

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЛИСТОК 10

Чиллеры с водяным охлаждением для систем кондиционирования воздуха

1. Описание сектора использования

Данный сектор включает чиллеры с водяным охлаждением, которые используются для систем кондиционирования воздуха в зданиях и промышленного охлаждения. Большинство больших зданий, в которых требуется обеспечить кондиционирование воздуха, охлаждаются при помощи систем с водяным охлаждением с центральным чиллером. В некоторых странах в небольших зданиях также используются чиллеры с водяным охлаждением (вместо крупногабаритных воздухо-воздушных систем кондиционирования воздуха, описанных в Информационном листке 9).

Подсекторы направления

Данный сектор разделен на два подсектора

- a) Чиллерные системы малой и средней мощности
- b) Чиллерные системы большой мощности

Типичная конструкция систем

В большинстве чиллерных систем используется парокомпрессионный цикл. В больших зданиях чиллеры располагаются в машинных отделениях. Охлажденная вода подается в вентиляционные установки или воздухораспределители, подающие кондиционированный воздух. Охлажденная вода конденсатора подается в градирню. Для кондиционирования воздуха в небольших зданиях чиллеры могут располагаться на открытом воздухе и в них могут использоваться конденсаторы с воздушным охлаждением.

- В **чиллерных системах малой и средней мощности** часто используется испаритель непосредственного испарения (НИ) и конденсатор с воздушным охлаждением. Обычно в них используются спиральные, поршневые или малогабаритные винтовые компрессоры.
- В **чиллерных системах большой мощности** обычно используются затопленные испарители, конденсаторы с водяным охлаждением и крупногабаритные винтовые или центробежные компрессоры.

Приводы с переменной скоростью часто используются для повышения эффективности при уменьшении нагрузки.

Альтернативные технологии

Тепловые абсорбционные холодильные чиллеры в своей основе обычно имеют бромистолитиевую холодильную систему и могут использоваться вместо парокомпрессионных систем с электрическим приводом. Могут также рассматриваться адсорбционные системы с твердыми адсорбентами (например, вода/силикагель). Сорбционные системы являются экономически эффективными только при наличии подходящего источника бросового тепла, поскольку они менее эффективны, чем парокомпрессионные системы. Они также могут использоваться в местах, где электрические сети ненадежны или имеют низкую пропускную способность.

Изменения, вызванные выводом из обращения ОРВ

До 1990 года в этом секторе использовались ХФУ-11 и ХФУ-12 в центробежных чиллерах большой мощности и ГХФУ-22 в чиллерах малой и средней мощности. К 1995 году чиллеры большой мощности на ХФУ-12 были заменены новыми конструкциями на ГФУ-134а; чиллеры на ХФУ-11 были переведены на ГХФУ-123. Начиная с 2000 года, чиллеры малой и средней

мощности были переведены с ГХФУ-22 на R-407C, а затем на R-410A. В странах, не действующих в рамках статьи 5, ГХФУ-123 будет выведен из обращения к 2020 году. По мере приближения срока вывода из обращения (2020 г.) рынок чиллеров на ГХФУ-123 сокращается. Новые чиллеры на ГХФУ-123 и ГХФУ-22 по-прежнему доступны в странах статьи 5.



Обычный чиллер с воздушным охлаждением малой мощности для эксплуатации на открытом воздухе

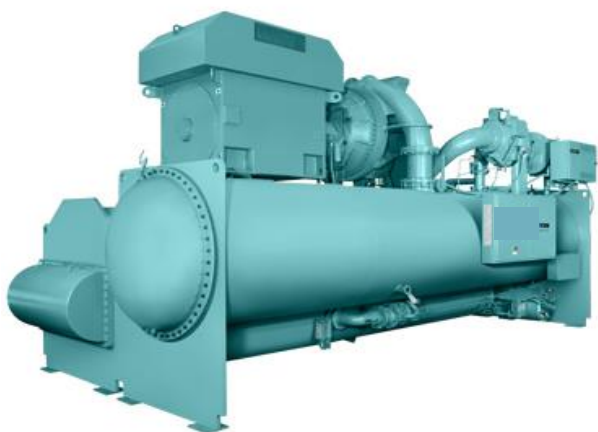
Таблица 1: Чиллеры для систем кондиционирования воздуха: характеристики оборудования, использующего ГФУ

