько же по объему раствора гидроксида натрия. Смесь нагрейте до полного испарения воды на спиртовке. Что наблюдаете? Запишите уравнение реакции (в молекулярном и ионном виде). Сделайте вывод.

Опыт 12 . Получение летучей кислоты из соли

К 1 мл раствора карбоната натрия прибавьте по каплям раствора соляной или серной кислоты. Что наблюдаете? Запишите уравнение реакции. Сделайте вывод.

Опыт 13. Взаимодействие солей

К 1 мл раствора хлорида бария прилейте 1 мл раствора сульфата натрия. Что наблюдаете? Запишите уравнение реакции. Сделайте вывод.

2.2 Лабораторная работа 5-6 (2 часа).

Тема: «Выбросы и сбросы вредных веществ в окружающую среду. Обнаружение токсичных химических веществ»

2.2.1 Цель работы: проверить и закрепить знания химической природы основных выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду. Освоить принципы качественного анализа и обнаружения токсичных химических веществ.

2.2.2 Задачи работы:

1. Уяснить принципы химической природы основных выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду.

2. Разобрать особенности качественного анализа и обнаружения токсичных химических веществ.

3. Особое внимание уделить изучению основных природных и техногенных поллютантов.

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

2.2.4 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Штатив с пробирками, спиртовка, тигельные щипцы, фарфоровая чашка, пробиродержатель фильтровальная бумага

Медная проволока, железо, цинк, медь,

2.Растворы:

CuSO_4 , HCl , H_2SO_4 , FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

NaOH , Na_2CO_3 , NH_4Cl , BaCl_2 , AgNO_3 , Na_2SO_4 , NaCl , BiCl_3 HCl , H_2SO_4 , $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]\text{NaOH}$, NH_4OH , AgNO_3 , Na_2SO_4 , NaCl , CuCl_2 , NH_4SCN , BaCl_2 HCl , H_2SO_4 , NaOH , KOH , KMnO_4 , Na_2SO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CrO_4 FeCl_3 , FeSO_4 , H_2O_2 , $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, KI , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, NaNO_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

3. Индикаторы:

фенолфталеин,
метиловый оранжевый,
лакмус, универсальная индикаторная бумага

2.2.5 Описание (ход) работы:



| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|---------|---|---|
| Щелочи | $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ | <i>При действии щелочей на раствор соли аммония при нагревании выделяется газообразный аммиак, который можно обнаружить по изменению окраски влажной универсальной индикаторной или лакмусовой бумаги</i> |

| | | |
|------------------|--|--|
| Реактив Несслера | Реактив Несслера - смесь комплексной соли $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ и KOH | <i>В щелочной среде образует с ионами аммония оранжевый осадок</i> |
|------------------|--|--|



| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|---|--|--|
| Гексагидроксоантимонат (V) калия $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ | $\text{Na}^+ + [\text{Sb}(\text{OH})_6]^- \rightarrow \text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ Условия проведения опыта | <i>В нейтральной среде осаждает из растворов солей натрия белый кристаллический осадок</i> |



| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|--|---|--------------------------------------|
| Гидротартрат натрия $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ | $\text{KCl} + \text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \rightarrow \text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{NaCl}$ | <i>белый кристаллический осадок</i> |
| Гексанитрокобальтат натрия $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ | $2\text{KCl} + \text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] \rightarrow \text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] \downarrow + 2\text{NaCl}$ $2\text{K}^+ + \text{Na}^+ + [\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-} \rightarrow \text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] \downarrow$ | <i>Желтый кристаллический осадок</i> |



| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|--|--|--|
| Щелочи | $\text{AgNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{AgOH} \downarrow + \text{KNO}_3$ $\text{Ag}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{AgOH}$ $\text{AgOH} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ | <i>Образуется бурый осадок оксида серебра Ag_2O</i> |
| Хромат калия K_2CrO_4 | $2\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow + 2\text{KNO}_3$ | <i>K_2CrO_4 дает с ионом Ag^+ осадок хромата серебра кирпично-красного цвета</i> |
| Бромид и иодид калия KBr, KI | $\text{AgNO}_3 + \text{KBr} \rightarrow \text{AgBr} \downarrow + \text{KNO}_3$ $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr} \downarrow$ $\text{AgNO}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{AgI} \downarrow + \text{KNO}_3$ $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI} \downarrow$ | <i>KBr, KI образуют с катионом Ag^+ бледно-желтый осадок бромида серебра AgBr, и желтый осадок иодида серебра AgI</i> |

