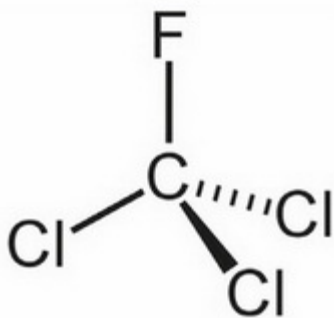


# КОРОТКО О ФРЕОНАХ.

## Оглавление

Фреоны: как это было .....	2
Общая информация по хладагентам. ....	5
Новые фреоны. Плюсы и минусы.....	9
Холодильные агенты для систем кондиционирования. Сегодня и завтра .....	12

## Фреоны: как это было



Рынок хладагентов вновь стоит на пороге больших перемен. Более чем восьмидесятилетняя эпоха галогенуглеродов подходит к концу. Когда-то пришедшие на смену ядовитому аммиаку, они готовятся уступить место природным хладагентам. То есть в числе прочих — тому же аммиаку, который теперь считается более безопасным, чем разрушающие озоновый слой и провоцирующие глобальное потепление фреоны. Историю, которую самое время вспомнить сегодня, накануне окончательного прощания.

В 1902 году талантливый инженер Уиллис Хэвиленд Кэрриер разработал первый в мире кондиционер, предназначенный для осушения воздуха в типографии Бруклина. Ровно сто лет назад, в 1910 году, был придуман первый домашний холодильник. Комнатный кондиционер был изобретен в 1929 году, причем из-за опасности испарений хладагента компрессор и конденсатор кондиционера были вынесены на улицу, то есть фактически это была первая сплит-система. Пионером в этой области стала компания Томаса Эдисона, General Electric, которой удалось выпустить свой продукт раньше конкурентов из Carrier.

В качестве хладагента в первых кондиционерах использовался аммиак. Он широко распространен в природе, даже человеческий организм в состоянии синтезировать это вещество. Однако высокие концентрации аммиака опасны для человека, к тому же он горюч. Поскольку найти квалифицированного монтажника тогда было куда сложнее, чем сейчас, да и инструмент у специалистов того времени был не очень совершенным, утечки аммиака и других популярных тогда хладагентов — диоксида серы и хлористого метила — были нередки, что приводило к несчастным случаям. В итоге люди начали бояться домашних холодильников и выставлять их на улицу. Смелчаков же, решившихся поставить дома кондиционер, в конце 20 х годов вообще почти не было.

Незадолго до начала Великой депрессии компании General Motors и DuPont начали разработку безопасного для человека хладагента. В 1928 году Томас Миджли-младший из Frigidaire, дочерней компании General Motors, синтезировал «чудо-вещество», которое получило название «фреон». Некоторые источники относят изобретение фреона к 1931 году, однако это неверно: уже в 1930 году DuPont и General Motors основали фирму Kinetic Chemical Company, основным профилем которой должно было стать как раз производство фреона. Первый патент на хлорфторуглерод, US#1,886,339, был получен Frigidaire 31 декабря 1928 года, а в 1930 году Томас Миджли провел эффектную презентацию нового вещества: он вдыхал полные легкие фреона и выдыхал газ на свечу. Изобретатель оставался жив, а свеча гасла, что демонстрировало нетоксичность и пожарную безопасность нового хладагента.

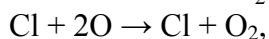
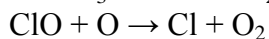
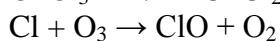
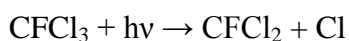
Неудивительно, что в 1930 х годах начался холодильный и кондиционерный бум. За один только 1935 год в США удалось продать восемь миллионов бытовых фреоновых холодильников, а самих фреонов к этому времени было уже несколько десятков. Новые безопасные для человека хладагенты стали настоящей находкой для зарождающегося сектора промышленности. О вреде для атмосферы тогда почти никто не думал... Впрочем, более чем за

30 лет до обнаружения проблем с озоновым слоем тот же Томас Миджли предположил, что, влияя на озоновый слой, можно управлять климатом. Судьба самого изобретателя, к сожалению, оказалась трагичной. В 1940 году он тяжело заболел и, чтобы встать и передвигаться без посторонней помощи, вынужден был создать приспособление из веревок и роликов. В 1944 году он запутался в своих же веревках и трагически погиб от удушья.

Изобретенному им фреону повезло больше.

Негативным воздействием фреонов на атмосферу наука заинтересовалась лишь в 70-х годах прошлого века. Исследования истощения озонового слоя, проводившиеся начиная с 1973 года учеными Марио Молина и Френком Шервудом Роландом в Университете Калифорнии, позднее (в 1995 г.) принесли этим ученым, а также голландскому химику Полу Крутцену Нобелевскую премию по химии. Эти исследователи открыли чрезвычайно эффективный хлорный цикл разложения озона, а также предположили, что виновниками такого разрушения могут являться применяющиеся повсеместно галогеналканы, в том числе используемые в качестве хладагентов хлорфторуглероды (ХФУ).

Вот вкратце механизм реакции, предложенный учеными:



где  $h\nu$  — инициатор разложения, в нашем случае коротковолновое ультрафиолетовое излучение, интенсивность которого на высоте озонового слоя куда выше, чем у поверхности Земли.

