

ОТЧЕТ

о реализации мероприятия 2.2.2.3. проекта ПРООН/ГЭФ «Содействие в реализации ускоренного вывода из обращения ГХФУ в странах с переходной экономикой»: Содействие в организации обучения. Разработка учебных планов/модулей/программ для обучения/переподготовки специалистов по ремонту и обслуживанию холодильной техники при участии международного и национальных экспертов и включение в учебные планы (Минобразования) на всех уровнях (профобразование, высшее).

Этап 2.

Разработка разделов, включающих вопросы обращения с ОРВ, для учебных программ высших учебных заведений, осуществляющих подготовку инженерных работников по холодильной технике.

Разработка разделов, включающих вопросы обращения с ОРВ, для учебных заведений профессиональной подготовки, осуществляющих обучение специалистов со среднетехническим образованием.

Консультант, руководитель
группы экспертов по разработке
и внедрению учебных курсов/
программ по вопросам обращения
с озоноразрушающими
веществами

Н. Жук

Минск 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В УЧЕБНЫЕ ПРОГРАММЫ ИЗУЧАЕМЫХ ДИСЦИПЛИН.....	5
2 СОДЕРЖАНИЕ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ВОПРОСОВ.....	9
2.1 Озон и его место в природе.....	9
2.2 Явление озоноразрушения в атмосфере Земли.....	16
2.3 Механизм воздействия озоноразрушающих веществ (ОРВ)	24
2.4 Явление парникового эффекта в атмосфере Земли.....	30
2.5 Классификация и статус хладагентов	34
2.6 Применение ХФУ и ГХФУ в различных секторах потребления.....	36
2.7 Международная реакция на разрушение озонового слоя.....	41
2.8 Свойства традиционных ХФУ и ГХФУ	49
2.9 Экологические альтернативы холодильных агентов	61
2.10 Сервис холодильных систем содержащих ОРВ	63
2.11 Рациональные методы обслуживания холодильного оборудования содержащего ОРВ	66
2.12 Перечень обязательного оборудования для сервиса холодильных систем содержащих ОРВ.....	73
2.13 Сбор, очистка и переработка холодильных агентов	75
2.14 Правила хранения холодильных агентов, являющихся ОРВ	81
2.15 Емкости для холодильных агентов	83
2.16 Правила ТБ при работе с холодильными агентами.....	86
2.17 Утилизация холодильных агентов	94
2.18 Современное состояние и перспективы применения альтернативных холодильных агентов	95
ВЫВОДЫ.....	98
ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	100
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	102

ВВЕДЕНИЕ

Синтетические хладагенты неизмеримо расширили область применения холода. Сегодня невозможно представить мир без бытовых холодильников и морозильников, систем кондиционирования воздуха, тепловых насосов, холодильных складов и транспортных систем, быстрозамороженных и охлажденных пищевых продуктов, без сублимированных продуктов, вспенивающих материалов, сжиженных природных газов, термосвай и многих других элементов цивилизованного холодильного присутствия.

Хладагенты, за которыми за многие годы в обиходе укрепилось название «фреоны», стали широко применять также в качестве пропеллентов и растворителей в бытовых и медицинских аэрозольных препаратах, теплоносителей в энергетике, эффективных растворителей в технологических процессах, огнетушащих агентов в средствах пожаротушения, порообразователей и вспенивателей для получения пенопластов, полимеров и эластомеров, а также в качестве высокоэффективных газовых диэлектриков, тепло- и хладоносителей, флегматизаторов горючих веществ, в лазерах, в синтезе лекарственных веществ, масел, пестицидов, пленок, средств защиты растений, красителей и т.п.

Холодильных агентов (приложение 1), в большинстве своем, отличает отсутствие запаха, пожаро- и взрывобезопасность, нетоксичность, приемлемые термодинамические характеристики, высокая энергоэффективность, химическая и термическая стабильность. Молекулы хладагентов — долгожители, способные находиться в атмосфере Земли многие десятки лет. Высокая химическая и термическая стабильность с точки зрения климатологии — негативный момент, тем более что уже в семидесятых годах прошлого века метеозонды обнаружили в стратосфере Земли молекулы хладагентов. Атомы хлора и брома, согласно одной из гипотез, под действием жесткого ультрафиолетового излучения Солнца могут отделяться от молекул фреонов и далее, поглощая атомарный кислород, разрушать стратосферный озон.

Запрет самых распространенных в этот период хладагентов техника низких температур преодолела в два этапа: сначала синтезировали серии смесевых хладагентов, так называемых хладагентов переходного периода. Основной смесевой композицией был хладагент R22, к которому добавляли по ситуации либо озонобезопасные хладагенты, либо хладагенты с небольшим, не более одной десятой единицы, ОРП, например, R142b, R21, R124 (приложение 2).

Промышленность в процессе переходного периода сумела создать новые, полностью безопасные для озона хладагенты с ОРП, равным нулю (приложение 3), а также продолжила производство ранее применявшихся озонобезопасных хладагентов R32, R143a, R23, R116 и др. в качестве компонентов озонобезопасных смесевых хладагентов, пришедших на смену R22, R502, R13 и другим озоноразрушающим соединениям (приложение 4).

Альтернативой R12 стал R134a, а смесевые хладагенты перекрыли оставшийся интервал температур для реализации низкотемпературных си-

стем. Из особенностей применения неазетропных смесей отметим непостоянство температур кипения и конденсации и необходимость использования для всех ГФУ-хладагентов специальных синтетических масел.

В последнее время активно ведутся работы по внедрению в холодильную технику углеводородов и природных хладагентов (приложение 5).

1 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В УЧЕБНЫЕ ПРОГРАММЫ ИЗУЧАЕМЫХ ДИСЦИПЛИН

Проведен сбор и анализ материалов из учебных программ профильных дисциплин на предмет вопросов касающихся обращения с озоноразрушающими веществами (холодильными агентами) следующих учебных заведений:

- Белорусский национальный технический университет (БНТУ);
- Могилевский государственный университет продовольствия (МГУП);
- Минский государственный механико-технологический профессионально-технический колледж;
- Полоцкий торгово-технологический колледж Белкоопсоюза;
- Республиканского центра повышения квалификации Минприроды.

Основные выводы из представленных материалов по каждому учебному заведению изложены в отчете за 1 этап проекта ПРООН/ГЭФ «Содействие в реализации ускоренного вывода из обращения ГХФУ в странах с переходной экономикой»: Содействие в организации обучения. Разработка учебных планов/модулей/программ для обучения/переподготовки специалистов по ремонту и обслуживанию холодильной техники и включение в учебные планы на всех уровнях.

Учитывая, что представленные разделы учебных программ не в достаточном объеме освещают вопросы охраны озонового слоя и обращения с ОРВ, разработаны рекомендации в виде отдельных вопросов, которые рекомендовано включить в разделы учебных программ.

Предлагается рекомендовать к пересмотру и включению отдельных вопросов в учебные дисциплины и утвердить дополнения и изменения в программах в установленном порядке.

Для систематизации вопросов по каждому учебному заведению они предложены в нижерасположенной таблице 1.

Следует учесть, что в предложенной таблице не указаны разделы программ, в которые следует включить вопросы к рассмотрению, т.к. преподавательский состав и методический отдел учебного заведения вправе выбрать необходимый раздел исходя из отведенного количества часов на изучение конкретного раздела и вида аудиторных часов. Информация по видам аудиторных часов от учебных заведений представлена не была.

В последующем разделе настоящего отчета каждый предлагаемый к рассмотрению вопрос изложен более детально. Уделено внимание не только основному текстовому материалу, но и наглядным материалам в виде рисунков, таблиц, приложений, которые возможно включить в презентации, а также предлагается несколько учебных фильмов.

Перечень предлагаемых вопросов для включения в разделы программ по учебным заведениям

Учебная дисциплина	Рекомендуемые вопросы для включения в разделы учебных программ
1	2
Белорусский национальный технический университет (БНТУ)	
Холодильные машины	<p>Озон и его место в природе Явление озоноразрушения в атмосфере Земли Механизм воздействия озоноразрушающих веществ (ОРВ) Явление парникового эффекта в атмосфере Земли Классификация и статус хладагентов Международная реакция на разрушение озонового слоя</p>
Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования	<p>Рациональные методы обслуживания холодильного оборудования содержащего ОРВ Перечень обязательного оборудования для сервиса холодильных систем, содержащих ОРВ Правила хранения холодильных агентов, являющихся ОРВ Емкости для холодильных агентов Правила ТБ при работе с холодильными агентами Утилизация холодильных агентов</p>
Холодильные установки на транспорте	<p>Сервис холодильных систем содержащих ОРВ Экологические альтернативы холодильных агентов</p>
Могилевский государственный университет продовольствия (МГУП)	
Холодильные машины	<p>Озон и его место в природе Явление озоноразрушения в атмосфере Земли Механизм воздействия озоноразрушающих веществ (ОРВ) Явление парникового эффекта в атмосфере Земли Классификация и статус хладагентов Международная реакция на разрушение озонового слоя Экологические альтернативы холодильных агентов</p>
Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования и оборудования систем кондиционирования воздуха	<p>Сервис холодильных систем содержащих ОРВ Рациональные методы обслуживания холодильного оборудования содержащего ОРВ Перечень обязательного оборудования для сервиса холодильных систем, содержащих ОРВ Правила хранения холодильных агентов, являющихся ОРВ Емкости для холодильных агентов Правила ТБ при работе с холодильными агентами Утилизация холодильных агентов</p>

1	2
Минский государственный механико-технологический профессионально-технический колледж	
Специальная технология	<p>Озон и его место в природе Явление озоноразрушения в атмосфере Земли Механизм воздействия озоноразрушающих веществ (ОРВ) Явление парникового эффекта в атмосфере Земли Классификация и статус хладагентов Применение ХФУ и ГХФУ в различных секторах потребления Международная реакция на разрушение озонового слоя Свойства традиционных ХФУ и ГХФУ</p>
Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования	<p>Сервис холодильных систем содержащих ОРВ Рациональные методы обслуживания холодильного оборудования содержащего ОРВ Перечень обязательного оборудования для сервиса холодильных систем, содержащих ОРВ Сбор, очистка и переработка холодильных агентов Правила хранения холодильных агентов, являющихся ОРВ Правила ТБ при работе с холодильными агентами</p>
«Полоцкий торгово-технологический колледж» Белкоопсоюза	
Холодильная техника и оборудование	<p>Озон и его место в природе Явление озоноразрушения в атмосфере Земли Механизм воздействия озоноразрушающих веществ (ОРВ) Явление парникового эффекта в атмосфере Земли Классификация и статус хладагентов Применение ХФУ и ГХФУ в различных секторах потребления Международная реакция на разрушение озонового слоя Свойства традиционных ХФУ и ГХФУ</p>
Монтаж, наладка и техническое обслуживание оборудования торговли и общественного питания	<p>Сервис холодильных систем содержащих ОРВ Рациональные методы обслуживания холодильного оборудования содержащего ОРВ Перечень обязательного оборудования для сервиса холодильных систем, содержащих ОРВ Сбор, очистка и переработка холодильных агентов Правила хранения холодильных агентов, являющихся ОРВ Правила ТБ при работе с холодильными агентами</p>

1	2
Республиканский центр повышения квалификации Минприроды, повышение квалификации по курсу «Обращение с озоноразрушающими веществами»	
Организация работы с озоноразрушающими веществами	Экологические альтернативы холодильных агентов Рациональные методы обслуживания холодильного оборудования содержащего ОРВ
Оборудование и современные технологии, применяемые при работе с озоноразрушающими веществами	Перечень обязательного оборудования для сервиса холодильных систем, содержащих ОРВ Сервис холодильных систем содержащих ОРВ Сбор, очистка и переработка холодильных агентов Правила хранения холодильных агентов, являющихся ОРВ Утилизация холодильных агентов
Охрана труда	Правила ТБ при работе с холодильными агентами

2 СОДЕРЖАНИЕ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ВОПРОСОВ

2.1 ОЗОН И ЕГО МЕСТО В ПРИРОДЕ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /2/.

Общие сведения

Озон — вещество, молекула которого состоит из трех атомов кислорода. Химическая формула озона – O_3 . В нормальных условиях озон представляет собой голубой газ. При сжижении превращается в жидкость цвета индиго. В твёрдом виде образует тёмно-синие, практически чёрные кристаллы.

Озон обладает характерным запахом, который легко почувствовать после грозы. В 1785 году озон впервые был получен искусственным путем. Это сделал голландский физик М. ван Марум, пропуская через воздух электрические искры. Однако ван Марум решил, что получил не новое вещество, а особую «электрическую материю».

Термин озон, образованный от древнегреческого глагола «озо» – «пахну», предложил в 1840 г. немецкий химик Х.Ф. Шёнбейном, часто именно его называют первооткрывателем озона.

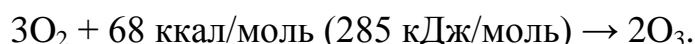
Роль, которую играет озон для человека и для всего живого на Земле стала ясна с открытием озонового слоя. В 1912 году французским физикам Шарлю Фабри и Анри Буиссону с помощью спектроскопических измерений удалось доказать, что в отдалённых слоях атмосферы существует озон, предохраняющий поверхность планеты от губительного воздействия ультрафиолетового солнечного излучения.

Атмосферный озон играет важную роль, защищая растения и животных. Однако тропосферный озон является загрязнителем, который может угрожать здоровью людей и животных, а также повреждать растения.

Химические свойства озона

Молекула озона состоит из трех атомов кислорода. Химическая формула этого – O_3 .

Реакция образования озона:



Молекула озона неустойчива и при достаточных концентрациях в воздухе при нормальных условиях самопроизвольно превращается в двухатомный кислород с выделением тепла. Повышение температуры и понижение давления увеличивают скорость разложения озона. Контакт озона даже с малыми количествами органических веществ, некоторых металлов или их окислов резко ускоряет превращение.

Химическая активность озона очень велика, это мощный окислитель. Он окисляет почти все металлы (за исключением золота, платины и иридия) и многие неметаллы. Продуктом реакции в основном является кислород.

Физические свойства озона

Молекулярная масса — 48 а.е.м.

Плотность озона при нормальных условиях — 2,1445 г/дм³.

Относительная плотность озона по кислороду 1,5; по воздуху — 1,62.

Плотность жидкости при -183°C — 1,71 г/см³.

Температура кипения озона — $-111,9^{\circ}\text{C}$. Жидкий озон — тёмно-фиолетового цвета.

Температура плавления — $-197,2\pm 0,2^{\circ}\text{C}$. В твёрдом состоянии — чёрного цвета с фиолетовым отблеском.

Растворимость в воде при 0°C — 0,394 кг/м³ (0,494 л/кг), она в 10 раз выше по сравнению с кислородом.

Запах — резкий, специфический «металлический» (Менделеев писал, что озон пахнет раками). При больших концентрациях напоминает запах хлора. Запах ощутим даже при разбавлении 1 к 100000.

Биологические свойства озона и его влияние на организм человека

Высокая окисляющая способность и то, что во многих химических реакциях, протекающих с участием озона, образуются свободные радикалы кислорода, делают этот газ крайне опасным для человека.

Как озон влияет на человека:

- Раздражает и повреждает ткани органов дыхания;
- Воздействует на холестерин в крови человека, образуя нерастворимые формы, что приводит к атеросклерозу;
- Долгое нахождение в среде с повышенной концентрацией озона может стать причиной мужского бесплодия.

Озон отнесён к первому, самому высокому классу опасности вредных веществ.

Нормативы по озону:

- Максимальная разовая предельно допустимая концентрация (ПДК м.р.) в атмосферном воздухе населённых мест — 0,16 мг/м³;
- Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК с.с.) — 0,03 мг/м³;
- Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны — 0,1 мг/м³ (при этом, порог человеческого обоняния приблизительно равен 0,01 мг/м³).

Высокую токсичность озона, а именно — его способность эффективно убивать плесень и бактерии, используют для дезинфекции. Применение озона вместо средств дезинфекции на основе хлора позволяет существенно сократить загрязнение окружающей среды хлором, опасным, в числе прочего, и

для стратосферного озона. Стратосферный озон играет роль защитного экрана для всего живого на земле, препятствуя проникновению к поверхности Земли жесткого ультрафиолетового излучения.

Стратосферный, тропосферный и приземный озон

Озоновый экран, защищающий Землю от жесткого ультрафиолетового излучения, находится на высоте от 12 до 50 км – в стратосфере, поэтому озон, образующий его, называют стратосферным.

Озон, образующий стратосферный экран, это продукт естественных реакций, проходящих под воздействием солнечного ультрафиолета.

Слой атмосферы, расположенный в непосредственной близости к поверхности Земли (на высоте от 0 до 10 км) называют тропосферой. Озон, находящийся в нем, получил название приземного или тропосферного. Источник озона в тропосфере – химические реакции, в которые вступают окислы азота (NO_x) и летучие органические соединения (ЛОС). Основные источники NO_x и ЛОС – выбросы промышленных предприятий и тепловых электростанций, выхлопные газы автомобильного транспорта, бензиновые пары и химические растворители.

Приземный озон – вредоносный загрязнитель, опасный для здоровья человека.

Вредные и полезные свойства озона

Озон присутствует в двух слоях атмосферы. Тропосферный или приземный озон, находящийся в ближайшем к поверхности Земли слое атмосферы—в тропосфере – опасен. Он вреден и для человека, и для других живых организмов. Он губительно воздействует на деревья, посевы сельскохозяйственных культур. Кроме того, тропосферный озон — один из главных „ингредиентов“ городского смога.

В тоже время стратосферный озон очень полезен. Разрушение образованного им озонового слоя (озонового экрана) приводит к тому, что поток ультрафиолетового излучения на земную поверхность увеличивается. Из-за этого возрастает количество заболеваний раком кожи (в том числе наиболее опасного его вида — меланомы), случаев катаракты. Воздействие жесткого ультрафиолета ослабляет иммунитет. Избыточное УФ-излучение может также стать проблемой для сельского хозяйства, так как посевы некоторых культур чрезвычайно чувствительны к ультрафиолету.

В то же время следует помнить, что озон – ядовитый газ, и на уровне земной поверхности он является вредоносным загрязнителем. Летом из-за интенсивного солнечного излучения и жары в воздухе образуется особенно много вредоносного озона.

Взаимодействие озона и кислорода друг с другом. Сходства и различия

Озон – аллотропная форма кислорода. Аллотропия – существование одного и того же химического элемента в виде двух и более простых веществ. В

данном случае и озон (O₃) и кислород (O₂) образованы химическим элементом O.

Получение озона из кислорода

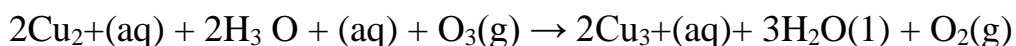
Как правило, исходным веществом для получения озона выступает молекулярный кислород (O₂), а сам процесс описывается уравнением $3O_2 \rightarrow 2O_3$. Эта реакция эндотермична и легко обратима. Для смещения равновесия в сторону целевого продукта (озона) применяются определенные меры.

Один из способов получения озона – использование дугового разряда. Термическая диссоциация молекул резко возрастает с ростом температуры. Так, при $T = 3000\text{K}$ — содержание атомарного кислорода составляет ~10%. Температуру в несколько тысяч градусов можно получить при помощи дугового разряда. Однако при высокой температуре озон разлагается быстрее молекулярного кислорода. Чтобы предотвратить это, можно сместить равновесие, сначала нагреть газ, а затем резко его охладив. Озон в данном случае — промежуточный продукт при переходе смеси O₂+O к молекулярному кислороду.

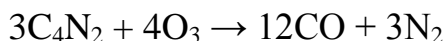
Максимальная концентрация O₃, которую можно получить при таком способе производства, достигает 1%. Этого достаточно для большинства промышленных целей.

Окислительные свойства озона

Озон — мощный окислитель, намного более реакционноспособный по сравнению с двухатомным кислородом. Окисляет почти все металлы и многие неметаллы с образованием кислорода:



Озон может участвовать в реакциях горения, температура горения при этом выше, чем при горении в атмосфере двухатомного кислорода:



Применение озона

Применения озона обусловленного его свойствами сильного окисляющего реагента:

- для стерилизации изделий медицинского назначения;
- при получении многих веществ в лабораторной и промышленной практике;
- для отбеливания бумаги;
- для очистки масел.

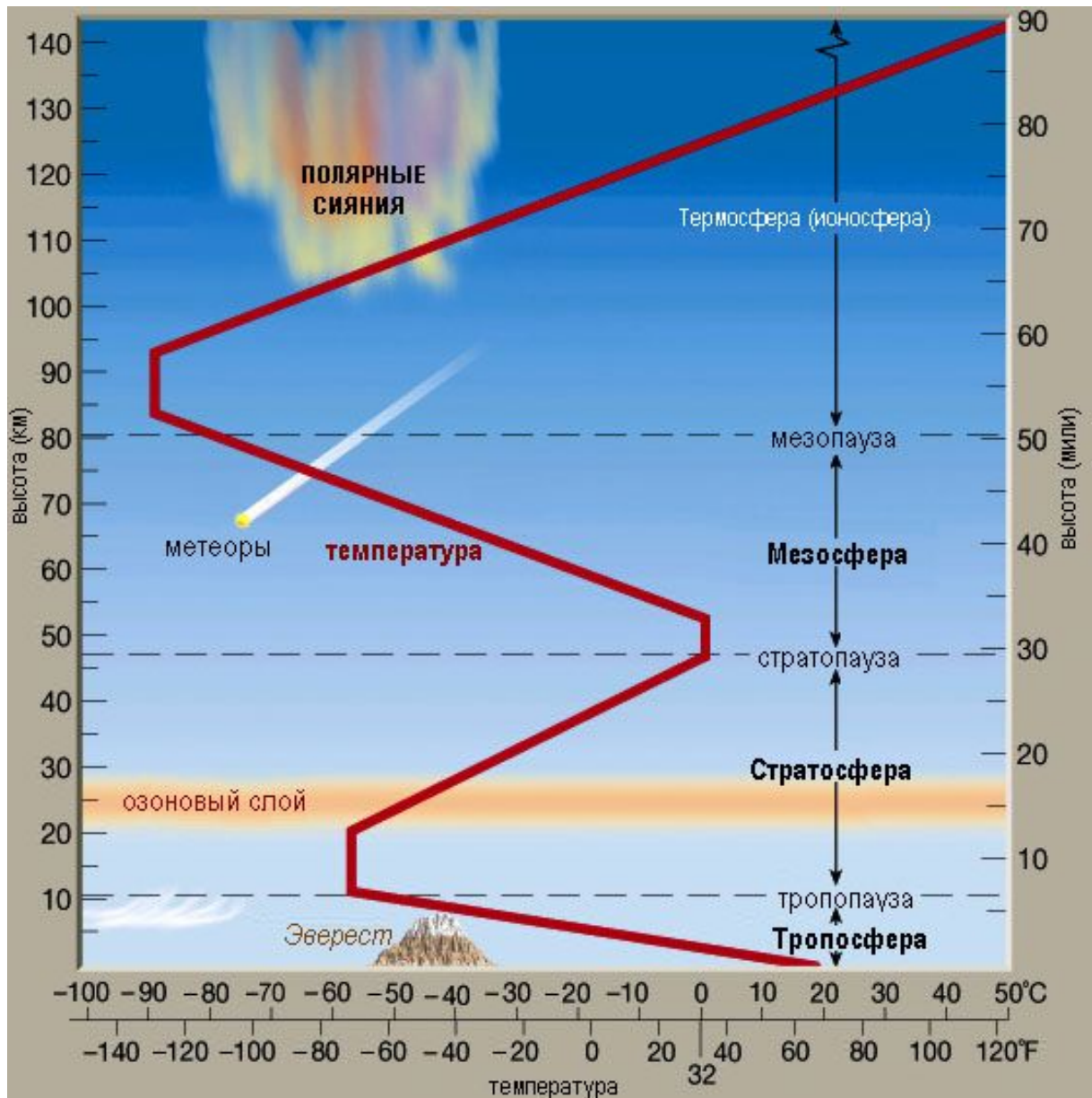
Применения озона обусловленного его свойствами сильного дезинфицирующего средства:

- для очистки воды и воздуха от микроорганизмов (озонирование);

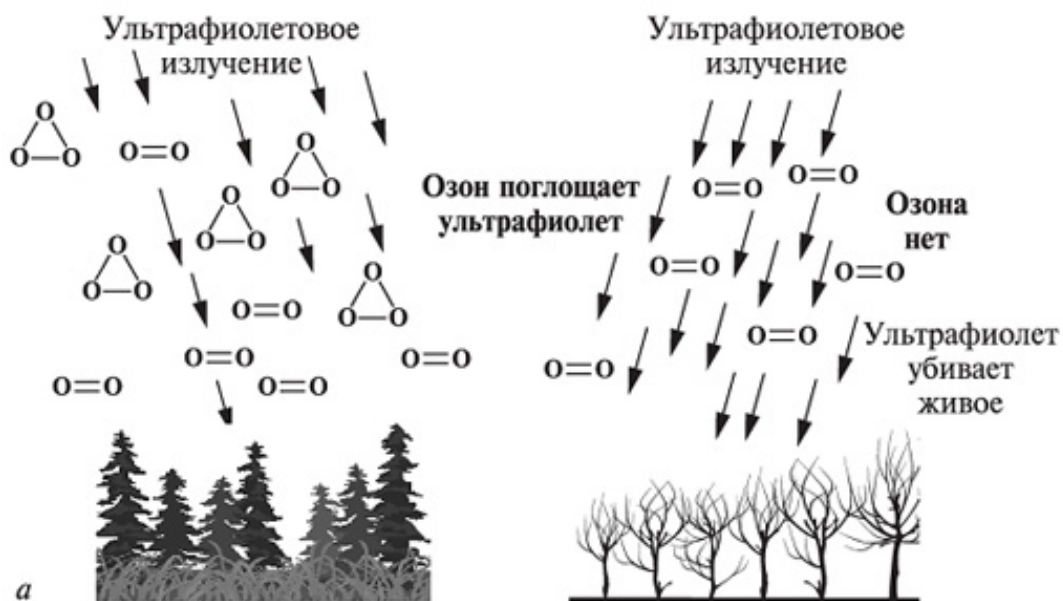
- для дезинфекции помещений и одежды;
- для озонирования растворов, применяемых в медицине (как для внутривенного, так и для контактного применения).

В XXI веке многие фирмы начали выпуск так называемых бытовых озонаторов, предназначенных также для дезинфекции помещений (подвалов, комнат после вирусных заболеваний, складов, заражённых бактериями и грибами вещей), зачастую умалчивая о мерах предосторожности столь необходимых при применении данной техники.

Для более наглядного рассмотрения вопроса предлагаются следующие рисунки /3, 7/, которые могут быть основой для слайдов в презентациях и учебных плакатов.



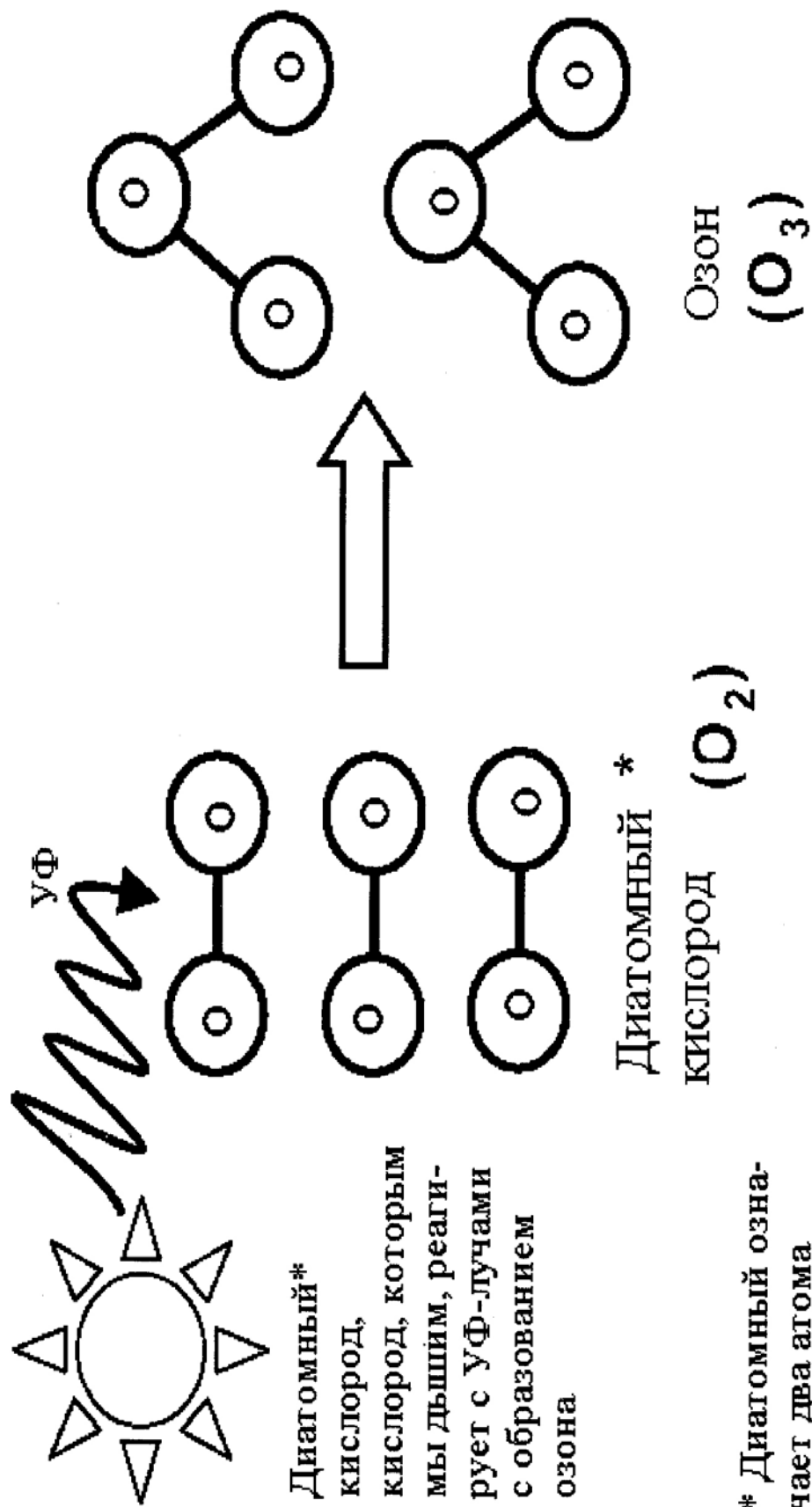
Место озонового слоя в атмосфере Земли



Озоновый экран:

- а — озон (O_3) в стратосфере поглощает УФ-лучи Солнца;
- б — озон формируется в стратосфере, когда под действием УФ-лучей молекулы O_2 распадаются на свободные атомы, способные присоединяться к другим его молекулам

Образование озона



2.2 ЯВЛЕНИЕ ОЗОНОРАЗРУШЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /4/, предлагается также фильм «Озоновая дыра» (диск с информацией прилагается).

