



# Структура потребления и выбор хладагентов в свете выполнения Российской Федерацией международных обязательств

Ю. Н. Дубровин, Председатель Правления Россоюзхолодпрома, Почетный машиностроитель, академик Международной академии холода

А. В. Скоренко, член Правления Россоюзхолодпрома, исполнительный директор ООО «Альфа-Холод»

В свете международных обязательств Россия приступила к поэтапному сокращению использования гидрофторуглеродов, что требует серьезных изменений в производственных процессах и регулировании. Статья раскрывает последствия ратификации Кигалийской поправки к Монреальскому протоколу для отечественного рынка и возможные пути перехода на более экологически безопасные хладагенты. Ключевые аспекты включают изменения в законодательстве, технологии и рынки хладагентов, а также практические трудности и пути решения, которые необходимы для достижения целей по снижению ПГП.



внесены существенные изменения. В список регулируемых веществ были добавлены гидрофторуглероды (ГФУ). Эти вещества в основном применяются как холодильные агенты – рабочие вещества в холодильных машинах, кондиционерах воздуха; также ГФУ используются в некоторых других областях.

ГФУ не разрушают озоновый слой, но являются эффективными парниковыми газами, что в политическую эпоху борьбы с глобальным потеплением становится более чем актуальным вопросом. За единицу оценки этого свойства (парникового эффекта) было принято считать способность углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) поглощать инфракрасное излучение. Такое свойство  $\text{CO}_2$  взяли за эталон, назвав его «потенциал глобального потепления» (ПГП). В англоязычном варианте это обозначается как GWP.

Проведя обширные исследования, специалисты стали измерять эффективность данного свойства и для ГФУ. Например, R134a, заправленный сегодня в кондиционеры почти всех автомобилей в нашей стране, имеет ПГП, равный 1430. Это означает, что данное вещество в газовом состоянии поглощает ИК-излучение в 1430 раз сильнее, чем  $\text{CO}_2$ .

Итак, в 2016 году сторонами Монреальского протокола была принята Кигалийская поправка, призванная смягчить изменение климата путем поэтапного сокращения производства и потребления ГФУ в целях удержания потепления атмосферы в пределах 1,5–2 °C за счет уменьшения воздействия парниковых газов. Кигалийская поправка дополнила Монреальский протокол новым списком регулируемых веществ (приложение F «Гидрофторуглероды») и положениями о необходимости поэтапного сокращения производства и потребления гидрофторуглеродов.

## Современное состояние

В настоящее время Кигалийская поправка ратифицирована большинством стран мира, на сегодняшний день их насчитывается уже более 160, в их числе все крупные индустриальные державы.

Следует отметить, что Российской Федерации, ратифицировавшей Кигалийскую поправку к Монреальному протоколу в 2020 году, в соответствии с критериями Монреальского протокола является технически развитой страной и, соответственно, имеет довольно жесткий график сокращения потребления ГФУ.

## История вопроса

История с контролем оборота химических веществ, о которых пойдет речь, началась еще в прошлом веке с научного открытия воздействия свободных радикалов хлора на озон верхних слоев атмосферы.

По результатам этого исследования, в свое время удостоенного Нобелевской премии, в 1987 году был подписан и в 1989 году вступил в действие Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, который в настоящее время подписали и ратифицировали 197 стран. Изначально документ регулировал потребление лишь определенных озоноразрушающих веществ (ОРВ), включая несколько хлорфторуглеродов (ХФУ), сейчас он предусматривает полное прекращение потребления целого списка ОРВ. На практике цели Монреальского протокола в его изначальном виде были достигнуты даже с некоторым перевыполнением сроков. В настоящее время во всех странах действуют ограничения на применение ОРВ (ХФУ, ГХФУ и бромиды) в соответствии с графиком постепенного вывода их из оборота с итоговой целью полного прекращения их использования.

Монреальский протокол является одним из немногих полноценно действующих международных документов.

В 2016 году по итогам многолетней дискуссии сторон Монреальского протокола в него были

Выйти из Монреальского протокола частично или полностью вряд будет хорошей идеей, поскольку перемещение ОРВ между странами, не ратифицировавшими Монреальский протокол, запрещено, эта же перспектива ждет и ГФУ.