Эта гипотеза была принята в штыки всеми производителями фреонов. DuPont потратила миллионы долларов на кампанию в прессе. Тогдашний глава компании писал в статье в журнале Chemical Week от 16 июля 1975 года, что теория разрушения озона — это научная фантастика, вздор, не имеющий смысла. Правда, сопротивление промышленников не помешало UNEP (Программа ООН по окружающей среде) принять в 1977 году План действий по озоновому слою — документ, признававший необходимость научного изучения озонового слоя и его влияния на здоровье людей.

Однако за этими заботами прошло еще почти десять лет, в течение которых никто и не думал ограничивать производство фреонов.

Отдельные программы мониторинга верхних слоев атмосферы, проводимые национальными организациями, не всегда отслеживали динамику изменения характеристик озонового слоя по годам. Британская программа, проводившаяся исследовательской станцией Антарктического управления Великобритании в Халли с 1950-х годов, была в начале 1980-х под угрозой закрытия из-за политики правительства Тэтчер. Измерения, проводившиеся в Халли, первоначально имели целью повышение достоверности прогнозов погоды и проверку теорий циркуляции воздуха в атмосфере. В середине 80-х годов экспериментаторы были близки к тому, чтобы признать свою работу безрезультатной. Однако в 1985 году анализ показал, что самые низкие концентрации озона, наблюдаемые в середине октября, с 1975 по 1984 год снизились на 40%. Постепенно стало ясно, что данный процесс подчиняется определенным закономерностям. В Южном полушарии сентябрь и октябрь — первые весенние месяцы, когда солнце после долгой полярной зимы появляется над горизонтом и впервые за долгие недели просвечивает атмосферу. Солнечные лучи служат причиной множества фотохимических реакций между озоном и хлором из попавшего в стратосферу галогенуглерода. Таким образом, гипотеза о

хлорном механизме разрушения озона, высказанная более чем десятью годами ранее, получила практическое подтверждение.

— Я думаю, что во многом мы обязаны простой удаче, как в случае со многими другими научными открытиями, — сказал Джонатан Шанклин, который вместе со своими коллегами Джо Фарманом и Брайаном Гардинером из Антарктического управления Великобритании в Кембридже собрал основные полевые данные. — Нашу группу убедил график минимальных значений 11 дневных средних, на котором было четко видно, что весеннее снижение концентрации носило систематический характер. Фарман разработал в общих чертах химическую теорию, объяснявшую результаты наблюдений, увязав спады с увеличением концентрации ХФУ, а Гардинер провел необходимый контроль качества данных.

Данные были получены с поверхности Земли при помощи относительно простых приборов: измерялась разница в длине УФ-излучения — известно, что она зависит от концентрации озона в стратосфере. Результаты исследований оказались пугающими.

Уже тогда ученым было понятно: для того, чтобы из атмосферы исчезли озоноразрушающие вещества, потребуются десятилетия, поскольку процессы их разложения происходят медленно: срок жизни хладагента R12, одного из самых распространенных ХФУ, — около 100 лет. Медлить, ожидая полного и всестороннего подтверждения полученных результатов, было нельзя.

В том же, 1985 году в Вене была созвана международная конференция, участники которой обязались принимать меры по защите озонового слоя. При этом никаких конкретных действий Венская конвенция 1985 года не предусматривала. Год спустя стороны вновь собрались для переговоров по этому вопросу. Канада, США, Норвегия, Финляндия, Австралия и Судан считали, что выход — в замораживании производства и значительных сокращениях применения. Европа была согласна на ограничение производства и не более. Развивающиеся страны не хотели никаких административных мер, так как опасались, что они могут помешать промышленному развитию. Такой же позиции придерживались СССР и Япония. И, разумеется, почти все производители галогенуглеродов были против любых ограничений.

Однако 16 сентября 1987 года, после долгих переговоров, внесения ряда корректировок и поправок, тридцатью шестью странами был подписан Монреальский протокол. В 1990 году в Лондоне правительства уже девяноста двух стран подписали соглашение о полном прекращении производства хлорфторуглеродов к 2000 году. На 2010 год было намечено полное прекращение оборота хлорфторуглеродов. Кроме этого, согласно данному Протоколу, оборот ГХФУ должен быть сведен к нулю до 2030 года.

Последствия этих решений каждый может ощутить на себе. Кем бы вы ни были, дилером, дистрибьютором или сервисной компанией — в этом году вы наверняка столкнулись с нехваткой R22. С хлорфторуглеродами и в первую очередь с популярным когда-то R12 мы давно попрощались, а с этого года от них отказался весь мир. Теперь на очереди — ГХФУ. Наш журнал постоянно информирует своих читателей о ходе реализации программы вывода ГХФУ в РФ и будет это делать в дальнейшем.

Полагаем, что совсем скоро от хлорфторуглеродов и гидрохлорфторуглеродов останется только эта интересная история.

## Общая информация по хладагентам.

Покупатели бытовых кондиционеров и крупных систем кондиционирования все чаще задают вопросы: "Насколько вреден фреон, используемый в системе? Разрешено ли его применение?"

В настоящее время хладагент R12 признан одним из самых вредных фреонов. До недавнего времени он широко использовался в домашних холодильниках. Токсичность фреонов при прямом воздействии на человека незначительна и нормируется величиной предельно допустимой концентрации (ПДК), которая составляет 300мг/м<sup>3</sup> для R12; 3000 мг/м<sup>3</sup> для R22 и большинства других фреонов. Чем же вреден тогда R12?