Общие сведения

Озон в стратосфере – это продукт воздействия самого ультрафиолета (УФ) на молекулы кислорода (O_2). В результате некоторые из них распадаются на свободные атомы, а те в свою очередь могут присоединяться к другим молекулам кислорода с образованием озона (O_3). Однако весь кислород не превращается в озон, так как свободные атомы O , реагируя с молекулами озона, дают две молекулы O_2 . Таким образом, количество озона в стратосфере не статично; оно представляет собой результат равновесия между этими двумя реакциями. Разрушение озонового слоя - это разделение молекул озона, которое вызывают встречаемые в стратосфере вещества, разрушающие озоновый слой (OSNV), возникающие в результате природных процессов (например, извержения вулканов) или эмитированные (высвобожденные) в результате деятельности человека, и содержащие хлор (Cl) или бром (Br); а также метан или оксид азота (I) - (N_2O).

Самые существенные этапы разрушения озонового слоя:

1) Эмиссии: в результате деятельности человека, а также в результате природных процессов на Земле эмитируются (высвобождаются) газы, содержащие галогены (бром и хлор), т.е. вещества, разрушающие озоновый слой.

2) Аккумуляция (эмитированные газы, содержащие галогены, аккумулируются (накапливаются) в нижних атмосферных слоях, и под воздействием ветра, а также потоков воздуха перемещаются в регионы, которые не находятся в прямой близости с источниками такой эмиссии газов).

3) Перемещение (аккумуляционные газы, содержащие галогены, с помощью потоков воздуха перемещаются в стратосферу).

4) Преобразование (большая часть газов, содержащих галогены, под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца в стратосфере преобразуется в легко реагирующие галогенные газы, в результате чего в полярных регионах Земного шара разрушение озонового слоя происходит сравнительно активнее).

5) Химические реакции (легко реагирующие галогенные газы вызывают разрушение озона стратосферы; фактор, способствующий реакциям - полярные стратосферные облака).

6) Удаление (под воздействием воздушных потоков легко реагирующие галогенные газы возвращаются в тропосферу, где из-за присутствующей в облаках влажности и дождей разделяются, и таким образом из атмосферы полностью удаляются).

Причины разрушения озонового слоя

В 1970-е годы учёные предположили, что свободные атомы хлора катализируют процесс разделения озона. А люди ежегодно пополняют состав атмосферы свободным хлором и прочими вредными веществами. Причём относительно небольшое их количество может наносить значительный ущерб озоновому экрану, причём это влияние будет продолжаться неопределённо долго, так как атомы хлора, например, покидают стратосферу очень медленно.

Большая часть хлора, используемая на земле, например, для очистки воды, представлена его растворимыми в воде соединениями ионами. Следовательно, ни вымываются из атмосферы осадками задолго до того, как попасть в стратосферу. Хлорфторуглероды (ХФУ) очень летучи и нерастворимы в воде. Следовательно, они не вымываются из атмосферы и, продолжая распространяться в ней, достигают стратосферы. Там они могут разлагаться, высвобождая атомарный хлор, который собственно и разрушает озон. Таким образом, ХФУ наносят ущерб, выступая в роли переносчиков атомов хлора в стратосферу.

Хлорфторуглероды относительно инертны химически, негорючи и неядовиты. Более того, будучи газами при комнатной температуре, они ожигаются при небольшом давлении с выделением тепла, а испаряясь, вновь его поглощают и охлаждаются. Эти свойства позволили применять их в следующих целях.

1) Хлорфторуглероды используются практически во всех холодильниках, кондиционерах воздуха и тепловых насосах как хлорагенты. Поскольку эти приспособления рано или поздно ломаются и выбрасываются, содержащиеся в них ХФУ обычно попадают в атмосферу.

2) Вторая важнейшая область их применения - производство пористых пластмасс. ХФУ подмешивают в жидкие пластмассы при повышенном давлении (они растворимы в органических веществах). Когда давление понижают, они вспенивают пластмассу, как углекислый газ вспенивает содовую воду. И при этом улетучиваются в атмосферу.

3) Третья основная область их применения - электронная промышленность, а именно очистка компьютерных микросхем, которая должна быть весьма тщательной. И опять же, хлорфторуглероды попадают в атмосферу. Наконец, их до сих пор используют как носители в аэрозольных баллончиках, которые распыляют их в воздухе.

Разрушение озона происходит также из-за воздействия ультрафиолетовой радиации, космических лучей, соединений азота, брома. Деятельность человека, приводящая к разрушению озонового слоя, вызывает наибольшую тревогу. Поэтому многие страны подписали международное соглашение, предусматривающее сокращение производства озоноразрушающих веществ. Однако озоновый слой разрушает также реактивная авиация и некоторые запуски космических ракет.

Предполагается множество других причин ослабления озонового щита. Во-первых, - это запуски космических ракет. Сгорающее топливо «выжигает» в озоновом слое большие дыры.

Когда-то предполагалось, что эти «дыры» затягиваются. Оказалось, нет. Они существуют довольно долго. Во-вторых, самолеты, летящие на высотах в 12-15 км. Выбрасываемый ими пар и другие вещества разрушают озон. Но, в то же время самолеты, летающие ниже 12 км, дают прибавку озона. В городах он - один из составляющих фотохимического смога. В-третьих - окислы азота. Их выбрасывают те же самолеты, но больше всего их выделяется с поверхности почвы, особенно при разложении азотных удобрений.

Очень важную роль в разрушении озона играет пар. Эта роль реализуется через молекулы гидроксила OH, которые рождаются из молекул воды и в конце превращаются в них. Поэтому от количества пара в стратосфере зависит скорость разрушения озона.

Таким образом, причин разрушения озонового слоя немало, и несмотря на всю его важность, большинство их - это результат человеческой деятельности.

Озоновые дыры и их влияние

Озоновая дыра – локальное падение концентрации озона в озоновом слое Земли. До недавнего времени состояние слоя озона не внушало опасений. Тревожные сигналы начали поступать 20 лет назад. С началом космических исследований атмосферы Земли осенью 1985 года обнаружено нарушение озонового слоя над Антарктидой. Оказалось, что во время антарктической весны уровень озона в атмосфере там значительно ниже нормы. Ежегодно в одно и то же время количество озона уменьшалось – иногда в большей степени, иногда в меньшей.

В последующие годы ученые выяснили, отчего появляется озоновая дыра. Когда солнце прячется и начинается долгая полярная ночь, происходит резкое падение температуры, и образуются высокие стратосферные облака, содержащие кристаллики льда. Появление этих кристалликов вызывает серию сложных химических реакций, приводящих к накоплению молекулярного хлора (молекула хлора состоит из двух соединенных атомов хлора). Когда появляется солнце и начинается антарктическая весна, под действием ультрафиолетовых лучей происходит разрыв внутримолекулярных связей, и в атмосферу устремляется поток атомов хлора. Эти атомы выступают в роли катализаторов реакций превращения озона в простой кислород. В результате этих реакций молекулы озона (O_3) превращаются в молекулы кислорода (O_2), причем исходные атомы хлора остаются в свободном состоянии и снова участвуют в этом процессе (каждая молекула хлора разрушает миллион молекул озона до того, как они удалятся из атмосферы под действием других химических реакций). Вследствие этой цепочки превращений озон начинает исчезать из атмосферы над Антарктидой, образуя озоновую дыру. Однако вскоре, с потеплением, антарктические вихри разрушаются, свежий воздух (содержащий новый озон) устремляется в этот район, и дыра исчезает.

В феврале 1989 года ученые исследовали стратосферу над Арктикой и обнаружили присутствие тех же самых химических факторов. Они пришли к выводу, что и тут содержание озона может резко сократиться. Это будет зависеть только от конкретных погодных условий очередного года. Если над Арктикой образуется озоновая дыра, то последствия будут гораздо более серьёзными, т.к. там гораздо больше организмов, которые могут пострадать. Даже периодическое раскрытие такой дыры над Антарктидой чревато значительными потерями морского фитопланктона. А это, в свою очередь, сильно повлияет практически на всех антарктических животных от пингвинов до китов, так как фитопланктон – основа почти всех пищевых цепей данного региона. Если нынешние выбросы ХФУ в атмосферу сохранятся, то можно ожидать лишь расширения и «углубления» озоновых дыр над полюсами. Естественно, это повлечёт за собой разрежение озонового слоя над всей планетой, что совершенно недопустимо как для животного мира, так и для всего человечества в целом.

В последнее время появление озоновых дыр наблюдается периодически и над всей поверхностью земли. Кроме того, истончается сам озоновый слой Земли. Для человека это грозит повышением раковых образований кожи. Но если человек может защитить себя от ультрафиолетового излучения, то животный и растительный мир остаётся перед ним беззащитным.

Учеными ведутся поиски путей восстановления озонового слоя. Вначале для этой цели предлагалось создание фабрик по производству озона, после чего доставлять оный на самолетах в атмосферу. Другим вариантом является создание аэростатов оснащенных лазерами, имеющих питание от солнечных батарей, которые будут использовать кислород для создания озона. Наиболее же реальным выходом из этой ситуации является сокращение вырубки лесов, и увеличением зеленых насаждений.

Почему озоновый слой так важен? /7/

Озоновый слой жизненно важен, т.к. он выступает в качестве фильтра и не пропускает вредное ультрафиолетовое излучение (УФ - В), которое оказывает серьезное воздействие на здоровье человека и состояние окружающей среды.

Если молекулы озона распадаются быстрее, чем формируются природным путем, то в результате образуется озоновый дефицит. Уменьшение озонового слоя ведет к снижению его экранирующего потенциала и, таким образом, к большему воздействию на Землю УФ излучения.

Ученые подразделяют УФ излучение на три типа в зависимости от длины волн – УФ-А, УФ-В и УФ-С. УФ-С не достигает поверхности Земли. УФ-В частично экранируется озоновым слоем. УФ-А вообще не экранируется озоновым слоем. Однако, именно УФ-В излучение оказывает разрушающее воздействие на здоровье человека и состояние окружающей среды.

Каковы последствия уменьшения озонового слоя для здоровья человека и состояния окружающей среды? /7/

Здоровье человека

Длительное воздействие УФ-В излучения может подавлять иммунную систему вследствие повреждения. Это ведет к увеличению случаев инфекционных заболеваний, а также может отрицательно повлиять на прививки. УФ-В излучение также вызывает рак кожи – как немеланомный (менее опасный), так и злокачественные вирулентные кожные опухоли. Повышение доз УФ-В радиации вызывает повреждения глаз, включая глазные хрусталики (Катаракта), что во многих странах является причиной слепоты.

Растения и деревья

Уменьшение озонового слоя оказывает серьезные последствия на урожай и на лесные массивы. Ультрафиолетовое излучение изменяет химический состав ряда видов растений. Среди сельскохозяйственных культур наиболее уязвимыми к УФ-В излучению являются дыня, горчица и капуста. Увеличение УФ-В излучения также снижает качество определенных сортов томатов, картофеля, сахарной свеклы и соевых бобов. Негативное воздействие также оказывается на семена хвойных растений.

Водные организмы

УФ-В излучение повреждает водные организмы, особенно мелкие, такие как планктон, водные растения и личинки рыб, креветки и крабы – все, из чего формируется основная водная и морская пищевая сеть. Таким образом, наносится вред рыбному хозяйству.

Материалы

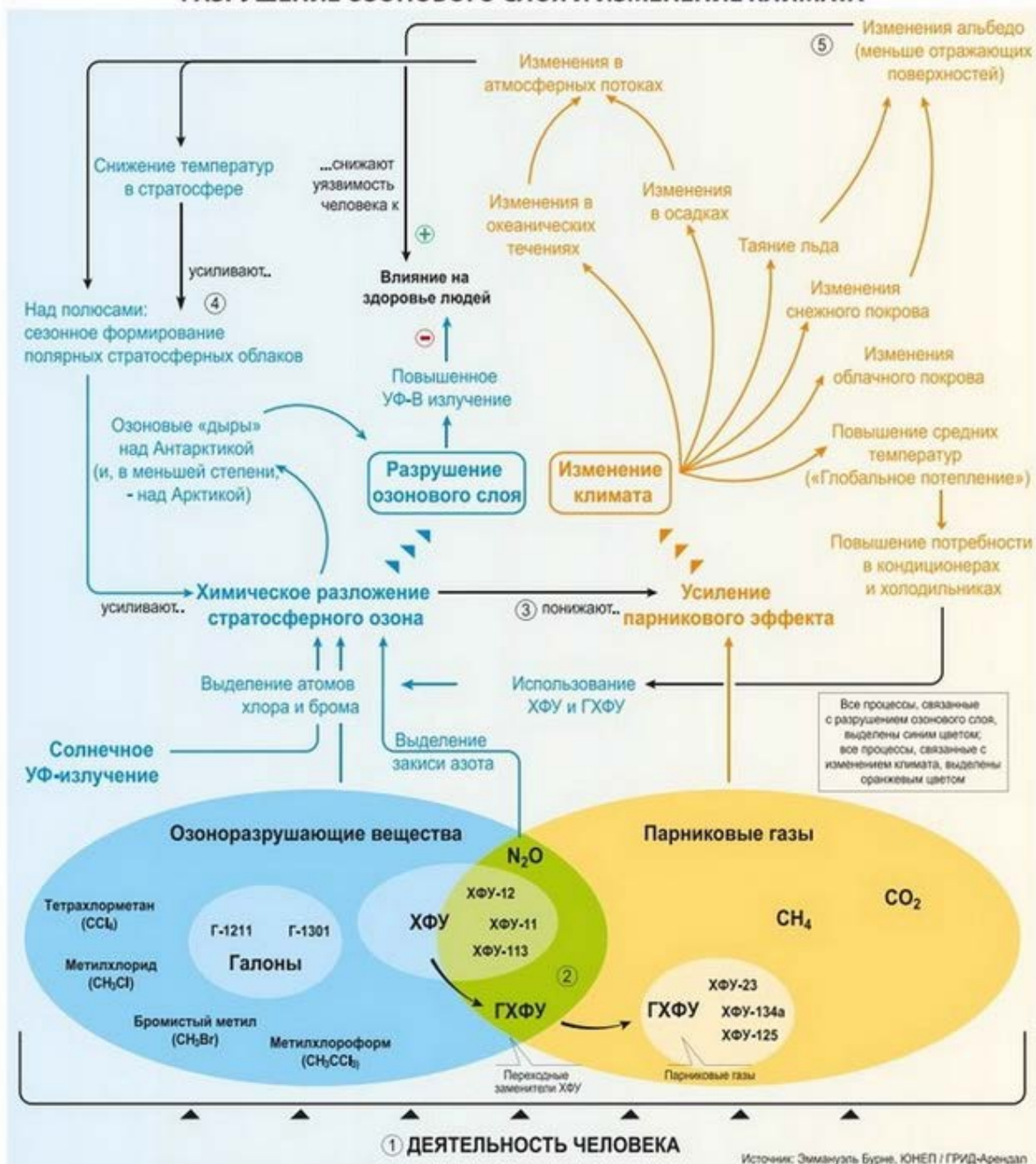
Материалы, используемые в строительстве, такие как краска, резина, дерево и пластик, также разрушаются вследствие УФ-В излучения, особенно пластики и резина, используемые снаружи. Особенно велик ущерб в тропических регионах, где эффект облучения усиливается из-за высоких температур и яркого солнечного света. Такой ущерб может стоить миллиарды долларов ежегодно.

Околоземный смог

УФ-В излучение приводит к увеличению околоземного смога, особенно в городах, где автомобильные и промышленные выбросы являются основой для протекания фотохимических реакций. Это сказывается негативным образом на здоровье человека и на состоянии окружающей среды.

Для наглядного представления о разрушении озонового слоя предлагаются иллюстрации, приведенные ниже, которые могут быть основой для слайдов в презентациях и учебных плакатов.

РАЗРУШЕНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА



Разрушение озона и изменение климата — это две разные проблемы, но их нельзя полностью разделить, поскольку обе изменяют глобальные циклы. Полный масштаб взаимосвязи этих двух проблем пока не выяснен. Но несколько связей было установлено, например:

- ① Оба процесса вызваны, в основном, антропогенными выбросами.
- ② Многие озоноразрушающие вещества являются еще и парниковыми газами, в особенности ХФУ и ГХФУ, ГФУ, которые должны заменить ХФУ, зачастую имеют больший потенциал глобального потепления, чем те вещества, которые они заменяют.
- ③ Озон — парниковый газ. Поэтому его разрушение в стратосфере косвенным образом помогает охлаждению климата, но это охлаждение минимально.
- ④ Изменения в атмосферных потоках могут быть причиной недавно наблюдаемого охлаждения стратосферы. Зимой, над полюсами Земли, низкие температуры способствуют образованию полярных стратосферных облаков, еще больше усиливая разрушение озона и образование озоновой дыры.
- ⑤ Человеческая уязвимость к УФ-В частично зависит от альbedo. Глобальное потепление сокращает площадь белых поверхностей, которые потенциально более опасны для нас.

Разрушение озонового слоя и изменение климата

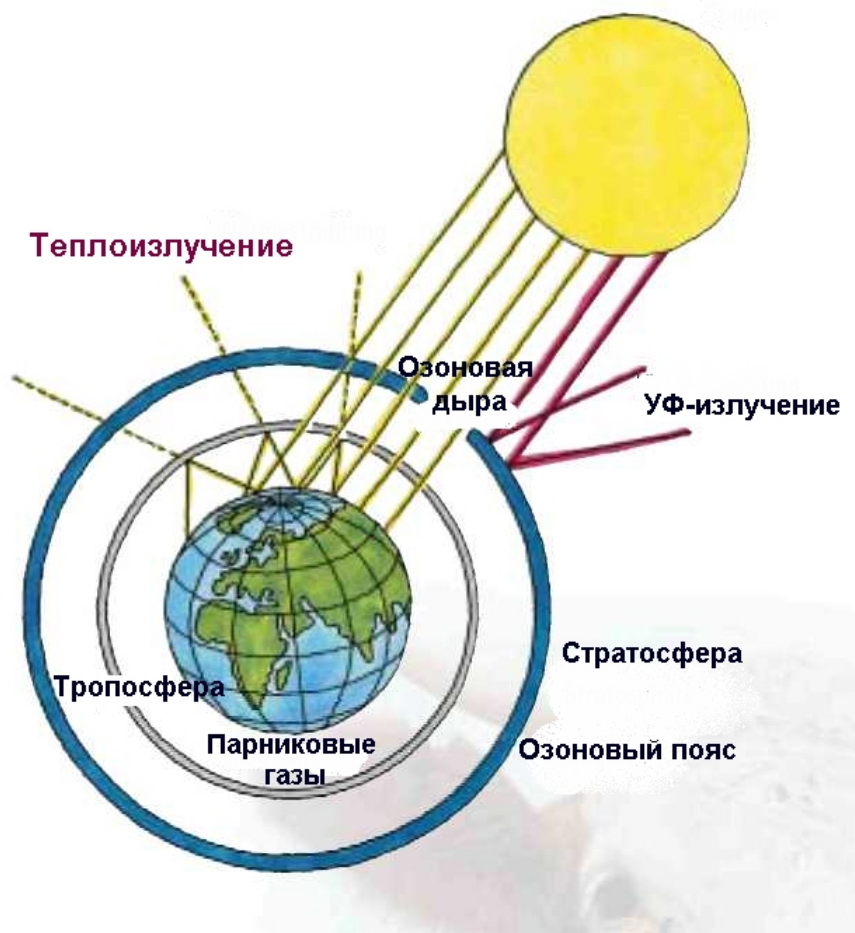
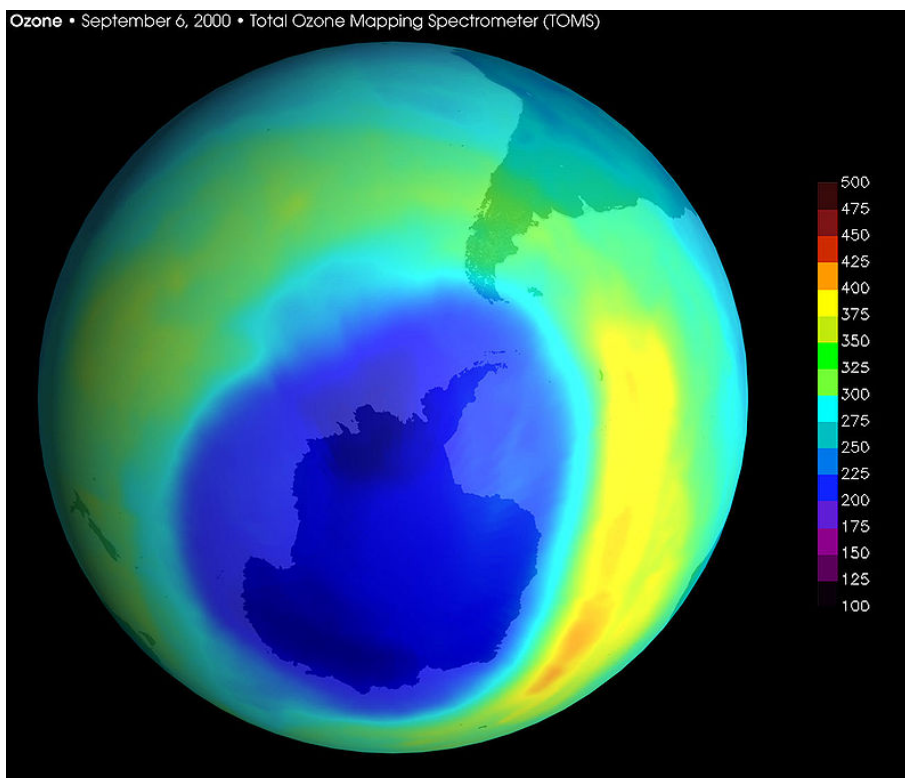


Схема воздействия излучения Солнца на Землю



Изображение антарктической озоновой дыры, сентябрь 2000

Последствия расщепления озонового слоя

Для здоровья человека

- Повреждения ДНК, сопровождающиеся подавлением иммунной системы, что приводит к развитию инфекционных заболеваний
- Рак кожи
- Катаракта глаза

Для растений

- Снижение урожайности с/х культур, повреждение семян
- Снижение качества урожая

Для водных организмов

- Разрушение планктона, воздействие на водные растения, мальков рыб, креветок, крабов
- Нарушение водной пищевой цепи, и как следствие, убытки в рыбном хозяйстве

Для материалов

- Краски, резины, дерево, пластики – разрушаются, особенно в тропических регионах
- Ущерб может выражаться в миллиардах долларов США.

2.3 МЕХАНИЗМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ (ОРВ)

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /3/.

Общие сведения

В 1973 году химики Франк Шервуд Роуланд и Марио Молина в Университете Калифорнии начали изучение воздействия хлорфторуглеродов (ХФУ) в атмосфере Земли. Они открыли, что молекулы ХФУ достаточно стойки в атмосфере до тех пор как поднимутся в средние слои стратосферы, где они под действием УФ-излучения диссоциируют с образованием атомарного хлора.

Роуланд и Молина предположили, что эти атомы хлора могут вызвать разрушение больших количеств озона в стратосфере (рисунок ниже). Их выводы были основаны на аналогичной работе Пауля Джозефа Крутцена и Харольда Джонстоуна, которые показали, что оксид азота (II) (NO) может ускорять разрушение озона.

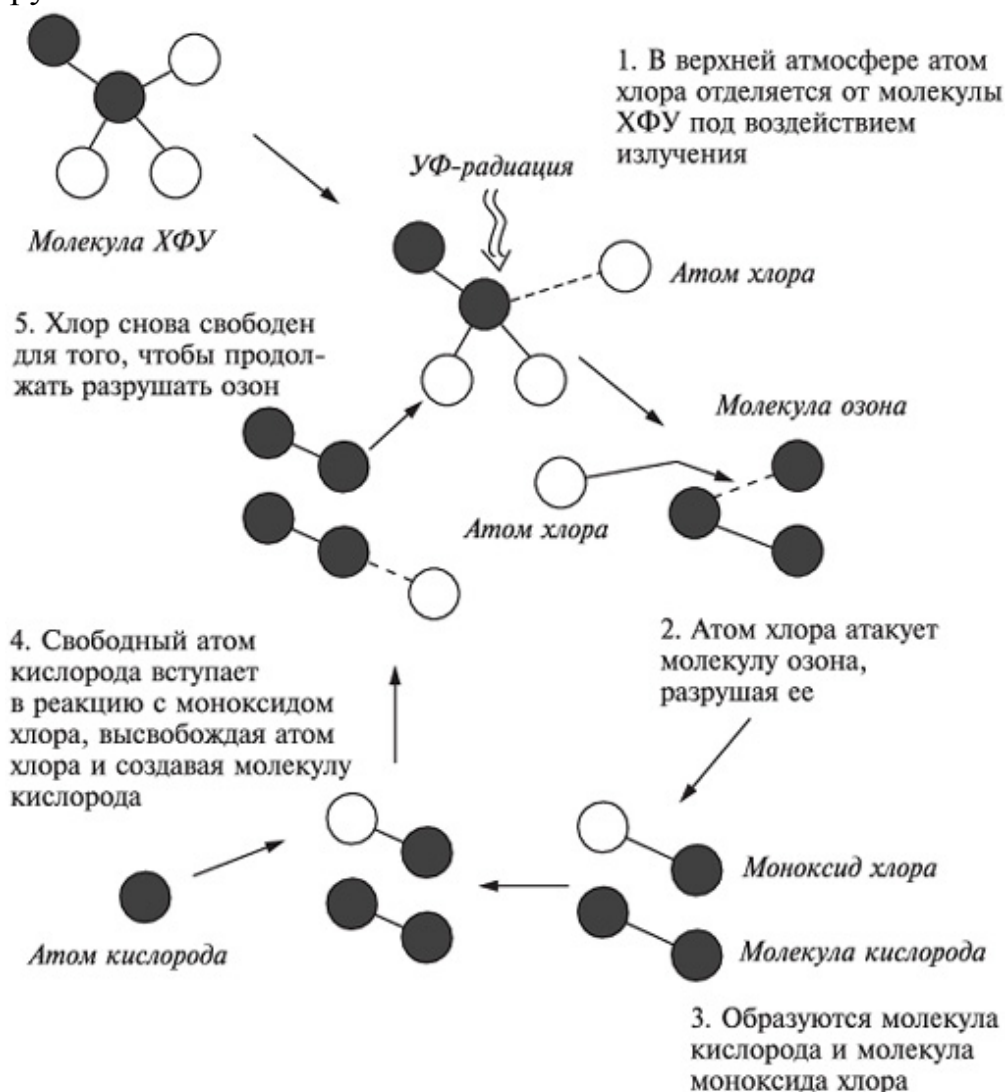


Схема разрушения озонового экрана

Начиная с этого времени так называемая «хлорфторуглеродная проблема» стала одной из основных в исследованиях по загрязнению атмосферы. К хлорфторуглеродам относятся, в частности, фреоны — химически инертные на поверхности Земли вещества. Они уже более 60 лет используются как хладагенты в холодильниках и кондиционерах, пропелленты для аэрозольных смесей (в бытовых аэрозольных баллончиках), пенообразующие агенты в огнетушителях, очистители для электронных приборов, при химической чистке одежды, при производстве пенопластиков.