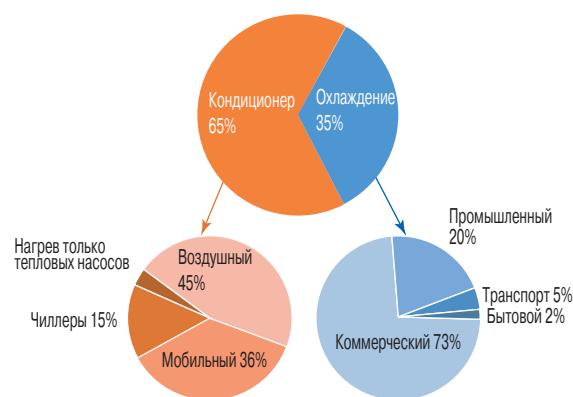
Собственного производства ГФУ в России и странах ЕАЭС практически нет, перспектива его создания экономической и политической целесообразности не имеет. Сырье для производства ГФУ добывается за пределами страны, местный рынок потребления ничтожно мал для обеспечения эффективной рентабельности и конкурентоспособности полноценного производства.

В соответствии со взятыми на себя обязательствами Российской Федерации ввела контроль за производством и импортом ГФУ на уровне Правительства РФ. С 2021 года для ввоза на таможенную территорию России требуется лицензия на импорт ГФУ. Распределяет квоты Минприроды России, выдает разрешение Росприроднадзор, после чего Минпромторг России выдает лицензии, Федеральная таможенная служба контролирует исполнение лицензий на импорт.

При этом Кигалийской поправкой для Российской Федерации, как и для всех стран, определен максимальный размер потребления веществ из контролируемого соглашением перечня. Эта квота называется БАЗОВОЙ ЛИНИЕЙ, и в первоначальном виде для нашей страны она составляет около 46,3 мегатонны (Мт) в эквиваленте CO<sub>2</sub>. Далее ждет только уменьшение этого значения в части потребления ГФУ.

В чем отличие и особенность Кигалийской поправки от изначальной идеи Монреальского протокола?

Если ОРВ (ХФУ и ГХФУ) попадают в итоге под полный запрет, то пришедшие в свое время им на замену ГФУ запрещены не будут (по крайней мере пока). Кигалийская поправка стимулирует



■ Рис. 2. Структура потребления ГФУ для холодильных машин и кондиционеров

потребителей переходить на рабочие вещества, имеющие более низкий ПГП. К сожалению, технически (с точки зрения оборудования и термодинамики веществ) такой переход осуществить в большинстве случаев очень сложно, экономически дорого или вовсе невозможно.

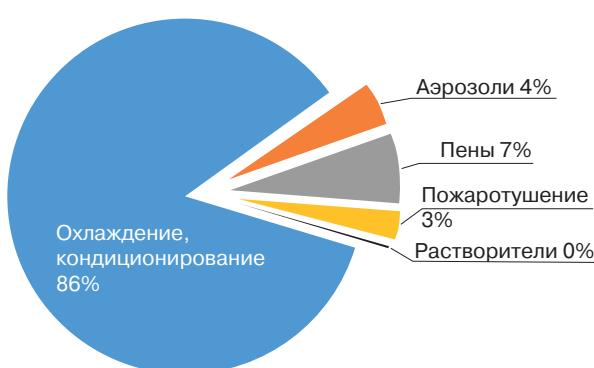
С 2010 года вместе с полным запретом импорта в страну хладона R22 начался интенсивный и успешный переход с ОРВ на ГФУ. Особых сложностей этот процесс не представлял, т. к. параметры работы (объемно-весовые, термодинамические характеристики) наиболее распространенных старых веществ (R12 и R22) практически повторялись в приходящих им на замену ГФУ (R134a, R404a). Сложнее обстоит ситуация с заменой уже самих ГФУ.

Для понимания сложности ситуации необходимо ознакомиться с текущей структурой потребления ГФУ (рис. 1, 2).

Для технологий охлаждения и кондиционирования воздуха расходуется 80–90 % потребляемых страной веществ, из них выделим хладагенты, которые применяются только для холодильных машин и кондиционеров (рис. 2).

Системы кондиционирования воздуха применяются для создания микроклимата в изолированном пространстве. Большую часть данной группы занимают кондиционеры, в основном сплит-системы. Заметный объем потребления приходится на автомобильный транспорт. Еще один сегмент – это промышленные установки центрального кондиционирования, в т. ч. промышленные чиллеры.