Как показали научные исследования, R12, попадая в верхние слои атмосферы, способствует разрушению озонового слоя Земли. Это приводит к повышенному проникновению ультрафиолетовой радиации к поверхности Земли, оказывающей разрушительное воздействие на организм человека.

Именно поэтому мировое сообщество обеспокоено этой экологической проблемой, имеющей глобальное значение. Действительно, фреон R12, выпущенный в атмосферу в России, может увеличить поток ультрафиолета в Америке.

В соответствии с Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в 1987 г. вступил в действие "Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой" во исполнение Венской конвенции об охране озонового слоя 1985 г., предусматривающий постепенное сокращение производства и потребления ряда хлорфторуглеродов.

Сегодня 90% кондиционеров используют хладагент R22.

В качестве хладагентов, заменяющих R22, предлагаются R134a, R407c и R410A.

Озоноразрушающая активность хладагентов оценивается величиной озоноразрушающего потенциала, который может принимать значения от 0 (для озонобезопасных хладагентов) до 13 (для озоноразрушающих).

Так озоноразрушающий потенциал R12 равен 1,0; R22 - 0,05; R134a - 0; R407C - 0.

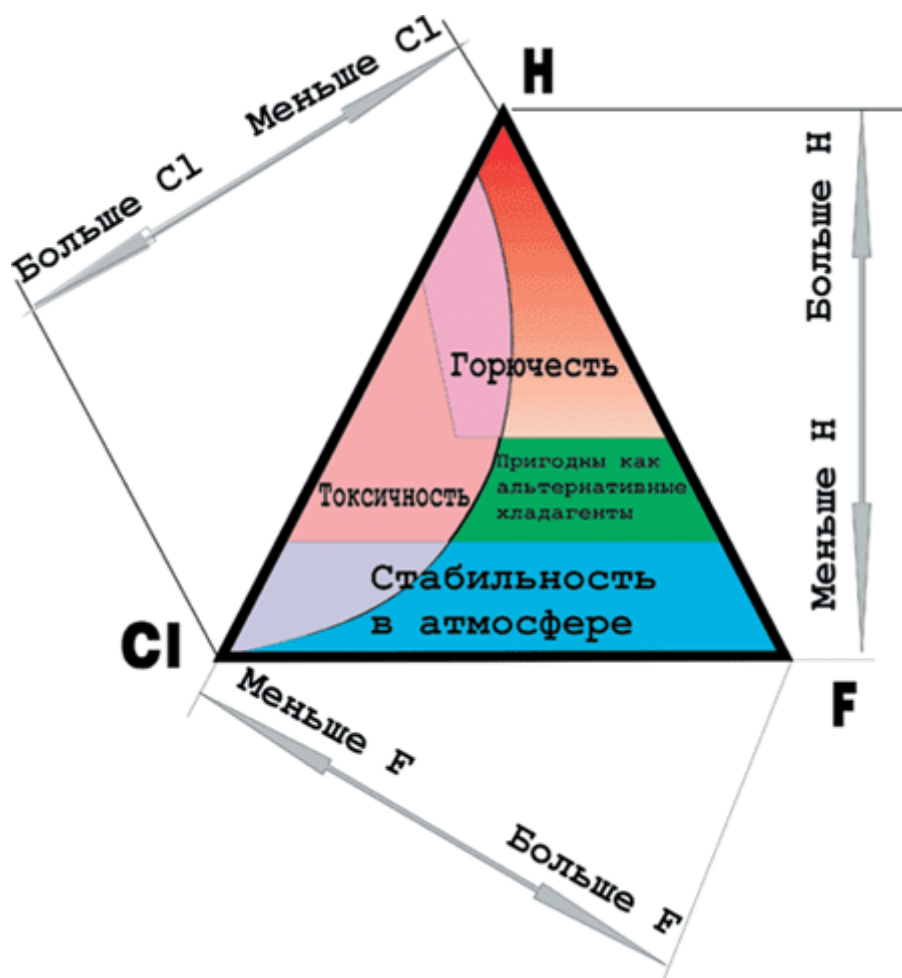
Значит ли это, что проблема создания новых хладагентов решена и они отвечают всем предъявляемым требованиям.

К сожалению, идеального хладагента пока не существует, и если R134a не разрушает озоновый слой, что очень хорошо, то его термодинамические свойства далеки от совершенства.

Хладагент, являющийся рабочим телом кондиционера, выбирается разработчиками систем кондиционирования с учетом большого числа факторов: высокой эффективности работы оборудования, низкой стоимости, пожаробезопасности и токсичности. Требования к холодильным агентам постоянно пополняются и конкретизируются самой жизнью.

Основными факторами, определяющими выбор хладагента, безусловно, являются его термодинамические и теплофизические характеристики. Они влияют на эффективность, эксплуатационные показатели и конструктивные характеристики кондиционеров. Широкое применение в холодильной технике нашли фторхлоруглеродные хладагенты (фреоны), обладающие требуемыми термодинамическими и теплофизическими качествами. Свойства

хладагентов зависят от структуры молекулы вещества, присутствия соотношения молекул фтора, хлора и водорода в его составе (рис.1).



