

# ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЛИСТОК 2

## Обзор основных направлений использования ГФУ

### 1. Введение

В этом информационном листке представлен краткий обзор секторов экономики, в которых используются ГФУ. Каждое направление подробно рассматривается в следующих информационных листках, с 3 по 14.

Чтобы оценить потенциал сокращения спроса на ГФУ, важно понять основные направления их применения и рассмотреть возможности и ограничения использования альтернатив с более низким ПГП. До 1990 года ГФУ почти не использовались. В то время нынешние секторы экономики, в которых используются ГФУ, потребляли озоноразрушающие вещества (ОРВ), в основном ХФУ и ГХФУ. Поскольку в соответствии с Монреальским протоколом ОРВ были выведены из обращения, то ГФУ стали одними из наиболее значимых химических соединений, избранных в качестве заменителей ОРВ.

В некоторых бывших секторах потребления ОРВ, существовала возможность перехода на альтернативы, не содержащие фторуглероды. Например, значительная часть крупнейшего сектора потребления ОРВ – аэрозольной продукции – смогла перейти на такие пропелленты, как углеводороды, или на качественно иные технологии, как-то: пульверизаторы или шариковые аппликаторы. Вместе с тем, в некоторых существенных секторах потребления, например, в секторе холодильного оборудования и кондиционеров, ГФУ стали привлекательной альтернативой благодаря своей негорючести и низкой токсичности. ГФУ были разработаны как замена ОРВ. Производство ГФУ быстро выросло, поскольку необходимо было обслуживать потребности ключевых секторов, рассмотренных ниже в разделе 4.

В этом информационном листке вкратце освещены следующие темы:

- a) наиболее распространенные ГФУ
- b) главные секторы потребления ГФУ и, где уместно, их подсекторы
- c) имеющиеся возможности сокращения текущих объемов потребления и потерь (эмиссий) ГФУ

Тенденции использования ГФУ в разных секторах экономики и разных регионах мира быстро меняются. В странах статьи 5, потребление ГФУ растет вследствие вывода из обращения ОРВ и экономического роста. В некоторых странах, не действующих в рамках статьи 5, потребление ГФУ сокращается вследствие реализации политики, направленной на предотвращение изменения климата. Достоверных данных об объемах производства и потребления ГФУ на глобальном уровне относительно немного. Как следствие, некоторые данные, приведенные в этом информационном листке, представляют собой оценки, сделанные на основе ряда опубликованных источников, включая исчерпывающие данные из конкретных регионов вкупе с результатами исследований по моделированию потребления. Эти данные следует рассматривать не как точные мировые цифры, а как полезные показатели, описывающие ключевые секторы потребления ГФУ.

### 2. Химические вещества гидрофторуглероды (ГФУ)

ГФУ образуют большую группу фторуглеродных химических соединений. Каждая из них состоит из различных комбинаций водорода, фтора и углерода. Имеется 19 разных ГФУ, ПГП<sup>1</sup> которых – от 100 до почти 15000. В секторе преобладают лишь несколько ГФУ:

