

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЛИСТОК 12

Транспортные кондиционеры

1. Описание сегмента холодильного оборудования

Данный сектор включает транспортные системы кондиционирования воздуха, используемые для охлаждения кабины водителя и пассажирского салона наземных транспортных средств, в том числе автомобилей, микроавтобусов, грузовых автомобилей, автобусов, сельскохозяйственных транспортных средств и поездов.

Кондиционирование воздуха также осуществляется на судах, с применением технологий, аналогичных описанным в Информационном листке 9 (воздухо-воздушные системы большой производительности) и Информационном листке 10 (водяные чиллеры). Судовые кондиционеры в данном Информационном листке не рассматриваются.

Подсекторы сектора

Данный сектор разделен на два подсектора

- a) Автомобильные кондиционеры (используемые в легковых автомобилях и микроавтобусах)
- b) Кондиционеры для крупногабаритных транспортных средств (автобусов, поездов и т.п.)

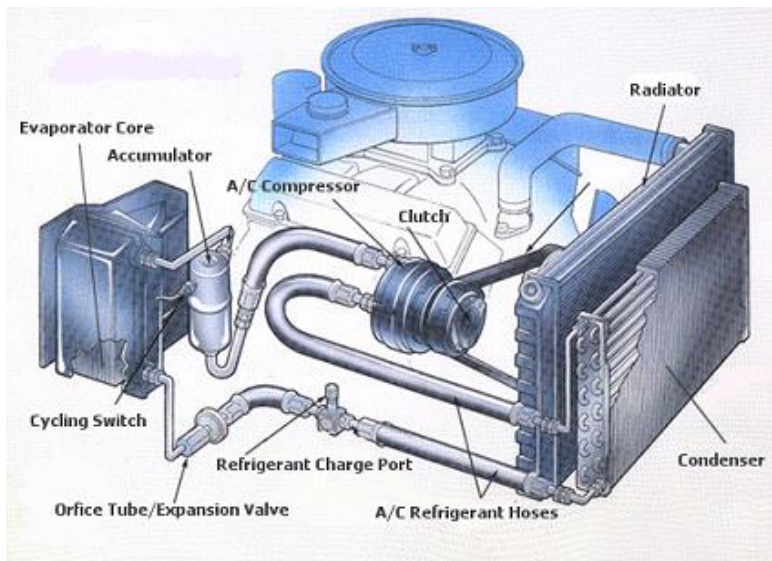
Типичная конструкция систем

Во всех системах используется парокомпрессионный цикл с непосредственным испарением.

- В **автомобильных кондиционерах (используемых в легковых автомобилях и микроавтобусах)** обычно используются компрессоры, которые приводятся в движение ремнем от двигателя автомобиля. Компрессор и конденсатор отдельно расположены в моторном отсеке транспортного средства, а испаритель обычно расположен в вентиляционном канале между моторным отсеком и пассажирским салоном. Основные агрегаты соединены гибкими шлангами. Система собирается и заправляется на линии производства транспортного средства. В отдельных современных конструкциях автомобильных кондиционеров используются компрессоры с электрическим приводом - это нововведение призвано обеспечить их функционирование при выключенном основном двигателе (например, в гибридных транспортных средствах) и в электромобилях.
- **Кондиционеры для крупногабаритных транспортных средств (автобусов, поездов)** часто расположены в отдельном отсеке, содержащем все агрегаты системы. Кондиционеры изготавливаются на заводе и предварительно заправляются хладагентом. Они монтируются заводом-изготовителем транспортного средства (например, на крышу). Компрессор иногда имеет электрический привод, который приводится в действие электричеством от основной системы электропитания транспортного средства (например, от электросети электропоезда или генератора, подключенного к основному двигателю). Некоторые кондиционеры снабжаются специальным дизельным двигателем для выработки электроэнергии или непосредственного привода компрессора. В некоторых кондиционерах в автобусах компрессор расположен рядом с двигателем транспортного средства и приводится в движение через ременное соединение.