Подсектор:	Чиллерные системы малой и средней мощности*	Чиллерные системы большой мощности*
Стандартное количество хладагента	40 - 500 кг	500 - 13 000 кг
Стандартная холодопроизводительность	50 - 750 кВт	750 - 10 000 кВт
Используемые ГФУ-хладагенты	R-407C (ПГП ¹ 1774) R-410A (ПГП 2088)	ГФУ-134a (ПГП 1430)
Холодильный контур	Воздухоохладитель непосредственного испарения (НИ), конденсатор воздушного охлаждения Спиральный, поршневой или малогабаритный винтовой компрессор	Затопленный испаритель, конденсатор с водяным охлаждением Большой винтовой или центробежный компрессор
Изготовление/монтаж	Заводское изготовление, часто предварительно заправлены хладагентом. Некоторые крупногабаритные системы заправляются хладагентом после завершения монтажа.	
Стандартное размещение оборудования	В машинном зале (чиллеры с водяным охлаждением) или на открытом воздухе (чиллеры с воздушным охлаждением)	

¹ Все значения ПГП приведены в Четвертом докладе об оценке МГЭИК

Типичная годовая интенсивность утечек		2% - 4%	2% - 4%
Основной источник выбросов ГФУ		Эксплуатационные утечки	Эксплуатационные утечки
Приблизительная разбивка годовой потребности в хладагенте	Новое оборудование	65%	50%
	Обслуживание	35%	50%

* Мощность, указанная в таблице 1, является ориентировочной. Могут быть доступны системы меньшей и большей мощности.



Обычные центробежные чиллеры среднего давления на R-134a (слева) и низкого давления на R-123 (справа)

2. Альтернативы ныне используемым ГФУ-хладагентам

Таблица 2: Альтернативы с более низким ПГП для чиллеров с водяным охлаждением

Хладагент	ПГП	Класс воспламеняемости ²	Примечания
Чиллеры с центробежными компрессорами			
ГФО-1234ze	7	2L	Разрабатывается для использования в центробежных чиллерах большой мощности в качестве альтернативы ГФУ-134а.
ГФО-1233zd	5	1	Новые вещества, подходящие для использования в центробежных чиллерах низкого давления, в качестве альтернативы ГХФУ-123.
ГФО-1336mzz	9	1	
R-718 (вода)	0	1	Вода может использоваться в качестве хладагента в чиллерных системах, но для этого требуется очень большой рабочий объем компрессора.
Чиллеры с поршневыми компрессорами			
ГФО-1234ze	7	2L	Уже используется в ряде чиллеров малой и средней мощности.
ГФУ-32	675	2L	Производительность аналогична R-410А и подходит для чиллеров малой и средней мощности.
R-446А	460	2L	Недавно разработанные смеси по свойствам похожие на R-410А. Рассматривается возможность использования в чиллерах малой и средней мощности.
R-447А	582	2L	
R-717 (аммиак)	0	2L	Подходит для чиллеров средней и большой мощности с винтовыми компрессорами. Чаще используется в промышленных чиллерах, но может также применяться для кондиционирования воздуха.
УВ-290	3	3	Подходят для чиллеров малой и средней мощности. Широко распространены в Европе.
УВ-1270	2	3	
R-450А	601	1	Недавно разработанные смеси по свойствам похожие на ГФУ-134а. Подходят для чиллеров средней
R-513А	631	1	

² Классы воспламеняемости в соответствии со стандартами ISO 817 и ISO 5149

3 = высокая воспламеняемость; 2 = воспламеняемые; 2L = низкая воспламеняемость; 1 = без распространения огня

			мощности с винтовыми компрессорами.
--	--	--	-------------------------------------

Существует ряд различных альтернатив с низким ПГП, которые хорошо подходят для использования в чиллерах. Большинство чиллеров располагаются в машинном отделении или на открытом воздухе. Это облегчает решение проблем в части соблюдения требований безопасности, связанных с воспламеняемостью и токсичностью, и позволяет использовать большую заправку хладагентов, перечисленных в таблице 2. Использование горючих хладагентов требует соблюдения особых мер безопасности и строительных норм. Некоторые машинные отделения расположены в «труднодоступных» местах, например, подвалах. Использование горючих и высокотоксичных хладагентов в таких местах может создать дополнительные затруднения.

Несколько лет назад начались испытания новых хладагентов с низким ПГП для чиллеров. Некоторые альтернативные хладагенты были представлены в перечнях продукции, однако пока не ясно, какие из них будут выбраны для более широкой коммерциализации. Очевидной является необходимость достижения баланса между ПГП, энергоэффективностью, безопасностью и общей стоимостью затрат. Затраты на разработку существенны для всего спектра компрессоров и чиллеров.

3. Рассмотрение основных вопросов

Безопасность и практичность

При условии расположения чиллера в машинном отделении или на открытом воздухе, существует несколько ограничений относительно объема заправки различных подходящих хладагентов. Это обеспечивает для производителей чиллеров широкий спектр альтернатив с низким ПГП. Необходимо соблюдать меры безопасности, предусмотренные для соответствующих классов воспламеняемости и токсичности.