---

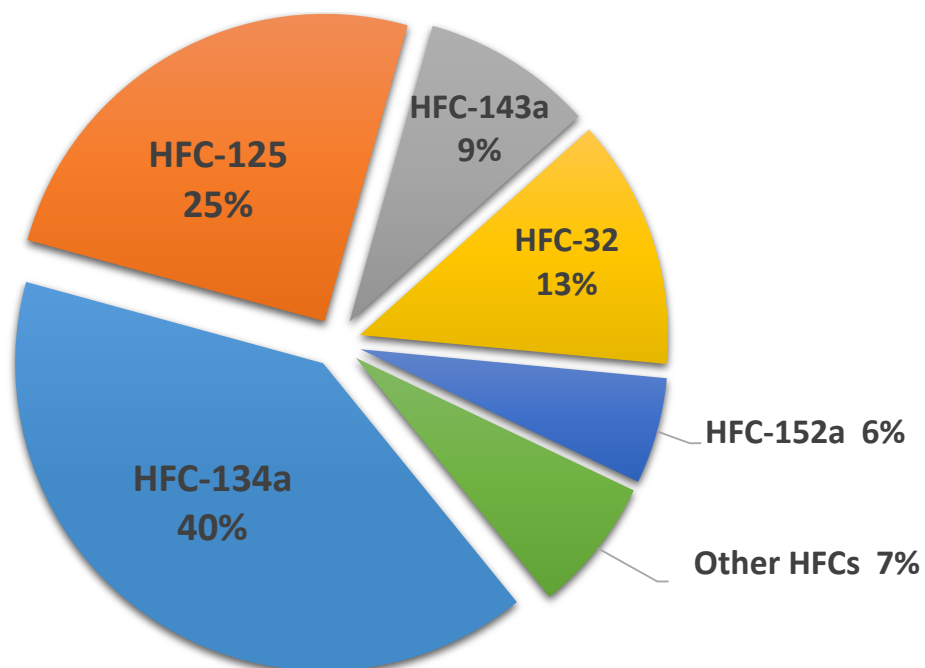
<sup>1</sup> Все значения потенциала глобального потепления (ПГП) приведены в Четвертом докладе об оценке МГЭИК

- На рис. 1 показано, что в общемировом объеме потребления, выраженном в метрических тоннах, 90% приходится на пять ГФУ: ГФУ-134а, ГФУ-125, ГФУ-143а, ГФУ-32 и ГФУ-152а.
- Если рассматривать данные, выраженные в тоннах CO<sub>2</sub>-эквивалента<sup>2</sup>, то три из этих ГФУ составляют основную часть общего потребления. На рис. 2 показано, что на ГФУ-134а, ГФУ-125 и ГФУ-143а приходится около 90% потребления, взвешенного по ПГП. ГФУ-32 и ГФУ-152а составляют меньшую часть общего потребления, взвешенного по ПГП, поскольку оба они обладают намного более низким ПГП, чем три преобладающих ГФУ.
- Большую часть категории «другие ГФУ» на рисунках 1 и 2 составляет потребление еще трех ГФУ: ГФУ-245fa, ГФУ-365mfc и ГФУ-227ea.