Альтернативные технологии

Альтернативные технологии отсутствуют. Однако из-за изменений в автомобильных двигательных установках (например, гибридные транспортные средства, электромобили, системы стоп-старт) проектировщики транспортных кондиционеров рассматривают различные новые технологии, включая накопители холода с фазовым переходом, использование вторичного контура и реверсивных систем для обеспечения отопления салона автомобиля при помощи теплового насоса.



Транспортный кондиционер:
схема

Изменения, вызванные выводом из обращения ОРВ

До 1990 года во всех транспортных кондиционерах (в легковых автомобилях и микроавтобусах) применялся ХФУ-12. В странах, не действующих в рамках статьи 5, в начале 1990-х годов в большинстве новых автомобилей начал применяться ГФУ-134а. Он является стандартным хладагентом для кондиционеров малогабаритных автомобилей во всем мире. В кондиционерах крупногабаритных транспортных средств, в странах, не действующих в рамках статьи 5, до 2000 года широко использовался ГХФУ-22. В современных системах применяются хладагенты, представленные в таблице 1. В странах статьи 5, в отдельных новых системах все еще используется ГХФУ-22.

Таблица 1: Транспортные кондиционеры: характеристики оборудования, работающего на ГФУ

Подсектор:	Легковые автомобили и микроавтобусы	Крупногабаритные транспортные средства
Стандартное количество хладагента	0.4 - 0.8 кг	2 - 20 кг
Стандартная холодопроизводительность	3 - 5 кВт	10 - 30 кВт
Широко используемые ГФУ-хладагенты	ГФУ-134а (ПГП 1430 ¹)	R-410A (ПГП 2088) R-407C (ПГП 1774) ГФУ-134а (ПГП 1430)
Холодильный контур	Система непосредственного испарения (НИ) с компрессором, приводимым в движение ремнем двигателя автомобиля	Система непосредственного испарения (НИ) с электроприводом или приводом от двигателя

¹ Все значения ПГП приведены в Четвертом докладе об оценке МГЭИК

Изготовление/монтаж		Компоненты устанавливаются на производственной линии автомобилей	Агрегат заводского изготовления, предварительно заправленный хладагентом
Стандартное размещение оборудования		В моторном отсеке и системе вентиляции	В отдельном корпусе (например, на крыше)
Типичная годовая интенсивность утечки		2% - 10%	5% - 15%
Основной источник выбросов ГФУ		Эксплуатационные утечки	Эксплуатационные утечки
Приблизительная разбивка годовой потребности в хладагенте	Новые системы	70%	40%
	Обслуживание	30%	60%



Крышный автобусный кондиционер с электроприводом



Крышный кондиционер для ж.д. вагона с электроприводом

2. Альтернативы ныне используемым ГФУ-хладагентам

Таблица 2: Альтернативы с более низким ПГП для транспортных кондиционеров

Хладагент	ПГП	Класс воспламеняемости ²	Примечания
Легковые автомобили и микроавтобусы			
ГФО-1234yf	4	2L	Используется в ЕС в соответствии с Директивой ЕС по транспортным кондиционерам и в США в рамках соблюдения регламента по выбросам ПГ.
R-744 (CO ₂)	1	1	Готов для использования некоторыми автопроизводителями
R-444A	93	2L	Недавно разработанные смеси, рассматриваемые некоторыми производителями
R-445A	120	2L	
Крупногабаритные транспортные средства (автобусы, поезда и т.п.)			
ГФО-1234yf	4	2L	По производительности похож на ГФУ-134а, и подходит для систем, в которых согласно правилам безопасности можно использовать хладагент, обладающий низкой воспламеняемостью.
ГФУ-32	675	2L	Данные хладагенты по эффективности похожи на R-410A, и подходят для систем, в которых согласно правилам безопасности можно использовать хладагент, обладающий низкой воспламеняемостью.
R-446A	460	2L	
R-447A	582	2L	
R-744 (CO ₂)	1	1	Рассматриваются производителями автобусов и поездов. В некоторых автобусных кондиционерах R-744 уже используется.
R-450A	601	1	Новые негорючие смеси по производительности похожие на ГФУ-134а
R-513A	631	1	