Почти весь производимый в мире фреон (или фторорганические соединения) в конечном счете поднимается в верхние слои атмосферы и разлагается там под влиянием ультрафиолетовых лучей, которые разрушают устойчивые в обычных условиях молекулы ХФУ. Последние распадаются на компоненты, обладающие высокой реакционной способностью, в частности атомный хлор. В ходе фотохимического разложения фреона в стратосфере ион хлора выступает как агент разрушения озона. Таким образом, ХФУ переносят хлор с поверхности Земли через тропосферу и нижние слои атмосферы, где менее инертные соединения хлора разрушаются, в стратосферу, к слою с наибольшей концентрацией озона. Осколки фреоновых молекул разрушительно действуют на слой атмосферного озона. ХФУ уже разрушили от 3 до 5 % озонового слоя атмосферы.

Очень важно, что при разрушении озона хлор действует подобно катализатору: в ходе химического процесса его количество не уменьшается. Вследствие этого один атом хлора может разрушить до 100 000 молекул озона, прежде чем он будет дезактивирован или вернется в тропосферу. Сейчас выбросы ХФУ в атмосферу исчисляются миллионами тонн, но следует заметить, что даже в случае полного прекращения производства и использования ХФУ немедленного результата достичь не удастся: действие уже попавших в атмосферу ХФУ будет продолжаться еще несколько десятилетий.

Для использования в качестве пропеллента в аэрозолях уже найден неплохой заменитель ХФУ — пропан-бутановая смесь. По физическим параметрам она практически не уступает фреонам, но, в отличие от них, огнеопасна. Тем не менее такие аэрозоли уже производятся во многих странах, в том числе в России. Сложнее обстоит дело с холодильными установками — вторыми по величине потребителями фреонов. Дело в том, что из-за полярности молекулы ХФУ имеют высокую теплоту испарения, что очень важно для рабочего тела в холодильниках и кондиционерах. Лучшим известным на сегодня заменителем фреонов является аммиак, но он токсичен и все же уступает ХФУ по физическим параметрам. Неплохие результаты получены для полностью фторированных углеводородов. Во многих странах ведутся разработки новых заменителей, но полностью эта проблема еще не решена.

Какие вещества разрушают озон? /7/

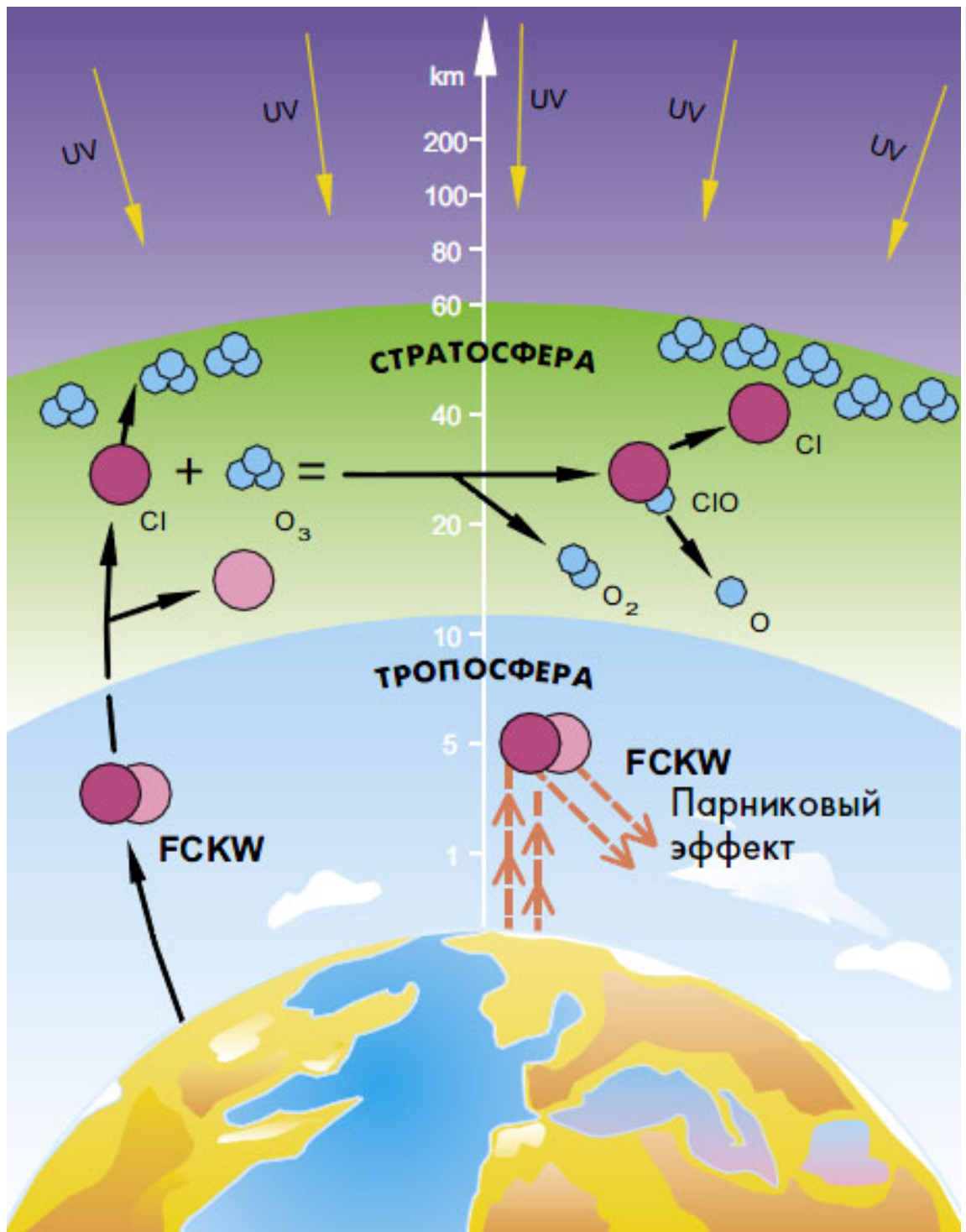
Озоноразрушающие вещества (ОРВ) – это химические соединения, в основе которых хлорированные, фторированные или бромированные углеводороды, обладающие потенциалом вступать в реакцию с молекулами озона в

стратосфере. Если вещество содержит только фтор (не содержит хлор или бром), оно не является озоноразрушающим веществом. К ОРВ относятся следующие вещества:

- Хлорфторуглероды (ХФУ)
- Гидрохлорфторуглероды (ГХФУ)
- Галоны
- Гидробромфторуглероды (ГБФУ)
- Бромхлорметан
- 1,1,1-трихлорэтан (метилхлороформ)
- Четыреххлористый углерод
- Бромистый метил

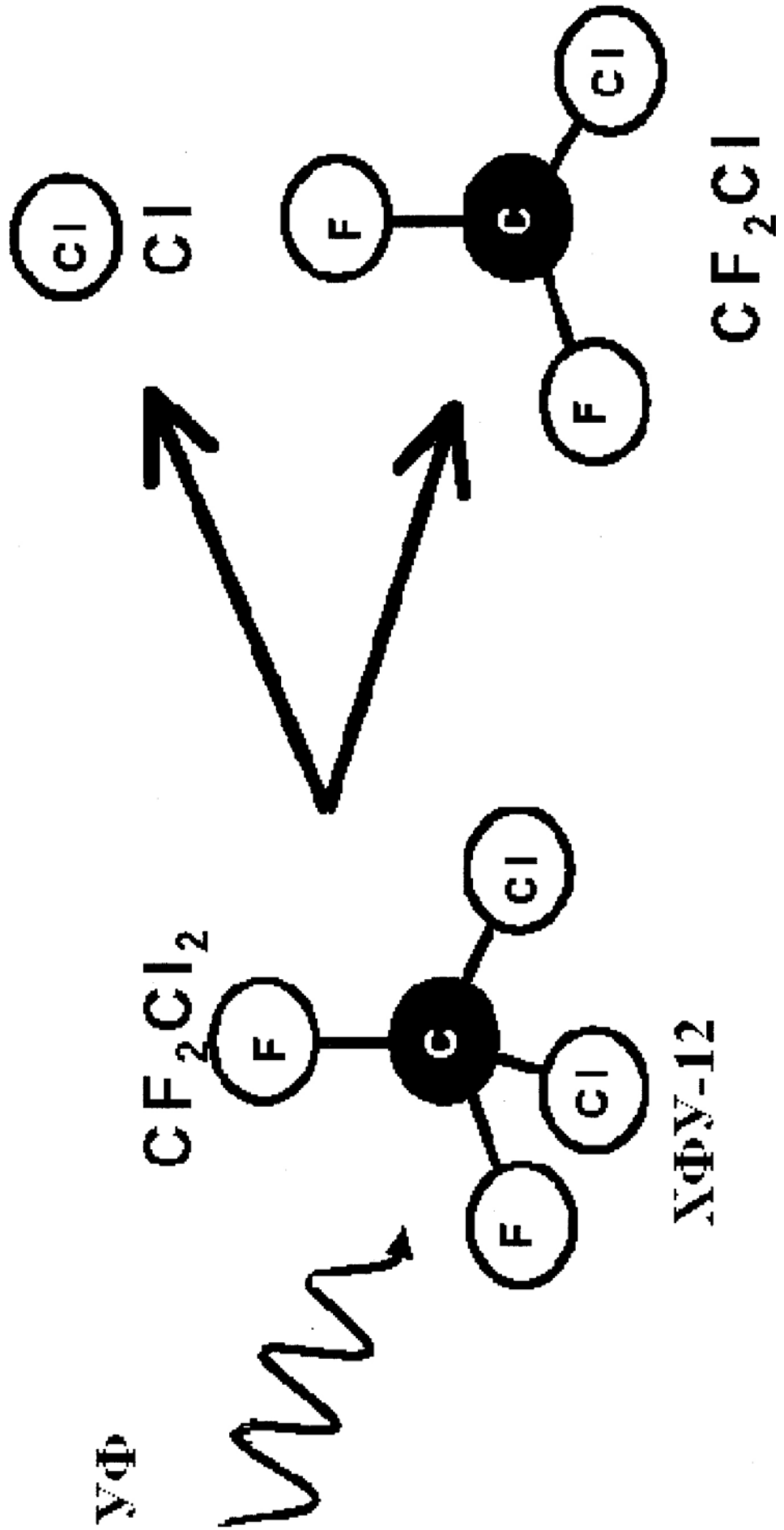
Способность этих веществ расщеплять озоновый слой называется озоноразрушающим потенциалом (ОРП). ОРП для каждого вещества определяется исходя из того, что ОРП ХФУ-11 условно равен 1.

Для наглядного представления о механизме разрушения озонового слоя предлагается иллюстрации, приведенные ниже, которые могут быть основой для слайда в презентации и учебного плаката.

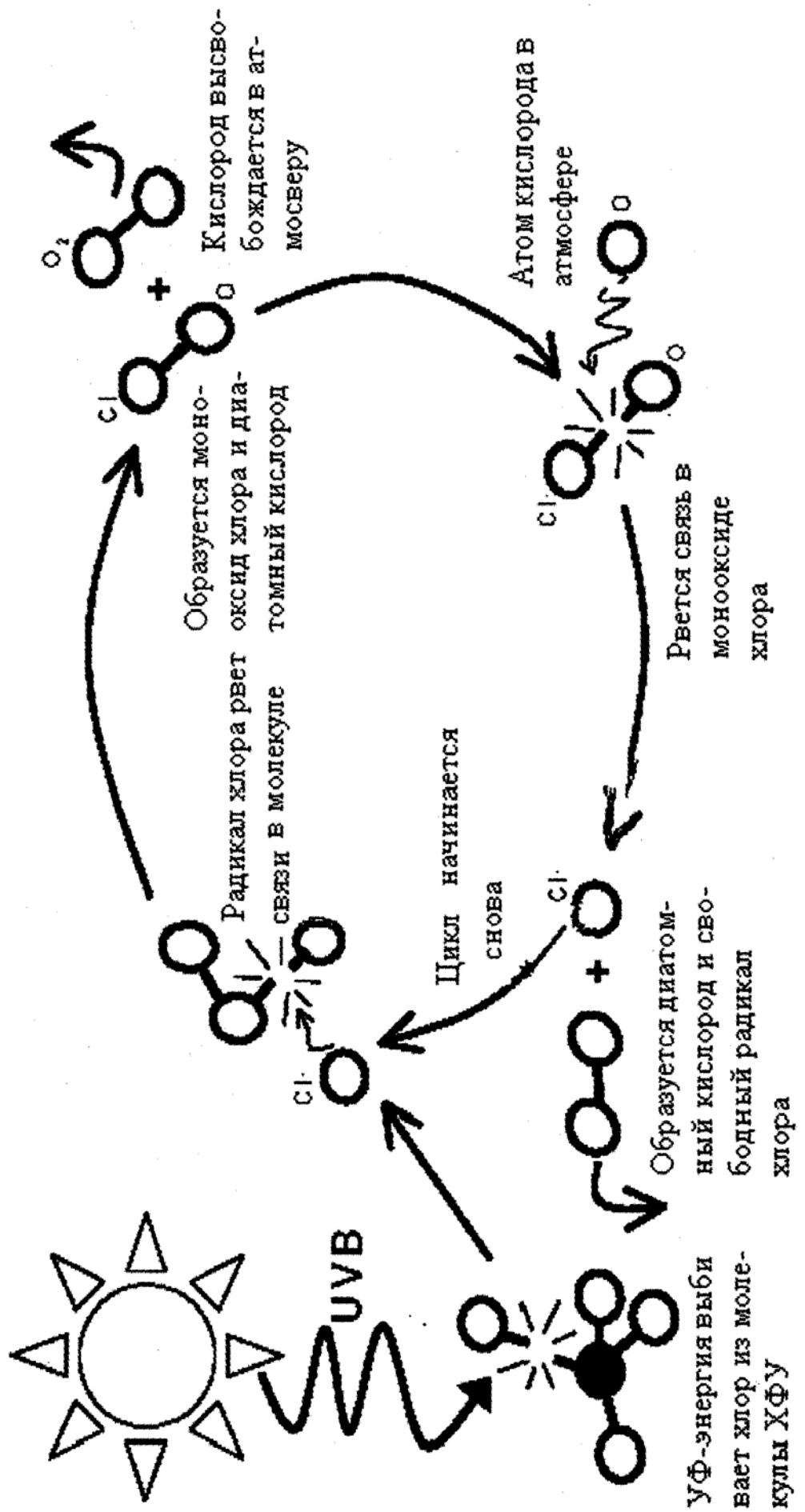


Механизм воздействия озоноразрушающих веществ и парниковых газов FCKW на атмосферу Земли

УФ излучение высвобождает хлор из молекулы ХФУ-12



Разрушение молекулы озона



2.4 ЯВЛЕНИЕ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /3/, а также фильм «Парниковый эффект» (диск с информацией прилагается).

Общие сведения

Явление парникового эффекта — это повышение температуры нижних слоёв атмосферы планеты по сравнению с эффективной температурой, то есть температурой теплового излучения планеты, наблюдаемого из космоса.

Механизм парникового эффекта впервые описал в 1827 году Жозеф Фурье. Фурье предположил, что оптические свойства атмосферы Земли аналогичны свойствам стекла, прозрачность которого в инфракрасном диапазоне ниже, чем в оптическом. Поглощая видимый свет, поверхность нагревается и испускает тепловые (инфракрасные) лучи, и поскольку для теплового излучения атмосфера менее прозрачна, то тепло у поверхности Земли накапливается.

Способность атмосферы не пропускать тепловое излучение вызвана наличием в ней парниковых газов. Основные парниковые газы — это водяной пар, углекислый газ, метан и озон. В последние десятилетия концентрация парниковых газов в атмосфере существенно выросла. Считается, что причина этого роста — деятельность человека.

Регулярное увеличение среднегодовых температур в конце восьмидесятых — начале девяностых годов XX века вызвало опасение, что глобальное потепление, вызванное человеческой деятельностью, уже началось. Сегодня среди ученых существует консенсус, что основной фактор, который влияет на парниковый эффект на Земле, — это жизнедеятельность человека.

Парниковый эффект причины и последствия

Механизм парникового эффекта можно описать следующим образом: поверхность Земли, нагреваясь из-за поступающего от Солнца излучения, сама становится источником длинноволнового инфракрасного (теплового) излучения. Часть этого излучения уходит в космос, а часть — отражается некоторыми газами атмосферы и нагревает приземные воздушные слои. Это явление, подобное удержанию тепла под прозрачной пленкой теплиц, получило название парниковый эффект.

Одно из главных положительных последствий парникового эффекта заключается в дополнительном «подогреве» поверхности нашей планеты, благодаря которому стало возможно появление жизни на Земле. Без парникового эффекта среднегодовое значение температуры воздуха у земной поверхности составляло бы всего -18°C .

Причиной возникновения парникового эффекта стало огромное количество водяного пара и углекислого газа, поступавших в земную атмосферу сотни миллионов лет назад из-за чрезвычайно активной вулканической деятельности. Из-за высокой концентрации углекислого газа, в тысячи раз пре-

вышавшей нынешнюю, наблюдался «сверхпарниковый» эффект, из-за чего температура воды в Мировом океане была близка к точке кипения.

Со временем с появлением зеленой растительности углекислый газ стал активно поглощаться из земной атмосферы, парниковый эффект стал уменьшаться, пока не установилось равновесие, которое позволяло среднегодовой температуре удерживаться на значении +15°C.

С активизацией индустриальной деятельности человека в атмосферу стали вновь выбрасываться огромные объемы диоксида углерода и других парниковых газов. В результате с 1906 по 2005 год среднегодовая температура поднялась на 0,74 градуса, и в ближайшем будущем рост будет составлять до 0,2 градуса за десятилетие.

Усиление парникового эффекта способствует изменениям климата, которые заключаются в повышении температуры и изменении частоты и интенсивности осадков. Из-за глобального потепления тают ледники, повышается уровень моря, возникает угроза биологическому разнообразию, гибнут посевы, пересыхают источники пресной воды, все это в целом негативно влияет не только на качество жизни, но и на здоровье человека.

Влияние парникового эффекта на человека

Опасность парникового эффекта в вызываемых им изменениях климата. Учёные прогнозируют, что усиление парникового эффекта приведет к увеличению рисков для здоровья людей, в первую очередь – представителей малообеспеченных слоев населения. Сокращение производства продуктов питания, вызванное гибелью посевов и уничтожением пастбищ из-за засух или затоплений, неизбежно приведет к недоеданию и голоду. Аномально высокие температуры способствуют обострению заболеваний сердца, сосудов и органов дыхания.

Кроме того, повышение температуры способно привести к расширению ареала обитания видов животных, являющихся переносчиками опасных заболеваний. В результате, например, энцефалитные клещи и малярийные комары переселятся в места, где люди не обладают иммунитетом к переносимым заболеваниям.

Решение проблемы парникового эффекта

По мнению экспертов, стратегия борьбы с усилением парникового эффекта должна заключаться в принятии следующих мер:

- Сокращение использования ископаемых источников энергии: угля, нефти и газа;
- Более эффективное использование энергии;
- Широкое внедрение энергосберегающих технологий;
- Широкое применение альтернативной энергетики (использование возобновляемых источников энергии);
- Развитие новых экологически чистых и низкоуглеродных технологий, в частности – применение хладагентов и вспенивателей с низким (нулевым) потенциалом глобального потепления;

- Борьба с лесными пожарами, восстановление лесов – природных поглотителей углекислого газа из атмосферы.

Однако даже полномасштабная реализация всех этих мер по предотвращению усиления парникового эффекта вряд ли сможет полностью компенсировать вред, наносимый природе в результате антропогенного воздействия, поэтому речь в любом случае может идти лишь о минимизации последствий. Вот почему перечисленные действия необходимо предпринимать комплексно и на глобальном уровне.

Виды, источники парниковых газов и их влияние на климат Земли

Присутствие парниковых газов в атмосфере является причиной того, что часть тепла, излучаемого поверхностью Земли, остается в приземных воздушных слоях. Чем выше концентрация парниковых газов, тем сильнее перегревается поверхность планеты. За многие миллионы лет содержание газов, вызывающих парниковый эффект, установилось на значении, позволяющем поддерживать тепловое равновесие.

Основные парниковые газы – это: водяные пары, углекислый газ, метан, фторуглеродные соединения, используемые в качестве хладагентов, пропеллентов в аэрозолях и вспенивателей при производстве пенополиуретана и пенополистирола, а также оксиды азота и озон.

До того, как человечество приступило к активному развитию промышленности, основными источниками парниковых газов были: испарение с поверхности Мирового океана, вулканическая деятельность и лесные пожары.

С началом индустриальной эры парниковые газы стали попадать в атмосферу при сжигании ископаемого топлива (углекислый газ), при выращивании риса и добычи нефти (метан), из-за утечек хладагентов и использования аэрозолей (фторуглероды), ракетных запусков (оксиды азота), работе автомобильных двигателей (озон). Кроме того, промышленная деятельность человека привела к сокращению площадей, занятых лесами – основными природными поглотителями углекислого газа.

Потенциал глобального потепления (GWP - ПГП) – это «вклад» каждого парникового газа (газ, который удерживает тепло в земной атмосфере) в глобальное потепление относительно двуокиси углерода, чей потенциал глобального потепления определен как 1. Потенциал глобального потепления обычно относится к периоду в 100 лет (GWP 100).

Для наглядного рассмотрения вопроса предлагается рисунок, приведенный ниже.



Механизм парникового эффекта

2.5 КЛАССИФИКАЦИЯ И СТАТУС ХЛАДАГЕНТОВ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /2/.

Монреальским протоколом хладагенты были классифицированы с учетом степени воздействия на озоновый слой и их применимости в кратко-, средне- и долгосрочной перспективе, а также графика сокращения потребления озоноразрушающих веществ (см. таблицу ниже).

В связи с тем, что ГХФУ по сравнению с ХФУ обладают более низким озоноразрушающим потенциалом, в рамках Монреальского протокола был принят расширенный график сокращения этих веществ, а сами ГХФУ были классифицированы в качестве переходных альтернатив.

По этой причине ГХФУ и смеси на их основе широко внедрялись, особенно в странах 5-й Статьи Монреальского протокола, как переходные альтернативы ХФУ.

ГФУ считаются долгосрочными альтернативами с учетом их озонобезопасности, но их высокие потенциалы глобального потепления (ПГП) вызывают беспокойство, так как расширение их использования и рост прямых выбросов ГФУ может оказать значительное воздействие на изменение климата. В качестве парниковых газов ГФУ подпадают под юрисдикцию Киотского протокола, в связи с чем рядом стран, включая страны Европейского союза, осуществляются меры по регулированию их использования.

Законодательство Европейского союза (№ 842/2006) вступило в силу 4 июля 2006 г. и ряд мер по регулированию использования ГФУ вступил в действие уже 4 июля 2007 г. Следует отметить, что некоторые дополнительные меры все еще находятся в процессе доработки Европейской комиссией.

Статус веществ

ГХФУ	Принимаются меры по сокращению потребления согласно Монреальскому протоколу
Смеси ГХФУ	Принимаются меры по сокращению потребления согласно Монреальскому протоколу
Чистые ГФУ	Выбросы контролируются согласно Киотскому протоколу
Смеси ХФУ	Выбросы контролируются согласно Киотскому протоколу
Чистые углеводороды	Применяются в соответствии с местными и национальными нормативами безопасного использования
Смеси углеводороды	Применяются в соответствии с местными и национальными нормативами безопасного использования
Природные хладагенты	Применяются в соответствии с местными и национальными нормативами безопасного использования

Фторсодержащие газы (F-газы) включают все хладагенты ГФУ, такие как R-134a, а также смеси, содержащие ГФУ, такие как R-407C, R-410A и R-404A. Лица, занимающиеся обработкой, извлечением для повторного ис-

пользования, поставками, монтажом, производством или использованием оборудования, содержащего ГФУ должны следовать нормативам, принятым в этих странах.

Владельцы оборудования, содержащего ГФУ, обязаны предотвращать утечки, обеспечивать мониторинг и выполнять ремонт любых утечек в срочном порядке, а также организовывать надлежащее извлечение хладагентов для их повторного использования.

В связи с принятием ускоренного графика сокращения ГХФУ и проблемой воздействия на климат выбросов ГФУ в настоящее время осуществляется разработка новых озонобезопасных хлад агентов с низким ПГП. Несколько таких хладагентов были формально зарегистрированы в ISO/ASHRAE.

2.6 ПРИМЕНЕНИЕ ХФУ И ГХФУ В РАЗЛИЧНЫХ СЕКТОРАХ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /2/.

Где используются ОРВ? /7/

В большинстве развивающихся стран крупнейшей отраслью, где все еще используются ОРВ, остается сектор обслуживания холодильников и кондиционеров, где ХФУ и ГХФУ используются как хладагенты в системах охлаждения. Но ГХФУ, переходные вещества, во всем мире постепенно выводятся из производства и употребления в рамках Монреальского протокола.

ОРВ также используются как вспенивающие агенты при производстве пен, в качестве чистящих растворителей в электронной промышленности и в химической чистке, распылителей в аэрозолях и в медицинских дозирующих аэрозольных ингаляторах (ДАИ), используемых для лечения легочных заболеваний, в качестве стерилизаторов в больницах, в качестве средств пожаротушения, фумигантов для контроля над вредителями и для карантинной обработки перед отправкой, а также в качестве исходного сырья в химическом производстве. ОРВ могут также применяться в качестве лабораторных или аналитических реагентов.

Использование в качестве хладагентов

ОРВ используются в качестве хладагентов в холодильных, кондиционирующих системах и тепловых насосах. ХФУ хладагенты постепенно заменяются на ГХФУ с меньшим озоноразрушающим потенциалом (ОРП и ПГП>0), ГФУ25 хладагенты (ОРП=0, но ПГП>0) и углеводородные хладагенты (ОРП=0 и ПГП очень низок).

Во многих бытовых холодильниках в качестве хладагента используется ХФУ-12. В торговых холодильных системах, используемых как витрины и для хранения свежих и замороженных продуктов, в качестве хладагентов могут использоваться ХФУ-12, R-502 (смесь ХФУ-115 и ГХФУ-22) или ГХФУ-22. На транспортных рефрижераторах и кондиционирующих системах, используемых в наземных и железнодорожных контейнерах, грузовых и пассажирских судах, могут применяться ХФУ-11, ХФУ-12, ХФУ--114, ГХФУ-22 или ХФУ, содержащие смеси R-500 (смесь ХФУ-12 и ГФУ-152a) и R-502 (смесь ХФУ-115 и ГХФУ-22).

В воздухо - кондиционирующих установках и тепловых насосах, применяемых в зданиях, в качестве хладагентов могут содержаться большие количества ГХФУ-22, ХФУ-11, ХФУ-12 или ХФУ-114. ХФУ-хладагенты чаще всего можно обнаружить в кондиционерах транспортных средств, произведенных до 1994г.

Многие заменители хладагента ХФУ-12 основаны на смесях, содержащих ГХФУ.

В тех странах, где ХФУ и ГХФУ постепенно выводятся из производства и потребления, заменители хладагентов включают гидрофторуглероды (ГФУ), такие как R-134a и гидроуглероды (ГУ), такие как изобутан. ГФУ и ГУ не регулируются Монреальским протоколом, потому что они не являются озоноразрушающими веществами (т.е., их ОРП=0). ХФУ и ГХФУ могут завестись контрабандным путем с неправильной маркировкой ГФУ или ГУ.

В последние годы структура потребления ОРВ существенно изменилась из-за полной конверсии производства бытовых и промышленных аэрозольных препаратов на озонобезопасные углеводородные пропелленты, а также перемен, осуществленных в секторах промышленности вспенивателей пеноматериалов и хладагентов, ставших основными потребителями переходных ОРВ (ГХФУ).

В секторе хладагентов в производстве различных видов холодильных установок и оборудования для кондиционирования воздуха до 2000 г. использовались ХФУ, при этом наибольшая доля в общем объеме потребления приходилась на ХФУ-12.

В последнее десятилетие в производстве и сервисном обслуживании бытового холодильного оборудования широко применялись смесевые хладагенты на основе ГХФУ-21, ГХФУ-22 и ГХФУ-142b, а во всех остальных секторах использования хладагентов – ГХФУ-22 и ХФУ-12.

На протяжении более 60 лет ГХФУ-22 был преобладающим хладагентом в малых, средних и больших системах кондиционирования, за исключением центробежных чиллеров. Почти все производственные мощности небольших бытовых кондиционеров сконцентрированы в относительно небольшом числе стран, действующих в рамках 5-й Статьи Монреальского протокола.

Согласно секретариату Многостороннего фонда Монреальского протокола, в 2008 г. предполагаемая доля потребления ГХФУ в холодильном секторе составляла более чем 97 % от общего потребления ГХФУ в странах, действующих в рамках 5-й Статьи Монреальского протокола /3/.

Для заправки и сервисного обслуживания холодильной техники на ХФУ-12 достаточно широко применялись и применяются смесевые хладагенты на основе ГХФУ, которые не требуют замены компрессора и минерального масла. Также российской промышленностью было освоено производство ряда озонобезопасных смесевых хладагентов на основе ГФУ (R134a, R152a, R218) и углеводородов (изобутан – R600a, бутан – R600) для использования в действующем холодильном оборудовании в качестве заменителя ХФУ-12.