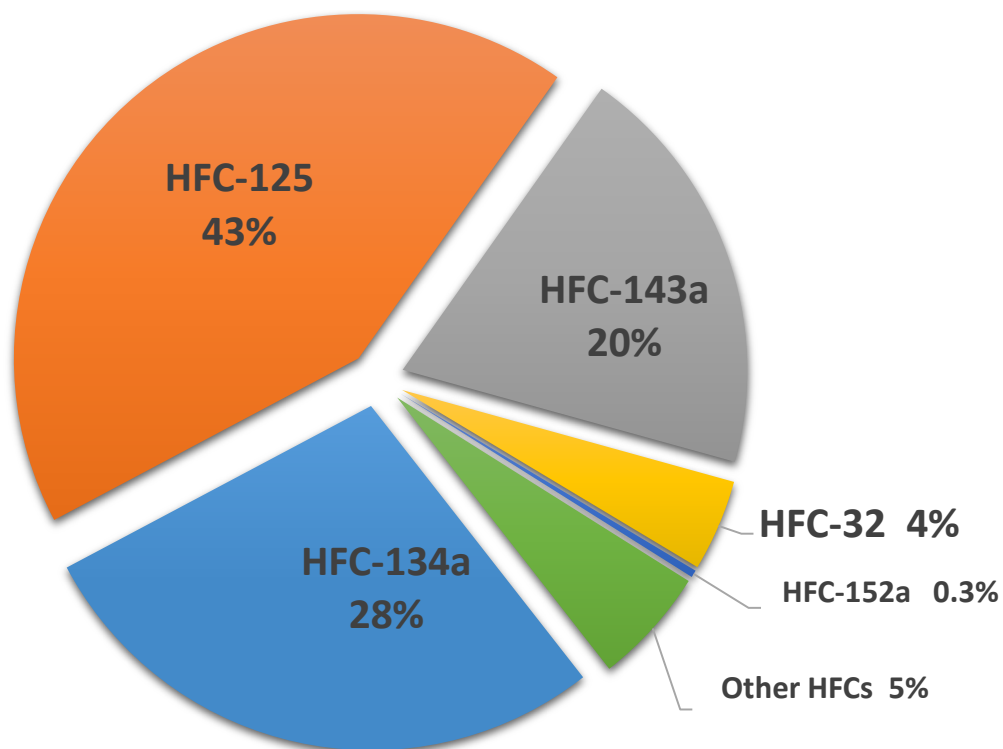
---

<sup>2</sup> Количество в тоннах CO<sub>2</sub>-эквивалента рассчитывается путем умножения количества соответствующего ГФУ в метрических тоннах на его ПГП

**Figure 1** Структура глобального потребления ГФУ (мт), 2012 г.



**Figure 2** Структура глобального потребления ГФУ (т CO<sub>2</sub>), 2012 г.



### 3. Смеси ГФУ

Из преобладающих ГФУ, представленных на рис. 1 и 2, только ГФУ-134а используется в значительных количествах как чистое вещество. ГФУ-125, ГФУ-143а и ГФУ-32 используются как компоненты смесей, применяемых преимущественно в секторе охлаждения и кондиционирования воздуха. ГФУ-152а используется в смесях для производства аэрозольной продукции и изготовления пено-изоляционных материалов. Имеется большое количество смесевых хладагентов, причем это число существенно увеличивается по мере того, как в ответ на региональные меры контроля за использованием ГФУ с высоким ПГП на рынке быстро появляются новые смеси.

В системе нумерации хладагентов ASHRAE насчитывается уже свыше 60 разных смесей. Как и в случае с чистыми ГФУ, в использовании преобладает небольшое число смесей ГФУ. В частности, в 2012 году тремя основными смесями ГФУ (более 90% общего потребления всех смесей, взвешенного по ПГП) были:

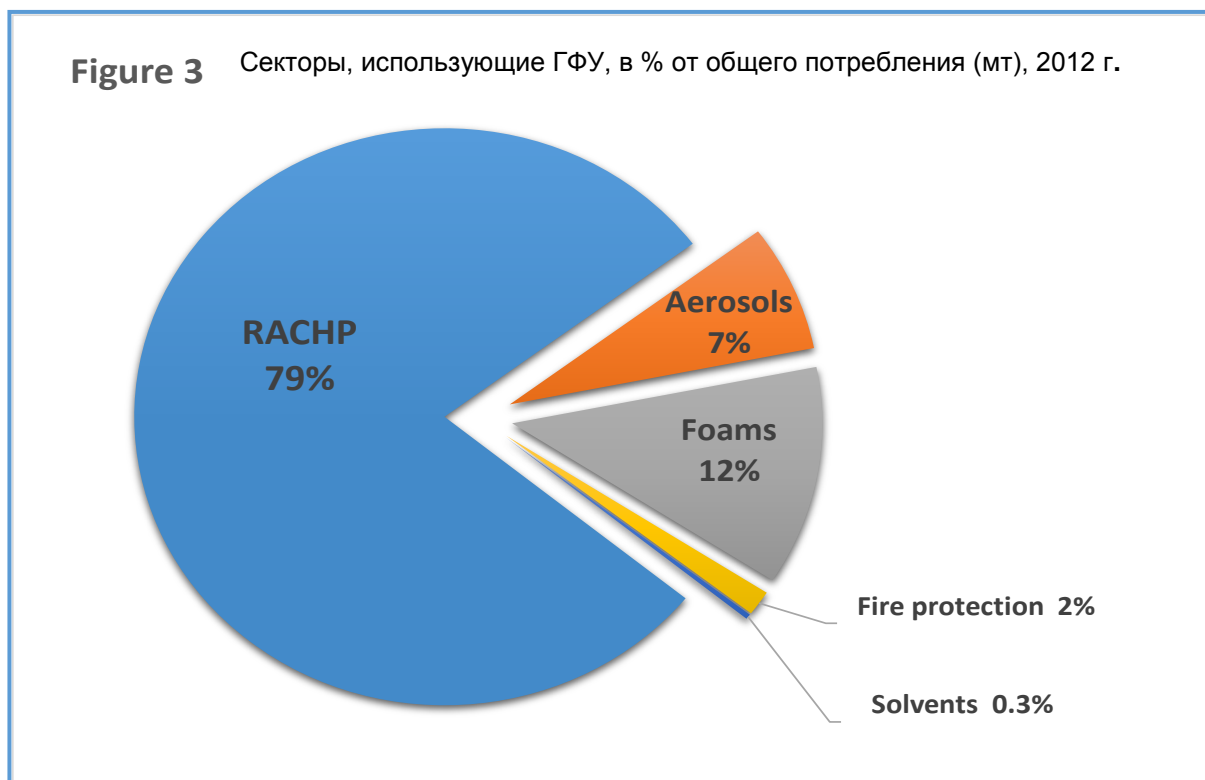
- R-404A
- R-410A
- R-407C

### 4. Направления использования ГФУ

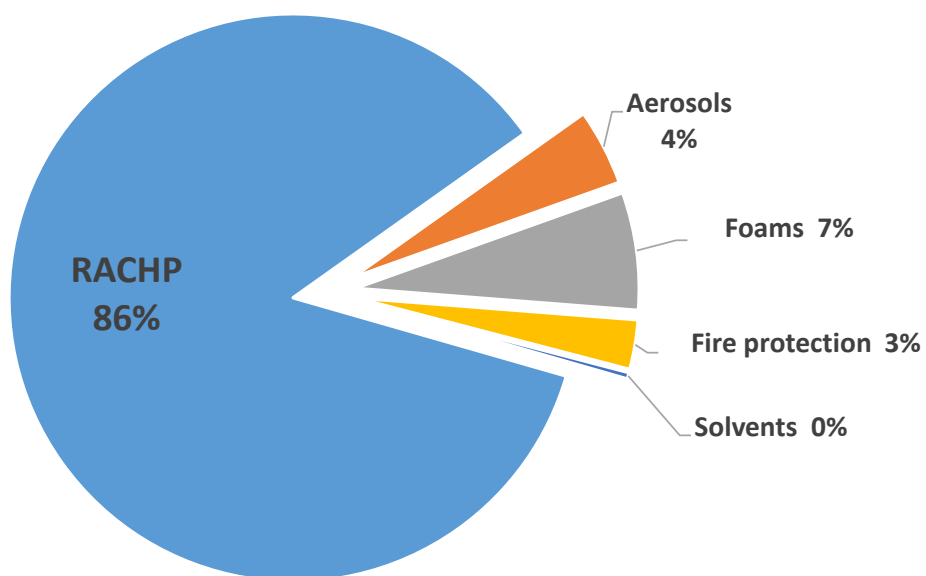
ГФУ используются в основном в 5 секторах. Это:

- а) охлаждение, кондиционирование воздуха, тепловые насосы (ОКВТН)
- б) изоляционные пеноматериалы
- в) аэрозольная продукция
- г) системы пожаротушения
- д) растворители

Структура потребления в этих секторах представлена на рис. 3 (в метрических тоннах) и рис. 4 (в тоннах CO<sub>2</sub>-эквивалента, взвешенных по ПГП).



**Figure 4** Секторы, использующие ГФУ, в % от общего потребления (т CO<sub>2</sub>), 2012 г.



## Комментарии по направлениям использования ГФУ

Основным направлением использования является охлаждение, кондиционирование воздуха и тепловые насосы (ОКВТН). На его долю приходится 79% потребления ГФУ в метрических тоннах. Этот показатель возрастет до 86% при перерасчете с учетом ПГП этих веществ. Это увеличение обусловлено тем, что для оборудования в этом секторе требуются ГФУ с более высоким средним ПГП, чем для других основных направлений. По оценкам, средний ПГП ныне используемых хладагентов-ГФУ составляет около 2200.