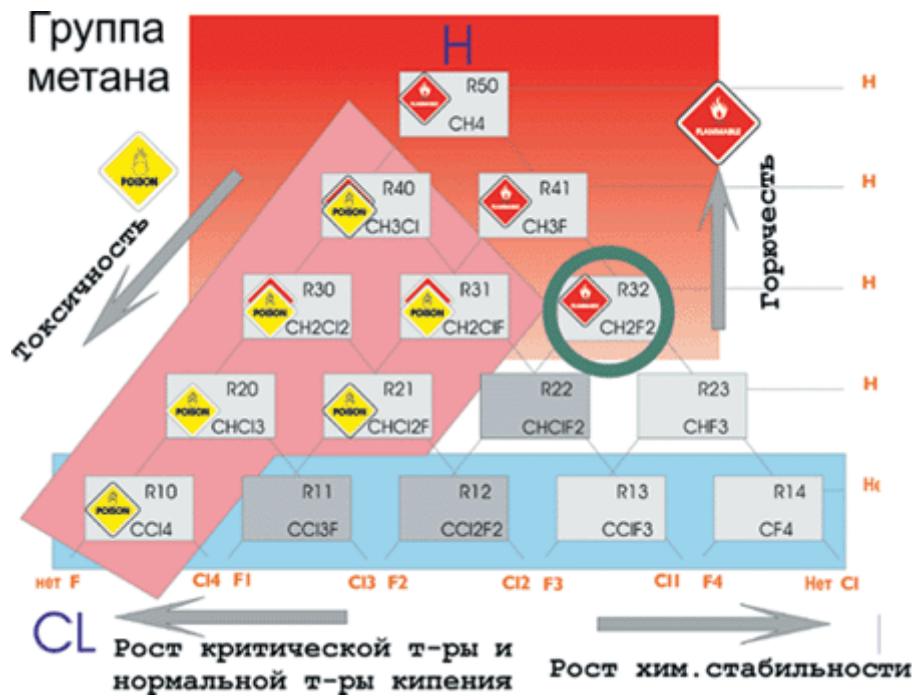
Вещества с высоким содержанием молекул водорода являются горючими и при их применении пожароопасными.

Вещества с малым содержанием фтора обладают токсичностью и их применение ограничено санитарными нормами.

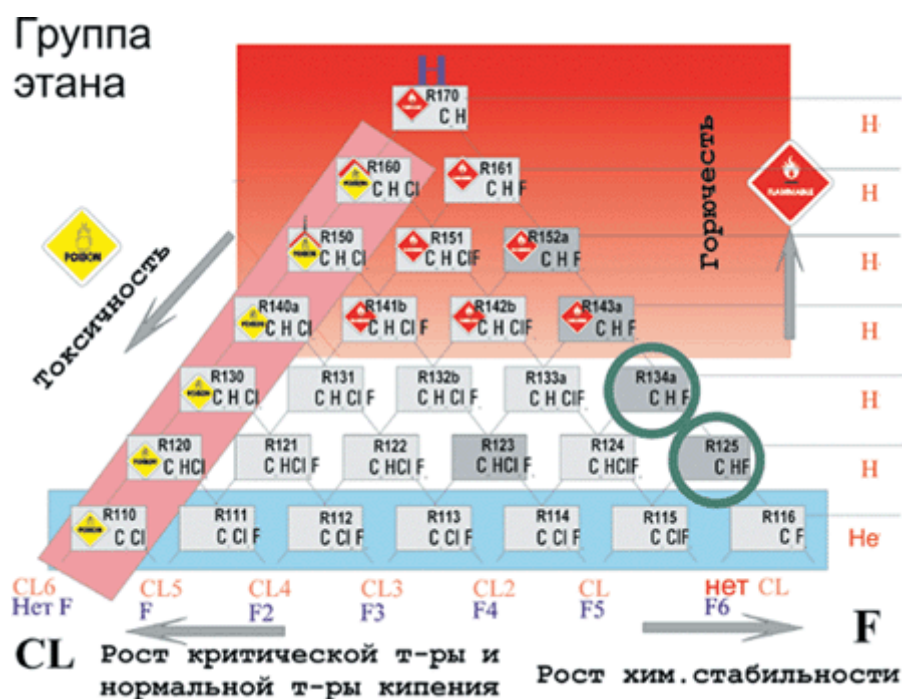
Вещества с малым содержанием водорода долго "живут" в атмосфере, не разлагаясь на части, поглощаются биосферой Земли и являются экологически нежелательными.

На рис.1 указаны как "запретные" области по факторам горючести, токсичности и стабильности веществ в атмосфере, так и область допустимого состава для использования в качестве альтернативных хладагентов.

На диаграмме для группы метана (рис. 2) мы видим, что холодильные агенты R11 и R12 лежат в области экологически неблагоприятных хладагентов. Широко применяемый в настоящее время хладагент R22 хотя и лежит в области допустимой для применения, но все же содержит в своем составе атом хлора и поэтому является "озоноопасным". "Озоноопасность" R22 составляет всего 5% от "озоноопасности" хладагента R12, что нашло отражение в Монреальском протоколе в сроках реализации сокращения выпуска. На диаграмме веществ группы этана (рис.3) интерес представляют хладагенты R134a и R125. R134a предложен как альтернатива традиционному хладагенту R12, широко используемому в холодильной технике и, в частности, в чиллерных системах.



Для применения в кондиционерах хладагент R134a недостаточно привлекателен по своим термодинамическим характеристикам. Для модификации его свойств к хладагенту R134a добавляют хладагенты R32 и R125. Присутствие в смеси каждого хладагента обеспечивает придание необходимых свойств смеси и выполняет определенную функцию.