Использование в качестве вспенивателей

Широкое распространение получили пенополиуретаны, пенополистриролы и пенополиолефины. Формирование их структуры осуществляется путем вспенивания. Классификация применяемых для вспенивания веществ основана на механизме процесса газовыделения.

Химические вспениватели – индивидуальные вещества и смеси веществ, выделяющие газ в результате процессов термического разложения или за счет разнообразных химических реакций взаимодействия между собой или

другими компонентами полимерной композиции. К химическому методу вспенивания полиуретанов относится реакция изоцианата с водой или муравьиной кислотой с выделением газообразных диоксида углерода или смеси оксида или диоксида углерода.

Физические вспениватели – вещества, выделяющиеся в виде газа в результате физических процессов испарения или десорбции при повышении температуры или при уменьшении давления. К физическим вспенивателям относятся низкокипящие летучие жидкости, алифатические и галогенсодержащие углеводороды.

В качестве физического вспенивателя пеноматериалов до 2000 г. широко применялся ХФУ-11, а в ряде технологических процессов – ХФУ-12 и ХФУ-113. После 2000 г. вместо ХФУ большинство потребителей стали использовать ГХФУ-141b, а в ряде случаев – смесь ГХФУ-22/ГХФУ-142b и воду/диоксид углерода.

Использование в качестве чистящих растворителей

ХФУ-113 широко использовался как чистящий растворитель в процессах электронной сборки, для высокоточной очистки и для общего обезжиривания металлов в производственных процессах. Он также использовался в химчистках (сухая чистка) и в качестве пятновыводителя в текстильной промышленности. Прочие озоноразрушающие растворители включают метилхлороформ и четыреххлористый углерод, которые заменяются веществами, не разрушающими озоновый слой.

Использование в качестве распылителей

В середине 1970-х, в ХФУ - распылителях, используемых во всем мире в аэрозольной продукции, 60% составляли ХФУ-11 и ХФУ-12. К концу 1970-х, страны начали вводить запрет или ограничения на использование ХФУ в аэрозольной продукции. В настоящее время почти вся аэрозольная продукция в мире, за исключением медицинских ингаляторов (исключение на использование), производится без ХФУ.

Использование в качестве стерилизаторов

Смеси ХФУ-12 и оксида этилена используются в медицине для стерилизации в больницах и поликлиниках. Компонент ХФУ снижает пожаро- и взрывоопасность от оксида этилена. Наиболее известная смесь, 12/88, содержит 88 процентов ХФУ-12 по весу. Оксид этилена используется для стерилизации предметов, чувствительных к нагреванию и влаге, таких как катетеры и медицинское оборудование, в котором используется волоконная оптика. В настоящее время в качестве стерилизующих средств имеются не разрушающие озон заменители.

Использование в качестве огнетушителей

Галоны и ГБФУ широко использовались в качестве огнетушителей, но во многих случаях они уже заменены на ГФУ, инертные газы, двуокись углерода и водяную пыль.

Использование в качестве фумигантов

Бромистый метил широко применялся и применяется как пестицид для фумигации почвы с тем, чтобы защитить сельскохозяйственные культуры и предотвратить появление вредителей. Однако, были созданы альтернативные вещества, не содержащие ОРВ (как химические, так и не химические), для замены этого очень сильного фумиганта. Но согласно Монреальскому протоколу, разрешается использовать бромистый метил в карантинных целях и для обработки грузов перед отправкой.

Использование в качестве сырья

ГХФУ и четыреххлористый углерод обычно используются в качестве сырья в химическом синтезе. Четыреххлористый углерод, когда используется в качестве реагента в производственных процессах, ускоряет или замедляет химическую реакцию. ОРВ, используемые в качестве исходного сырья, обычно не высвобождаются в атмосферу и поэтому не разрушают озоновый слой.

Использование для лабораторных и аналитических целей

В небольших количествах четыреххлористый углерод и другие ОРВ используются для химических реакций и в качестве аналитических реагентов в лабораториях.

Как ОРВ высвобождаются в стратосферу? /7/

ОРВ высвобождаются в стратосферу множеством способов, включая следующие:

- Обычное использование очищающих растворителей, красок, оборудования пожаротушения, и баллончиков с аэрозолями, которые выделяют ОРВ;
- Вентиляция и продувка в ходе обслуживания систем охлаждения и кондиционирования;
- Использование бромистого метила для фумигации почвы, для контроля над пестицидами после сбора урожая, в карантинных целях и для обработки грузов перед отправкой;
- Уничтожение ОРВ - содержащей продукции и оборудования, таких как пены и холодильники;
- При утечках в оборудовании (в системах охлаждения, в огнетушителях) и продукции, содержащей ОРВ.

Попав в атмосферу, ОРВ распределяются в окружающем воздухе. Они могут достигать стратосферы, смешиваясь с воздушными массами вследствие термодинамического эффекта и диффузии. Благодаря длительности своего жизненного цикла, большинство ОРВ достигают стратосферы.

Для более наглядного рассмотрения вопроса предлагаются следующие рисунки, которые могут быть основой для слайдов в презентациях и учебных плакатов.

Использование ОРВ

- **Хладагенты:** Внутренние, коммерческие и транспортные хладагенты; кондиционеры воздуха и тепловые насосы; транспортные кондиционеры
- **Пенообразующие агенты:** ХФУ-11 пенообразователь для производства полиуретана, пенопласта, полистирена и пенополиолефиновых пластиков.
- **Чистящие растворители:** ХФУ-113, метилхлороформ, тетрахлористый углерод для производственных процессов электронной сборки, сверхтонкой очистки и обезжиривания металлов. Также для химчистки и выведения пятен в текстильной промышленности.
- **Распылители:** ХФУ-11, -12, -113, -114 для аэрозольных дезодорантов, пен для бритья, парфюмерии, средств для чистки окон, смазочных веществ, масел.
- **Стерилизаторы:** Смеси ХФУ-12 и оксида этилена, для медицинской стерилизации
- **Огнетушители:** Галоны и ГБФУ
- **Фумиганты:** Бромистый метил, пестициды для окуливания почв и перед погрузкой товаров, для карантина.
- **Сырье:** ГХФУ и тетрахлористый углерод, в качестве сырья для химического синтеза

2.7 МЕЖДУНАРОДНАЯ РЕАКЦИЯ НА РАЗРУШЕНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /7/.

Международной ответной реакцией на разрушение озонового слоя явилось принятие в 1985 г. Венской Конвенции по защите озонового слоя и в 1987 г. Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой.

1985 г. Венская Конвенция по защите озонового слоя

Венская Конвенция, разработанная под эгидой Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в 1985 г., была первой попыткой создать структуру для сотрудничества по защите озонового слоя. Конвенция была подписана 21 страной, включая Европейское Сообщество, в марте 1985 г. Стороны Конвенции согласились сотрудничать в области научных исследований с тем, чтобы улучшить понимание атмосферных процессов, обмениваться информацией по производству и выбросам ОРВ, а также в целях реализации превентивных мер для контроля над выбросами ОРВ.

1987 г. Монреальский протокол по веществам, которые разрушают озоновый слой

В 1987г. Правительства приняли Монреальский протокол по уменьшению и окончательному прекращению выбросов производимых человеком озоноразрушающих веществ. Протокол вошел в силу 1 января 1989г., и на сегодняшний день 191 страна и Европейское Сообщество приняли на себя обязательство в рамках Протокола по поэтапному прекращению производства и употребления ОРВ.

В Протокол включен перечень регулируемых ОРВ – пять ХФУ (Приложение А, Группа I) и три галона (Приложение А, Группа II), а также определены контрольные меры по снижению производства и потребления этих ОРВ.

Регулируемое вещество определяется Протоколом как «вещество, указанное в Приложении А, Приложении В, Приложении С и Приложении Е к данному Протоколу, существующее отдельно или в смеси. Оно включает изомеры любого такого вещества, за исключением тех, которые указаны в соответствующем Приложении, но исключает любые регулируемые вещества или смеси, которые присутствуют в произведенном продукте, а не в контейнере, используемом для транспортировки или хранения этого вещества».

Монреальский протокол. Решения

Различные «решения», принятые с 1989 г. Сторонами, вносили уточнения и дополнения в Протокол. Эти решения являются обязательными для всех Сторон Протокола и поправок к нему.

Монреальский протокол. Поправки и дополнения

В ходе динамичной истории Монреальского протокола были согласованы четыре поправки и пять дополнений с тем, чтобы отразить улучшенное понимание научно-технических аспектов Сторонами Протокола.

1990 г. Лондонская поправка и дополнения

На втором Совещании Сторон в 1990 г. в Лондоне к Протоколу были добавлены дополнительные ХФУ, четыреххлористый углерод (ЧХУ) и метилхлороформ в качестве регулируемых веществ, а также были введены меры по контролю над этими веществами; были ускорены существующие и приняты дополнительные меры контроля над ХФУ, включенными в Приложение А, и галонами как для развитых, так и для развивающихся стран; был создан Многосторонний Фонд для предоставления технической и финансовой помощи развивающимся странам.

1992 г. Многосторонний Фонд

Многосторонний Фонд по реализации Монреальского протокола был создан для оказания финансовой помощи развивающимся странам в выполнении требований Монреальского протокола и для содействия ускоренному поэтапному выводу ОРВ из производства и употребления. Если говорить более конкретно, Многосторонний Фонд помогает финансировать проекты, направленные на поэтапное изъятие ОРВ из производства и употребления.

Фонд также помогает странам, входящим в сферу компетенции Статьи 5 (см. Таблицу), реализовать страновые программы посредством создания Национальных Озоновых Центров (государственных ведомств, которые служат в качестве контактных подразделений для разработки, мониторинга и выполнения национальной стратегии по поэтапному выводу ОРВ из производства и употребления), разработки регуляторной рамочной структуры и соответствующих законов, а также посредством организации обучения и проведения мероприятий по повышению осведомленности общественности.

Исполнительными агентствами Многостороннего Фонда являются: Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Программа развития ООН (ПРООН), Организация Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО) и Всемирный Банк. Двусторонние агентства также оказывают содействие развивающимся странам в рамках Многостороннего Фонда.

Определения

Страны, входящие в сферу компетенции Статьи 5 – это страны, классифицированные ООН как «развивающиеся страны» и использующие менее 0,3 кг ОРП тонн на душу населения в год регулируемых ОРВ из Приложения А или 0,2 кг ОРП тонн регулируемых ОРВ из Приложения В. Тонна ОРП равна метрической тонне ОРВ, умноженной на фактор озоноразрушающего потенциала.

Страны, не входящие в сферу компетенции Статьи 5 или страны, входящие в сферу компетенции Статьи 2, – это все другие Стороны Монреальского протокола, главным образом, развитые страны.

Страны с переходной экономикой (SEIT countries - СПЭ) – это государства бывшего Советского Союза и Центральной и Восточной Европы, которые прошли через процесс основных структурных, экономических и социальных изменений, что вызвало серьезные финансовые и административные трудности, как для правительств, так и для промышленности. Эти изменения оказали воздействие на выполнение международных соглашений, таких как поэтапный вывод ОРВ из производства и употребления в соответствии с Монреальским протоколом.

СПЭ включают как Страны, входящие в сферу компетенции Статьи 5, так и Страны, не входящие в сферу компетенции Статьи 5.

1992 г. Копенгагенская поправка и дополнение

В 1992 г. Четвертое совещание Сторон в Копенгагене добавило к перечню ОРВ бромистый метил, ГБФУ и ГХФУ в качестве регулируемых веществ. Были введены меры по контролю над производством и потреблением бромистого метила и ГБФУ, а также над потреблением ГХФУ в развитых странах. График по поэтапному выводу из производства и употребления ХФУ, галонов, четырёххлористого углерода и бромистого метила в развивающихся странах был ускорен; также были разработаны положения по производству и потреблению, касающиеся необходимых видов использования ОРВ.

1995г. Венское дополнение

Седьмое совещание Сторон в Вене в 1995г. ввело меры по контролю бромистого метила в развитых и развивающихся странах, также были утверждены меры по контролю над потреблением ГХФУ и производством ГБФУ и меры по контролю над потреблением в развивающихся странах.

1997г. Монреальская поправка и дополнение

В 1997г. Девятое совещание Сторон ввело дополнительные меры по контролю над бромистым метилом, применимые к развивающимся странам, и ускорило внедрение таковых в развитых странах. На этом совещании было выдвинуто требование ко всем Сторонам о создании системы лицензирования импорта/экспорта ОРВ.

1999г. Пекинская поправка и дополнение

В 1999г. Одиннадцатое совещание Сторон причислило бромхлорметан к регулируемым веществам; введены меры по контролю над производством и потреблением бромхлорметана, по контролю над производством ГХФУ и требования к отчетности по бромистому метилу, используемому в карантинных целях и перед отправкой товаров.

Монреальский протокол. Обязательства сторон

Практически, быть Стороной Монреальского протокола означает, что страна, являющаяся Стороной Протокола, также является Стороной всех поправок, ратифицированных этой страной. Поэтому, страна может быть Сто-

роной Протокола, но не являться Стороной любой не ратифицированной поправки.

Каждая Сторона Монреальского протокола и поправок к нему должна соблюдать определённые обязательства. Три основных обязательства соответствуют следующему: соблюдение графиков замораживания и поэтапного вывода ОРВ из производства и употребления, осуществление контроля над производством и потреблением и постепенное, поэтапное сокращение, обеспечение выполнения контроля над производством и потреблением, и предоставление данных.

Графики замораживания и поэтапного вывода из употребления и производства ОРВ

Обязательства по замораживанию и поэтапному выводу ОРВ из производства и употребления для стран, попадающих под действие Статьи 5, учитывают, что развивающиеся страны обычно не имеют быстрого доступа к альтернативным технологиям, ноу-хау и инвестициям капитала. Поэтому их графики по замораживанию и поэтапному выводу ОРВ из производства и употребления становятся обязательными после 10-летнего льготного периода в отличие от развитых стран (стран, не попадающих под действие Статьи 5). Такой льготный период даёт достаточно времени странам, входящим в сферу действия Статьи 5, для предоставления технической и политической помощи, необходимой им, чтобы обеспечить постепенный переход к технологиям, не использующим ОРВ. Развивающиеся страны всё ещё используют большинство ОРВ в особенности галоны, ХФУ, ГХФУ и бромистый метил.

В таблице (см. ниже) приведены первые меры по контролю над окончательным поэтапным выводом ОРВ из производства и употребления, применяемые к развивающимся странам. Это не относится к различному производству и к использованию исключений, которые могут применяться.

**Первые меры контроля и окончательный поэтапный вывод ОРВ
из производства и потребления в развивающихся странах**

Приложение	Тип ОРВ	Первая мера контроля для стран, подлежащих действию Статьи 5	Окончательный вывод из употребления для стран, подлежащих действию Статьи 5
А-I	ХФУ (5 основных видов)	1999 замораживание	2010 вывод из употребления
А-II	Галлоны	2002 замораживание	2010 вывод из употребления
В-I	Прочие ХФУ	2003 уменьшение на 20%	2010 вывод из употребления
В-II	Четырёххлористый углерод	2005 уменьшение 85%	2010 вывод из употребления
В-III	Метилхлороформ	2003 замораживание	2015 вывод из употребления
С-I	ГХФУ	2013 замораживание	2030* вывод из употребления
С-II	ГБФУ	1996 вывод из употребления	1996 вывод из употребления
С-III	Бромхлорметан	2002 вывод из употребления	2002 вывод из употребления
Е	Бромистый метил	2002 замораживание	2015 вывод из употребления
* Среднегодовое потребление 2,5 процентов за обслуживание разрешается на период между 2030г. и 2040г.			

Для более наглядного рассмотрения вопроса предлагаются следующие рисунки /7/, которые могут быть основой для слайдов в презентациях и учебных плакатов.

Поправки и дополнения к Монреальскому протоколу

Дополнения

- Могут изменять графики вывода из употребления и производства уже регулируемых веществ, а также значения ОРП регулируемых веществ на основании результатов новых исследований.
- Автоматически обязующие для всех стран, ратифицировавших Протокол или соответствующую поправку, вводящую регулируемое вещество.

Поправки

- Могут вводить меры контроля или новые ОРВ.
- Страны, не ратифицировавшие отдельную поправку, рассматриваются как **не-Стороны** в отношении нового вещества, введенного этой поправкой.

График поэтапного вывода из употребления и производства ОРВ для стран, подлежащих действию Статьи 5			
Приложение	ОРВ	Первая мера регулирования для Стран, подлежащих действию Статьи 5	Последняя мера регулирования для Стран, подлежащих действию Статьи 5 (производство и потребление)
Приложение А-I	ХФУ	1999 замораживание	2010 вывод из употребления и производства
Приложение А-II	Галоны	2002 замораживание	2010 вывод из употребления и производства
Приложение Б-I	ХФУ	2003 сокращение на 20%	2010 вывод из употребления и производства
Приложение Б-II	Тетрахлористый углерод	2005 сокращение на 85%	2010 вывод из употребления и производства
Приложение Б-III	Метилхлороформ	2003 замораживание	2015 вывод из употребления и производства
Приложение В-I	ГХФУ	2016 замораживание	2040 отказ от употребления
Приложение В-II	ГБФУ	1996 вывод из употребления и производства	1996 вывод из употребления и производства
Приложение В-III	Бромхлорметан	2002 вывод из употребления и производства	2002 вывод из употребления и производства
Приложение Д	Бромистый метил	2002 замораживание	2015 вывод из употребления и производства

График поэтапного вывода из употребления и производства ОРВ для стран, не подлежащих действию Статьи 5

Приложение	ОРВ	Первая мера регулирования для Стран, подлежащих действию Статьи 5	Последняя мера регулирования для Стран, подлежащих действию статьи 5 (производство и потребление)
Приложение B-I	ХФУ	1993 сокращение производства на 20%	1996 вывод из употребления и производства (с возможностью исключений на необходимое использование)
Приложение B-II	Тетрахлористый углерод	1995 сокращение производства на 85%	1996 вывод из употребления и производства (с возможностью исключений на необходимое использование)
Приложение B-III	Метилхлороформ	1993 сокращение производства на 50%	1996 вывод из употребления и производства (с возможностью исключений на необходимое использование)
Приложение B-I	ГХФУ	1996 замораживание потребления 2004 замораживание производства	2030 вывод из употребления и производства
Приложение B-II	ГБФУ	1996 вывод из употребления и производства	1996 вывод из употребления и производства (с возможностью исключений на необходимое использование)
Приложение B-III	Бромхлорметан	2002 вывод из употребления и исключений на необходимое использование	2002 вывод из употребления и производства (с возможностью исключений на необходимое использование)
Приложение D	Бромистый метил	1995 замораживание производства и потребления	2005 вывод из употребления и производства (с возможностью исключений на необходимое использование)

2.8 СВОЙСТВА ТРАДИЦИОННЫХ ХФУ И ГХФУ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /5/.

Озоноразрушающие вещества (ХФУ и галоны).

В качестве хладагентов, вспенивателей, пропеллентов и технологических средств очистки, обезжиривания и промывки наиболее широко использовались ХФУ-11 (CFCl_3), ХФУ-12 (CF_2Cl_2), ХФУ-13 (CF_3Cl) и ХФУ-113 ($\text{CClF}_2\text{CCl}_2\text{F}$).

Хладагенты

Хладагент R11. Фтортрихлорметан, тяжелый газ (в 4,74 раза тяжелее воздуха), относится к группе ХФУ (CFC). Характеризуется высокой озоноразрушающей активностью ($\text{ODP} = 1$). Согласно Монреальскому протоколу с 1 января 1996 г. прекращено производство R11 (Копенгаген, 1992г.).

Для организма человека R11 безвреден, он невзрывоопасен, неограниченно растворяется в минеральном масле. В воде R11 нерастворим, допустимая массовая доля влаги не более 0,0025%.

Обезвоженный хладагент нейтрален ко всем металлам, за исключением сплавов, содержащих более 20% магния. Нормальная температура кипения 23,8°C.

Объемная холодопроизводительность R11 мала; применяют его в холодильных машинах при температуре кипения до -20 °C.

Хладагент R11 широко применяли в промышленных кондиционерах, турбокомпрессорах средних и больших мощностей. Производство, в частности в Российской Федерации, было прекращено в 2000 г.

Хладагент R12. Дифтордихлорметан относится к группе ХФУ (CFC).

Характеризуется высоким потенциалом разрушения озона ($\text{ODP} = 1$) и большим потенциалом глобального потепления ($\text{GWP} = 8500$). Бесцветный газ со специфическим запахом, в 4,18 раза тяжелее воздуха.

Один из наиболее распространенных и безопасных при эксплуатации хладагентов. При объемной доле его в воздухе более 30 % наступает удушье из-за недостатка кислорода. Предельно допустимая концентрация (ПДК) R12, в частности при длительности воздействия 2 ч, соответствует объемной доле его 38,5...30,4 %.

Невзрывоопасен, но при $t > 330$ °C разлагается с образованием хлорида водорода, фтористого водорода и следов отравляющего газа – фосгена.

Неограниченно растворяется в масле, не проводит электрический ток и слабо растворяется в воде. Объемная доля влаги в R12 для бытовых холодильников не должна превышать 0,0004%.

Обезвоженный R12 нейтрален ко всем металлам.

Характеризуется повышенной текучестью, что способствует проникновению его через мельчайшие неплотности и даже через поры обычного чугуна.

на. В то же время благодаря повышенной текучести R12 холодильные масла проникают во все трущиеся детали, снижая их износ. Поскольку R12 хороший растворитель многих органических веществ, при изготовлении прокладок применяют специальную резину – севанит или паронит.

Использовался (и продолжает использоваться в старом оборудовании) в качестве хладагента в холодильных установках и агрегатах промышленного и бытового назначения, а также промышленных кондиционерах, газового диэлектрика, пропеллента (в смеси с ХФУ 11) в технических, бытовых и медицинских препаратах в аэрозольной упаковке, порообразователя (вспенивателя) при получении пенопластов, растворителя в технологических процессах обезжиривания, очистки и промывки, среды для химических процессов, реагента для химического синтеза и индикатора утечек при проверке герметичности оборудования. Производство, в частности в Российской Федерации, было прекращено в 2000 г.

Хладагент R13 (хладон-13, ХФУ-13, трифторхлорметан, фреон-13, CFC13) представляет собой бесцветный газ со слабым запахом тетрахлорметана. Относится к группе ХФУ (CFC). Экологические характеристики: ODP = 1 и GWP = 11700.

Использовался в качестве хладагента в холодильной технике средних и низких температур. Производство ХФУ-13, в частности Российской Федерации, прекращено в 2000 году.

Хладагент R113 (хладон-113, ХФУ-113, 1,1,2-трихлортрифторэтан, фреон-113, CFC113) представляет собой прозрачную бесцветную жидкость со слабым специфическим запахом. Относится к группе ХФУ (CFC). Экологические характеристики: ODP = 0,8 и GWP = 5000.

Применялся в качестве хладагента в промышленных кондиционерах и растворителя в технологических процессах обезжиривания, очистки и промывки. ХФУ-113 в частности в Российской Федерации производится на основании специальных решений Сторон Монреальского протокола для удовлетворения потребности Федерального космического агентства (Роскосмос).

Хладагент R502. Азеотропная смесь хладагентов R22 и R115. Массовая доля R22 составляет 48,8%, а R115 - 51,2%. Относится к группе ХФУ (CFC), имеет следующие экологические характеристики: ODP = 0,33; GWP = 4300.

Невзрывоопасен, малотоксичен и химически инертен к металлам. Растворимость R502 в маслах, коэффициент теплоотдачи при кипении и конденсации близки к соответствующим значениям для R22.

Характерная особенность: R502 малорастворим в воде. Предельно допустимая концентрация R502 в воздухе составляет 3000 мг/м³.

Объемная холодопроизводительность его выше, а температура нагнетания ниже примерно на 20°C, чем у R22, что положительно сказывается на

температуре обмотки электродвигателя при эксплуатации герметичного холодильного компрессора.

Хладагент R502 широко применяли в низкотемпературных компрессионных холодильных установках.

Галон 2402 (хладон 114B2, 1,1,2,2-тетрафтордибромэтан, R114B2) представляет собой тяжелую прозрачную бесцветную жидкость. Применялся и применяется до настоящего времени в действующем оборудовании в качестве огнегасящей жидкости для тушения пожаров различных классов, в том числе пожаров оборудования под электрическим напряжением, а также флегматизатора.

Переходные озоноразрушающие вещества или гидрохлорфторуглероды (ГХФУ)

К переходным ОРВ относятся фторхлорсодержащие органические химические соединения – гидрохлорфторуглероды (ГХФУ), обладающие относительно небольшим ОРП и не вошедшие в первоначальный объем веществ, контролируемых в рамках Монреальского протокола.

Их потребление и производство Сторонами Монреальского протокола подлежат регулированию на основании Копенгагенской (1992 г.) и Пекинской (1999 г.) поправок.

В качестве хладагентов, вспенивателей (порообразователей), пропелленгов и технологических средств очистки, обезжиривания и промывки используются ГХФУ-21 (CFCl_2H), ГХФУ-22 (CHClF_2), ГХФУ-123 ($\text{C}_2\text{HCl}_2\text{F}_3$), ГХФУ-141b (CFCl_2CH_3), ГХФУ-142b (CF_2ClCH_3). При этом самыми массовыми в производстве и потреблении являются ГХФУ-22 и ГХФУ-141b.

Хладагент R22. Дифторхлорметан относится к группе ГХФУ (HCFC). Имеет низкий потенциал разрушения озона ($\text{ODP} = 0,05$), невысокий потенциал парникового эффекта ($\text{GWP} = 1700$), т. е. экологические свойства R22 значительно лучше, чем у R12 и R502.

Это бесцветный газ со слабым запахом хлороформа, более ядовит, чем R12, невзрывоопасен и негорюч.

По сравнению с R12 хладагент R22 хуже растворяется в масле, но легко проникает через неплотности и нейтрален к металлам. Для R22 холодильной промышленностью выпускаются холодильные масла хорошего качества.

При температуре выше 330°C в присутствии металлов R22 разлагается, образуя те же вещества, что и R12.

Хладагент R22 слабо растворяется в воде, объемная доля влаги в нем не должна превышать 0,0025%. Коэффициент теплоотдачи при кипении и конденсации на 25...30% выше, чем у R12, однако R22 имеет более высокие давление конденсации и температуру нагнетания (в холодильных машинах).

Предельно допустимая концентрация R22 в воздухе 3000 мг/м^3 при длительности воздействия 1 ч.

В холодильных установках, работающих на R22, необходимо использовать минеральные или алкилбензолные масла. Нельзя смешивать R22 с R12 - образуется азеотропная смесь.

Этот хладагент широко применяют для получения низких температур в холодильных компрессионных установках, в системах кондиционирования и тепловых насосах. ГХФУ 22 применяется в качестве чистого хладагента или компонента ряда смесевых хладагентов, вспенивателя (порообразователя) в ряде технологий производства изделий из полиуретана, а также исходного сырья для производства политетрафторэтилена (ПТФЭ). В Российской Федерации ГХФУ22 производят два завода по лицензии в соответствии с квотами.

Хладагент R123. Относится к группе ГХФУ (HCFC). Температура кипения при атмосферных условиях 27,9 °С. Потенциал разрушения озона ODP = 0,02, потенциал глобального потепления GWP = 90. Молекулярная масса 152,9.

Хладагент предназначен для ретрофита (замена хладагента на озонобезопасный) холодильных установок – водоохладителей, работающих на R11.

Теоретическая холодопроизводительность цикла с R123 составляет 0,86 относительно холодопроизводительности цикла с R11, температура и давление конденсации ниже на 10...15% по сравнению с R11. В сочетании с R123 рекомендуется использовать алкилбензолное холодильное масло или смесь минерального и алкилбензольного.

ГХФУ-141b (хладон-141b, 1-фтор-1,1-дихлорэтан, R141b, HCFC 141b, CFCl_2CH_3) представляет собой легкокипящую прозрачную бесцветную жидкость. Относится к группе ГХФУ (HCFC).

Применяется в качестве вспенивателя (порообразователя) полиуретановой изоляции, растворителя (компонента смесевых растворителей) в технологических процессах обезжиривания, очистки и промывки, теплоносителя в кондиционерах воздуха и тепловых насосах, а также ингаляционного анестетика в ветеринарии.

ГХФУ-142b (хладон-142b, 1,1-дифтор-1-хлорэтан, R142b, HCFC 142b, CF_2ClCH_3) представляет собой бесцветный газ со слабым запахом, не ядовит. Относится к группе ГХФУ (HCFC), имеет следующие экологические характеристики: ODP = 0,065; GWP = 2000.