На текущий момент хладагенты для охлаждения занимают около 40 % потребления



■ Рис. 1. Структура потребления ГФУ

ГФУ	ПГП (эквивалент CO <sub>2</sub> )	Импорт, т вещества	Импорт в ПГП (эквивалент CO <sub>2</sub> )
R404a R507A	3922 3985	5200 т = 37 %	20,38 МТ CO <sub>2</sub> = 52 %
R134a	1430	4200 т = 30 %	5,90 МТ CO <sub>2</sub> = 15 %
R410a R407C	2088 1774	2100 т = 15 %	4,20 МТ CO <sub>2</sub> = 10 %

контролируемых веществ в пересчете на абсолютный вес. Подавляющий объем потребления ГФУ в сегменте охлаждения приходится на коммерческий холод. К таким холодильным установкам относятся агрегаты мощностью 5–50 кВт в пересчете на холодопроизводительность. Примерами их использования могут служить небольшие камеры для промежуточного хранения продуктов питания продовольственных магазинов, сами продуктовые магазины малого и среднего формата. Объемы рабочего вещества в таких агрегатах не то чтобы большие – от 5 до 200 кг ГФУ, но из-за того что таких установок десятки (а возможно и сотни) тысяч, на них приходится  $\frac{3}{4}$  объема потребления всех «тяжелых» ГФУ.

Осложняет ситуацию именно то, что это вещества с большими значениями ПГП: R404a имеет ПГП, равный 3922, R507 – 3985.

Именно эти вещества сейчас используются в подавляющем большинстве коммерческих и промышленных холодильных установок.

Для сравнения, самый распространенный газ для кондиционирования R134a имеет ПГП 1430.

Теперь мы с вами можем профессионально оценить структуру потребления ГФУ в стране по секторам применения основных веществ.

В таблице приведены наиболее распространенные хладагенты, массово применяемые на практике у нас в стране и во всем мире:

- R404a, R507A – для средних и низких температур (за исключением сверхнизких);
- R134a – для автомобилей и промышленных chillingеров;
- R410a, R407C – для бытового и (полу)промышленного кондиционирования. Во втором столбце приведены значения ПГП для этих веществ, далее в третьем столбце – исторически сложившийся и, можно сказать, текущий объем импорта в Российскую Федерацию. Как уже отмечалось, в России ГФУ не производятся, под производством мы подразумеваем химический синтез компонентов.

Всего в среднем в Россию из года в год импортируется около 13 000 т ГФУ. Это обобщенные и усредненные, но реальные данные, дающие возможность принципиально понять ситуацию. Приведенные в таблице вещества занимают около 85 % этого объема. Именно поэтому следует акцентировать внимание именно на них.

Количество импортируемых хладагентов R404a и R507 составляет 5200 т, что составляет 37 % от массы импорта всех ГФУ. Но если их вес пересчитать в ПГП, то получится 20,38 Мт эквивалента CO<sub>2</sub>, или уже 52 % от текущего объема импорта в тех же единицах измерения.

R134a при объеме импорта 4200 т составляет 30 % от его общей массы, в эквиваленте CO<sub>2</sub> это 5,90 Мт, или 15 % от общего объема импорта.

С кондиционерными R410a в сумме с R407C ситуация несколько легче (см. данные в таблице).

Наиболее сложная работа по замене ГФУ предстоит в коммерческом холоде. Прежде всего речь идет о ретейле. На текущий момент нет готового и недорогого технического решения для перевода, например, небольших магазинов «у дома» на альтернативные хладагенты, в т. ч. природные (аммиак, диоксид углерода, пропан, изобутан). Осложняет ситуацию и отсутствие достаточного количества квалифицированных специалистов для обслуживания и эксплуатации установок на опасных для здоровья человека хладагентах, которыми при нарушении обычных режимов эксплуатации могут стать природные хладагенты.

Тем не менее уже сейчас есть готовые и опробованные решения перевода промышленных холодильных установок на CO<sub>2</sub> и аммиак. Экономически обоснованно и эффективно выглядят системы с производительностью от 500 кВт холода на природных хладагентах.

Встроенные в шкафы и охлаждаемые прилавки малые агрегаты переводятся на пропан и изобутан. Сейчас заправка сильно горючими хладагентами не превышает 150 г, но в случае конструктивной технической проработки с внесением

соответствующих изменений в нормативную документацию в перспективе она может вырасти до 500 г, такое движение в Европе и Северной Америке уже началось.