R32 (23%) способствует увеличению производительности. R125 (25%) исключает горючесть смеси. R134a (52%) определяет рабочее давление в контуре хладагента.

Смесь хладагентов такого состава получила марку R407C. Подобно хладагенту R22, R407C обладает малой токсичностью, химически стабилен и не горюч. Если произошла утечка хладагента, то к негативному влиянию нехватки хладагента на работу кондиционера добавляется и отрицательное влияние изменения ее состава. Оставшийся в системе хладагент

имеет отличный от оптимального состав и его нельзя использовать для работы без доработки. Поэтому при ремонте необходимо слить оставшийся хладагент полностью и заправить систему новой смесью оптимального состава. Основная разница в характеристиках прежнего хладагента CHF<sub>2</sub>Cl (R22) и нового R407C заключается в величине давлений при рабочих температурах и типе масел, совместимых с данным хладагентом.

Рабочее давление в системе, заправленной хладагентом R407C, несколько выше, чем в случае хладагента R22 (таб. 1).

Традиционно используемое с хладагентом R22 минеральное масло не пригодно в сочетании с R407C. Новый хладагент плохо смешивается с минеральным маслом, в особенности, при низких температурах и образует с ним расслаивающуюся двухфазную смесь. Это приводит к неудовлетворительной смазке компрессора из-за периодического попадания в зону смазки жидкого хладагента вместо масла, что приводит к быстрому износу трущихся частей компрессора. Кроме того, плохо растворимое в хладагенте масло, имеющее при низких температурах высокую вязкость, забивает капиллярные трубки и нарушает нормальную циркуляцию хладагента.

Чтобы обойти эти трудности, хладагент R407C применяется в сочетании с эфирным маслом, растворимым в данном хладагенте. Один из недостатков такого синтетического масла - высокое поглощение им влаги. Хранение, транспортировка, процесс заправки маслом должны исключать возможность попадания в масло не только капельной влаги, но и продолжительный контакт с влажным воздухом, из которого масло активно поглощает влагу. Необходимы также специальные меры по предотвращению попадания влаги в систему как в процессе производства кондиционера, так и при его установке на месте использования.

<b>t°</b>	<b>R22 (бар)</b>	<b>R407C (бар)</b>
-40°C	1,050	1,568
-20°C	2,448	3,297
0°C	4,976	6,203
20°C	9,100	10,737
40°C	15,335	17,247
60°C	24,265	26,230
80°C	36,622	38,279



## Новые фреоны. Плюсы и минусы

С 2004 года Европа полностью переходит на новые озонобезопасные хладагенты. Если быть более точным, то в наступающем сезоне, европейские продавцы смогут реализовать остатки техники на R-22, завезенной в 2003 году, но не более того. Причем, продажа моделей «только холод», использующих озоноразрушающие фреоны, была прекращена годом ранее. Перешла на новые хладагенты и Япония. Как это отразится на российском рынке кондиционеров?

В 2003 году продажи сплит-систем на новых озонобезопасных хладагентах превысили 7,000 штук, что составляет менее 4% от общего объема продаж. Хотя по некоторым брендам, она выше. По Daikin доля кондиционеров на R-407C и R-410A составляет около 8% от общего объема продаж, а у Panasonic — порядка 7% (таблицы 1–2).

По оборудованию класса VRF на R-407C было поставлено порядка 150 систем или 15% от общего объема продаж. В пересчете на внутренние блоки это составляет около 1,200 штук. В сумме получается не так уж и много. В 2003 году техника на HCF попала только в 3% помещений.

И это притом, что все ведущие поставщики готовы привезти кондиционеры как на R-22, так и на HCF хладагентах. Однако, компании, занимающиеся розничной продажей оборудования, пока не спешат менять свои привычки. Почему?

Сравним существующие хладагенты по нескольким принципиальным позициям (таблица 3).

Марка	Завезено блоков	
	Внешних	Внутренних
Daikin	230	730
ME	120	120
Gree	50	50
Итого	400	900

Таблица 1. Продажи сплит-систем всех типов на R-407C в 2003 г.

В отличие от традиционных хладагентов, R-407C и R-410A являются смесями различных фреонов, а потому менее удобны в эксплуатации. Так, в состав R-407C, созданного в качестве альтернативы R-22, входят три фреона: R-32 (23%), R-125 (25%) и R-134a (52%). Каждый из них отвечает за обеспечение определенных свойств: первый — способствует увеличению производительности, второй — исключает возгорание, третий — определяет рабочее давление в контуре хладагента.

Свойства	Хладагент		
	R-22	R-407C	R-410A
Изотропность (возможность дозаправки кондиционера при утечке)	да	нет	да
Масло	минеральное	полиэфирное	полиэфирное
Давление при температуре конденсации +43°C	16 атм.	18 атм.	26 атм.
Цена за килограмм USD	4,8	29,4	32,7

Таблица 3.

Эта смесь не является изотропной, а потому при любых утечках хладагента, его фракции улетучиваются неравномерно и оптимальный состав меняется. Таким образом, при разгерметизации холодильного контура кондиционер нельзя просто дозаправить; остатки хладагента необходимо слить и заменить новым. Именно это и стало основным препятствием для распространения R-407C.