В подсекторе систем для автомобилей и микроавтобусов идет интенсивная разработка альтернатив с низким ПГП, обусловленная региональным законодательством, вводящим запрет на использование ГФУ-134а (например, Директива ЕС по транспортным кондиционерам) либо стимулированием внедрения веществ с низким ПГП (например, регламент по выбросам ПГ в США). Основными рассматриваемыми альтернативами являются ГФО-1234yf и R-744. Однако на сегодняшний день только ГФО-1234yf нашел коммерческое применение. Многие автопроизводители предпочитают использовать ГФО-1234yf, так как это требует лишь

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

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

незначительной модификации системных компонентов. Были проведены масштабные испытания этого хладагента, обладающего низкой воспламеняемостью (при объеме заправки хладагента около 0,5 кг), которые показали, что его применение безопасно. Некоторые автопроизводители рассматривают возможность перехода на R-744. Использование углеводородов рассматривалось некоторыми поставщиками оборудования, но большинство автопроизводителей не заинтересованы в использовании хладагентов, обладающих высокой воспламеняемостью.

Поиск подходящей альтернативы для использования в кондиционерах крупногабаритных транспортных средств (автобусов, поездов) потенциально сложнее, так как объем заправки хладагента в этих системах значительно выше, чем в автомобильных кондиционерах. Если существует возможность безопасного использования хладагента, обладающего низкой воспламеняемостью, существует ряд альтернатив с потенциально более низким ПГП, по сравнению с ныне используемыми ГФУ. Если требуется использовать негорючий хладагент, возможным вариантом является R-744, хотя его эффективность при использовании в условиях жаркого климата является проблемой. R-450A и R-513A - негорючие альтернативы с ПГП около 600 и по свойствам похожие на ГФУ-134a; они могут быть использованы в некоторых кондиционерах автобусов и поездов.

3. Рассмотрение основных вопросов

Безопасность и практичность

Автомобильные кондиционеры (используемые в легковых автомобилях и микроавтобусах). Масштабные испытания, проведенные автопроизводителями показали, что ГФО-1234yf, обладающий низкой воспламеняемостью, можно безопасно использовать, хотя некоторые производители поставили под сомнение результаты испытаний. R-744 - негорючий альтернативный хладагент, для безопасного использования которого проектировщики должны предотвратить возможность накопления в салоне высоких концентраций R-744 в случае утечек из системы.

Кондиционеры для крупногабаритных транспортных средств. Использование хладагента, обладающего низкой воспламеняемостью в кондиционерах крупногабаритных транспортных средств может иметь больше ограничений, чем в автомобильных кондиционерах. Если хладагент, обладающий низкой воспламеняемостью, будет признан возможным для использования, имеется ряд вариантов, включая ГФО-1234yf, а также альтернативы R-410A, имеющие ПГП в диапазоне 500-700. Если необходимо использовать негорючий хладагент, основными вариантами являются R-744 или смесь по свойствам похожая на ГФУ-134a и с ПГП около 600.

Наличие на рынке

Автомобильные кондиционеры (используемые в легковых автомобилях и микроавтобусах). Системы на ГФО-1234yf широко используются во многих новых моделях автомобильных кондиционеров. В конце 2014 года уже в нескольких миллионах автомобильных кондиционеров использовался ГФО-1234yf. Системы на R-744 еще не коммерциализированы. Производители и поставщики оборудования провели испытания систем на R-445A на эффективность, совместимость материалов, воспламеняемость, а также оценили риски. Однако данные системы еще не вышли на рынок.

Кондиционеры крупногабаритных транспортных средств. В данном секторе разработки проводятся медленно, и доступны несколько альтернатив с более низким ПГП. Доступны несколько транспортных кондиционеров на R-744. В данном секторе необходимы дальнейшие технологические разработки.