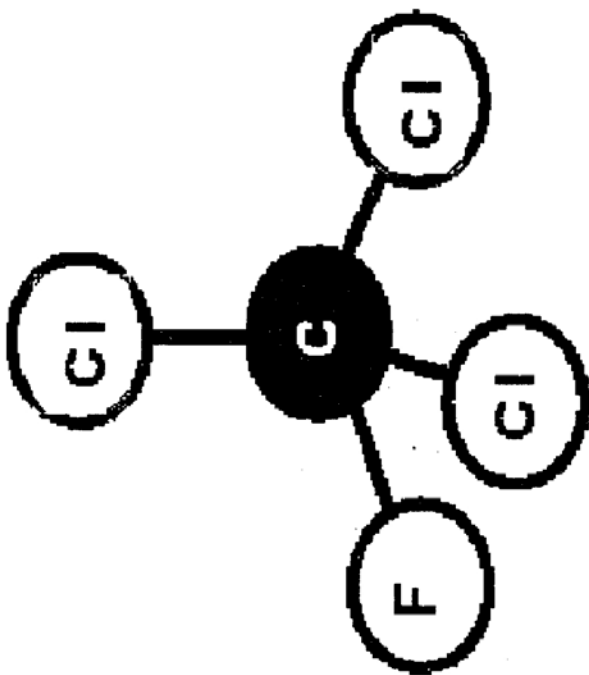
Используется в качестве хладагента, растворителя, пропеллента аэрозольных упаковок, порообразователя при получении пенопластов и сырья для фторорганического синтеза.

Для более наглядного рассмотрения вопроса предлагаются следующие рисунки /7/, карточки химической безопасности /12/, которые могут быть основой для слайдов в презентациях и учебных плакатов.

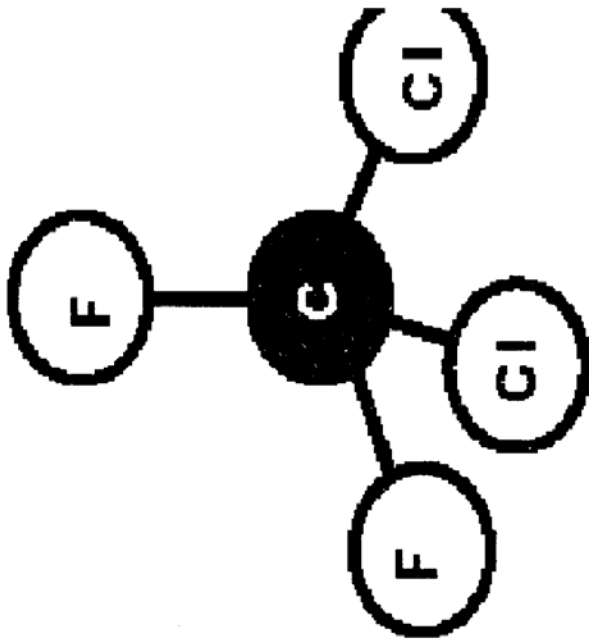
Список озоноразрушающих веществ с ОРП

- Хлорфторуглероды (ХФУ) ОРП от 0.6-1.0
- Галоны ОРП от 3.0-10.0
- Тетрахлористый углерод ОРП 1.1
- Метилхлороформ ОРП 0.1
- Гидрофторуглероды (ГХФУ) ОРП от 0.001-0.11
- Гидробромфторуглероды (ГБФУ) ОРП от 0.02-1.0
- Бромхлорметан ОРП 0.12
- Бромистый метил ОРП 0.6

ХФУ-11 и ХФУ-12

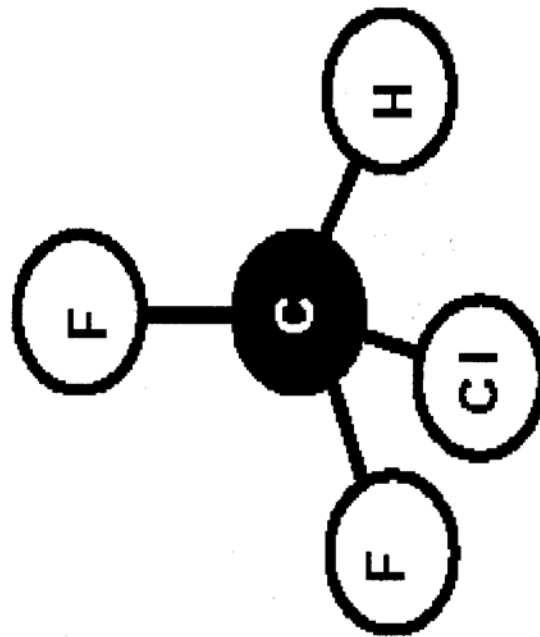


ХФУ-11

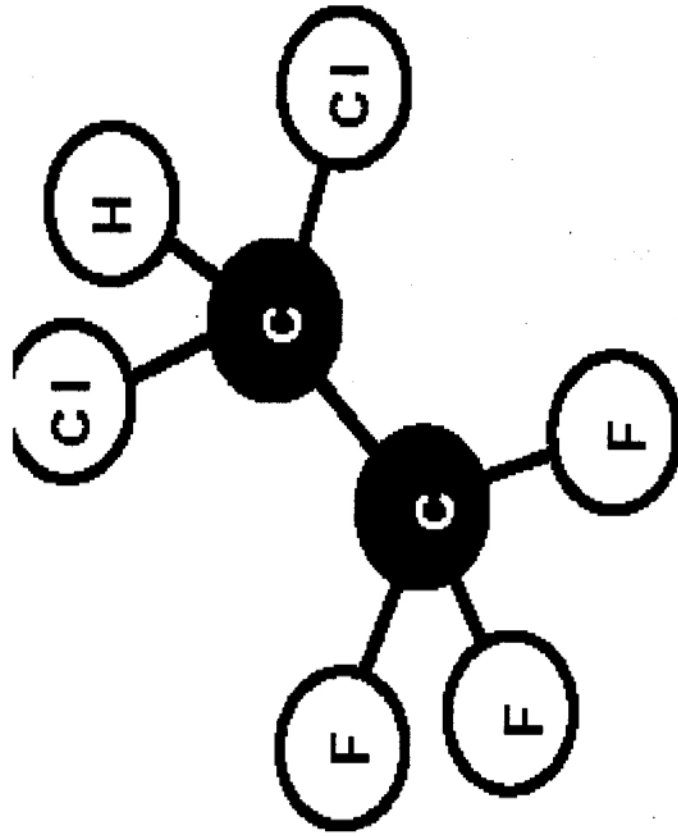


ХФУ-12

ГХФУ-22 и ГХФУ-123



ГХФУ-22



ГХФУ-123

ТРИХЛОРФТОРМАТАН, ХФУ-11

ВИД УГРОЗЫ	ПРОЯВЛЕНИЕ/ СИМПТО-МЫ	ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ	ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ/ ПОЖАРО-ТУШЕНИЕ
ПОЖАР	Не сгораем. Образует раздражающие или токсичные газы на пожаре.		В случае пожара: разрешено использовать любые средства тушения.
ВЗРЫВ	Риск пожара и взрыва (см. химическую опасность)		В случае пожара: охлаждайте цилиндр водой.
ВДЫХАНИЕ	Смятение. Сонливость Прекращение дыхания Потеря сознания	Проветривание, защита дыхания	Свежий воздух, отдых. Искусственное дыхание, если нужно. Обращение к врачу.
КОЖА	ПРИ КОНТАКТЕ С ЖИДКОСТЬЮ: ОБМОРОЖЕНИЕ.	Холодозащитные перчатки.	ПРИ ОБМОРОЖЕНИЯХ: сполоснуть большим количеством воды, НЕ снимать одежду. Обращение к врачу.
ГЛАЗА	Покраснение. Боль.	Специальные очки.	Обильно промыть водой несколько минут (снять контактные линзы, если не сложно), обратиться к врачу.

ПРОЛИТИЕ: проветривание. НИКОГДА не поливать водой на растекшуюся жидкость.

ХРАНЕНИЕ: Вдали от металлов (см. Химич. безопасность). Холод. Вентиляция над полом.

ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ; ВНЕШНИЙ ВИД: бесцветный газ или легко испаряющаяся жидкость, с характерным запахом

ФИЗИЧЕСКАЯ УГРОЗА: газ и пары тяжелее воздуха и может скапливаться в помещениях с низким потолком, вызывая дефицит кислорода.

ХИМИЧЕСКАЯ УГРОЗА: при соприкосновении с горячими поверхностями или с огнем, вещество распадается с образованием коррозионных и токсичных паров (хлористый водород, ICSC# 0163; фосген, ICSC# 0007; хлорин, ICSC# 0126; фтористый водород, ICSC# 0283). Быстро реагирует с металлами, такими как кальций, магний, калий, цинк и порошковый алюминий.

СПОСОБ ПОПАДАНИЯ ВНУТРЬ: вещество попадает в организм при вдохе.

РИСК ВДЫХАНИЯ: Находясь вне контейнера, жидкость быстро испаряется, насыщая воздух, и в закрытых помещениях может вызвать удушье.

ПОСЛЕДСТВИЯ КРАТКОСРОЧНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ: жидкость может вызвать обморожения. Воздействие в закрытом помещении может привести к сердечной аритмии и асфиксии. См. примечания.

ЭФФЕКТ ДЛИТЕЛЬНОГО И ПОВТОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ: Длительный или повторяющийся контакт с кожей может вызвать дерматит.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА: пар под давлением, kPa при 20°C: 89.0 , относительная плотность пара (воздух= 1): 4.7 , относительная плотность пара /воздушной смеси при 20°C (воздух= 1): 4.4.

ПРИРОДООХРАННЫЕ ДАННЫЕ: это вещество может быть опасно для окружающей среды; особое внимание следует уделять воздуху и воде.

ПРИМЕЧАНИЯ: врачам: адреналиновые препараты противопоказаны. Высокая концентрация в воздух вызывает нехватку кислорода с риском потери сознания и смерти. Проверяйте наличие кислорода перед тем, как войти в помещение. Запах при небольшой концентрации незначителен. НЕ используйте вблизи огня или нагретых поверхностей, или при сварке. Цилиндр, в котором есть утечка, поверните поврежденным участком вверх для предотвращения утечки газа в жидком состоянии. Фреон 11, Фриген 11, Галон 11 – это торговые названия данного вещества.

ДИХЛОРДИФТОРМЕТАН: ХФУ-12

ВИД УГРОЗЫ	ПРОЯВЛЕНИЕ/ СИМПТОМЫ	ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ	ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ/ ПОЖАРО-ТУШЕНИЕ
ПОЖАР	Не сгораем. Образует раздражающие или токсичные газы на пожаре.		В случае пожара: разрешено использовать любые средства тушения.
ВЗРЫВ	Риск пожара и взрыва (см. химическую опасность)		В случае пожара: охлаждайте цилиндр водой.
ВДЫХАНИЕ	Смятение. Сонливость Потеря сознания	Проветривание, защита дыхания	Свежий воздух, отдых. Искусственное дыхание, если нужно. Обращение к врачу.
КОЖА	ПРИ КОНТАКТЕ С ЖИДКОСТЬЮ: ОБМОРОЖЕНИЕ.	Холодозащитные перчатки.	ПРИ ОБМОРОЖЕНИЯХ: сполоснуть водой, НЕ снимать одежду. Обращение к врачу.
ГЛАЗА	Покраснение. Боль.	Специальные очки.	Обильно промыть водой несколько минут (снять контактные линзы, если не сложно), обратиться к врачу.
ПРОЛИТИЕ: проветривание. НИКОГДА не поливать водой на растекшуюся жидкость.			
ХРАНЕНИЕ: Вдали от металлов (см. Химич. безопасность). Холод. Вентиляция над полом.			
УПАКОВКА И МАРКИРОВКА: специально защищенный цилиндр. Класс опасности ООН: 2.2			
ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ; ВНЕШНИЙ ВИД: бесцветный сжиженный газ, с характерным запахом			
ФИЗИЧЕСКАЯ УГРОЗА: газ тяжелее воздуха и может скапливаться в помещениях с низким потолком, вызывая дефицит кислорода.			
ХИМИЧЕСКАЯ УГРОЗА: при соприкосновении с горячими поверхностями или с огнем, вещество распадается с образованием коррозионных и токсичных паров (хлористый водород, ICSC# 0163; фосген, ICSC# 0007; хлорин, ICSC# 0126; фтористый водород, ICSC# 0283). Быстро реагирует с металлами, такими как кальций, магний, калий, цинк и порошковый алюминий. Реагирует с магнием и его сплавами.			
СПОСОБ ПОПАДАНИЯ ВНУТРЬ: вещество попадает в организм при вдохе.			
РИСК ВДЫХАНИЯ: находясь вне контейнера, этот газ вызывает удушье, понижая содержание кислорода в воздухе в закрытых помещениях.			
ПОСЛЕДСТВИЯ КРАТКОСРОЧНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ: жидкость может вызвать обморожения. Воздействие может привести к сердечной аритмии и асфиксии. См. примечания.			
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА: пар под давлением, кРа при 20 градусах Цельсия: 568, относительная плотность пара (воздух = 1): 4.2			
ПРИРОДООХРАННЫЕ ДАННЫЕ: это вещество может быть опасно для окружающей среды; особое внимание следует уделять воздуху.			
ПРИМЕЧАНИЯ: врачам: адреналиновые препараты противопоказаны. Высокая концентрация в воздух вызывает нехватку кислорода с риском потери сознания и смерти. Проверяйте наличие кислорода перед тем, как войти в помещение. Запах при небольшой концентрации незначителен. НЕ используйте вблизи огня или нагретых поверхностей, или при сварке. Цилиндр, в котором есть утечка, поверните поврежденным участком вверх для предотвращения утечки газа в жидком состоянии. Фреон 12, Фриген 12, Галон 12 – это торговые названия данного вещества.			

ХЛОРОФТОРМЕТАН (ХФУ-13)

ВИД УГРОЗЫ	ПРОЯВЛЕНИЕ/ СИМПТОМЫ	ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ	ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ/ ПОЖАРО-ТУШЕНИЕ
ПОЖАР	Не сгорает. Нагревание ведет к повышению давления.	НЕ допускать контакта с нагретой поверхностью.	
ВЗРЫВ			В случае пожара: цилиндр охлаждать холодной водой.
ВДЫХАНИЕ	Смятение. Сонливость Головная боль	Проветривание, защита дыхания.	Свежий воздух, отдых. Искусственное дыхание при необходимости.
КОЖА	ПРИ КОНТАКТЕ С ЖИДКОСТЬЮ: ОБМО-РОЖЕНИЕ.	Холодозащитные перчатки	ПРИ ОБМОРОЖЕНИЯХ: обильно сполоснуть водой, НЕ снимать одежду. Обращение к врачу
ГЛАЗА	См. кожу.	Очки, защита лица или глаз в сочетании с защитой дыхания.	Обильно промыть водой несколько минут (снять контактные линзы, если не сложно), обратиться к врачу.
ПРОЛИТИЕ: проветривание. НИКОГДА не поливать водой на растекающуюся жидкость. При пролитии больших количеств необходима защита персонала: аппараты для дыхания.			
ХРАНЕНИЕ: защита от огня, если в здании.			
МАРКИРОВКА И УПАКОВКА: Класс опасности ООН: 2.2.			
ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ; ВНЕШНИЙ ВИД: бесцветный сжиженный газ, с характерным запахом			
ФИЗИЧЕСКАЯ УГРОЗА: газ тяжелее воздуха и может скапливаться в помещениях с низким потолком, вызывая дефицит кислорода.			
ХИМИЧЕСКАЯ УГРОЗА: при соприкосновении с горячими поверхностями или с огнем, вещество распадается с образованием коррозионных и токсичных паров (хлористый водород, фосген, хлорин; фтористый водород). Несовместим с некоторыми порошковыми металлами (алюминий, цинк, бериллий).			
СПОСОБ ПОПАДАНИЯ ВНУТРЬ: вещество попадает в организм при вдохе.			
РИСК ВДЫХАНИЯ: находясь вне контейнера, этот газ вызывает удушье, понижая содержание кислорода в воздухе в закрытых помещениях.			
ПОСЛЕДСТВИЯ КРАТКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ: может воздействовать на сердечно-сосудистую систему, приводя к аритмии. Приводит к потере сознания. См. примечания.			
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА: Относительная плотность пара (воздух= 1): 3.6.			
ПРИРОДООХРАННЫЕ ДАННЫЕ: это вещество может быть опасно для окружающей среды; особое внимание следует уделять озоновому слою.			
ПРИМЕЧАНИЯ: Высокая концентрация в воздухе вызывает нехватку кислорода с риском потери сознания и смерти. Проверяйте наличие кислорода перед тем, как войти в помещение. Врачам следует обращать внимание на используемые лекарственные препараты во время лечения, поскольку последствия могут проявляться в виде сердечной аритмии. НЕ используйте вблизи огня или нагретых поверхностей, или при сварке. Арктон 13, ФХУ-13, Фреон 13, Фриген 13, Дженетрон 13 и Айсеон 13 – это торговые названия данного вещества.			

1,1,2-трихлор-1,2,2-трифторметан/ Трихлортрифторметан:ХФУ 113

ВИД УГРОЗЫ	ПРОЯВЛЕНИЕ/ СИМПТОМЫ	ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ	ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ/ ПОЖАРО-ТУШЕНИЕ
ПОЖАР	Не сгораем. Образует раздражающие или токсичные газы на пожаре.		В случае пожара: разрешено использовать любые средства тушения.
ВЗРЫВ	Риск пожара и взрыва (см. химическую опасность)		В случае пожара: охлаждайте цилиндр водой.
ВДЫХАНИЕ	Смятение, кашель Сонливость Потеря сознания	Проветривание, защита дыхания.	Свежий воздух, отдых. Искусственное дыхание, если нужно. Обращение к врачу.
КОЖА	Покраснение. Боль.	Холодозащитные перчатки	Снимите загрязненную одежду. Сполосните кожу водой или примите душ. Обращение к врачу.
ГЛАЗА	Покраснение. Боль.	Защитные очки.	Обильно промыть водой несколько минут (снять контактные линзы, если не сложно), обратиться к врачу.
ГЛОТАНИЕ		Не есть, не пить, не курить во время работы	Сполосните рот. Обратитесь к врачу.
ПРОЛИТИЕ: собрать вытекшую или пролитую жидкость в специальный контейнер как можно скорее. Остатки жидкости засыпать песком или иным инертным абсорбентом и унести в безопасное место. Необходимо защита персонала: аппараты для дыхания			
ХРАНЕНИЕ: вдали от металлов и сплавов (См. Химическую опасность). Холод.			
ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ; ВНЕШНИЙ ВИД: бесцветная легко испаряющаяся жидкость, с характерным запахом			
ФИЗИЧЕСКАЯ УГРОЗА: пар тяжелее воздуха и может скапливаться в помещениях с низким потолком, вызывая дефицит кислорода.			
ХИМИЧЕСКАЯ УГРОЗА: при соприкосновении с поверхностями теплее воздуха или с огнем, вещество распадается с образованием коррозионных и токсичных паров (фтористый углерод; хлористый водород, ICSC# 0163; фосген, ICSC# 0007; хлорин, ICSC# 0126; фтористый водород, ICSC# 0283). Быстро реагирует с кальцием, калием, порошковыми металлами, такими как цинк, алюминий, бериллий и магний с риском пожара и взрыва. Реагирует со сплавами, содержащими более 2% магния.			
СПОСОБ ПОПАДАНИЯ ВНУТРЬ: вещество попадает в организм при вдохе.			
РИСК ВДЫХАНИЯ: находясь вне контейнера, этот газ вызывает удушье, понижая содержание кислорода в воздухе в закрытых помещениях.			
ПОСЛЕДСТВИЯ КРАТКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ: вещество раздражает глаза и дыхательный тракт. В высоких концентрациях может повлиять на центральную нервную систему, может привести к потере сознания. Воздействие может привести к сердечной аритмии и асфиксии.			
ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ: повторяющийся или длительный контакт с кожей может вызвать дерматит.			
ПРИРОДООХРАННЫЕ ДАННЫЕ: это вещество может быть опасно для окружающей среды; особое внимание следует уделять воде.			
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА: Давление пара при 20 градусах Цельсия kPa: 36. Относительная плотность пара (воздух= 1): 6.5. Относительная плотность пара/смеси воздуха (воздух= 1): 3.0.			
ПРИМЕЧАНИЯ: врачам: адреналиновые препараты противопоказаны. Высокая концентрация в воздух вызывает нехватку кислорода с риском потери сознания и смерти. Запах незначителен при концентрациях, когда велик риск взрыва. НЕ используйте вблизи огня или нагретых поверхностей, или при сварке. Фреон 113, Фриген 113, Галон 113 – это торговые названия данного вещества.			

ХЛОРДИФТОРМЕТАН

Монохлордифторметан:

ГХФУ-22 цилиндр

ВИД УГРОЗЫ	ПРОЯВЛЕНИЕ/ СИМПТОМЫ	ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ	ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ/ПОЖАРО-ТУШЕНИЕ
ПОЖАР	Не сгораем. Образует раздражающие или токсичные газы на пожаре.		В случае пожара: разрешено использовать любые средства тушения.
ВЗРЫВ	Риск пожара и взрыва (см. химическую опасность)		В случае пожара: охлаждайте цилиндр водой.
ВДЫХАНИЕ	Смятение. Сонливость Потеря сознания	Проветривание, защита дыхания.	Свежий воздух, отдых. Искусственное дыхание, если нужно. Обращение к врачу.
КОЖА	ПРИ КОНТАКТЕ С ЖИДКОСТЬЮ: ОБМОРОЖЕНИЕ.	Холодозащитные перчатки	ПРИ ОБМОРОЖЕНИЯХ: сполоснуть водой, НЕ снимать одежду. Обращение к врачу.
ГЛАЗА	Покраснение. Боль.	Защитные очки	Обильно промыть водой несколько минут (снять контактные линзы, если не сложно), обратиться к врачу.

ПРОЛИТИЕ: проветривание. НИКОГДА не поливать водой на растекшуюся жидкость.

ХРАНЕНИЕ: вдали от порошковых металлов (алюминий, цинк). Холод. Вентиляция вдоль пола.

МАРКИРОВКА И УПАКОВКА: Цилиндр специально защищен. Класс опасности ООН: 2.2.

ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ; ВНЕШНИЙ ВИД: бесцветный сжиженный газ, с характерным запахом

ФИЗИЧЕСКАЯ УГРОЗА: газ тяжелее воздуха и может скапливаться в помещениях с низким потолком, вызывая дефицит кислорода.

ХИМИЧЕСКАЯ УГРОЗА: при соприкосновении с горячими поверхностями или с огнем, вещество распадается с образованием коррозионных и токсичных паров (хлористый водород, ICSC# 0163; фосген, ICSC# 0007; хлорин, ICSC# 0126; фтористый водород, ICSC# 0283). Быстро реагирует с порошковыми металлами, такими как цинк и алюминий, с риском пожара и взрыва. Реагирует с магнием и его сплавами.

СПОСОБ ПОПАДАНИЯ ВНУТРЬ: вещество попадает в организм при вдохе.

РИСК ВДЫХАНИЯ: находясь вне контейнера, этот газ вызывает удушье, понижая содержание кислорода в воздухе в закрытых помещениях.

ПОСЛЕДСТВИЯ КРАТКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ: жидкость может вызвать обморожение. Воздействие может привести к сердечной аритмии и асфиксии. См. примечания.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА:

Давление пара кПа при 20 градусах Цельсия: 908.

Относительная плотность пара (воздух= 1): 3.0.

ПРИРОДООХРАННЫЕ ДАННЫЕ: это вещество может быть опасно для окружающей среды; особое внимание следует уделять воздуху.

ПРИМЕЧАНИЯ: врачам: адреналиновые препараты противопоказаны. Высокая концентрация в воздух вызывает нехватку кислорода с риском потери сознания и смерти. Проверяйте наличие кислорода перед тем, как войти в помещение. Запах при небольшой концентрации незначителен. НЕ используйте вблизи огня или нагретых поверхностей, или при сварке. Цилиндр, в котором есть утечка, поверните поврежденным участком вверх для предотвращения утечки газа в жидком состоянии. Фреон 22, Фриген 22, Галон 22 – это торговые названия данного вещества.

2.9 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /3/.

К сожалению, универсальной альтернативы самому массовому ГХФУ–R22, способной его заменить во всех видах климатической и холодильной индустрии, нет. Такие хладагенты, как R410A и R134a способны его заменить лишь для ряда видов применения и рассматриваются в качестве временного решения, т.к. гидрофторуглероды (ГФУ) являются мощными парниковыми газами и подпадают под действующие и будущие ограничения в сфере предотвращения глобальных климатических изменений.

Приемлемой с экологической точки зрения (то есть, не способствующей ни деградации озонового слоя, ни возникновению парникового эффекта) альтернативой ГХФУ остаются природные хладагенты, такие, как диоксид углерода, аммиак и углеводороды (пропан, изобутан). Однако у каждого из них есть свои недостатки: углекислотная система требует рабочего давления не ниже 80 бар, аммиак ядовит и горюч, углеводороды взрывоопасны.

Основные хладагенты, которые можно использовать вместо R22 /11/.

Хладагент R407C

Хладагент R407C обладает близкими к R22 термодинамическими характеристиками, поэтому им можно заменять данный хладагент с предварительной промывкой контура и заменой масла (процедура ретрофита) на R407C.

При выполнении данной процедуры основной проблемой будет замена масла. В большинстве установок, работающих на R22, используется синтетическое или минеральное масло, а в установках с R407C должны применяться только эфирные масла (рекомендовано производителем компрессора).

Поскольку эфирные масла несовместимы с другими типами хладагентов, необходимо избавиться от старого масла со всей тщательностью. С этой целью старое масло сливают из компрессора, заправляют его эфирным, и дают проработать установке на R22 несколько часов. После этого масло вновь сливают, и контур вновь заправляют эфирным маслом и так до тех пор, пока из контура не будут полностью удалены остатки минерального масла.

После очистки контура от минерального масла, сливают R22, производят замену фильтра-осушителя и производят заправку контура хладагентом R407C в жидкой фазе. Терморегулирующий вентиль можно оставить тот же, что был и при R22, но при возможности лучше его заменить на модель, которая специально предназначена для работы на R407C.

Следует помнить, что по завершении процедуры ретрофита обязательно необходимо указать в документации на установку количество заправленного хладагента и типа масла.

Если сравнить с R22, то холодопроизводительность в установках с новым хладагентом может снизиться: на 5-10% в системах с воздухоохладителем и конденсатором воздушного охлаждения и до 20% - в системах с конденсатором водяного охлаждения.

В системах с обратимостью цикла возникает проблема оттайки, связанная с наличием температурного глайда. При температуре кипения на входе в испаритель -7°C , а на выходе 0°C , образование снежной шубы на испарителе будет происходить неодинаково, что осложнит процесс продолжительности и периодичности режима оттайки.

Хладагент R410A

Если в установке, работающей на R22, произвести замену хладагента на R410A, то массовая производительность компрессора возрастет на 40%. При этом производительности старого испарителя может оказаться недостаточно, что повлечет за собой определенные проблемы. После замены испарителя на более мощную модель возникнет другая проблема – недостаточная производительность конденсатора.

Отметим, что R410A не является хладагентом, который можно использовать для ретрофита, поскольку он имеет достаточно высокие значения рабочего давления, которые недопустимы для значений рабочего давления отдельных элементов контура.

Хладагент R417A

Хладагент данного типа представляет собой смесь из R134a, R125 и бутана R600, имеющий температурный глайд 4–5 К.

Основным его преимуществом является возможность замены R22 согласно технологии «drop-in», которая предполагает замену хладагента без замены масла. На самом деле R417A является совместимым с синтетическим, минеральным и эфирным маслом. В зависимости от типа установки снижение холодопроизводительности может составить 5-20%.

2.10 СЕРВИС ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ СОДЕРЖАЩИХ ОРВ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /3/.

После начала сокращения применения ГХФУ как в странах, не действующих в рамках 5-й Статьи, так и в странах 5-й Статьи Монреальского протокола все еще будет существовать необходимость обслуживания установленного холодильного оборудования до конца их полезного срока службы. Обслуживание этого оборудования можно разделить на три категории:

- обслуживание и ремонт;
- прямое замещение хладагента или его перезаправка;
- ретрофит.

Все три варианта будут важны для стран, действующих в рамках 5-й Статьи Монреальского протокола, потому что системы в этих странах часто ремонтируются несколько раз с целью удлинения срока их службы.

В странах, не действующих в рамках 5-й Статьи Монреальского протокола, больше распространена замена оборудования, так как затраты, связанные с выполнением серьезного ремонта, могут часто превышать стоимость нового оборудования.

Ремонт в стадии обслуживания – это любой ремонт, который выполняется в соответствии с нормальными методами обслуживания и использованием нового, извлеченного или регенерированного хладагента.

Прямое замещение или перезаправка проводятся с заменой хладагента, но без замены масла.

Хладагенты, отвечающие этим требованиям, иногда упоминаются как сервисные хладагенты. В случаях, когда прямое замещение ГХФУ-22 другим хладагентом приводит к значительной потере холодопроизводительности или эффективности, ретрофит будет более приемлемым вариантом.

Ретрофит включает в себя как просто замену хладагента, масла и фильтра-осушителя (если требуется), так и более серьезный ремонт с заменой компрессора, хладагента, масла, осушителя, ТРВ и промывкой системы для удаления всего остаточного масла. Полный ретрофит может оказаться существенно более дорогостоящим, чем обслуживание или ремонт с прямым замещением или даже замена установки.