На долю производства аэрозольной продукции и пеноматериалов приходится в совокупности почти 20% потребления ГФУ в метрических тоннах, но используемые ГФУ имеют в среднем более низкий ПГП, чем используемые в ОКВТН, поэтому в объеме потребления, в перерасчете с учетом ПГП, они занимают всего лишь 11%. Средний ПГП ГФУ, используемых сейчас в качестве пенообразователей и аэрозольных пропеллентов, составляет около 1000.

Такие направления использования ГФУ, как системы пожаротушения и растворители для очистки, очень малы по сравнению с ОКВТН, аэрозольной продукцией и пеноматериалами. В системах пожаротушения применяются ГФУ с высоким ПГП, однако используемые объемы очень малы.

ГФУ-134а используется по всем трем основным направлениям (ОКВТН, аэрозольная продукция, пеноматериалы).

Остальными ГФУ-хладагентами, которые использовались в секторе ОКВТН в 2012 году, большей частью были смеси.

ГФУ-227ea используется в малых количествах для производства аэрозольной продукции, пеноматериалов и в системах пожаротушения.

**Таблица 1:**  
**Основные ГФУ, используемые в главных секторах потребления**

Направление использования	Основные ГФУ	ПГП
<b>ОКВТН</b>	R-404A	3922
	R-410A	2088
	R-407C	1774
	ГФУ-134а	1430
<b>Аэрозольная продукция</b>	ГФУ-134а	1430
	ГФУ-152а	124
	ГФУ-227ea	3220
<b>Пеноматериалы</b>	ГФУ-134а	1430
	ГФУ-245fa	1030
	ГФУ-365mfc /	960 - 1100
	ГФУ-227ea	
<b>Пожаротушение</b>	ГФУ-227ea	3220
	ГФУ-125	3500
	ГФУ-23	14800
<b>Растворители</b>	ГФУ-4310mee	1640

