Безопасность фреонов

***Б. П. Харитонов*, технический директор DAICHI**

Фреоны обладают уникальными свойствами: они химически инертны, взрыво- и пожаробезопасны, нетоксичны и благодаря этому широко используются в промышленности. Фреоны используются как хладагенты в бытовых холодильниках и кондиционерах, как распылители в упаковках аэрозолей различного назначения, как вспениватели при производстве пенопластов, как реагенты при производстве интегральных схем в электронике, широко применяются фреоны и в системах газового пожаротушения. Ежегодная потребность России во фреонах составляет около 300 000 тонн.

В настоящее время значительно обострился интерес к безопасности фреонов. А если учесть, что фреоны в качестве хладагентов применяются в большинстве типов систем кондиционирования, то вопрос о безопасности применения фреонов всегда был и остается очень важным. Фреоны применяются как в бытовых кондиционерах типа Split, так и в чиллерах большой производительности.

Рассмотрим вопрос о том, насколько опасны фреоны при воздействии на человека.

В соответствии с ГОСТом 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» фреоны относятся к веществам IV класса опасности. К этому классу отнесены малоопасные вещества. (Самые опасные вещества относятся к первому классу опасности.) В табл. 1 приведены некоторые вещества и их предельно допустимые концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны.

Напомним, что ПДК – концентрация вещества, которая при длительном воздействии в рабочее время в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний и отклонений в состоянии здоровья человека. ПДК устанавливает Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации. Трудно объяснить почему, но в настоящее время не для всех фреонов установлены значения ПДК. В ГОСТе не определены ПДК для широко используемых фреонов R-134a, R-407C, R-410A и компонентов этих фреонов.

Как видно из табл. 1, фреон существенно менее опасен, чем пыль, табак и спирт. Однако фреон не имеет запаха и его трудно обнаружить. Поэтому некоторые люди могут опасаться отравления фреоном при использовании бытовых приборов. Покажем, что эти опасения лишены оснований.

Например, каждый человек имеет бытовой холодильник дома. В нем содержится около 500 г фреона (цифра умышленно завышена). При площади квартиры 50 м^2 ее объем равен примерно 135 м^3. Если весь фреон мгновенно попадет из холодильника в воздух помещений, то концентрация фреона составит 3,7 г/м^3 (3 700 мг/м^3) и несколько превысит значение ПДК (3 000 мг/м^3). Однако наличие естественной вытяжной вентиляции воздуха в квартире с нормированным значением расхода воздуха 47 м^3/ч (кратность воздухообмена 0,35) позволит в течение часа понизить концентрацию фреона ниже предельно допустимого значения.

Фреон содержится также и в бытовых кондиционерах. В бытовом кондиционере типа Split содержится около одного килограмма фреона. При полном вытекании фреона в воздух помещения концентрация фреона в течение двух часов снизится до допустимого значения.

Интересно отметить, что многие лекарственные препараты (к примеру, дозированные аэрозольные ингаляторы), одобренные Минздравсоцразвития РФ (свободно продаются в аптеках и в том числе отпускаются без рецепта врача), содержат фреон в качестве распылителя. Итак, мы наглядно подтвердили, что фреоны малоопасны при прямом воздействии на человека.

Многие читатели этой статьи будут искренне удивлены тому факту, что значение ПДК вообще никак не ис-

Таблица 1

Примеры веществ различных классов опасности

Название вещества	Пыль растительного и животного происхождения	Табак	Спирт этиловый	Фреон-22
Величина ПДК, мг/м^3	2	3	1 000	3 000
Класс опасности	III, IV	III	IV	IV

пользуется при проектировании систем кондиционирования. Это связано с тем, что человек без вреда для собственного здоровья может кратковременно переносить концентрацию вредных веществ, значительно превышающую ПДК. Многие согласятся с этим утверждением хотя бы на примере такого вредного вещества, как этиловый спирт.

А ведь именно кратковременное повышение концентрации фреона возможно при аварийной разгерметизации холодильных машин и систем кондиционирования.

Поэтому для оценки опасности кратковременного воздействия на человека в СНиПе 41-01-2003 введен новый параметр – ДАК – допустимая аварийная концентрация фреонов. Для всех марок фреонов установлено одно значение ДАК – 310 г/м^3 (табл. 2). Это очень мудрое решение, поскольку фреонов много и не для всех марок известны значения ДАК. Правда, в СНиПе сделана оговорка о возможности использования других значений ДАК по информации от завода – производителя фреона. Трудно сказать, как реально можно воспользоваться этим правом, поскольку у иностранных производителей используется другая терминология, и не очень ясно, какой документ от иностранного производителя может иметь официальный статус, подтверждающий новое значение ДАК для конкретного фреона.

Кстати, в нашей стране нет единого подхода к терминологии и значениям для ДАК. Так, в «Правилах устройства и безопасной эксплуатации холодильных систем» ПБ 09-592-03 параметр, аналогичный ДАК, назван «практически допустимой концентрацией паров хладагента при аварийных ситуациях – ДК». В этом документе ДК определен индивидуально для каждой марки фреона. Проблема только в том, что в число этих фреонов не вошли широко используемые в настоящее время фреоны R-134a, R-407C и R-410A. Как использовать этот документ по отношению к этим фреонам – непонятно.

Не ясно также и то, каким образом в СНиПе и в «Правилах» получены значения ДАК и ДК.