Ремонт в стадии обслуживания

Имеются три варианта эксплуатации оборудования в зависимости от ожидаемых затрат и остаточного срока службы оборудования:

- Избавление от старого оборудования и покупка нового оборудования с озонобезопасным хладагентом;
- Ремонт и перезаправка тем же хладагентом;
- Ремонт и заправка озонобезопасным хладагентом.

Хладагенты прямого замещения

Применение хладагентов прямого замещения не должно требовать никаких модификаций системы или только незначительной модификации системы, и, как минимум, система с новым хладагентом должна надежно функционировать с существующим нефтяным, минеральным или синтетическим алкилбензольным маслом, используемым в исходном оборудовании. При этом система должна в основном обеспечивать ту же холодопроизводительность, что и с исходным хладагентом.

Несколько сервисных хладагентов были предложены как потенциальные хладагенты прямого замещения. До недавнего времени использование хладагентов прямого замещения не было достаточно хорошо документировано. Хотя в последнее время появляется все больше информации на основе анализа данных из практики.

Углеводороды как хладагенты прямого замещения

Известно, что R-290, R-270 и смесь R-290/ R-270 использовались в некоторых случаях для прямого замещения ГХФУ-22. Хотя эти хладагенты могут обеспечить близкие к ГХФУ-22 холодопроизводительность и эффективность, такая замена создает существенное беспокойство в отношении их безопасного использования из-за высокой огнеопасности этих хладагентов.

Если углеводороды рассматриваются для использования в качестве хладагентов, то необходимо строго соблюдать правила техники безопасности и правила их использования. Во многих случаях затраты на соблюдение этих требований могут быть слишком высокими, чтобы оправдать применение углеводородных хладагентов для прямого замещения ГХФУ-22.

Имеется широкий диапазон смесей, содержащих некоторое количество углеводородов, обычно пропана или бутана. Как правило, содержание углеводородов ограничивается, чтобы сохранить огнебезопасность хладагента по классификации A1, хотя даже небольшое содержание углеводородов (порядка несколько процентов) может значительно улучшить возврат масла в таких системах.

Хладагенты для ретрофита

В случае ретрофита основными проблемами являются совместимость со смазочными маслами и температурный глайд хладагентов. В этих случаях смеси, используемые для замены ГХФУ-22 в новом оборудовании, не могут быть использованы.

Хладагенты, которые требуют замены холодильного масла или компонентов системы, часто определяются как хладагенты для ретрофита. Применение хладагентов для ретрофита вероятно не будет экономически выгодно в тех случаях, когда требуется замена компрессора или теплообменников.

R-407C был признан как приемлемый хладагент для ретрофита систем с ГХФУ-22. Несмотря на некоторую потерю в холодопроизводительности и эффективности в некоторых регионах он широко используется как хладагент для ретрофита. Его холодопроизводительность весьма сходна с ГХФУ-22, но его применение требует замены исходного нефтяного минерального или

синтетического алкилбензольного масел. При ретрофите систем с ГХФУ-22 фильтры-осушители должны быть заменены на те, которые совместимы с R-407C.

Потребность и положение на рынке хладагентов прямого замещения и ретрофита в значительной степени будет определяться количеством установленного оборудования, работающего на ГХФУ-22, графиком сокращения потребления ГХФУ, допустимым остаточным сроком эксплуатации, а также методами извлечения и регенерации хладагента на местах.

Большинство смесей, предназначенных для ретрофита ГХФУ-22, имеют существенный температурный глайд и поэтому не вполне подходят для использования в тех промышленных системах, где используются затопленные испарители. Это обстоятельство существенно ограничивает области применения ретрофита систем с ГХФУ-22 в промышленном холодильном секторе.

Внимание должно быть направлено на то, чтобы гарантировать совместимость рабочего давления хладагента со спецификацией оборудования и поддерживать существующую холодопроизводительность установки. Повышение холодопроизводительности может также вызывать определенные проблемы, так как в некоторых случаях комбинация увеличенной холодопроизводительности с низким коэффициентом полезного действия может привести к существенному увеличению токовой нагрузки в электродвигателе компрессора.

Многие конечные потребители оборудования в этом секторе предпочитают эксплуатировать оборудование максимально долго, вплоть до его полной замены.

2.11 РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СОДЕРЖАЩЕГО ОРВ

Для изучения данного вопроса предлагается информация изложенная ниже /3/.

Введение

На период сокращения потребления хладагентов ГХФУ будет необходимо обеспечить продолжение использования существующего оборудования при одновременном снижении выбросов хладагентов в атмосферу.

У каждого типа оборудования или установки есть свои характеристики с точки зрения «потребления» хладагента. Случайные выбросы, потеря герметичности, разрывы, потери во время обслуживания и отсутствие системы извлечения и утилизации хладагента в конце срока службы не одинаковы для каждого вида оборудования.

Уровни выбросов будут отличаться для каждой системы. Некоторые установки могут потреблять хладагенты в количествах, в несколько раз превышающих их начальную заправку в течение своего срока службы, а другие системы могут иметь утечки близкие к нулю.

Часто первым шагом на пути сокращения утечек ГХФУ в действующем оборудовании является регулярная и тщательная проверка утечек, привлечение к проверкам обученного персонала и применение чувствительной аппаратуры.

Также очень важно организовать адекватное техническое обслуживание системы: необходимо обеспечивать предусмотренные техническим регламентом давления конденсации и испарения, а также следить за тем, чтобы все трубопроводы были надежно закреплены для исключения вибрации.

Вторым шагом должна быть замена хладагента в системе на хладагент с нулевым ПГП. Для этого существует два варианта:

- Замена хладагента ГХФУ хладагентом прямого замещения с использованием существующего холодильного масла и компонентов. Такая процедура упоминается выше как перезаправка.
- Замена хладагента ГХФУ хладагентом ГФУ или смесью ГФУ, что требует в большинстве случаев замены минерального масла в системе на синтетическое полиолэфирное или полиалкиленгликолевое масло. Такая процедура упоминается как ретрофит.

Учет использования хладагента

Прежде всего необходимо определить количество ГХФУ, содержащееся в существующих системах и оборудовании. Это позволит получить важные данные по потребностям в заменяющем хладагенте и укажет на имеющееся количество хладагента, который можно будет вторично использовать после конверсии или замены системы.

Многие установки имеют значительные утечки хладагента. Низкое потребление хладагента может способствовать его длительному использованию на протяжении еще нескольких лет.

Если наблюдаются утечки при эксплуатации оборудования, то необходимо принять меры либо по максимальному сокращению утечек, либо по замене существующего оборудования на новое и с другим хладагентом. Годовое потребление хладагента устанавливается по регистрации закупок и записям в журнале технического обслуживания оборудования.

Обзор вариантов эксплуатации оборудования

Рациональное использование хладагента, перезаправка или ретрофит являются возможными вариантами обслуживания оборудования охлаждения и кондиционирования воздуха.

Вариант 1: Продолжать использовать существующее оборудование.

Если система охлаждения не имеет утечек, использование существующего хладагента может продолжаться. При этом должен быть план действий в чрезвычайной ситуации при полном отказе оборудования.

Вариант 2: Сократить потери хладагента из-за утечек.

Многие холодильные установки имеют утечки. Нельзя продолжать эксплуатацию оборудования, не приняв меры по их значительному сокращению или устранению.

Вариант 3: Использовать альтернативные хладагенты посредством проведения перезаправки или ретрофита.

Самыми важными факторами в выборе хладагента для замены ГХФУ являются: низкий озоноразрушающий потенциал, низкий потенциал глобального потепления, высокая холодопроизводительность и безопасность использования. Необходимо отметить, что меры предосторожности должны приниматься при работе со всеми типами хладагентов. Для получения дополнительной информации следует обратиться к производителю хладагента.

Извлечение хладагента, восстановление и повторное его использование

Всякий раз, когда старое оборудование демонтируется или обслуживается, важно, чтобы хладагент был извлечен из системы. Во время процесса извлечения также важно, чтобы хладагент был закачан в баллон, который пуст или который содержит тот же самый тип хладагента.

Только компетентные инженеры или сертифицированные техники-холодильщики должны допускаться к работе с хладагентами.

Сокращение утечек

Доступность ГХФУ для технического обслуживания существующего оборудования в странах, действующих в рамках 5-й Статьи Монреальского протокола, будет постепенно снижаться в предстоящие годы, поскольку действия по сокращению ГХФУ набирают темп.

Владельцы оборудования с ГХФУ должны обеспечить ликвидацию утечек хладагента, конверсию или замену этого оборудования в соответствии с принятым графиком.

Если оборудование, такое как домашние холодильники, не имеет утечек, нет никакой необходимости в конверсии системы. Оборудование может работать до конца срока своей службы с первоначальной заправкой хладагента, так как не существует требования прекращать обслуживание оборудования, содержащего хлорсодержащие хладагенты.

Улучшение герметичности системы является мерой по рациональной эксплуатации оборудования, которая учитывает особенности компонентов и материалов, а также такие непредсказуемые события, как износ и механическое разрушение.

Ограничение выбросов затрагивает все процессы и процедуры, относящиеся к работе с хладагентом, такие как заправка или извлечение, а также к самой системе или ее компонентам, содержащим хладагенты. Меры по ограничению выбросов хладагентов включают в себя:

- Обязательства руководящего персонала осуществлять необходимые меры при проектировании, эксплуатации и обслуживании систем;
- Проектирование систем, обеспечивающих высокую герметичность;
- Использование необходимых приборов и устройств для идентификации и измерения утечек;
- Применение классификации по степени герметичности компонентов, таких как стыки, вентили и гибкие шланги;
- Обеспечение выполнения процедур работы с хладагентами «без выбросов»;
- Обеспечение адекватного высококачественного оборудования (датчики, мониторы в помещениях, где проводится работа с хладагентами, установки извлечения и регенерации, адаптеры, соединительные шланги и т.д.);
- Использование простой документации, фиксирующей движение хладагента;
- Определение операций и процедур обслуживания по сохранению хладагентов;
- Обучение технического персонала контролю за герметичностью систем для предотвращения утечек, а также его обучение навыкам практической работы по извлечению хладагентов.

Сокращение выбросов не ограничивается поддержанием надлежащей герметичности или правильным извлечением хладагента. Это всеобъемлющая система мер, которая относится ко всему жизненному циклу оборудования и должна учитываться на стадиях проектирования и монтажа нового оборудования и систем.

Меры по сокращению утечек

Усовершенствование конструкции всех компонентов системы в целях обеспечения герметичности и сокращения заправки хладагентом является ключевым направлением по сокращению утечек. Так же важно оценить вероятность и принять оперативные меры по предотвращению утечек из-за механических разрушений или открытия предохранительных клапанов.

Сокращение или даже устранение необходимости перезаправки хладагента должно быть целью при конструировании и эксплуатации всех видов оборудования.

Возможные меры по сокращению утечек хладагента меняются в зависимости от того, является ли установка стационарной или передвижной.

Для стационарных установок ключевыми мероприятиями, улучшающими герметичность системы, являются:

- Минимизация заправки хладагента в системе;
- Выбор хладагента и проектирование системы для работы при более низком рабочем давлении;
- Минимизация числа соединений в системе;
- Применение сварных соединений вместо резьбовых соединений и арматуры;
- Ограничение выбросов через предохранительные клапаны;
- Выбор герметичных или полугерметичных компрессоров вместо сальниковых;
- Выбор герметично закрытых систем, менее склонных к утечке хладагента;
- Проведение опрессовки системы под рабочим давлением перед ее вакуумированием;
- Тщательное вакуумирование каждой системы с использованием глубокого вакуума или тройное вакуумирование до заправки; чем ниже вакуум, тем более вероятно, что эта система будет работать без утечек;
- Использование совместимых эластомеров и прокладочных материалов;
- Установка датчиков обнаружения хладагента вблизи оборудования вместе с сигнализацией раннего оповещения.

Перезаправка хладагентами прямого замещения

Так называемые хладагенты прямого замещения (дроп-ин) – это обычно азеотропные смеси, которые содержат ГФУ и углеводороды, чтобы гарантировать совместимость и смешиваемость существующего минерального или алкилбензольного масла в системе ГХФУ с хладагентом прямого замещения.

Безопасность

Все хладагенты, используемые в кондиционировании и промышленности охлаждения, потенциально опасны и требуют соблюдения мер техники безопасности. Проектирование, разработка системы, свойства хладагента и тесты по его безопасному применению для каждого хладагента индивиду-

альны. В некоторых случаях может потребоваться оснащение системы дополнительными детекторами для обнаружения хладагента и определения уровня концентрации кислорода с целью обеспечения ее безопасной эксплуатации как для обслуживающего персонала, так и для населения.

Совместимость

При выборе хладагента замены для существующей системы необходимо проверять его совместимость с компонентами системы и ее рабочими режимами (используемое масло, материалы изоляции двигателя и уплотнений компонентов, рабочее давление и т.д.).

Доступность

Необходимо убедиться, что выбранный хладагент коммерчески доступен в кратко-, средне- и долгосрочной перспективе. Стоимость

Так как стоимость хладагентов меняется в зависимости от спроса и предложения, необходимо проверять стоимость выбранного хладагента для того, чтобы обеспечить его наличие по доступной цене в будущем.

Общая процедура перезаправки

Общая процедура для перезаправки системы хладагентом прямого замещения:

1. Необходимо убедиться, что в системе отсутствуют утечки.
2. Хладагент ГХФУ извлекается из системы в специально предназначенный для этого контейнер (баллон).
3. В специальном журнале фиксируется вес извлеченного ГХФУ.
4. Осуществляется замена осушителя на линии жидкости (если требуется).
5. Проводится вакуумирование системы до 3–5 мбар / 2 мм.рт.ст.
6. Осуществляется заправка системы хладагентом прямого замещения в соответствии с инструкциями производителя (то есть: по весу и в жидкой фазе из баллона).
7. После запуска системы проводится оптимизация ее работы: регулировка ТРВ и предохранительных клапанов высокого и низкого давления и т.д.
8. Осуществляется полная проверка системы на утечки.
9. Наносится маркировка системы с новым хладагентом и удаляются старые маркировки для предотвращения путаницы в будущем.

Практические советы при проведении перезаправки

1. Перезаправка хладагентом прямого замещения никогда не обеспечивает равноценные параметры работы системы по сравнению с исходным хладагентом.
2. Если скрытая теплота хладагента прямого замещения больше, чем исходного хладагента, вероятно, что в конденсаторе будет наблюдаться более высокое давление.
3. Необходимо учитывать, что при использовании однокомпонентных хладагентов (ХФУ-12, ГХФУ-22 и др.) давление связано с температурой

насыщения. Однако в случае использования смесевых хладагентов будут две температуры насыщения для каждого давления: точка начала кипения и точка росы.

4. Разницу между температурами «начала кипения» и «точки росы» называют «температурным глайдом».

5. Чем больше температурный глайд, тем вероятнее разделение смесевых хладагентов (или выкипание до пара при различных температурах) при нахождении в равновесии (т.е., когда система статична во время нерабочей части цикла).

6. Характерные для смесей разделение и утечки должны быть приняты во внимание в случае, когда система дает утечку в паровой фазе в статичном состоянии (нерабочая часть цикла), особенно, если температурный глайд превышает 1°C. Возможно, в этом случае потребуется удалить существующую заправку и заменить ее свежим хладагентом.

7. Все смесевые хладагенты должны заправляться из баллона в жидкой фазе, чтобы предотвратить разделение смеси на фракции и в результате получить неправильную заправку.

8. Все азеотропные смеси хладагентов имеют R-номер в 400 ряду, то есть, R-417A, R-413A и т.д.

Модернизация (ретрофит) с заменяющими ГФУ хладагентами

В этом случае необходимо удалить минеральное масло из системы и заменить его полиолэфирным холодильным маслом прежде, чем заправлять систему хладагентом ГФУ из-за несовместимости между ГФУ хладагентом и минеральным маслом (ГФУ не растворимы в минеральных маслах).

Общая процедура ретрофита системы с ГХФУ с применением ГФУ хладагента следующая:

1. Необходимо обеспечить герметичность системы.

2. Хладагент ГХФУ извлекается из системы и перекачивается в чистый баллон.

3. Минеральное масло удаляется из системы и заменяется на рекомендованное количество полиолэфирного масла.

4. Система перезаправляется хладагентом ГХФУ, ранее извлеченным из системы.

5. Система запускается на необходимое для промывки от остатков минерального масла время.

6. После остановки системы из нее извлекается хладагент ГХФУ и перекачивается снова в чистый баллон.

7. Из системы сливают масляную смесь и перезаряжают новой порцией полиолэфирного масла.

8. Перезаряжают систему ранее извлеченным ГХФУ хладагентом.

9. Снова запускают систему в течение времени, достаточного для полной промывки от остатков минерального масла.

10. См. п.6.

11. Из системы сливают смесь полиолэфирного/минерального масла и проверяют ее на содержание минерального масла с помощью диагностического комплекта. Остаточное содержание минерального масла в этой смеси не должно превышать 5 % (предпочтительно даже меньше, чем 5 %), а содержанием полиолэфирного масла не должно быть менее 95 %.

12. Если остаток минерального масла выше 5 %, то процедуру промывки повторяют еще раз для снижения остаточной концентрации.

13. Как только остаточная концентрация минерального масла достигнет уровня ниже 5 %, систему заправляют полиолэфирным маслом рекомендованного объема.

14. Систему заправляют хладагентом ГФУ в соответствии с инструкциями производителя.

15. Систему запускают и проводят необходимые регулировки рабочих параметров.

16. Проводят полную проверку системы на утечки. Необходимо убедиться, что все крышки клапанов находятся на месте и герметичны.

2.12 ПЕРЕЧЕНЬ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СЕРВИСА ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ СОДЕРЖАЩИХ ОРВ

Для изучения данного вопроса предлагается информация изложенная ниже.

«Перечень оборудования, необходимого для проведения технического обслуживания, ремонта оборудования, содержащего ОРВ, ретрофита и продажи ОРВ» согласно приложению 2 к «Инструкции по обращению с озоноразрушающими веществами» /б/.

1. Оборудование для проведения технического обслуживания оборудования, содержащего ОРВ:

- электронные течеискатели;
- станции вакуумировки и заправки;
- наборы инструмента для ремонта и заправки систем;
- программируемые электронные весы;
- дозировочные цилиндры;
- баллоны объемом 5-50 литров для сбора, хранения и транспортировки ОРВ и отходов ОРВ;
- портативные установки пайки;
- трубогибы и труборасширители.

2. Оборудование для ремонта оборудования, содержащего ОРВ:

- установки для сбора и регенерации бывших в употреблении ОРВ;
- установки для проверки на прочность и герметичность холодильных агрегатов после проведения капитального ремонта (броникамеры и броневанны);
- тестеры компрессоров;
- испытательные стенды для проверки и обкатки холодильных агрегатов;
- электронные течеискатели;
- баллоны объемом 5-50 литров для сбора, хранения и транспортировки ОРВ и отходов ОРВ.

3. Оборудование для ретрофита:

- портативные станции откачки и очистки хладагентов;
- программируемые электронные весы;
- портативные установки пайки;
- дозировочные цилиндры;
- вакуумные насосы;
- установки промывки холодильных систем;
- промывочная жидкость;
- станции вакуумировки и заправки;
- наборы для тестирования холодильных масел;
- приборы для тестирования хладагентов;
- электронные течеискатели;
- баллоны объемом 5-50 литров для сбора, хранения и транспортировки ОРВ и отходов ОРВ.

4. Оборудование для осуществления продажи ОРВ:

- установки откачки ОРВ;
- программируемые электронные весы;
- баллоны объемом 5 - 50 литров для фасовки ОРВ;
- контейнеры для хранения ОРВ.

2.13 СБОР, ОЧИСТКА И ПЕРЕРАБОТКА ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Для изучения данного вопроса предлагается информация изложенная ниже /3/.

Основные термины и определения

При рассмотрении вопросов использования ХА рассмотрим основные определения, которые представлены в таблице ниже.

Определения использованных, утилизированных, рециркулированных и восстановленных ОРВ /7/

Использованные ОРВ	Утилизированные, рециркулированные или восстановленные ОРВ.
Утилизация	Сбор и хранение ОРВ из машин, оборудования, герметичных сосудов во время обслуживания или до уничтожения.
Рециркулирование	Повторное использование утилизированных озоноразрушающих веществ вслед за основным процессом очищения, включающим фильтрацию и сушку. Для хладагентов рециркулирование обычно включает повторную загрузку в оборудование; это часто происходит на месте.
Восстановление	Повторная переработка и улучшение утилизированных озоноразрушающих веществ через такие механизмы как фильтрация, сушка, дистиллирование/перегонка и химическая обработка с целью восстановления веществ до определенного стандарта. Это часто включает переработку не на месте, а на центральном предприятии.

Ответственный за ведение технического обслуживания должен хорошо разбираться в сборе, регенерации и переработке холодильного агента. Каждый из этих терминов соответствует особой операции, ставшей насущной необходимостью при обслуживании контуров холодильных установок и установок для кондиционирования воздуха в связи с принятием новых законов и нормативных документов, запрещающих выброс холодильных агентов в атмосферу /10/.

Необходимость удаления (сбора) холодильного агента из установки или агрегата может возникнуть в силу следующих причин:

- 1) сторание компрессора;
- 2) демонтаж агрегата в связи с его заменой. В этом случае прежде, чем сдавать агрегат в утилизацию, необходимо освободить его от холодильного агента;
- 3) ремонт контура в условиях, не позволяющих обеспечить вывод холодильного агента в конденсатор или накопитель с использованием компрессора.

Для удаления холодильного агента специалист должен изучить состояние холодильного контура и выбрать оптимальную процедуру его проведения. При этом необходимо учитывать различные факторы. За исключением

бытовых холодильников, морозильников и небольших кондиционеров воздуха в холодильных контурах могут иметься клапаны Шредера или вспомогательные клапаны, облегчающие проведение операций по сбору.

Сбор холодильного агента

Эта операция заключается в удалении холодильного агента, в каком бы состоянии он ни находился, с накоплением его в соответствующем внешнем контейнере. Ее можно проводить без обязательного анализа состава или обработки холодильного агента. В холодильном агенте может находиться воздух, кислоты, вода, примеси других холодильных агентов или твердые частицы, появившиеся в результате сгорания двигателя. Такой холодильный агент не должен ни при каких условиях использоваться в другом контуре, если не будет переработан или очищен в соответствии с нормативом ARI 700. В то же время, он может быть снова использован в том же холодильном контуре, если его состояние делает такое использование возможным.

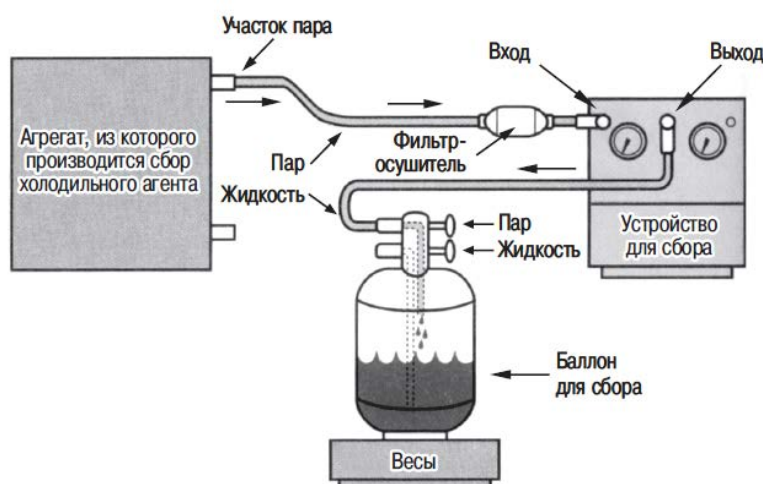
Для сбора холодильного агента используют два основных метода:

- 1) сбор в состоянии пара;
- 2) сбор в состоянии жидкости.

Второй способ позволяет производить сбор за меньшее время. Оба способа требуют использования соответствующих устройств для сбора. Для агрегатов малой и средней мощности могут использоваться переносные устройства.

Сбор в состоянии пара.

Схема сбора парообразного холодильного агента показана на рисунке (см. ниже). Сбор холодильного агента производится примерно так же, как и удаление его из контура с использованием вакуумного насоса.



Сбор парообразного холодильного агента из агрегата холодильной установки или установки для кондиционирования воздуха

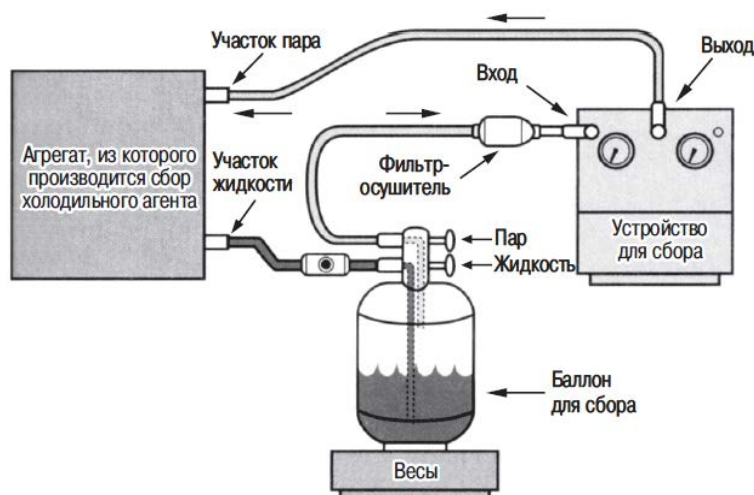
Отдельные операции выполняются по-разному в зависимости от конструкции устройства для сбора. По существу, речь идет о соединении посредством гибкой трубки всасывающего штуцера устройства с клапаном Шредера со стороны низкого давления установки и соединении выпускного штуцера с контейнером для сбора. На входе установлен фильтр-осушитель,

который должен заменяться через определенные промежутки времени при каждой смене холодильного агента.

Процесс сбора начинается с запуска установки, в то время как агрегат, с которого производится сбор, естественно, остается выключенным. Когда процесс завершен, загорается сигнальная лампочка, и устройство по сбору может быть выключено. Отключение производится вручную или в автоматическом режиме в зависимости от конструкции устройства; затем перекрывается клапан на линии всасывания. После этого, как правило, на несколько минут следует сделать паузу и убедиться, что давление в холодильном контуре не повышается. Если такое повышение превышает определенный порог, в том числе с учетом типа холодильного агента, это означает, что в контуре имеются остатки жидкости, и процесс удаления холодильного агента следует возобновить.

Сбор в состоянии жидкости.

Сбор холодильного агента в жидком состоянии производится быстрее, и для его проведения требуется не только специальное устройство по сбору, но и специальная схема подсоединения, как это показано на рисунке (см. ниже). Баллон для сбора холодильного агента должен иметь два штуцера, один для жидкости, другой для пара.



Сбор жидкого холодильного агента из агрегата холодильной установки или установки для кондиционирования воздуха

Устройством для сбора обеспечивается накачивание парообразного холодильного агента через верхнюю часть баллона на участке низкого давления агрегата, создавая вакуум в его контуре. В результате разницы давлений между баллоном и агрегатом происходит перекачивание жидкого холодильного агента в баллон. После того, как вся жидкость удалена, производится удаление остающегося пара путем изменения схемы подсоединений.

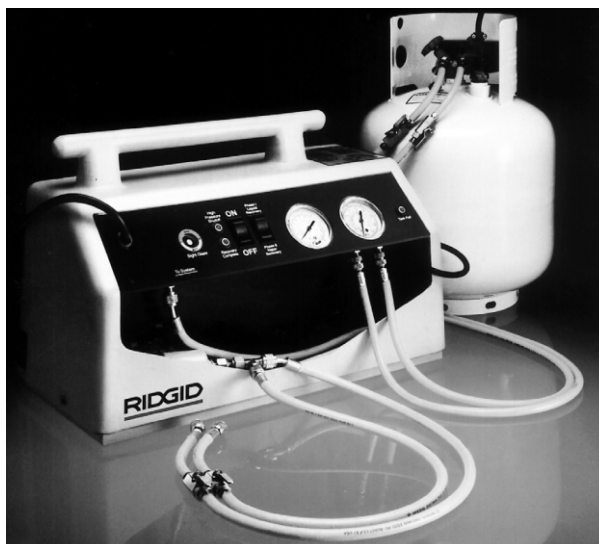
В контуре, в котором имело место сгорание компрессора, масло следует обязательно заменить.

Фильтр-осушитель заменяется также, если тип собираемого холодильного агента отличается от ранее перерабатывавшегося, или когда производилась работа с маслом, загрязненным остатками подгорания после сгорания компрессора. Баллон может быть заполнен холодильным агентом только на

80% своего объема, необходимо чтобы при проведении операции по сбору специалист следил за этим показателем: баллон никогда не следует слишком сильно заполнять холодильным агентом.