## 5. Подробнее об ОКВТН

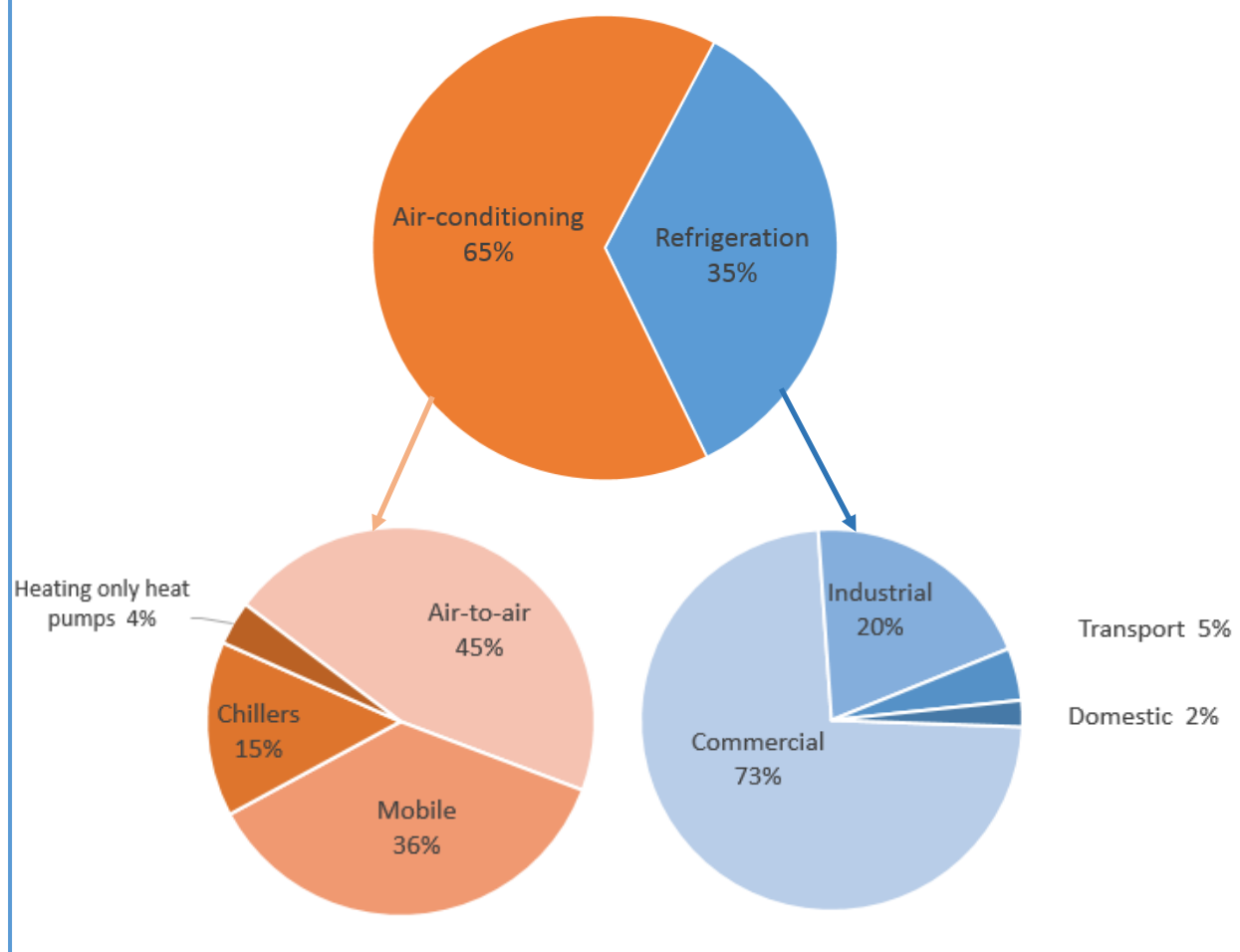
Поскольку на сектор ОКВТН приходится такая большая доля потребления ГФУ, важно понять структуру потребления ГФУ с разбивкой по подсекторам этого сектора. По оценкам, 65% мирового потребления ГФУ (взвешенного по ПГП) на рынке ОКВТН составляет потребление, связанное с кондиционированием воздуха и тепловыми насосами, а 35% - с охлаждением.

Сектор ОКВТН можно подразделить на четыре подсектора кондиционирования воздуха / тепловых насосов и четыре подсектора охлаждения, как показано на рис. 5.

Основными направлениями потребления ГФУ в подсекторе кондиционирования воздуха (около 80% общего потребления) являются воздушно-воздушные системы кондиционирования воздуха и транспортные (мобильные) холодильные системы. Воздушно-воздушный подсектор включает значительную долю реверсивных агрегатов, работающих и как кондиционеры, и как тепловые насосы, использующие воздух как источник тепла.

В подсекторе холодильного оборудования в использовании ГФУ преобладает торговое и промышленное холодильное оборудование: на него приходится свыше 90% общего потребления.

Figure 5: Потребление ГФУ в подсекторах ОКВТН (взвешенное по ППП), 2012 г.