К тому же его «экологичность» на практике может привести к дополнительной нагрузке на окружающую среду. Эвакуированный из кондиционеров фреон необходимо утилизировать, а в России или странах Азии с этим никто не станет связываться. Его просто оставят в ближайшей подворотне. И, хотя, для озонового слоя R-407C не опасен, он является одним из наиболее сильных «парниковых газов».



Хладагент марки R-410A, состоящий из R-32 (50%) и R-125 (50%) является условно изотропным. То есть, при утечке смесь практически не меняет своего состава, а потому кондиционер может быть просто дозаправлен. Однако и R-410A не лишен некоторых недостатков. В отличие от R-22, который хорошо растворим в обыкновенном минеральном масле, новые хладагенты предполагают использование синтетического полиэфирного масла. Что это означает на практике?

Полиэфирное масло обладает одним очень существенным недостатком — оно моментально поглощает влагу, теряя при этом свои свойства. Причем при хранении, транспортировке и заправке необходимо исключить не только попадание капельной влаги, но и контакта с влажным воздухом, из которого масло активно впитывает воду. К тому же оно не растворяет любые нефтепродукты и органические соединения, которые становятся потенциальными загрязняющими веществами. Все это несущественно меняет процесс монтажа, но потребует

особого внимания к некоторым технологическим операциям. В частности, для вакуумирования нужен двухступенчатый насос, способный обеспечить разрежение до 42 атм. и соответствующий манометр. При пайке трубопроводы должны быть заполнены инертным или химически неактивным газом с низким содержанием влаги, например, азотом, а дозаправка хладагента может производиться исключительно в жидкой фазе.



Климатическое оборудование на R-410A при той же производительности получается немного дороже. Причина — в более высоком рабочем давлении. Так, при температуре конденсации +43°C, у R-22 оно составляет около 16 атм., а у R-410A — порядка 26 атм. По этой причине, все узлы и детали холодильного контура, заправленного R-410A, включая компрессор, должны быть более прочными. Это несущественно увеличивает расход меди, но все же удорожает систему.

Сами озонобезопасные хладагенты стоят дороже традиционных. Так, за килограмм R-410A пока придется выложить в 7 раз больше, чем за кило привычного R-22. Немного дешевле R407C, на который активно переводится полупромышленная гамма оборудования. Здесь будет 6-кратная разница, а с учетом того, что

при любой утечке его надо сливать, реальные расходы на фреон несколько вырастут. Следует учесть и тот факт, что с ростом рабочего давления количество утечек неизбежно увеличится, поскольку прочность паяных соединений остается прежней.

Именно по этим причинам региональные компании не торопятся переходить на озонобезопасные хладагенты. При возможности выбирать, между R-410A и R-22 региональные компании в 90% случаев будут работать с кондиционерами на более привычном и более дешевом фреоне. Хотя бы потому, что не подготовились к переходу на R-410A ни морально, ни технически. Однако рано или поздно это придется сделать. Причин для этого сразу несколько.

Во-первых, практически все новые модели ведущих мировых производителей разрабатываются только на озонобезопасных фреонах, так как R-410A самый прогрессивный хладагент на сегодняшний день (COP достигает более 4). Это значит, что через 2—3 года между техникой на HCF и R-22 неизбежно возникнет ощутимый технологический разрыв, а продавать устаревшую технику всегда непросто.

Во-вторых, уже в 2004 году все европейские склады будут заполняться оборудованием на новых хладагентах. Поскольку R-22 будет завозиться только под страны СНГ и Турцию, в случае нехватки техники дистрибьюторы из этих государств будут вынуждены добирать оборудование на HCF, поскольку оперативно доставить товар откуда-нибудь из Китая нереально. Таким образом, перед дилерами встанет выбор: либо работать с R-410A, либо остаться без техники и без заказчиков. Причем, с каждым годом российские дистрибьюторы будут по собственной инициативе снижать долю техники на R-22, так как в случае холодного лета и невозможности выполнить план, ее нельзя отдать на европейские стоки.

В-третьих, заводы, поставляющие на российский рынок полупромышленные кондиционеры Daikin, ME, Hitachi и Toshiba находятся в Европе. Потому, по этим брендам уже в 2004 году значительная часть «пэкаджей» будет поставляться на R-410A и R-407C. Учитывая долю первых двух марок на российском рынке PAC, можно утверждать, что практически любая фирма будет вынуждена иметь у себя необходимый для работы с HCF инструмент. При этом стоит учесть, что основные потребители «пэкаджей» — крупные корпоративные клиенты, наиболее интересные и платежеспособные заказчики.

В-четвертых, даже если компания не собирается продавать кондиционеры на новых хладагентах, рано или поздно она столкнется с необходимостью обслуживать оборудование на HCF, установленное коллегами у появившегося на горизонте перспективного заказчика. Потерять крупного клиента, готового подписать договор на сервисное обслуживание, по этой причине мало кто захочет.

Резюмировать все вышеприведенные соображения можно русской пословицей: «готовь сани летом, а телегу — зимой». Так или иначе, но готовиться к работе с HCF хладагентами нужно сейчас, иначе уже в сезоне 2004 года можно столкнуться с некоторыми из вышеописанных проблем.

## Холодильные агенты для систем кондиционирования. Сегодня и завтра

В настоящее время покупатели бытовых кондиционеров и крупных систем кондиционирования все чаще задают вопросы: "Насколько вреден фреон, используемый в системе? Разрешено ли его применение?".