На рынке имеются различные типы устройств для сбора холодильного агента, в некоторых из них имеется и баллон для сбора. Регулировка и управление работой устройства могут осуществляться различными способами, в том числе ввиду наличия электронных систем на микропроцессорах, позволяющих производить работы с холодильным агентом с установкой рабочих значений, обеспечивающих полностью автоматический режим функционирования.

На рисунке (см. ниже) показано переносное устройство (один из многочисленных вариантов различных фирм производителей), рассчитанное на переработку холодильных агентов CFC, HCFC и HFC, функционирующее, по утверждению изготовителей, в три раза быстрее нормативов благодаря использованию особой технологии (*tank precooling*), обеспечивающей поддержание низкой температуры в баллоне, осуществляемое в автоматическом режиме.



Переносное устройство для ускоренного сбора холодильного агента

Регенерация холодильного агента

При регенерации, кроме сбора, производится очистка холодильного агента для снижения уровня его загрязнения. Понятно, что этим не достигается доведение холодильного агента до состояния его первичной чистоты, а лишь производится некоторая его очистка. Этот процесс производится путем отделения масла и фильтрации самого холодильного агента через фильтры-осушители.

Устройства для регенерации оснащены системами программирования, позволяющими задавать тип перерабатываемого холодильного агента: R-12, R-22, R-500 и R-502 или R-134a. Большинство таких устройств способны производить продувку (*pump-down*) установки и накапливать холодильный агент в баллоне, который иногда входит в их комплектацию. Затем холодильный агент можно вновь использовать в этом же контуре с более высоки-

ми показателями его чистоты. В зависимости от модели, некоторые устройства для регенерации могут производить операции по отделению масла или выделению кислот из холодильного агента. Эти устройства обычно оснащены гильзовыми фильтрами-осушителями, обеспечивающими удержание влаги, загрязнений, металлической стружки и кислот. Отделение масла производится посредством одного или нескольких проходов его через устройство для регенерации. С этой точки зрения, функционирование устройств по регенерации может быть рассчитано на один или несколько циклов прогона масла.

На рисунке (см. ниже) показано устройство для сбора и регенерации (один из многочисленных вариантов различных фирм производителей), имеющее функции анализа и очистки холодильного агента, а также отделения масла.



Устройство для сбора и регенерации холодильного агента, обеспечивающее широкий спектр операций по его очистке.

Переработка холодильного агента

Переработка холодильного агента позволяет восстановить его рабочие показатели на уровне заданных при изготовлении, что определяется путем проведения химического анализа. Для обеспечения восстановления характеристик холодильного агента, устройство по переработке должно обеспечивать удержание 100% содержащихся в нем влаги и масла.

Многие модели устройств по сбору-переработке этого не обеспечивают, поэтому их вряд ли можно с полной уверенностью относить к разряду устройств для переработки. На практике, для восстановления начальных параметров чистоты холодильного агента устройство по переработке должно обеспечивать отделение масла, выделение кислот, частиц твердых засорений, влаги и воздуха.

Во время функционирования контура холодильный агент загружается и попадает в устройство в виде пара или жидкости, подвергаясь, следовательно, кипению при высокой температуре и воздействию давления. Затем холодильный агент поступает в сепаратор, где скорость его движения заметно снижается: это приводит к поднятию вверх сильно разогретого пара, в то время как частицы загрязнений падают на дно сепаратора, откуда удаляются на определенном этапе процесса. Очищенный пар поступает в конденсатор с

воздушных охлаждением и переходит в состояние жидкости; затем он попадает в одну или несколько камер охлаждения, где происходит его переохлаждение со снижением температуры до 3–4°C. Остаточная влажность и микроскопические частицы загрязнений удаляются фильтром.

Охлаждение холодильного агента облегчает его перелив во внешний баллон.

Эксплуатация холодильных агентов является одной из новых проблем, встающих перед персоналом, ведущим техническое обслуживание, осложненной тем фактом, что в отношении зеотропных смесей при их утечках из конденсатора или испарителя возникает опасность изменения характеристик и поведения самих смесей, что приводит к изменению рабочих установок.

Сильно загрязненные холодильные агенты часто могут проходить утилизацию только в специальных центрах сбора, либо, в зависимости от степени загрязнения, должны уничтожаться.

Выброс в атмосферу запрещается и в отношении холодильных агентов HFC: несмотря на то, что они не оказывают вредного воздействия на озоновый слой атмосферы, они способствуют созданию парникового эффекта в связи с их высоким показателем GWP.

Необходимость сбора, регенерации и переработки все чаще возникает во всех видах холодильных установок и установок для кондиционирования воздуха, и специалисты по техническому обслуживанию должны уделять этому вопросу значительное внимание. В том, что касается устройств для сбора или регенерации холодильных агентов, которые еще мало распространены, они должны стать обязательным элементом штатного оборудования не только специальных сервисных служб, но и самих конечных пользователей при наличии у них более или менее значительного парка оборудования.

2.14 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТОВ, ЯВЛЯЮЩИХСЯ ОРВ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже.

Хранение холодильных агентов

Холодильные агенты хранят и перевозят в жидком состоянии в стальных баллонах (см. вопрос Емкости для ХА). У каждого баллона имеется угловой запорный вентиль с маховичком и гайкой-заглушкой на боковом штуцере. Вентиль предохраняется от повреждений.

Баллоны, заполненные холодильным агентом, хранятся на специально оборудованных складах с соблюдением правил ТБ.

Хранение одного баллона с фреоном согласно правилам техники безопасности разрешается в машинном отделении.

Основные правила хранения баллонов с ОРВ изложены в Инструкции по обращению с озоноразрушающими веществами (№ 122 от 19 декабря 2008г.) /8/:

Глава 3. п. 17. Для обеспечения эффективного учета ОРВ, оборудования и отходов, содержащих ОРВ, проводится маркировка:

- баллонов, содержащих ОРВ (заводская поставка), а также любых сосудов с ОРВ согласно пунктам 18 и 19 настоящей Инструкции и окраска согласно требованиям, установленным в приложении 22 к Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденным постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 27 декабря 2005 г. N 56 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2006 г., N 25, 8/13868). Баллоны, предназначенные для слива в них ОРВ, подлежащих рециклингу, окрашиваются зеленой флюоресцирующей краской;

- продукции, содержащей ОРВ, упаковки, в которой перевозятся ОРВ или продукция, содержащая ОРВ, оборудования, содержащего ОРВ, и мест его установки согласно пункту 18 настоящей Инструкции;

- баллонов (сосудов) с отходами, содержащими ОРВ, согласно пункту 20 настоящей Инструкции;

- мест (площадок) временного хранения отходов, содержащих ОРВ, в соответствии с техническими нормативными правовыми актами, утвержденными (введенными в действие) в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь.

Глава 3. п. 18. Надпись "ВРЕДНО ДЛЯ ОЗОНА" должна быть четкой, высотой не менее 7 мм, черного цвета, прописными буквами.

Глава 3. п. 19. Сосуды с собранными для повторного использования ОРВ, в том числе регенерированными (восстановленными), должны иметь маркировку с указанием вида ОРВ, происхождения ОРВ (повторно используемые, регенерированные, восстановленные) и быть снабжены этикетками (бирками), на которых указываются вес тары, количество ОРВ, дата заполнения сосуда, количество израсходованного ОРВ, дата использования и остаток ОРВ.

Глава 3. п. 20. Все баллоны (сосуды) с отходами, содержащими ОРВ, должны быть снабжены этикетками (бирками), на которых указываются вид отхода и его количество.

Глава 6. п. 31. Для обращения с ОРВ необходимо выполнение следующих условий:

п.п. 31.1. обеспечение сохранности ОРВ путем защиты емкостей с ОРВ от воздействия солнечных лучей, местного нагревания, разгерметизации, повреждения при транспортировке и (или) хранении ОРВ;

Глава 6. п. 33. В целях предотвращения выброса ОРВ в атмосферный воздух запрещается:

- вскрывать, демонтировать и утилизировать оборудование, содержащее ОРВ, без предварительного изъятия ОРВ;

- использовать для хранения и перевозки ОРВ сосуды (баллоны), не прошедшие освидетельствование;

- повторно использовать разовые сосуды (баллоны) для хранения и перевозки ОРВ.

Глава 13. п. 65. Запрещается наполнять ОРВ баллоны, у которых:

- истек срок назначенного освидетельствования;

- поврежден корпус;

- отсутствует избыточное давление газа (наполнение баллонов, в которых отсутствует избыточное давление, производится после предварительной проверки в соответствии с инструкцией организации, осуществляющей наполнение);

- отсутствуют установленные клейма;

- отсутствуют надлежащая окраска или надписи.

Глава 13. п. 66. Для предотвращения и ликвидации возможных потерь ОРВ от испарения при хранении в баллонах необходимо:

- обеспечить контроль герметичности баллонов и системы;

- осуществлять перекачку ОРВ из баллона в баллон с использованием специального оборудования.

2.15 ЕМКОСТИ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /2/.

Общие сведения

Хладагенты разливают в специальные емкости (баллоны, цистерны и т.д.), выполненные из стали. Однако в настоящее время ряд изготовителей поставляет свою продукцию в емкостях из алюминия. Такие емкости (баллоны) не уступают по прочности стальным, имеют меньшую массу и удобны при выполнении сервисных работ. Их применяют для фасования небольших количеств хладагента.

Характеристики емкостей для ХА

Характеристики некоторых стальных емкостей для чистых хладагентов и нормы их заполнения приведены в таблице (см. ниже).

Характеристики стальных сосудов для чистых хладагентов, по данным фирмы "Primagaz"					
Масса сосуда, кг	Вместимость сосуда, л	Размеры сосуда (диаметр x высота), мм	Вид хладагента	Масса хладагента, кг	Примечание
<i>Продаваемая тара</i>					
0,18	1	80x270	R12	1	Использование соответствующего вентиля с выходным резьбовым штуцером 1/4" под разбортовку
			R22	1	
			R502	1	
4,4	6,2	204x315	R12	7	То же
			R22	8	
			R500	9	
16	6,7	138,7x775	R13 R503	6 6	Простой вентиль с плоским фланцем на выходе
<i>Оборотная тара</i>					
9	12	304x348	R12	12	Соединение с плоским фланцем
			R22	12	
			R500	12	
			R502	12	
13	26,5	304x562	R12	30	
			R22	25	
			R500	25	
			R502	25	
28,5	61	34x1134	R12	70	Вентиль оборудован двумя выходами: для жидкости и пара
			R22	62	
			R500	57	
			R502	64	
37	88	34x1535	R12	100	Тоже
			R22	90	
			R502	95	
500	860 (цистерна)	800x2213	R12	989	Выход: коническая или цилиндрическая трубная резьба (1")
			R22	886	
			R502	903	

Окраска емкостей для ХА

К *чистым* относят хладагенты, не использовавшиеся после изготовления, и хладагенты, поступившие после регенерации.

Загрязненными считают хладагенты, извлеченные из холодильной установки.

Емкости, предназначенные для слива в них хладагентов, подлежащих регенерации, окрашивают зеленой флюоресцирующей краской.

Емкости для неиспользованных или регенерированных хладагентов окрашивают в различные цвета в зависимости от марки хладагента (см. таблицу ниже).

Цвет и масса баллона с ХА

R12	бледно-серый	R401A	кораллово-красный
R22	ярко-зеленый	R401B	светлый серо-зеленый
R134a	бледно-голубой	R401C	сине-зеленый (аквамариновый)
R142b	розовый и др.		

Для обслуживания малых холодильных установок фирма "Du Pont" поставляет фасованные в баллоны хладагенты групп ГХФУ и ГФУ.

Хладагент	R22	R401A	R134a	R402A	R404A	R407C
Масса хладагента, кг	13,5	12; 13,4	13,6	12,2	9,8	11,6

Заполнение емкостей для ХА

Баллоны от поставщиков хладагентов к потребителям поставляют отвакуумированными. Большинство баллонов снабжено двумя вентилями со стандартной резьбой 1/4 дюйма, при этом жидкостный вентиль соединяется с погружной трубкой, доходящей до максимального уровня заполнения баллона (80 %).

Степень заполнения баллона должна соответствовать международным или национальным требованиям; ее устанавливают в зависимости от объема, занимаемого жидким хладагентом, и давления, развивающегося при данной температуре.


Емкости для хладагентов испытывают на прочность. В таблице приведены минимальные значения давлений испытания баллонов для различных хладагентов, а также максимально допустимые степени заполнения.

Хладагент	RTMD		ADR	
	Минимальное давление испытания, МПа	Максимально допустимая степень заполнения, кг/л	Минимальное давление испытания, МПа	Максимально допустимая степень заполнения, кг/л
R12	1,7	1,17	1,8	1,15
R12B1	1,0	1,64	1,0	1,61
R13	12,0	0,95	10,0	0,83
	25,0	1,10	25,0	1,10
R13B1	4,2	1,13	4,2	1,13
	12,0	1,50	25,0	1,60
R22	2,9	1,05	2,9	1,03
R23	6,0	0,35	19,0	0,87
	25,0	0,95	25,0	0,95
R114	1,0	1,32	1,0	1,30
R115	2,4	1,10	2,5	1,06
R124	1,2	1,20	1,2	1,20
R125	4,0	0,95	3,6	0,95
R134a	2,2	1,04	2,2	1,04
R142b	1,0	0,99	1,0	0,99
R152a	1,7	0,80	1,8	0,79
R500	2,2	1,02	2,2	1,02
R502	3,0	1,05	3,1	1,05
R503	25,0	0,90	10,0	0,66

Извлечение из стандарта NF E29-795, ноябрь 1992.

Маркировка емкостей с ХА

Все сосуды (емкости) должны быть промаркированы и снабжены табличкой с указанием типа хладагента, который может в них храниться, массы незаполненного сосуда, объема (заправки по воде), давления испытания, юридического названия предприятия и иметь клеймо службы Гостехнадзора. Далее приведены технические характеристики наиболее часто используемых емкостей для ХА.



	7.5-дюймовый цилиндр	9-дюймовый цилиндр	9.5-дюймовый цилиндр	12-дюймовый цилиндр
Хладагенты	R12, R-22, R-502, R-134a	R-11, R12, R-114	R-22, R-500, R-502, R-134a, 404A	R-12, R-22, R-500, R-502, R-134a, 404A
Масса зап. хлад.	15 lb.(6.8 кг)	30 lb.(13.56 кг)	30 lb.(13.56 кг)	50 lb.(22.7 кг)
Вместимость	15.8 lb.(7.2 кг)	26.6 lb.(12.0 кг)	29.7 lb.(13.4 кг)	49.6 lb.(22.5 кг)
Объем цилиндра	437 cu.in.(7.2 литра)	737 cu.in.(12.0 литров)	822 cu.in.(13.4 литра)	1374 cu.in.(22.5 литра)

Массой незаполненного сосуда считают массу собственного сосуда и закрепленных на нем принадлежностей без вентиля. При указании этой массы на маркировочной табличке перед цифрами, означающими массу, ставят букву М.

Массой тары считают сумму массы незаполненного сосуда, массы закрепленных на нем принадлежностей и вентиля, оборудованного погружной трубкой. При указании этой массы на маркировочной табличке ее значению предшествует буква Т.

В таблице (см. ниже) в качестве примера даны технические условия при продаже некоторых хладагентов, поставляемых в емкостях. Часто технические условия бывают гораздо более жесткими, чем это действительно необходимо для вполне нормальной работы холодильной установки.

Технические условия при продаже некоторых хладагентов (по данным фирмы "Dehon")				
Технические условия при продаже	R22	R23	R134a	R142b
Максимальная массовая доля влаги, млн ⁻¹	10	25	10	10
Максимальная объемная доля неконденсирующихся жидкостей (в газовой фазе), %	1,5	1,5	1,5	1,5
Максимальное отклонение нормальной температуры кипения, °С	0,5	0,5	0,3	0,5
Содержание НС1	Не допускается			
Чистота, %	99,8	99	99,7	99,8

2.16 ПРАВИЛА ТБ ПРИ РАБОТЕ С ХОЛОДИЛЬНЫМИ АГЕНТАМИ

Для изучения данного вопроса предлагается информация, изложенная ниже /3, 7/.

Общие сведения

Озоноразрушающие вещества включают широкий спектр химических веществ с различными химическими и физическими свойствами. Большинство ОРВ представляют риск для здоровья человека и для состояния окружающей среды, если с ними обращаются, хранят, транспортируют и используют без соблюдения должных мер безопасности. Должны соблюдаться национальные меры по безопасности и правила транспортировки при обращении, хранении, использовании и транспортировке ОРВ или других опасных веществ.

Альтернативные хладагенты неогнеопасны и невзрывоопасны. Однако их нельзя смешивать с любыми воспламеняющимися газами или жидкостями, какими бы причинами это не было вызвано, поскольку эти смеси могут приобрести непредсказуемые свойства, стать способными к воспламенению и, следовательно, опасными.

Хладагенты нельзя подвергать воздействию открытого пламени либо электрических нагревательных элементов. Высокие температуры и пламя могут вызвать разложение хладагентов с выделением токсичных и разлагающих дымов.

Помимо этого пламя горелки может резко увеличиться в размерах либо изменить окраску в присутствии многих озоноразрушающих хладагентов, включая R500 или R22, а также многих альтернативных хладагентов при условии их высоких концентраций. Такое увеличение пламени может вызвать испуг у персонала или даже привести к травме.

Многие хладагенты ГХФУ и ГФУ могут стать горючими, если их смешать с воздухом, а затем разогреть и увеличить давление. В прошлом при работе с ХФУ обычными были испытания смесей воздуха и хладагента с возрастанием давления. Однако при работе с ГХФУ или ГФУ таких испытаний следует избегать, так как, например, R134a может воспламениться при абсолютном давлении 139 кПа и температуре 177°C, если его смешать с воздухом в концентрациях, обычно превышающих 60 % (по объему воздуха). При более низких температурах для придания смеси горючести требуются более высокие давления. R22 также может воспламениться при давлениях, превышающих атмосферное, если смешать его с воздухом при высоких концентрациях.

Поскольку альтернативные хладагенты содержат компоненты ГХФУ или ГФУ, предполагается, что их поведение окажется аналогичным. По этой причине их не следует смешивать с воздухом ни в каких концентрациях для проведения испытаний с целью обнаружения утечек. Нельзя допускать, чтобы

эти хладагенты находились под давлением, превышающим атмосферное, в смеси с воздухом.

Воздействие хладагентов на организм человека

Тепловое разложение

Хладагенты разлагаются под воздействием высоких температур, вызванных открытым пламенем либо электрическими нагревателями. При разложении могут выделяться токсичные и раздражающие соединения, в частности хлориды водорода и фтора. Сильный запах, испускаемый разложившимся хладагентом, вызывает у обслуживающего персонала раздражение слизистой оболочки носа и горла. Выделяемые кислотные пары опасны, и во избежание их воздействия на персонал производственное помещение необходимо немедленно освободить от людей и проветрить. Человека, подвергшегося воздействию продуктов разложения хладагентов, необходимо вывести на свежий воздух и немедленно оказать ему медицинскую помощь. Не следует продолжать работу в присутствии таких паров, поскольку это может нанести вред здоровью персонала.

Отравления

Альтернативные хладагенты не вызывают острых или хронических отравлений при работе с ними, если их концентрация не превышает рекомендуемых уровней предельно допустимого воздействия, например предела допустимого воздействия (AEL), установленного фирмой "Du Pont", либо допустимого порогового значения (TLV), установленного Американской конференцией государственных специалистов по промышленной гигиене (ACGIH). Установлены также предел краткосрочного воздействия STEL и аварийный предел воздействия EEL.

Уровень AEL определяет средневзвешенную во времени концентрацию хладагента в воздухе, воздействию которой могут неоднократно подвергаться почти все работники без негативных эффектов в течение 8- или 12-часового рабочего дня либо 40-часовой рабочей недели. На практике краткосрочные воздействия не должны превышать более чем в три раза предел воздействия (AEL, PEL, TLV или иной индекс), установленный фирмой-изготовителем, либо 1250 ppт (частей на миллион) в зависимости от того, какой уровень окажется ниже. Многократное воздействие паров хладагентов при уровне концентраций, превышающем предельные значения, рекомендуемые фирмой-изготовителем, может нанести вред здоровью персонала, а поэтому его следует избегать.

При обнаружении утечек следует немедленно провести ремонт и в дальнейшем следить за утечками из холодильного оборудования для максимального снижения концентраций хладагентов на рабочем месте.

Предел краткосрочного воздействия STEL определяет средневзвешенную во времени концентрацию, воздействующую в течение 15 мин, которую нельзя превышать в любое время в течение рабочего дня.

Аварийные пределы воздействия EEL определяют концентрации в воздухе в течение короткого времени в аварийных ситуациях, которые не должны вызывать устойчивых нарушений здоровья. Значения EEL устанавливаются фирмой "Du Pont" на период времени до 1 ч с пороговым пределом, который нельзя превышать. Эти предельные уровни следует рассматривать в качестве ориентира при планировании действий на случай аварийных ситуаций, однако они не могут заменить необходимых технических средств контроля.

Вдыхание паров хладагента в больших концентрациях может вызвать временное подавление деятельности центральной нервной системы, сопровождающееся сонливостью, летаргией и слабостью. К другим возможным эффектам можно отнести головокружение, приятное ощущение опьянения, а также потерю координации движений.

Длительное вдыхание паров хладагента может вызвать нарушения сердцебиения, потерю сознания, а вдыхание очень больших доз может даже привести к смертельному исходу. Человека, почувствовавшего любой из первоначальных симптомов, необходимо немедленно вывести на свежий воздух и обеспечить ему покой и неподвижность.

При остановке дыхания необходимо сделать искусственное дыхание. Если дыхание затруднено, дать кислород и немедленно вызвать врача. Такие симптомы могут проявляться при воздействии самых различных концентраций, а поэтому при появлении любого из этих симптомов следует немедленно покинуть производственное помещение, даже если у других работников, находящихся рядом, эти симптомы не проявляются.

В связи с возможными нарушениями сердечного ритма катехоламиновые препараты, в частности адреналин, можно использовать только в качестве последнего средства в ситуациях, когда жизнь находится под реальной угрозой.

При большом выбросе хладагента пары могут сконцентрироваться у поверхности пола или на низкорасположенных участках и вытеснить имеющийся там кислород, что вызывает асфиксию. В случае если выльется большое количество жидкого хладагента или произойдет значительная утечка, необходимо надеть соответствующие средства индивидуальной защиты.

При работе в закрытых помещениях, например в подвалах, где могли скопиться пары хладагента, следует пользоваться автономными дыхательными аппаратами либо респираторами с внешней подачей воздуха.

Перед входом необходимо проверить все производственные помещения на наличие кислорода с помощью соответствующего контрольного оборудования.

Когда первый работник входит в помещение, второй должен оставаться снаружи, и между ними должен быть протянут спасательный леер.

Для обеспечения циркуляции воздуха на уровне пола и в любых подвальных и расположенных низко помещениях можно воспользоваться воздуховками или вентиляцией.

Большинство хладагентов имеет такой слабый запах, что его трудно обнаружить даже при опасных концентрациях. Не следует рассчитывать на обоняние для оценки безопасности производственных помещений, предназначенных для персонала. Единственно надежными способами служат регулярные проверки на утечку и мониторинг качества воздуха.

Сознательное вдыхание паров хладагентов может привести к смерти.

Попадание на кожу и в глаза

При комнатной температуре пары хладагентов не оказывают серьезного воздействия на кожу или глаза. Если существует опасность попадания жидких хладагентов на кожу, нужно обязательно носить защитную одежду, в том числе с длинными рукавами, и перчатки. Среди средств индивидуальной защиты у персонала должны быть защитные очки и лицевой щиток для защиты глаз. В случае попадания в глаза жидкого хладагента их следует обильно промыть водой, а затем обратиться за медицинской помощью.

Обморожение

Попадание на кожу или в глаза жидкого хладагента приводит к их резкому охлаждению, вызывая обморожение. Если на работника выплеснулся жидкий хладагент, необходимо немедленно снять всю одежду, на которую попал хладагент, чтобы избежать более обширного обморожения. Промыть пораженный участок теплой водой (не холодной и не горячей). Не следует накладывать повязки или использовать мази. Необходимо немедленно обратиться за медицинской помощью.

Обеспечение безопасности при работе с хладагентами и сосудами под давлением

Требования к машинному залу

В машинном зале должен быть установлен монитор качества воздуха, способный определять концентрации применяемых хладагентов до уровней EEL или STEL. Необходимо также предусмотреть соответствующие сигнальные системы, срабатывающие при достижении уровня AEL концентрации хладагентов либо при уровне ниже AEL и оповещающие персонал за пределами машинного зала о наличии утечки. Разгрузочные коллекторы предохранительных клапанов и спускные вентили должны быть выведены за пределы машинного зала и отключены от всех воздухозаборников, соединенных со зданием. В случае ухудшения качества воздуха следует воспользоваться местной вытяжкой для вентиляции производственного помещения.

Правила безопасности при работе с оборудованием в закрытых помещениях

Перед началом работы убеждаются в том, что разгрузочные коллекторы предохранительных клапанов и спускные вентили выведены за пределы помещения и отключены от всех воздухозаборников, соединенных со зданием.

Проверяют, хорошо ли вентилируется помещение. При необходимости для рассеивания паров хладагентов можно воспользоваться вспомогательными вентиляционными системами (например, воздуходувками или вентиляторами).

Прежде чем войти в закрытые помещения, проверяют его на наличие кислорода. Для испытания на наличие кислорода нельзя пользоваться монитором наличия утечек, так как с его помощью нельзя установить, достаточно ли в помещении кислорода для жизнедеятельности. Для контроля за наличием кислорода в производственных помещениях должны быть предусмотрены специальные приборы.

Правила безопасности при работе с сосудами под давлением

К некоторым из опасных факторов, возникающих при работе с сосудами под давлением, относятся следующие:

- в переполненных контейнере, емкости или трубопроводе при повышении температуры может произойти опасный подъем гидростатического давления, что, в свою очередь, может вызвать утечки под высоким давлением или даже разрыв емкости;

- в случае, если правильно наполненный возвратный или разовый баллон разогревается до температуры, превышающей рекомендуемую (52°C), это может привести к подъему давления до опасного уровня, превышающего давление, на которое рассчитан баллон;

- возвратный или разовый баллон для хранения хладагентов, соединенный с линией нагнетания холодильной системы, может подвергнуться воздействию давлений, на которые не рассчитана прочность предохранительных клапанов баллона, что может вызвать разрушение баллона.

Общие меры предосторожности при обращении с хладагентами

Нельзя повышать давление в системах или емкостях, содержащих хладагенты, воздухом для проведения испытаний на утечку или в любых иных целях.

Запрещается нагревать баллоны до температур свыше 52°C , а также размещать их рядом с источниками пламени или теплоты, бросать в огонь.

Нельзя хранить баллоны под прямыми солнечными лучами, где температура может превысить 52°C .

Не следует пользоваться горелками или открытым пламенем для разогрева баллона во время работ по заправке хладагента.

Нельзя без необходимости трогать клапаны или устройства сброса давления.

Запрещается заполнять повторно разовые баллоны отработавшими хладагентами или смазочными материалами, а также чем бы то ни было.

Любые остатки хладагентов необходимо использовать или перелить в сборные контейнеры; пустой баллон подлежит соответствующей утилизации.

Транспортировка исходных баллонов, заполненных отработавшими хладагентами, запрещена законом.

Запрещается использовать разовые баллоны для хладагентов в качестве емкостей для сжатого воздуха. Баллоны с хладагентами не имеют соответствующего внутреннего покрытия, в связи с чем влага, содержащаяся во влажном воздухе, приведет к возникновению коррозии. Это может ослабить прочность баллона и вызвать взрыв. До разрушения баллона следов ослабления его прочности может и не обнаружиться.

Необходимо всегда хранить баллоны с хладагентами в сухом помещении. Хранение во влажных помещениях может привести к возникновению коррозии, которая со временем приведет к ослаблению прочности баллонов.

При работе с баллонами следует медленно открывать вентили.

Необходимо убедиться в том, что этикетка хладагента соответствует цветовому коду либо этикеткам на оборудовании.

Не следует пытаться регулировать без должной подготовки любые предохранительные устройства на баллонах, расположенных рядом с холодильным оборудованием.

Нельзя ронять баллон, допускать появления вмятин и других механических повреждений.

Нельзя закреплять соединения с усилием.

Категорически запрещается пользоваться открытым пламенем для разогрева баллонов.

Далее приведена типовая инструкция для персонала, работающего с ОРВ, которую можно использовать для контроля знаний, можно рекомендовать вывесить для постоянного ознакомления.