Pb^{2+}

| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|---|--|--|
| Щелочи | $Pb(NO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow Pb(OH)_2 \downarrow + 2NaNO_3$ $Pb^{2+} + OH^- \rightarrow Pb(OH)_2 \downarrow$ | Образуется белый осадок $Pb(OH)_2$, растворимый как в кислотах, так и в концентрированных растворах гидроксидов |
| Хромат калия K_2CrO_4 и дихромат калия $K_2Cr_2O_7$ | $Pb^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow PbCrO_4 \downarrow$ | Образуется малорастворимый хромат свинца желтого цвета |

 Ba^{2+}

| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|-------------------------|--|--|
| Хромат калия K_2CrO_4 | $BaCl_2 + K_2CrO_4 \rightarrow BaCrO_4 \downarrow + 2KCl$ $Ba^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow BaCrO_4 \downarrow$ | Желтый осадок хромата бария $BaCrO_4$, нерастворимый в уксусной кислоте, но растворимый в сильных кислотах. |

 Ca^{2+}

| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|----------------------------------|--|--------------------------------|
| Оксалат аммония $(NH_4)_2C_2O_4$ | $CaCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 + 2NH_4Cl$ | Белый осадок оксалата стронция |

 Al^{3+}

| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|-----------------|--|---|
| Раствор аммиака | $Al^{3+} + OH^- \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow$ | Белый аморфный осадок гидроксида алюминия/ осадок не растворим в аммиаке. Но растворим в щелочи |

 Cr^{3+}

| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|------------------|--|---|
| Раствор аммиака | $Cr^{3+} + OH^- \rightarrow Cr(OH)_3 \downarrow$ | Осадок гидроксида хрома $Cr(OH)_3$ серо-зеленого (серо-фиолетового) цвета |
| Гидроксид натрия | $Cr^{3+} + OH^- \rightarrow Cr(OH)_3 \downarrow$ | Осадок гидроксида хрома $Cr(OH)_3$ серо-зеленого (серо-фиолетового) цвета |

 Fe^{2+}

| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|---|---|--|
| Гидроксид натрия, гидроксид калия $NaOH, KOH$ | $Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow$ $4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4Fe(OH)_3 \downarrow$ | Свежеосажденный осадок имеет белый цвет. Однако на воздухе в результате частичного окисления |

| | | |
|--|---|---|
| | | <i>кислородом осадок приобретает серо-зеленый цвет</i> |
| Гексацианоферрат (III) калия K ₃ [Fe(CN) ₆] Красная кровяная соль | $3\text{Fe}^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2 \downarrow$ | <i>Синий осадок турбулевой сини гексацианоферрата железа (II) Осадок не растворяется в кислотах</i> |
| Диметилглиоксим C ₄ H ₆ N ₂ (OH) ₂ реактив Чугаева | [Fe (C ₄ H ₇ N ₂ O ₂)] + NH ₃ | <i>Комплексное соединение красного цвета</i> |

Fe³⁺

| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|--|---|---|
| Гидроксид натрия, гидроксид калия NaOH, KOH | $\text{Fe}^{3+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ | <i>Красно-бурый осадок</i> |
| Гексацианоферрат (II) калия K ₄ [Fe(CN) ₆] Желтая кровяная соль | $4\text{Fe}^{3+} + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \downarrow$ | <i>Темно - синий осадок берлинской лазури гексацианоферрата (II) железа (III)</i> |
| Роданид аммония NH ₄ SCN | $\text{Fe}^{3+} + n\text{SCN}^- \leftrightarrow \text{Fe}(\text{SCN})_n$ | <i>Роданид железа кроваво-красного цвета</i> |

Cu²⁺

| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|--|---|--|
| Водный раствор аммиака | $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ | <i>Аммиакат меди имеет сине-фиолетовую окраску</i> |
| Гексацианоферрат (II) калия K ₄ [Fe(CN) ₆] Желтая кровяная соль | $2\text{Cu}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$ | <i>Красно-коричневый осадок</i> |

SO₄²⁻

| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|-------------------------------------|---|--|
| Хлорид бария BaCl ₂ | $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$ $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$ | <i>Образуется белый кристаллический осадок сульфата бария BaSO₄</i> |
| Нитрат серебра AgNO ₃ | $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaNO}_3$ $2\text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4$ | <i>Белый осадок сульфата серебра, растворимый в азотной кислоте</i> |

SO₃²⁻

| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
|-------------------------|---|--|
| Иодная или бромная вода | $\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+$ | <i>При взаимодействии с растворами сульфитов обесцвечивается</i> |

| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| Хлорид бария BaCl_2 | $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_3$ | Образуется белый кристаллический осадок сульфита бария BaSO_3 |
| Нитрат серебра AgNO_3 | $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaNO}_3$ $2\text{Ag}^+ + \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_3$ | Белый осадок сульфита серебра, растворимый в азотной кислоте |
| Реактив | Уравнение реакции и условия проведения | Аналитический эффект |
| Хлорид бария BaCl_2 | $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow$ | Образуется белый осадок карбоната бария $\text{BaCO}_3 \downarrow$ |

2.3 Лабораторная работа 7-8 (2 часа).