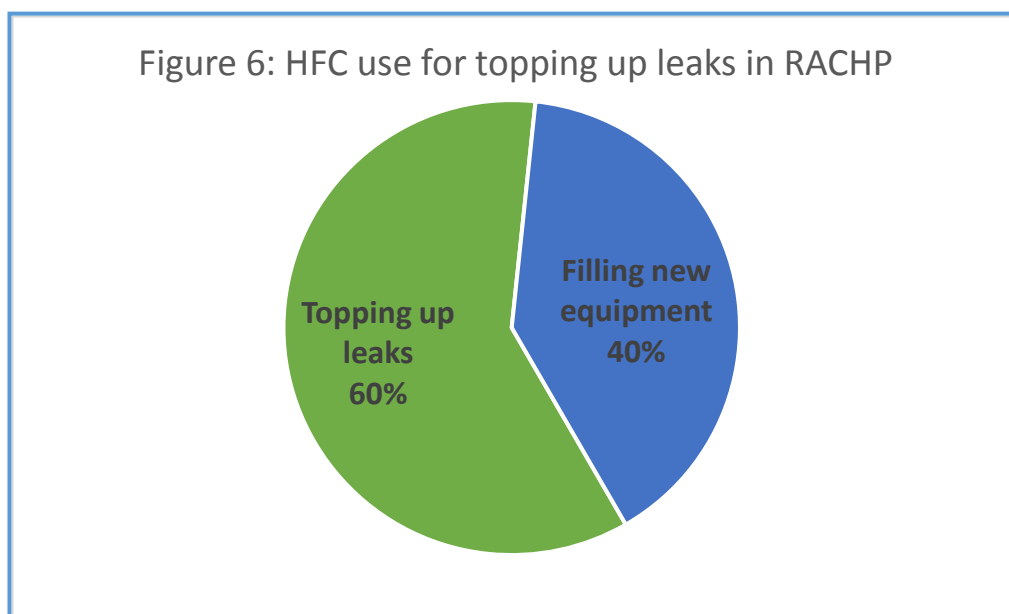


## Использование ГФУ в новом оборудовании ОКВТН и для технического обслуживания

На рис. 6 изображена структура потребления ГФУ с разбивкой на два направления: заправку нового оборудования и техническое обслуживание и ремонт. Во многих системах ОКВТН имеет место относительно высокий уровень утечек; более половины общего потребления ГФУ приходится на восполнение хладагента, потерянного вследствие значительных утечек или более серьезных происшествий, вызвавших полную потерю хладагента (например, дорожно-транспортного происшествия, в котором был поврежден автомобильный кондиционер).

Уровень утечек в разных сегментах сектора ОКВТН существенно различается. Тремя секторами, где традиционно наблюдаются высокие уровни утечек, являются торговое холодильное оборудование большой производительности, промышленное холодильное оборудование и транспортные (мобильные) холодильные системы. Очень низкие уровни утечек характерны для герметичных холодильных систем малой производительности (а именно, бытовых холодильников). Надлежащим образом установленные сплит-системы кондиционирования воздуха отличаются намного более низким уровнем утечек, нежели торговое холодильное оборудование.

Эти высокие уровни утечек иллюстрируют важность усилий по уменьшению утечек в рамках инициативы по сокращению использования ГФУ.



## 6. Подробнее о других направлениях использования

### Аэрозольная продукция

Применение ГФУ в качестве аэрозольных пропеллентов можно разделить на 2 подсектора:

- На **аэрозольные препараты** (дозированные ингаляторы (ДИ)), используемые для принятия лекарств, действующих на органы дыхания, приходится около 35-45% общего потребления ГФУ при производстве аэрозольной продукции. В большинстве ДИ применяется ГФУ-134а. Приблизительно в 5% используется ГФУ-227еа.
- На **технические аэрозоли и новые аэрозоли** приходится около 25-35% общего потребления ГФУ: это преимущественно ГФУ-134а и некоторое количество ГФУ-152а.

### Вспененные теплоизоляционные материалы

Применение ГФУ в качестве пенообразователя можно разделить на 2 подсектора:



- **Производство экструдированного пенополистирола** составляет около 40-50% общего потребления ГФУ в этом секторе.
- **Производство полиуретановых пеноматериалов** (на основе полиуретана, полиизоцианата и пенофенопластов) составляет около 50-60% общего потребления ГФУ в этом секторе. Крупнейшие потребители ГФУ в подсекторе полиуретановых пеноматериалов – звуко-теплоизоляция оборудования, сэндвич-панели, монтажная пена, на которые приходится 75% общего потребления.