Стоимость

Автомобильные кондиционеры (используемые в легковых автомобилях и микроавтобусах). ГФО-1234yf дороже, чем ГФУ-134а. Ожидается, что с расширением использования разница в цене будет уменьшаться. Высокая стоимость ГФО-1234yf и его сходство с ГФУ-134а могут увеличить риск использования поддельных хладагентов (т.е. ГФУ-134а вместо ГФО-1234yf). Ожидается, что системы на R-744 будут дороже, чем существующие ГФУ-системы, но также ожидается, что с расширением использования R-744 их стоимость снизится.

Кондиционеры крупногабаритных транспортных средств. Стоимость кондиционеров для крупногабаритных транспортных средств на данный момент неизвестна.

Энергоэффективность

Автомобильные кондиционеры (используемые в легковых автомобилях и микроавтобусах). Может потребоваться незначительная конструктивная доработка систем на ГФО-1234yf (например, использования внутреннего теплообменника) для обеспечения энергоэффективности, сравнимой с ГФУ-134а. R-744 имеет более высокую эффективность при низкой/умеренной температуре окружающей среды, но более низкую эффективность при высокой тепловой нагрузке в условиях жаркого климата.

Кондиционеры крупногабаритных транспортных средств. Энергоэффективность данных систем неизвестна.

Возможность применения в странах с жарким климатом

Автомобильные кондиционеры (используемые в легковых автомобилях и микроавтобусах). Использование транспортных кондиционеров на ГФО-1234yf с внутренним теплообменником в странах с жарким климатом не создает дополнительных трудностей по сравнению с использованием систем на ГФУ-134а. R-744 меньше подходит для использования в условиях жаркого климата из-за снижения эффективности.

Кондиционеры крупногабаритных транспортных средств. Ожидается, что хладагенты с низким давлением, а именно ГФО-1234yf, R-450A и R-513A, будут эффективны в условиях жаркого климата. R-744 меньше подходит для использования в условиях жаркого климата из-за снижения эффективности.

Возможности ретрофита существующих систем

Как правило, ретрофит транспортных кондиционеров на альтернативный хладагент с более низким ПГП нецелесообразен.

В некоторых регионах был проведен ретрофит автомобильных кондиционеров на УВ-хладагент. Это потенциально опасно и не поддерживается автопроизводителями.

Обучение

ГФУ/ГФО, обладающие низкой воспламеняемостью. Для обслуживания и ремонта транспортных кондиционеров, в которых используются хладагенты, обладающие низкой воспламеняемостью, обучение играет важную роль. Обучение работе с ГФО-1234yf уже организовано автопроизводителями и другими организациями.

R-744. Системы на R-744 находятся под значительно более высоким давлением, чем системы на ГФУ, и техническим специалистам требуется специальная подготовка для работы с R-744. Обучение работе с автомобильными кондиционерами на R-744 пока не проводится, поскольку данные системы еще не вышли на рынок.

Сведение к минимуму выбросов ГФУ из существующего оборудования

Автомобильные кондиционеры (используемые в легковых автомобилях и микроавтобусах). Большой частью выбросы ГФУ из транспортных кондиционеров имеют место в течение срока службы (в том числе, до 95%, когда транспортное средство не используется). Проведение надлежащего технического обслуживания и ремонта снизит уровень утечек, при этом возможности для усовершенствования существующих систем ограничены. Надлежащее проектирование и выбор компонентов автопроизводителями уже привели к значительному снижению уровня утечек по сравнению с традиционными показателями. Например, важную роль играет использование более качественных гибких шлангов, двойных уплотнительных колец и улучшенных уплотнений компрессора.

Кондиционеры для крупногабаритных транспортных средств. Как и в случае с автомобильными кондиционерами, большей частью выбросы ГФУ из кондиционеров крупногабаритных транспортных средств имеют место в течение срока службы. Проведение регулярных испытаний на утечки и соблюдение надлежащих процедур технического обслуживания и ремонта могут значительно снизить уровень утечек. Данные транспортные кондиционеры содержат относительно большой объем хладагента, поэтому рециклирование ГФУ во время технического обслуживания и ремонта, а также в конце срока службы играет важную роль.