Для некоторых хладагентов могут существовать ограничения относительно использования в подвальных помещениях и других «труднодоступных» местах.

Наличие на рынке

Различные конструкции чиллеров на альтернативах с низким ПГП уже доступны на рынке, включая системы на ГФО-1234ze, ГФО-1233zd, УВ и R-717.

Ожидается, что в ближайшие несколько лет появится много новых моделей чиллеров на хладагентах с низким ПГП.

Стоимость

Стоимость чиллеров на ГФО-1234ze будет аналогичной или немного выше, чем чиллеров на ГФУ-134а.

УВ-чиллеры являются конкурентоспособными по отношению к стоимости систем на R-410А, однако стоимость монтажа может быть выше из-за необходимости соблюдения мер безопасности.

Стоимость аммиачных чиллеров значительно выше, особенно для систем малой мощности. Стоимость центробежных чиллеров низкого давления на ГФО-1233zd или ГФО-1336mzz пока

неизвестна, но, ожидается, что они будут конкурентоспособными по отношению к стоимости чиллеров на ГХФУ-123.

Энергоэффективность

За последние 10 лет было достигнуто значительное повышение эффективности чиллеров с водяным охлаждением за счет внедрения многочисленных технических усовершенствований. Ожидается, что высокая эффективность может быть достигнута для всех хладагентов, перечисленных в таблице 2, при условии использования наилучших практик проектирования.

Возможность применения в странах с жарким климатом

Чиллеры малой/средней мощности. Многие чиллеры малой мощности имеют воздушное охлаждение и будут работать при очень высоких температурах конденсации в условиях жаркого климата. Чиллеры на УВ-290 и УВ-1270 могут быть разработаны для обеспечения хорошей работы в условиях жаркого климата. ГФУ-32, R-446A и R-447A имеют более высокие критические температуры, чем R-410A, и, ожидается, что они будут лучше работать в условиях жаркого климата, чем R-410A, но не всегда, также как и ГХФУ-22.

Чиллеры большой мощности. Большинство чиллеров большой мощности имеют водяное охлаждение и относительно просты в использовании в условиях жаркого климата, если охлажденная вода охлаждается в градирне. Это помогает избежать чрезвычайно высоких температур конденсации. Однако, если воды недостаточно, использование градирни может оказаться неприемлемым. При использовании сухого воздухоохладителя температура конденсации будет намного выше. Хладагенты ГФО-1234ze, 1233zd и 1336mzz, имеют высокие критические температуры, которые позволяют использовать их при высокой температуре конденсации, несмотря на то, что высокий коэффициент сжатия может создать трудности для некоторых типов центробежных компрессоров.

Возможности ретрофита существующего оборудования

Центробежные чиллеры. Ретрофит существующих ГФУ-чиллеров, в которых используются центробежные компрессоры, нецелесообразен.

Чиллеры с поршневыми компрессорами. Технически целесообразно провести ретрофит чиллеров с объемными компрессорами малой и средней мощности. Это было широко реализовано с целью замены ГХФУ-22 в чиллерах с водяным охлаждением. Однако в настоящее время ретрофит ГФУ-чиллеров практически не проводится.

Обучение

ГФУ/ГФО с низкой воспламеняемостью. Для обслуживания чиллеров, в которых используются хладагенты, обладающие низкой воспламеняемостью, обучение играет важную роль. Обучение обеспечивается производителями новых моделей чиллеров с использованием данных хладагентов.

Углеводороды. Техники по обслуживанию и ремонту должны пройти обучение работе с хладагентами, обладающими повышенной воспламеняемостью. Существует хорошая практика проведения учебных курсов, однако лишь немногие техники-кондиционерщики обладают навыками работы с УВ-системами большой мощности.

R-717. Техники по обслуживанию и ремонту должны пройти обучение работе с R-717,

особенно учитывая повышенную токсичность этого хладагента. Во многих странах существует хорошая практика проведения курсов для техников по работе с R-717, однако лишь немногие техники по кондиционерам знают принципы работы с R-717.

Сведение к минимуму выбросов ГФУ из существующего оборудования

Чиллерные системы – это оборудование заводского изготовления с потенциально очень низким уровнем утечек при условии применения современных практик проектирования, технического обслуживания и ремонта.

Чиллеры содержат большой объем хладагента и важно использовать соответствующее оборудование для его рециклирования (сбора с целью повторного использования) во время проведения технического обслуживания, ремонта и в конце срока службы.

Чиллеры низкого давления (например, на ГХФУ-123 или ГХФО-1233zd) могут работать при давлении в испарителе ниже атмосферного. При этом существует возможность попадания воздуха в контур хладагента. Для предотвращения выброса хладагента при отводе воздуха следует использовать соответствующее автоматическое воздухоотделительное оборудование.