Холодильный агент R12, признанный одним из самых вредных фреонов, до недавнего времени широко использовался в домашних холодильниках. Более того, до 1997 г. выпускался лечебный аэрозоль "Каметон", при использовании которого R12 впрыскивался непосредственно в полость рта и больные успешно вылечивались от респираторных заболеваний. Токсичность фреонов при прямом воздействии на человека незначительна и нормируется величиной предельно допустимой концентрации (ПДК), которая составляет 300мг/м<sup>3</sup> для R12 и 3000 мг/м<sup>3</sup> для R22 и большинства других фреонов. Чем же вреден тогда R12?

Как показали научные исследования, R12, попадая в верхние слои атмосферы способствует разрушению озонового слоя Земли. Это приводит к повышенному проникновению ультрафиолетовой радиации к поверхности Земли, оказывающей разрушительное воздействие на организм человека.

Именно поэтому мировое сообщество обеспокоено этой экологической проблемой, имеющей глобальное значение. Действительно, фреон -12, выпущенный в атмосферу в России, может увеличить поток ультрафиолета в Америке.

В соответствии с Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в 1987 г. вступил в действие "Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой" во исполнение Венской конвенции об охране озонового слоя 1985 г., предусматривающий постепенное сокращение производства и потребления ряда хлорфторуглеродов.

Сегодня в 90% кондиционеров используется хладагент R22.

В соответствии с Монреальским протоколом запрещено производство R12, а ограничение только производства, а не использования R22 начнется с 2005 года.

В качестве холодильных агентов заменяющих R22, предлагаются R134a, R407c и R410A.

В России регулированием ввоза продукции, содержащей озоноразрушающие вещества, занимается Центральный аппарат Госкомэкологии России.

Озоноразрушающая активность хладагентов оценивается величиной озоноразрушающего потенциала, который может принимать значения от 0 для озонобезопасных хладагентов до 13 для озоноразрушающих.

Так озоноразрушающий потенциал R12 равен 1,0; R22 - 0,05; R134a - 0; R407c - 0.

Значит ли это, что проблема создания новых холодильных агентов решена, и они отвечают всем предъявляемым требованиям.

К сожалению, идеального холодильного агента пока не существует, и если R134a не разрушает озоновый слой, что очень хорошо, однако его термодинамические свойства далеки от совершенства.

Холодильный агент, являющийся рабочим телом кондиционера, выбирается разработчиками систем кондиционирования с учетом большого числа факторов: высокой эффективности работы оборудования, низкой стоимости, пожаробезопасности, и токсичности. Требования к холодильным агентам постоянно пополняются и конкретизируются самой жизнью.

Основными факторами, определяющими выбор холодильного агента, безусловно, являются его термодинамические и теплофизические характеристики. Они влияют на эффективность, эксплуатационные показатели и конструктивные характеристики кондиционеров. Широкое применение в холодильной технике нашли фторхлоруглеродные холодильные агенты (фреоны), обладающие требуемыми термодинамическими и теплофизическими качествами.

Свойства холодильных агентов зависят от структуры молекулы вещества, присутствия в его составе и соотношения молекул фтора, хлора и водорода (рис. 1).



Рис. 1

Вещества с высоким содержанием молекул водорода являются горючими и при их применении пожароопасными.

Вещества с малым содержанием фтора обладают токсичностью и их применение ограничено санитарными нормами.

Вещества с малым содержанием водорода долго живут в атмосфере не разлагаясь на части, поглощающиеся биосферой Земли, и являются экологически нежелательными.

На рис. 1 указаны как "запретные" области по факторам горючести, токсичности и стабильности веществ в атмосфере, так и область допустимого состава для использования в качестве альтернативных холодильных агентов.

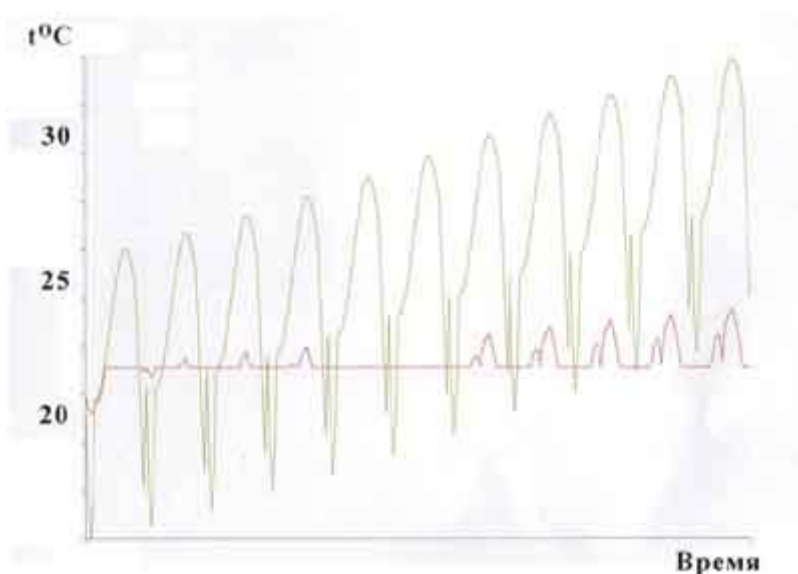


Рис. 2

На диаграмме для группы метана (рис. 2) мы видим, что холодильные агенты R11 и R12 лежат в области экологической неблагоприятных холодильных агентов. Широко применяемый, в настоящее время холодильный агент R22, хотя и лежит в области допустимой для применения, но все же содержит в своем составе атом хлора и поэтому является "озоноопасным". Оцененная по бальной системе "озоноопасность" R22 составляет всего 5% от "озоноопасности" хладагента R12, что нашло отражение в Монреальском протоколе в сроках реализации сокращения выпуска R22 и ограничения его производства с 2005 года.