Инструкция по технике безопасности для работников, ответственных за обращение, транспортировку или хранение ОРВ

Что надлежит делать

- Соблюдать местные нормативные положения и рекомендованные промышленностью процедуры при обращении, транспортировке и хранении чистых, восстановленных, рециркулированных и загрязненных хладагентов.
- Использовать защитную одежду, включая очки и холодопроницаемые перчатки, при обращении с хладагентами. Хладагенты могут вызывать обморожения и иные повреждения кожи и глаз.
- Оснащать хранилища соответствующими системами пожаротушения для уменьшения риска возникновения пожаров. ХФУ-агенты не сгорают, но при нагревании реагируют с образованием раздражающих или токсичных паров.
- Использовать электронные детекторы утечки для проверки хранилищ и впускных клапанов для обнаружения утечки.
- Осуществлять проверку впускных клапанов для обнаружения протекающих сальников и прокладок. Защитные колпачки предотвратят повреждение клапанов.
- Оградить (обезопасить) доступ к зонам хранения ОРВ и гарантировать, чтобы вход был разрешён лишь уполномоченному персоналу, а также принять меры, исключающие воровство.
- Соблюдать надлежащую маркировку ОРВ и хранилищ, где необходимо устанавливать соответствующие предостерегающие знаки.
- ОРВ следует надлежащим образом пометать и обеспечивать безопасное хранение.
- Отключать электропитание при осуществлении инспекций или проверок оборудования, например, холодильные установки следует выключать из сети и глушить двигатели транспортных средств.
- Соблюдать местные требования и нормативы при обращении с аппаратами высокого давления. Во многих странах обязательно проведение инспекций по безопасности.
- Соблюдать меры предосторожности при хранении и транспортировке цилиндров с ОРВ – только в вертикальном положении (это не относится к контейнерам), и не ронять их.

Чего не следует делать

- Не разрешается есть, пить или курить в хранилищах или вблизи ОРВ, ОРВ-содержащей продукции или оборудования.
- Не выпускать ОРВ в атмосферу. Не уничтожать ОРВ методами, отличными от восстановления, рециклирования, утилизации, повторного использования или утверждённых методов уничтожения.
- Не обрабатывать и не хранить ОРВ в тесных помещениях с недостаточной вентиляцией, поскольку ряд ОРВ может скапливаться в плохо проветри-

ваемых помещениях. Это повышает риск попадания веществ в лёгкие и может приводить к потере сознания, удушью и смерти. Использовать дыхательные маски, если необходимо.

- Не хранить цилиндры с ОРВ на прямом солнечном свете или вблизи нагреваемых поверхностей. Повышение температуры ведёт к увеличению давления и повышает взрывоопасность.
- Не использовать открытый огонь в хранилищах или возле холодильных установок и систем кондиционирования во избежание риска пожара. Не использовать метод «галогенной лампы» (проверки на возгорание) в целях выявления утечки.
- Не прикасаться к химическим веществам или ОРВ, если вы не прошли специальную подготовку или не знакомы с необходимыми мерами предосторожности.

2.17 УТИЛИЗАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Для изучения данного вопроса предлагается информация изложенная ниже /3/.

Конфискованные (не подлежащие к использованию путем восстановления) и специально собранные ОРВ уничтожаются. Однако, уничтожение может осуществляться только с использованием технологий, одобренных Сторонами Монреальского протокола.

Технологии уничтожения ОРВ, одобренные Сторонами, должны отвечать определённым требованиям, касающимся содержания токсичных веществ в выбрасываемых газах (см. таблицу ниже).

Одобрённые технологии уничтожения ОРВ

Термическое окисление	Плазменное разрушение
• Термическая обработка посредством впрыскивания жидкости	• Технология плазменного разрушения ВЧ-разрядом
• Крекинг в реакторе	• Электрическая дуга плазмы в аргоне (для ХФУ, ГХФУ и галонов)
• Газофазное окисление	
• Прокаливание в роторных печах	• Электрическая дуга плазмы в азоте, микроволновая плазма, газообразная фаза каталитического дегалогенирования и сильно нагреваемый паровой реактор (для ХФУ и ГХФУ)
• Прокаливание в цементных печах	
• Печи для сжигания твёрдых бытовых отходов (включая пены, содержащие ОРВ)	

2.18 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Для изучения данного вопроса предлагается информация изложенная ниже /6/.

Принятые международными комитетами меры по предотвращению разрушения слоя стратосферного озона, а также возникновения парникового эффекта в атмосфере из-за выбросов хладагентов привели, начиная с начала 90-х годов, к радикальным изменениям в технологиях кондиционирования воздуха и искусственного охлаждения.

Это утверждение в особенности справедливо для промышленных установок охлаждения и кондиционирования воздуха с их широкой областью применения. До недавнего времени в этих системах использовались в основном озоноразрушающие хладагенты, а именно R12, R22 и R502; для особых целей применялись R114, R12B1, R13B1, R13 и R503.

Промышленно развитые страны отныне не разрешают использовать эти хладагенты. В настоящее время уже действует поэтапная программа отказа также и от R22.

Основной причиной такого более раннего, в отличие от международных соглашений, запрета R22 является потенциал разрушения озонового слоя, хотя он и весьма незначителен.

Такое положение дел приводит к колоссальным последствиям для всей отрасли искусственного охлаждения и кондиционирования воздуха.

Хотя уже прочно вошли в практику такие хлор-несодержащие хладагенты на основе гидрофторуглеродов (ГФУ- HFC), как R134a, R404A, R507A, R407C, R410A, а также NH₃ и различные углеводороды, все еще нужно сделать немало, особенно в отношении воздействия на глобальное потепление. Целью является существенное уменьшение прямых выбросов, вызываемых утечками хладагентов, за счёт использования высокоэффективных установок, смонтированных из надёжных компонентов с высоким качеством соединений трубопроводов.

Сегодня особое значение имеет выбор альтернативных хладагентов и конструкций системы охлаждения.

Помимо требования отсутствия озоноразрушающего потенциала (ODP=0) и потенциала воздействия на глобальное потепление (GWP=0) существенным критерием выбора является величина энергопотребления систем охлаждения, как косвенного вклада в создание парникового эффекта.

На рисунках, приведенных ниже, представлены перспективные замены озоноразрушающих веществ с использованием альтернативных холодильных агентов из состава промежуточных (переходных), а также на средне- и долгосрочную перспективу.

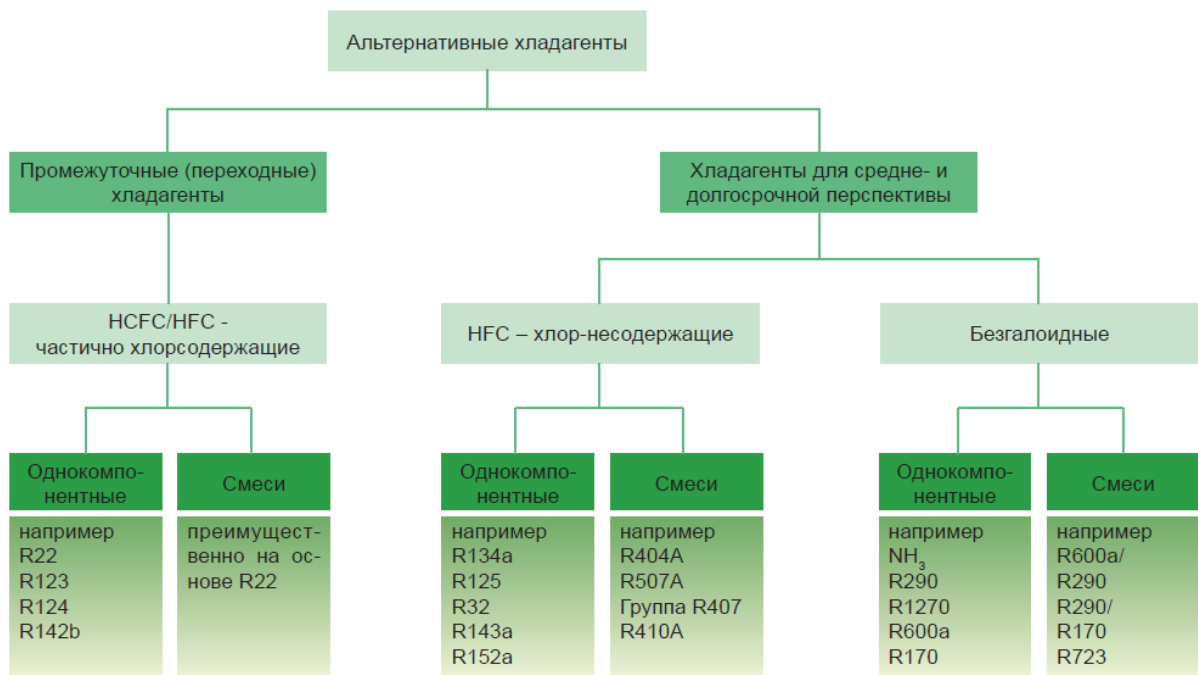


Рис. 1 Общий обзор альтернативных хладагентов

Промежуточные (переходные) хладагенты

Предыдущие хладагенты	Альтернативы			
	Классификация ASHRAE	Промышленное наименование		Состав (в смесях)
R12 (R500)	R401A R401B R409A R409B R413A ④	MP39 MP66 FX56 FX57 ISCEON 49	DuPont DuPont Atofina/Solvay Atofina Rhodia	R22/152a/124 R22/152a/124 R22/124/142b R22/124/142b R134a/218/600a
R502	R22 R402A R402B R403A R403B R408A	- HP80 HP81 ISCEON 69S ISCEON 69L FX10	- DuPont DuPont Rhodia Rhodia Atofina	- R22/125/290 R22/125/290 R22/218/290 R22/218/290 R22/143a/125
R114 R12B1	R124 ③ R124 ① ③	- -		- -
R13B1 R13 R503	Альтернативы см. рис. 3 "Хлор-несодержащие HFC хладагенты"			

Рис. 2 Альтернативы для CFC хладагентов (промежуточные (переходные) хладагенты)

Хлор-несодержащие HFC хладагенты и смеси (альтернативы для долгосрочной перспективы)

Предыдущие хладагенты	Альтернативы			
	Классификация ASHRAE	Промышленное наименование		Состав (в смесях)
R12 (R500)	R134a R152a (1)	-		
R502	R404A R507A R407A, R407B R422A	различное KLEA 407A, 407B ISCEON 79	INEOS Fluor Rhodia	R143a/R125/R134a R143a/125 R32/125/134a R125/134a/600a
R22	R407C R410A R417A - R419A	различное различное ISCEON 59 ISCEON 29 FX90	Rhodia Rhodia Atofina	R32/125/134a R32/125 R125/134a/600 R125/134a/600a R125/R134a/R-E170
R114 R12B1	R236fa R227ea	- -		- -
R13B1	R410A - -	различное FX 80 ISCEON 89	Atofina Rhodia	R32/125 R32/125 R125/218/290
R13 R503	R23 R508A R508B	- KLEA 508A Suva95	INEOS Fluor DuPont	- R23/116 R23/116

Рис. 3 Альтернативы для хладагентов CFC и HCFC (хлор-несодержащие хладагенты HFC)

Безгалоидные хладагенты (альтернативы для долгосрочной перспек

Предыдущие хладагенты	Альтернативы			
	Классификация ASHRAE	Промышленное наименование		Состав (в смесях)
R12 (R500)	R290/600a ① R600a ①③	- -		C_3H_8/C_4H_{10} C_4H_{10}
R502	R717 ①② R290 ① R1270 ①	- - -		NH_3 C_3H_8 C_3H_6
R22	R717 ①② R723 ①②⑤ R290 ① R1270 ①	- - - -		NH_3 $NH_3 + R-E170$ C_3H_8 C_3H_6
R114 R12B1	R600a ①	-		C_4H_{10}
R13B1	нет доступных прямых альтернатив			
R13 R503	R170 ①	-		C_2H_6
Другие	R744 ③	-		CO_2

Рис. 4 Альтернативы для CFC и HCFC хладагентов (безгалоидные хладагенты)

Пояснения к рис. 2-4 ① легковоспламеняем ③ большое отклонение по охлаждающей способности и давлениям от предыдущего хладагента ④ хлор-несодержащий переходной хладагент ⑤ Азеотроп
② токсичен

ВЫВОДЫ

В результате пересмотра и уточнения действующих учебных программ высших и среднетехнических учебных заведений, согласно норм и правил международного и республиканского законодательства по отношению к обороту ОРВ, с целью увеличения осведомленности целевой аудитории в вопросах охраны озонового слоя и правилами обращения с озоноразрушающими веществами, включены дополнительные вопросы в учебные программы, которые будут способствовать правильной эксплуатации и ускоренному выводу из обращения озоноразрушающих веществ.

Анализ учебных программ дал основание предложить к рассмотрению несколько основных вопросов, которые условно можно разделить на группы:

1. Экологические аспекты озонового слоя, его значимость для жизни на Земле. Целью его рассмотрения является более глубокое понимание механизма воздействия на озон холодильных агентов групп ХФУ и ГХФУ;

2. Характеристики применяемых в настоящее время холодильных агентов групп ХФУ и ГХФУ. Цель – систематизация в соответствии с международными правилами групп холодильных агентов, их особенности и область применения;

3. Сервисное обслуживание холодильного оборудования работающего на озоноразрушающих холодильных агентах. Цель раздела – знакомство специалистов сервисных служб с особенностями эксплуатации холодильного оборудования в соответствии с правилами по обращению с озоноразрушающими веществами.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Полностью разработанные и одобренные разделы должны дополнить учебные программы в первую очередь таких технических дисциплин как, «Холодильные машины», «Холодильные установки», «Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования», а также других основополагающих дисциплин по профилю специальности.

2. Дополнения и изменения в действующие учебные программы должны быть внесены и утверждены в установленном порядке для соответствующих учебных заведений.

3. Для каждой дисциплины, в зависимости от количества часов отведенных на ее изучение, может быть изменен объем предлагаемых вопросов.

Название вопроса может изменяться, но с сохранением его общего содержания.

4. При изучении предлагаемых вопросов рекомендуется использовать мультимедийные технологии (презентации, анимации, видеофильмы и т.п.)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Закон Республики Беларусь от 12 ноября 2001г. № 56-З «Об охране озонового слоя». Зарегистрировано в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 13 ноября 2001 г. № 2/805.
2. Проект ЮНИДО/ГЭФ-Минприроды России [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ozoneprogram.ru/>. Дата доступа 10.09.2014.
3. Руководство «Подготовка к сокращению потребления ГХФУ: основные положения, относящиеся к использованию, альтернативам, последствиям и финансированию для стран, действующих в рамках 5-ой Статьи Монреальского протокола». Проект ЮНИДО/ГЭФ-Минприроды. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.ozoneprogram.ru/biblioteka/posobija/sokrashhenie_ghfu/. Дата доступа 10.09.2014.
4. Озоновый экран и причины его нарушения [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/geografiya/ozonovyy-sloy.html>. Дата доступа 10.09.2014.
5. Бабакин, Б.С. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе: Справочное руководство. / Б.С. Бабакин, В.И. Стефанчук, Е.Е. Ковтунов. – М.: Колос, 2000. – 160 с.
6. Обзор хладагентов. Издание 13. A501-13. – Bitzer Internftional – 36 с.
7. Учебное пособие для таможенных служащих. Сохранение озонового слоя: Изъятие из потребления озоноразрушающих веществ в развивающихся странах. – Национальный Озоновый Офис Грузии: изд-во «ФАВОРИТ», 2005. – 228 с.
8. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 19 декабря 2008г. № 122 «Об утверждении инструкции по обращению с озоноразрушающими веществами». Зарегистрировано в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 15 января 2009 г. № 8/20318.
9. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 30 декабря 2004г. № 47 (в ред. постановления Минприроды от 16.09.2005 № 45) «Об утверждении Инструкции о порядке осуществления учета потребления и отчетности по обращению с озоноразрушающими веществами». Зарегистрировано в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 11 января 2005 г. № 8/11982.
10. Бриганти А. Руководство по техническому обслуживанию холодильных установок и установок для кондиционирования воздуха. / Антонио Бриганти. (перевод с итальянского; под ред. А.Д. Гальперина). – М.: Евроклимат, 2004. – 312 с.

11. Ксирон Холод. Ремонт, настройка холодильного оборудования [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.xiron.ru/content/view/32014/28/>. Дата доступа 10.09.2014.

12. Институт промышленной безопасности охраны труда и социального партнерства. Карточки химической безопасности. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.safework.ru/cards/>. Дата доступа 10.09.2014.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Основные характеристики хладагентов

Приложение 1

ХФУ (выведенные из потребления/регулируемые Монреальским протоколом)							
Тип	R-номер	Химическая формула/ общепринятое название	Время жизни в атмосфере	ОРП	ПГП (100 лет)	Группа безопас- ности	Статус
ХФУ	R-11	ХФУ-11/ CCl_3F	45	1	4.750	A1	M
ХФУ	R-113	ХФУ-113/ $\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$	85	1	6.130	A1	M
ХФУ	R-114	ХФУ-114/ $\text{CClF}_2\text{CClF}_2$	300	1	10.040	A1	M
ХФУ	R-115	ХФУ-115/ CClF_2CF_3	1.700	0,44	7.370	A1	M
ХФУ	R-12	ХФУ-12/ CCl_2F_2	100	1	10.890	A1	M
ХФУ	R-13	ХФУ-13/ CClF_3	640	1	14.420	A1	M
ХФУ	R-400	R-12/R-114 (50,0/50,0)		1	10.000	A1	M
ХФУ	R-500	R-12/R-152a (73,8/26,2)		0,738	8.100	A1	M
ХФУ	R-502	R-22/R-115 (48,8/51,2)		0,25	4.700	A1	M
ХФУ	R-503	R-23/R-13 (40,1/59,9)		0,599	15.000		M

Однокомпонентные хладагенты ГХФУ (сокращаемые/регулируемые Монреальским протоколом)							
Тип	R-номер	Химическая формула/ общепринятое название	Время жизни в атмосфере	ОРП	ПГП (100 лет)	Группа безопас- ности	Статус
ГХФУ	R-123	ГХФУ-123/ CHCl_2CF_3	1,3	0,02	77	B1	M
ГХФУ	R-124	ГХФУ-124/ $\text{CHClF}_2\text{CF}_3$	5,8	0,02	609	A1	M
ГХФУ	R-142b	ГХФУ-142b/ CH_3CClF_2	17,9	0,07	2.310	A2	M
ГХФУ	R-22	ГХФУ-22/ CHClF_2	12	0,05	1.810	A1	M

Многокомпонентные смеси ГХФУ (сокращаемые/регулируемые Монреальским протоколом)							
Тип	R-номер	Химическая формула/ общепринятое название	Время жизни в атмосфере	ОРП	ПГП (100 лет)	Группа безопас- ности	Статус
Смесь ГХФУ	R-401A	R-22/152a/124 (53,0/13,0/34,0)		0,033	1.200	A1	M
Смесь ГХФУ	R-401B	R-22/152a/124 (61,0/11,0/28,0)		0,036	1.300	A1	M
Смесь ГХФУ	R-401C	R-22/152a/124 (33,0/15,0/52,0)		0,027	930	A1	M
Смесь ГХФУ	R-402A	R-125/290/22 (60,0/2,0/38,0)		0,019	2.800	A1	M
Смесь ГХФУ	R-402B	R-125/290/22 (38,0/2,0/60,0)		0,03	2.400	A1	M
Смесь ГХФУ	R-403A	R-290/22/218 (5,0/75,0/20,0)		0,038	3.100	A1	M
Смесь ГХФУ	R-403B	R-290/22/218 (5,0/56,0/39,0)		0,028	4.500	A1	M
Смесь ГХФУ	R-405A	R-22/152a/142b/C318 (45,0/7,0/5,5/42,5)		0,026	5.300	d	M
Смесь ГХФУ	R-406A	R-22/600a/142b (55,0/4,0/41,0)		0,056	1.900	A2	M
Смесь ГХФУ	R-408A	R-125/143a/22 (7,0/46,0/47,0)		0,024	3.200	A1	M
Смесь ГХФУ	R-409A	R-22/124/142b (60,0/25,0/15,0)		0,046	1.600	A1	M
Смесь ГХФУ	R-409B	R-22/124/142b (65,0/25,0/10,0)		0,045	1.600	A1	M
Смесь ГХФУ	R-411A	R-1270/22/152a (1,5/85,5/11,0)		0,044	1.600	A2	M
Смесь ГХФУ	R-411B	R-1270/22/152a (3,0/94,0/3,0)		0,047	1.700	A2	M
Смесь ГХФУ	R-412A	R-22/218/142b (70,0/5,0/25,0)		0,053	2.300	A2	M
Смесь ГХФУ	R-414A	R-22/124/600a/142b (51,0/28,5/4,0/16,5)		0,043	1.500	A1	K
Смесь ГХФУ	R-414B	R-22/124/600a/142b (50,0/39,0/1,5/9,5)		0,039	1.400	A1	M
Смесь ГХФУ	R-415A	R-22/152a (82,0/18,0)		0,041	1.500	A2	M
Смесь ГХФУ	R-415B	R-22/152a (25,0/75,0)		0,013	550	A2	M
Смесь ГХФУ	R-416A	R-134a/124/600 (59,0/39,5/1,5)		0,008	1.100	A1	M
Смесь ГХФУ	R-418A	R-290/22/152a (1,5/96,0/2,5)		0,048	1.700	A2	M
Смесь ГХФУ	R-420A	R-134a/142b (88,0/12,0)		0,008	1.500	A1	M
Смесь ГХФУ	R-509A	R-22/218 (44,0/56,0)		0,022	5.700	A1	M

Однокомпонентные хладагенты ГФУ (регулируемые Киотским протоколом)							
Тип	R-номер	Химическая формула/ общепринятое название	Время жизни в атмосфере	ОРП	ПГП (100 лет)	Группа безопас- ности	Статус
ГФУ	R-125	ГФУ-125/ CHF_2CF_3	29	0	3.500	A1	K
ГФУ	R-134a	ГФУ-134a/ CH_2FCF_3	14	0	1.430	A1	K
ГФУ	R-143a	ГФУ-143a/ CH_3CF_3	52	0	4.470	A2	K
ГФУ	R-152a	ГФУ-152/ CH_3CHF_2	1,4	0	124	A2	K
ГФУ	R-161	ГФУ-161/ CH_3CHF_2 – флористый этил	0,21	0	12		K
ГФУ	R-227ea	ГФУ-227ea/ $\text{CCF}_3\text{CHFCF}_3$	42	0	3.220	A1	K
ГФУ	R-23	ГФУ-23/ CHF_3 фтороформ	270	0	14.760	A1	K
ГФУ	R-236ea	ГФУ-236ea/ $\text{CHF}_2\text{CHFCF}_3$	10,7	0	1.370		K
ГФУ	R-236fa	ГФУ-236fa/ $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	240	0	9.810	A1	K
ГФУ	R-245fa	ГФУ-245fa/ $\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	7,6	0	1.030	B1	K
ГФУ	R-32	ГФУ-32/ CH_2F_2 фтористый метилен	4,9	0	675	A2	K
ГФУ	R-1234yf	ГФУ-1234yf/ $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2^*$	-	0	4	A2L**	

*тетрафторпентан
**необходимо подтвердить

Многокомпонентные смеси ГФУ (выбросы компонентов, регулируемые Киотским протоколом)							
<i>Тип</i>	<i>R-номер</i>	<i>Химическая формула/ общепринятое название</i>	<i>Время жизни в атмосфере</i>	<i>ОРП</i>	<i>ППП (100 лет)</i>	<i>Группа безопасности</i>	<i>Статус</i>
Смесь ГФУ	R-404A	R-125/143a/134a (44,0/52,0/4,0)		0	3.900	A1	K
Смесь ГФУ	R-407A	R-32/125/134a (22,0/40,0/40,0)		0	2.100	A1	K
Смесь ГФУ	R-407B	R-32/125/134a (10,0/70,0/20,0)		0	2.800	A1	K
Смесь ГФУ	R-407C	R-32/125/134a (23,0/25,0/52,0)		0	1.800	A1	K
Смесь ГФУ	R-407D	R-32/125/134a (15,0/15,0/70,0)		0	1.600	A1	K
Смесь ГФУ	R-407E	R-32/125/134a (25,0/15,0/60,0)		0	1.600	A1	K
Смесь ГФУ	R-410A	R-32/125 (50,0/50,0)		0	2.100	A1	K
Смесь ГФУ	R-413A	R-218/134a/600a (9,0/88,0/3,0)		0	2.100	A2	K
Смесь ГФУ	R-417A	R-125/134a/600 (46,6/50,0/3,4)		0	2.300	A1	K
Смесь ГФУ	R-419A	R-125/134a/E170 (77,0/19,0/4,0)		0	3.000	A2	K
Смесь ГФУ	R-421A	R-125/134a (58,0/42,0)		0	2.600	A1	K
Смесь ГФУ	R-421B	R-125/134a (85,0/15,0)		0	3.200	A1	K
Смесь ГФУ	R-422A	R-125/134a/600a (85,1/11,5/3,4)		0	3.100	A1	K
Смесь ГФУ	R-422B	R-125/134a/600a (55,0/42,0/3,0)		0	2.500	A1	K
Смесь ГФУ	R-422C	R-125/134a/600a (82,0/15,0/3,0)		0	3.100	A1	K
Смесь ГФУ	R-422D	R-125/134a/600a (65,1/31,5/3,4)		0	2.700	A1	K
Смесь ГФУ	R-423A	R-134a/227ea (52,5/47,5)		0	2.300	A1	K
Смесь ГФУ	R-424A	R-125/134a/600a/600/601a (50,5/47,0/0,9)		0	2.400	A1	K
Смесь ГФУ	R-425A	R-32/134a/227ea (18,5/69,5/12,0)		0	1.500	A1	K
Смесь ГФУ	R-426A	R-125/134a/600/601a (5,1/93,0/1,3/0,6)		0	1.500	A1 r	K
Смесь ГФУ	R-427A	R-31/125/143a/134a (15,0/25,0/10,0/50,00)		0	2.100	A1 r	K
Смесь ГФУ	R-428A	R-32/143a/290/600a (77,5/20,0/0,6/1,9)		0	3.600	A1 r	K
Смесь ГФУ	R-429A	R-E170/152a/600a (60,0/10,0/30,0)		0			
Смесь ГФУ	R-430A	R-152a/600a (76,0/24,0)		0		A3	

Многокомпонентные смеси ГФУ (выбросы компонентов, регулируемые Киотским протоколом)							
<i>Тип</i>	<i>R-номер</i>	<i>Химическая формула/ общепринятое название</i>	<i>Время жизни в атмосфере</i>	<i>ОРП</i>	<i>ППП (100 лет)</i>	<i>Группа безопасности</i>	<i>Статус</i>
HFC blend	R-431A	R-290/152a (71,0/29,0)		0		A3	
HFC blend	R-434A	R-125/143a/134a/600a (63,28/18,0/16,0/2,8)		0			
HFC blend	R-434A	R-125/143a/134a/600a (63,2/18,0/16,0/2,8)		0			
HFC blend	R-435A	R-E170/152a (80,0/20,0)		0			
HFC blend	R-437A	R-125/134a/600/601 (19,5/78,5/1,4/0,6)		0			
HFC blend	R-507A	R-125/143a (50,0/50,0)		0	4.000	A1	K
HFC blend	R-508A	R-23/116 (39,0/61,0)		0	13.000	A1	K
HFC blend	R-508B	R-23/116 (46,0/54,0)		0	13.000	A1	K

Углеводороды (с применением местных правил техники безопасности)

Тип	R-номер	Химическая формула/ общепринятое название	Время жизни в атмосфере	ОРП	ПГП (100 лет)	Группа безопас- ности	Статус
УВ	R-601a	CH ₂ =CH ₂ – этилен	0,004	0		A3	
УВ	R-432A	CH ₃ CH=CH ₂ – пропилен	0,001	0	20	A3	
УВ	R-433A	CH ₃ CH ₃ – этан	0,21	0	20	A3	
УВ	R-436A	CH ₃ CH ₂ CH ₃ - пропан	0,041	0	20	A3	
УВ	R-436B	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ – бутан	0,018	0	20	A3	
УВ	R-510A	CH(CH ₃)CH ₃ - изобутан	0,019	0	20	A3	
УВ	R-601	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃ - пентан	0,01	0	20		

Углеводородные смеси (с применением местных правил техники безопасности)

Тип	R-номер	Химическая формула/ общепринятое название	Время жизни в атмосфере	ОРП	ПГП (100 лет)	Группа безопас- ности	Статус
смесь УВ	R-1150	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₃ - изопентан	0,01	0	20	A3	
смесь УВ	R-1270	R-1270/E170 (80,0/20,0)				A3	
смесь УВ	R-170	R-1270/290 (30,0/70,0)				A3	
смесь УВ	R-290	R-290/600a (56,0/44,0)				A3	
смесь УВ	R-600	R-290/600a (52,0/48,0)				A3	
смесь УВ	R-600a	R-E170/600a (88,0/12,0)				A3	

Природные хладагенты (с применением местных правил техники безопасности)

Тип	R-номер	Химическая формула/ общепринятое название	Время жизни в атмосфере	ОРП	ПГП (100 лет)	Группа безопас- ности	Статус
природный	R-702	H ₂ – обычный водород		0		A3	
природный	R-704	He – гелий		0		A1	
природный	R-717	NH ₃ – аммиак	0,01	0		B2	
природный	R-718	H ₂ O – вода		0			
природный	R-729	воздух-78% N ₂ , 21% O ₂ , 1% Ar,+		0	-	A1	
природный	R-744	CO ₂ – углекислый газ	>50	0	1	A1	
природный	R-764	SO ₂ – сернистый ангидрид		0	300	B1	