Анализ табл. 2 показывает, что эти значения могли быть заимствованы из существующих в мире стандартов. Так, в американском стандарте ASHRAE в качестве ДАК используется параметр «Quantity of Refrigerant per Occupied Space», значение которого имеет конкретное обоснование. Для каждого хладагента этот параметр определен либо по концентрации хладагента, которая уменьшает концентрацию кислорода в воздухе до 19,5 %, либо, например, для фреона-22 принимается на уровне 80 % от предела кардиологической чувствительности человека.

Как нам кажется, наиболее четко и полно нормативы по безопасности фреонов прописаны в европейском стандарте EN 378. Во-первых, здесь приведены сведения для всех хладагентов. Во-вторых, четко указаны критерии определения «Practical limit» (PL), который является аналогом ДАК. Так, для фреонов, указанных в табл. 2, величина концентрации PL определяется либо на уровне 50 % от предела концентрации хладагента, вызывающей эффект удушья от недостатка кислорода, либо принимается на уровне 80 % от предела кардиологической или наркотической чувствительности человека за короткий промежуток времени.

Обратим внимание на некоторые вопросы, которые надо учитывать при проектировании фреоновых систем кондиционирования, чтобы они были полностью безопасными для людей. В СниПе 41-01-2003 указано, что системы непосредственного охлаждения (Split, Multi-split, Sky и VRV) разрешается использовать, если масса фреона при аварийном выбросе его из всего контура циркуляции в меньшее из обслуживаемых помещений не превысит допустимой аварийной концентрации ДАК 310 г/м^3. Это требование легко учесть при проектировании. Для этого надо провести анализ помещений и определить допустимую массу фреона в системе, обслуживающей каждое помещение. Пример такого анализа приведен в табл. 3. После этого необходимо выбрать систему, которая будет обслуживать каждое конкретное помещение. Как видно из табл. 3, помещения с площадью более 15 м^2 могут обслуживаться всеми типами существующих фреоновых систем кондиционирования. Помещения небольшой площади целесообразно осна-

Таблица 2

Допустимые концентрации фреонов, применяемые в проектировании в различных странах

Обозначение хладагента	ПБ 09* ДК, г/м^3	СНиП ДАК, г/м^3	ASHRAE*** RQL, г/м^3	EN 378*** PL, г/м^3
R-134a		310	250	250
R-22	300		150	300
R-407C				310
R-410A				440

* ПБ 09-592-03 (Россия) – Правила устройства и безопасной эксплуатации холодильных систем.
** СниП 41-01-2003 (Россия) «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
*** ANSI/ASHRAE Standard 15-2007 (USA) «Safety Standard for Refrigeration Systems».
**** EN 378:2000 EUROPEAN STANDARD «Refrigeration systems and heat pumps – Safety and environmental requirements».

Таблица 3

Пример анализа применимости систем кондиционирования для помещений различной площади

Площадь помещения, м^2	2	5	10	15	20	25	30
Максимальное количество фреона в системе, кг	1,5	3,9	7,7	11,6	15,5	19,3	23,2
Тип системы непосредственного охлаждения	Split	Split Multi-split Sky	Split Multi-split Sky	Split Multi-split Sky VRV	Split Multi-split Sky VRV	Split Multi-split Sky VRV	Split Multi-splitSky VRV

Таблица 4

Количество фреона в чиллерах DAIKIN (данные приведены для отдельных моделей чиллеров)

Тип	Холодопроизводительность, кВт	Хладагент	Масса, кг	Удельное кол-во хладагента, кг/кВт	Удельная холодопроизводительность, кВт/кг
С водяным охлаждением	2 093	R-410A	130	0,062	16,10
	1 620		130	0,080	12,46
	546	R-134a	76	0,139	7,18
	123		18	0,146	6,83
	1 893		292	0,154	6,48
	334		53	0,159	6,30
	1 050		290	0,276	3,62
С воздушным охлаждением	605	R-134a	70	0,116	8,64
	1 650		240	0,145	6,88
	790		120	0,152	6,58
	1 109		172	0,155	6,45
	478,7		78	0,163	6,14
	1 056		184	0,174	5,74
	1 253		240	0,192	5,22
	184		36	0,196	5,11
	121		26	0,215	4,65
	255		76	0,298	3,36
	321		96	0,299	3,34

щать системой кондиционирования с небольшой холодопроизводительностью и малой массой фреона.

Следует отметить, что европейский стандарт EN-378 значительно мягче трактует требования к проектированию фреоновых систем кондиционирования. Так, в офисных и административных зданиях без круглосуточного пребывания людей можно проектировать фреоновые системы с любым количеством фреона в системе.

В «Правилах устройства и безопасной эксплуатации холодильных систем» ПБ 09-592-03 большое значение для проектирования имеет «наполнение единичных холодильных систем хладагентами по массе», или, проще говоря, количество фреона в системе. Понятно, что чем меньше фреона в системе, тем она безопаснее. Необходимо отметить, что в чиллерах используется различное количество фреона в зависимости от многочисленных факторов, к которым относятся холодопроизводительность системы, марка фреона, конструктивное исполнение теплообменных аппаратов, тип компрессора и другие факторы. В табл. 4 приведены примеры количества фреона в чиллерах DAIKIN.

Как видно из этой таблицы, компания DAIKIN производит чиллеры на фреоне R-410A с рекордно низким количеством фреона в системе. Чиллер холодопроизводительностью 2 000 кВт содержит лишь 130 кг фреона, что позволяет разместить его, например, в торговом центре в машинном отделении внутри здания. В этом случае «Правила...» требуют, чтобы в системе было менее 250 кг фреона.

В заключение еще раз хочется подчеркнуть, что правильное проектирование с учетом действующих нормативов обеспечивает полную безопасность для людей при использовании фреона в системах кондиционирования. ■

Тел. (495) 73-73-73-3