На диаграмме веществ группы этана (рис. 3) интерес представляют хладагенты R134a и R125. R134a предложен как альтернатива традиционному холодильному агенту R12, широко используемому в холодильной технике, и, в частности, в чиллерных системах.

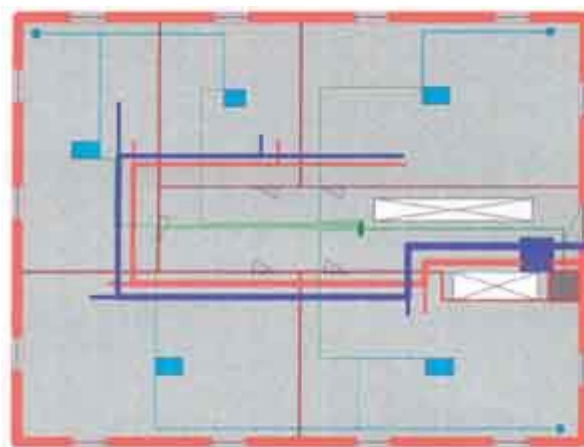


Рис. 3

Для применения в кондиционерах хладагент R134a недостаточно привлекателен по своим термодинамическим характеристикам. Для модификации его свойств к хладагенту R134a добавляют холодильные агенты R32 и R125. Присутствие в смеси каждого хладагента обеспечивает придание необходимых свойств смеси и выполняет определенную функцию.

R32 (23%) - способствует увеличению производительности.

R125 (25%) - исключает горючесть смеси.

R134a (52%) - определяет рабочее давление в контуре хладагента.

Смесь хладагентов такого состава получила марку R407C. Подобно хладагенту R22, R407C обладает малой токсичностью, химически стабилен и не горюч.

Состав смеси должен строго соответствовать оптимальному соотношению. Максимальное допустимое отклонение относительного количества составляющих - 2%. Только при таком соотношении компонентов смеси возможна нормальная и безопасная работа кондиционера.

Если произошла утечка хладагента, то к негативному влиянию на работу кондиционера нехватки хладагента добавляется и отрицательное влияние изменения ее состава. Оставшийся в системе хладагент имеет отличный от оптимального состав и его нельзя использовать для работы без доработки. Поэтому при ремонте необходимо слить оставшийся хладагент полностью и заправить систему новой смесью оптимального состава.

Основная разница в характеристиках прежнего хладагента CHF<sub>2</sub>Cl (R22) и нового R407C заключается в величине давлений при рабочих температурах и типе масел, совместимых с данным хладагентом.

Рабочее давление в системе, заправленной хладагентом R407C, несколько выше, чем в случае хладагента R22:

<b>t°</b>	<b>R22 (бар)</b>	<b>R407C (бар)</b>
-40°C	1,050	1,568
-20°C	2,448	3,297
0°C	4,976	6,203
20°C	9,100	10,737
40°C	15,335	17,247
60°C	24,265	26,230
80°C	36,622	38,279

Традиционно используемое с хладагентом R22 минеральное масло не пригодно в сочетании с R407C. Новый хладагент плохо смешивается с минеральным маслом, в особенности, при низких температурах, и образует с ним расслаивающуюся двухфазную смесь. Это приводит к

неудовлетворительной смазке компрессора из-за периодического попадания в зону смазки жидкого холодильного агента вместо масла, что приводит к быстрому износу трущихся частей компрессора. Кроме того плохо растворимое в холодильном агенте масло, имеющее при низких температурах высокую вязкость, забивает капиллярные трубки и нарушает нормальную циркуляцию холодильного агента.

Чтобы обойти эти трудности, хладагент R407C применяется в сочетании с эфирным маслом, растворимым в данном хладагенте. Один из недостатков такого синтетического масла - высокое поглощение им влаги. Хранение, транспортировка, процесс заправки маслом должны исключать возможность попадания в масло не только капельной влаги, но и продолжительный контакт с влажным воздухом, из которого масло активно поглощает влагу. Необходимы также специальные меры по предотвращению попадания влаги в систему, как в процессе производства кондиционера, так и при его установке на месте использования.

Допустимое суммарное содержание влаги в системе - менее 140 ppm (промилле - миллионных долей процента). Производитель кондиционера гарантирует поставку системы с содержанием влаги не более 30 ppm.

Несколько ранее установленных систем кондиционирования были проверены на содержание влаги. Средняя величина, полученная в ходе этих проверок, составила 74 ppm, что не выходит за допустимые пределы, определенные компанией Daikin Europe NV.

Одним из наиболее важных аспектов работы с хладагентом является обеспечение мер безопасности в процессе установки и обслуживания системы. При работе с R407C не требуется никаких особых мер предосторожности. Однако соблюдать те же правила, что и при работе с R22, необходимо.

Безусловно, работа с новыми озонобезопасными хладагентами прибавляет трудности монтажным организациям и сервисным службам. Однако выбирать не приходится, так как ведущие производители кондиционеров, учитывая требования времени, уже начали выпуск оборудования на новых холодильных агентах и постоянно увеличивают объем их производства.