Бытовое и полупромышленное кондиционирование воздуха переводится на R32, значение ПГП которого составляет 675.

Кондиционирование на транспорте с R134a переводится на R1234yf, который не подлежит контролю в соответствии с Монреальским протоколом, но имеет существенно более высокую цену, чем используемые на текущий момент вещества.

В Российской Федерации с 2021 года введено лицензирование импорта и производства ГФУ. Каждый год Правительство РФ утверждает список импортеров для ввоза хладонов в ограниченном количестве, не превышающем объем национальной квоты РФ в соответствии с международными обязательствами.

В 2025 году мы столкнулись с первым заметным сокращением потребления ГФУ, и далее оно будет продолжаться по утвержденному графику, а в конечном итоге к 2036 году составит лишь 15 % в единицах ПГП от базовой линии (100 %).

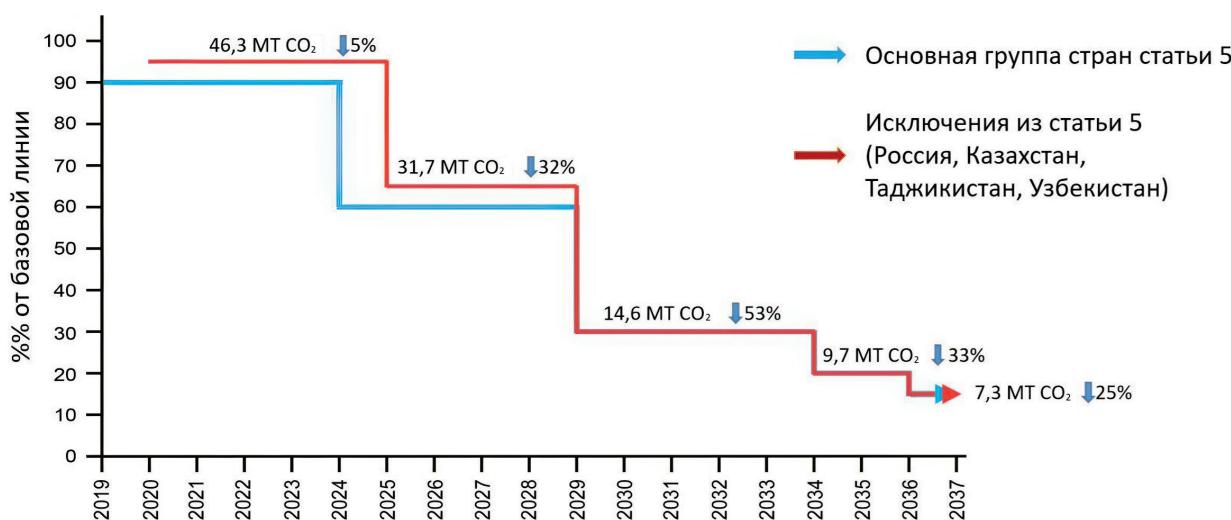
Российский союз предприятий холодильной промышленности (Россоюзхолодпром) с конца 2018 года проводит работу с государственными органами РФ по вопросу реализации Кигалийской поправки в нашей стране. Россоюзхолодпром принял активное участие в расчете и обосновании национальной квоты для РФ: была предложена методика организации лицензирования импортеров и производителей ГФУ на основании текущих и перспективных потребностей народного хозяйства страны, представлены предложения

по организации отчетности о результатах исполнения лицензий. Россоюзхолодпром в контакте с международными организациями проводит образовательную и разъяснительную работу среди представителей государственной власти и потребителей ГФУ по поводу свойств веществ и перспектив их использования.

Большинство предложений Россоюзхолодпрома принято к сведению или применено в нормативной базе, некоторые предложения в настоящее время находятся на стадии обсуждения, и Союз настаивает на их скорейшем принятии.

### Почему важно заранее и последовательно готовиться к сокращению потребления ГФУ

На рис. 3 представлен график сокращения потребления ГФУ для Российской Федерации, он обозначен красной линией. Сейчас мы находимся в точке 65 % объема базовой линии. По нашим предварительным расчетам, этого объема потребления должно быть достаточно для удовлетворения спроса на текущем историческом отрезке, если рационально подходить к распределению квот между производителями, импортерами, отдавая предпочтение профессионалам. На период до 2029 года объемы сложившегося потребления ГФУ и квота импорта будут приблизительно равны и могут несущественно варьироваться в зависимости от политической конъюнктуры. Но это в том случае, если все импортные квоты будут полностью реализованы. Результаты анализа статистических данных импорта показывают, что такого за-



■ Рис. 3. График сокращения потребления ГФУ

прошедшие годы еще не случалось. Модель распределения импортных квот Минприроды России далека от существующих рыночных условий и не соответствует традиционным хозяйственным связям, складывавшимся на протяжении многих лет.