## 7. Возможности для сокращения потребления ГФУ

Возможности для снижения нынешних уровней потребления ГФУ делятся на 4 основные группы:

- 1) **Применение в новом оборудовании альтернатив с более низким ПГП.** По мере истечения срока службы старого оборудования возникает необходимость его замены, то есть возможность использования подходящей альтернативы с более низким ПГП. В некоторых случаях есть хорошие технические возможности для применения альтернативы с очень низким ПГП (например, с ПГП ниже 10, как у R-744, УВ-290 или ГФО-1234ze). Это позволит сократить потребление, взвешенное по ПГП, почти на 100%. В некоторых подсекторах соображения стоимости или безопасности могут обусловить использование альтернативы на основе ГФУ с умеренным ПГП. Существует ряд альтернатив с более низким ПГП, в диапазоне от 200 до 700, которые обеспечат сокращение потребления, взвешенного по ПГП, на 60-90%.
- 2) **Применение в существующем оборудовании, где целесообразно, альтернатив с более низким ПГП.** В то время как ретрофит многих типов оборудования, содержащего ГФУ, включая герметичные холодильные системы, нецелесообразен, можно безопасно провести ретрофит многих типов оборудования с большим зарядом, а именно централизованных агрегатированных торговых холодильных систем. Во многих из этих систем охлаждения с применением ГФУ используется R-404A, хладагент с очень высоким ПГП – 3922. Доказано, что замена R-404A во многих системах экономически эффективна. Можно провести ретрофит существующего оборудования путем замены хладагента на негорючий хладагент, похожий по свойствам на R-404A, но имеющий ПГП в диапазоне 1400-2100, что позволит уменьшить потребление, взвешенное по ПГП, на 50-70%. Во многих случаях, после ретрофита, холодильная система имеет более высокую энергоэффективность, чем старая система на R-404A, что обеспечивает экономию затрат на электроэнергию и сокращение выбросов CO<sub>2</sub>, связанных с энергией. Это важный вариант быстрого решения задачи сокращения потребления ГФУ.
- 3) **Предотвращение утечек.** В секторе ОКВТН использование ГФУ для восполнения потерь, вызванных утечками, составляет, по оценкам 55-65% общего потребления ГФУ. Есть прекрасные возможности для сокращения утечек. Это – еще одна стратегия, которая может обеспечить быстрое уменьшение потребления ГФУ.
- 4) **Использование извлеченных ГФУ.** Когда срок службы старого оборудования, содержащего ГФУ, истекает, важно обеспечить утилизацию (сбор и подготовку для повторного использования) старых ГФУ. Это уменьшает выбросы по окончании срока службы и создает возможность для повторного использования утилизированного хладагента. Использование извлеченного хладагента вне рамок «системы квот на постепенное сокращение применения» может быть важной стратегией для стимулирования утилизации хладагента по истечении срока службы старого оборудования.

## 8. Техническая разработка альтернатив с низким ПГП

Отмечается быстрое развитие альтернатив с низким ПГП используемым ГФУ. Этот процесс стимулируется в основном принятием в некоторых регионах нормативных актов, предписывающих уменьшать потребление ГФУ. В информационных листках 3-14 описаны и проанализированы многочисленные альтернативы с низким ПГП. Всего лишь пять лет назад многие из них были недоступны.

Эти альтернативы делятся на две группы:

- существующие альтернативы (углеводороды, R-744 (CO<sub>2</sub>), R-717 (аммиак) и ГФУ-32), для которых разработаны новые технологии, обеспечивающие повышение эффективности, решение проблем безопасности или сокращение затрат. Следует отметить, что эти новые разработки не обязательно могут быть применимы ко всем направлениям использования или во всех климатических условиях. В последние годы идет масштабный инновационный процесс и количество установленных систем, в которых используются эти альтернативы, возрастает в геометрической прогрессии. Яркий пример – использование R-744 в холодильном оборудовании для супермаркетов: доступные сегодня холодильные системы имеют более высокую энергоэффективность и более эффективны экономически, чем те, что были доступны 5 лет назад.
- внедрение новых химических веществ, которые ранее не были коммерчески доступны. Это касается новых ГФУ веществ (также известных как ненасыщенные ГФУ) и смесей ГФО с ГФУ. Первое из этих веществ появилось около 5 лет назад. Сейчас доступны или в стадии разработки несколько чистых веществ и множество смесей хладагентов.

Ожидается, что техническая разработка этих и других альтернатив с низким ПГП продолжится в следующие 5-10 лет.