Тема: «Проведение замеров вредных выбросов химических веществ, меры по утилизации. Обеспечение безопасности перевозки опасных грузов и токсичных химических веществ»

2.3.1 Цель работы: проверить и закрепить знания по обеспечению безопасности перевозки опасных грузов и токсичных химических веществ. Освоить принципы проведения замеров вредных выбросов химических веществ, мер по утилизации.

2.3.2 Задачи работы:

1. Уяснить принципы проведения замеров вредных выбросов химических веществ, мер по утилизации

2. Разобрать особенности обеспечения безопасности перевозки опасных грузов и токсичных химических веществ

3. Особое внимание уделить методам количественной идентификации поллютантов.

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

2н раствор серной кислоты, раствор соли железа (II), плитка, термометр, стандартный раствор щавелевой кислоты, пипетки, колбы для титрования емкостью 50 – 100 см³, бюретки, дистиллированная вода, колбы, 0,1н раствор KMnO_4 .

Крахмал, дистиллированная вода, часовое стекло, 20%-ного раствора серной кислоты, 5%-ный раствор KI , стандартный раствор перманганата калия, пипетки, колбы для титрования, рабочий раствор тиосульфата натрия, бюретки для титрования.

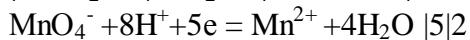
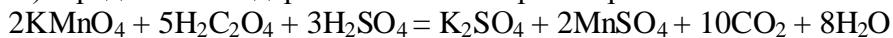
2.3.4 Описание (ход) работы:

Определение содержания железа в растворе соли Мора или железного купороса.

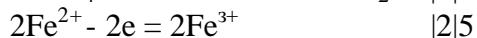
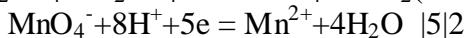
Солью Мора называют двойную соль сульфатов железа (II) и аммония: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Железный купорос имеет состав: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Работа состоит из двух этапов: 1) стандартизация рабочего раствора перманганата калия по первичному стандарту – раствору щавелевой кислоты;

2) определение содержания железа в растворе его соли.



$$M(\text{KMnO}_4) = 1/5 M(\text{KMnO}_4) = 1/5 \cdot 158 = 31,61 \text{ г/моль}$$



1. Стандартизация рабочего раствора перманганата калия.

1.1. Приготовить 100 см³ 0,1н раствора KMnO_4 , разбавив налитый в колбу рабочий раствор до метки дистиллированной водой. После приготовления раствор перемешать.

1.2. Заполнить бюретку приготовленным раствором KMnO_4 , предварительно ополоснув ее этим раствором. Установить нулевой уровень раствора на бюретке по верхнему мениску раствора.

1.3. В колбу для титрования емкостью 50 – 100 см³ пипеткой отмерить 10 см³ стандартного раствора щавелевой кислоты, предварительно ополоснув пипетку этим раствором. Добавить 10 см³ 2н раствора серной кислоты и нагреть до 70 – 80 °C (не допускать кипячение). Оттитровать раствор щавелевой кислоты рабочим раствором KMnO₄ до бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 30 секунд. Титровать 3 раза. Рассчитать среднее значение объема KMnO₄, а затем молярную концентрацию эквивалента (нормальность) KMnO₄, титр и коэффициент поправки. Если два результата совпали, можно ограничиться двумя титрованиями. Расхождение между параллельными определениями должно быть не более 0,2 см³

2. Определение содержания железа (II) в растворе его соли.

2.1. Заполнить бюретку рабочим раствором KMnO₄, предварительно ополоснув ее этим раствором. Установить нулевой уровень раствора на бюретке по верхнему мениску раствора.