В итоге мы имеем усугубляющуюся ситуацию как с наличием веществ на рынке, так и с ценами на них, которые выросли с начала 2024 года практически в три раза и продолжат повышаться вследствие дефицита хладагентов, вызванного недопоставками в связи с тем, что квота опять не будет выбрана. Для нас очевидно, что высокие цены на хладагенты определяются в основном спекулятивным фактором, что, в свою очередь, является результатом низкого качества отбора претендентов на получение разрешения на импорт ГФУ. Мы продолжаем настаивать на пересмотре методики выдачи разрешений на импорт контролируемых веществ.

В 2029 году предстоит еще более масштабное сокращение ГФУ – на 53 % относительно предыдущего уровня 2025 года. И к этому событию надо основательно готовиться. Без кардинальных изменений структуры потребления ГФУ экономике страны такого не вынести. Простое решение покрытия дефицита товара ростом цены не сработает, поскольку старые хладагенты больше в страну не попадут – их объем ограничен национальной квотой, за этим следит Федеральная таможенная служба.

К 2029 году надо начинать готовиться уже сейчас: вводить все возможные стимулы и ограничения для перехода на холодильные агенты с пониженным ПГП. Технически задача формулируется так: сохранить массу рабочих веществ в тоннах при сокращении их эквивалента в пересчете на ПГП. Для этого потребуется техническое переоснащение холодильных систем. Там, где возможно и экономически наиболее приемлемо, необходимо навязывать потребителям и эксплуатантам экономическими стимулами и административными запретами применение природных хладагентов и ГФУ с низким ПГП.

Список конкретных предложений для Правительства РФ у профессионального сообщества есть. Но темпы реагирования на складывающуюся ситуацию в государственных органах, на наш взгляд, требуют корректировки в сторону значительного ускорения. Хотелось бы наблюдать со стороны ответственных исполнителей в органах федеральной власти чуть больше конструктивизма и еще более тесного контакта с профессиональным сообществом.

Во второй половине 2023 года Россоюзхолодпром начал работу по подготовке предложений

для обеспечения перехода отраслей промышленности РФ к использованию холодильных установок с пониженным применением ГФУ.

Основные положения изложены списком ниже и являются предметом кропотливой работы в предстоящем среднесрочном периоде:

- введение технологических ограничений и отраслевого регулирования применения ГФУ;
- введение запрета на использование ГФУ с высоким ПГП, постепенное снижение верхней границы ПГП контролируемых веществ;
- ограничение импорта и производства оборудования, использующего хладагенты с высоким значением ПГП;
- усиление государственного контроля за оборотом ГФУ, введение учета и отчетности утечек ГФУ в оборудовании, утилизации веществ и оборудования. Создание электронного реестра оборота ГФУ;
- подготовка и сертификация специалистов для работы с ГФУ. Внесение изменений в государственную программу подготовки рабочих и инженерных специальностей;
- создание в стране инфраструктуры для безопасного уничтожения ОРВ и ГФУ в соответствии с признанными технологиями;
- создание мер финансового стимулирования внедрения новых безопасных технологий охлаждения и ограничения применения ГФУ с высоким ПГП;
- переход на обратную тару для транспортировки и хранения ГФУ, постепенный запрет одноразовых баллонов;
- изменение регуляторной нормативной базы для холодильных установок на альтернативных хладагентах (углекислый газ, аммиак, углеводороды);
- изменение методики распределения квот между импортерами и производителями ГФУ;
- информирование общественности, СМИ и государственных органов о тенденциях развития отрасли и инновациях в технологиях охлаждения.

Поскольку период действия Кигалийской правки довольно длителен, очевидно, что предстоит еще не раз корректировать этот список и принципы работы вместе с изменяющимися историческими обстоятельствами.

## Литература

1. [Электронный ресурс]: ozone.unep.org.
2. [Электронный ресурс]: www.ashrae.org.
3. [Электронный ресурс]: www.mnr.gov.ru.