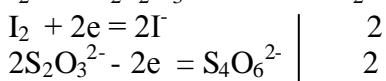
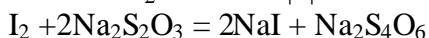
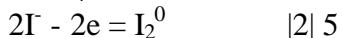
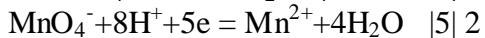
2.2 В колбу для титрования емкостью 50-100 см³ пипеткой отмерить 10 см³ исследуемого раствора соли железа (II), предварительно ополоснув пипетку этим раствором. Добавить 10 см³ 2н раствора серной кислоты. Оттитровать исследуемый раствор соли железа (II) рабочим раствором KMnO₄ до бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 30 секунд. Титровать 3 раза. Рассчитать среднее значение объема KMnO₄, а затем молярную концентрацию эквивалента (нормальность) раствора соли железа и его массу в 1 дм³ раствора.

$$C(Fe^{2+}) = \frac{C(KMnO_4) * V(KMnO_4)}{V(FeSO_4)}$$

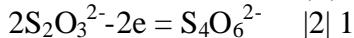
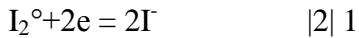
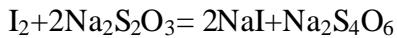
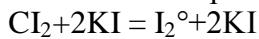
2.3.5 Описание (ход) работы:

Лабораторная работа выполняется в два этапа:

Первый этап - стандартизация рабочего раствора тиосульфата натрия по перманганату калия. При этом используется метод замещения или метод косвенного титрования, основанный на следующих химических процессах:



Второй этап – определение свободного хлора. В этом этапе так же используется метод косвенного титрования, основанный на следующих химических реакциях.



Ход анализа

1. Стандартизация рабочего раствора тиосульфата натрия по перманганату калия.

1.1. Бюретку для титрования заполнить рабочим раствором тиосульфата натрия, предварительно ополоснув ее этим раствором.

1.2. В колбу для титрования пипеткой отмерить 10 см³ стандартного раствора перманганата калия, предварительно ополоснув ее этим раствором, затем добавить 5 см³ 5%-ного раствора KI и 5 см³ 20%-ного раствора серной кислоты.

1.3. Закрыть колбу часовым стеклом и поставить в темное место на 5 минут для завершения реакции выделения свободного йода.

1.4. Разбавить раствор 100 см³ воды.

1.5. Оттитровать выделившийся йод раствором тиосульфата натрия до перехода окраски из темно-бурой в соломенно-желтую.

1.6. Прибавить к титруемому раствору несколько капель крахмала и раствор оттитровать до обесцвечивания.

1.7. Титровать 3 раза, вычислить средний объем стандартного раствора и рассчитать молярную концентрацию эквивалента раствора тиосульфата натрия, его титр и коэффициент поправки.

2. Определение содержания свободного хлора.

2.1 Бюrette для титрования заполнить рабочим раствором тиосульфата натрия, предварительно ополоснув ее этим раствором.

2.2. В колбу для титрования пипеткой отмерить 20 см³ исследуемой воды, затем добавить 10 см³ 5%-ного раствора КІ.

2.3. Закрыть колбу часовым стеклом и поставить в темное место на 5 минут для завершения реакции выделения свободного йода.

2.4. Оттитровать выделившийся йод раствором тиосульфата натрия до перехода окраски из темно-бурой в соломенно-желтую.

2.5. Прибавить к титруемому раствору несколько капель крахмала и раствор оттитровать до обесцвечивания.

2.6. Рассчитать содержание свободного хлора в мг/дм³

2.4 Лабораторная работа 9-10 (2 часа).

Тема: «Подготовка и обучение производственного персонала и населения»

2.4.1 Цель работы: проверить и закрепить знания по **Подготовке и обучению производственного персонала и населения** в области экологической, производственной, пожарной безопасности. Освоить принципы защиты в чрезвычайных ситуациях по ликвидации химических аварий.

2.4.2 Задачи работы:

1. Уяснить принципы оценки химической обстановки на объектах и руководство в проведении мероприятий при взаимодействии с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях по ликвидации химических аварий.

2. Разобрать особенности осуществления мероприятий по обучению неработающего населения правилам поведения при угрозе и возникновении химических аварий, использования средств индивидуальной защиты

3. Особое внимание уделить изучению комплексному подходу решения проблемы.

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Выполнение лабораторного практикума не предусмотрено

2.4.4 Описание (ход) работы:

План рассматриваемых проблемных вопросов

1. Токсичность химических веществ

2. Лицензирование работ с химически опасными веществами и перевозок химически опасных грузов автомобильным транспортом

3. Оценка химической обстановки на объектах и руководству в проведении мероприятий по ликвидации химических аварий

4. Правила поведения при угрозе и возникновении химических аварий

5. Использование средств индивидуальной защиты

6. Обучение через средства массовой информации.