

## Оценка перспектив использования переходных хладонов в холодильной технике

**Целиков В.Н.**

эксперт ФГУП «Федеральный центр  
геоэкологических систем» (ФЦГС «Экология»), академик МАХ.



Целиков Василий Нифантьевич (1957)  
Генеральный директор ЦИП «ОЗОН». Академик  
Международной академии холода.

Закончил Московский химико-технологический  
институт им. Д.И. Менделеева, Московский институт  
инженеров водного транспорта.

Автор около 40 печатных работ в области охраны  
окружающей среды

Имеет опыт осуществления международного  
сотрудничества в рамках выполнения Россией обязательств,  
вытекающих из международных экологических конвенций и  
соглашений (в 1989-1991 гг. и в 1996-2005 гг. неоднократно  
возглавлял официальные советские и российские делегации),  
а также опыт руководства подготовкой и реализацией  
институциональных и инвестиционных проектов  
Всемирного банка в Российской Федерации

Имеет звание «Почетный работник охраны природы».

В рамках настоящей публикации на основании обобщения и анализа информации о производстве, потреблении, экспорте и импорте озоноразрушающих веществ (далее – ОРВ), полученной в ходе выполнения НИР по государственному контракту МПР России № АТ-12-03/67 от 16.05.2007, предпринята попытка прогноза поэтапного сокращения производства и потребления переходных ОРВ в Российской Федерации до 2030 года.

Российская Федерация в качестве правопреемника бывшего Советского Союза с 31.12.1991 является Стороной Венской конвенции об охране озонового слоя (далее – Венская конвенция) и Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой (далее – Монреальский протокол), с 13.01.1992 – Лондонской (далее – ЛП) и с 14.12.2005 – Копенгагенской (далее – КП), Монреальской (далее – МП) и Пекинской (далее – ПП) поправок к Монреальскому протоколу, а также ряда корректировок, не требующих ратификации.

Отказ от потребления в качестве хладагентов, вспенивателей и растворителей ОРВ и конверсия субъектов хозяйственной и иной деятельности на озонобезопасные вещества (далее – ОБВ) и технологии осуществлялись с середины 90-х гг. прошлого века. Ожидается, что использование в качестве хладагента самого массового ОРВ – ХФУ 12 окончательно завершится по меньшей мере в конце следующего десятилетия после полного износа/списания холодильного оборудования.

Многими промышленными предприятиями был выбран путь поэтапного перехода на ОБВ, в связи с чем они начали использовать в качестве хладагентов, вспенивателей, растворителей и пропеллентов перечисленные в приложении С к Монреальскому протоколу переходные ОРВ (гидрохлорфторуглероды или ГХФУ), производство и потребление которых регулируется КП и ПП, а также корректировкой, принятой на XIX-м

совещании Сторон Монреальского протокола, 17 – 21 сентября 2007 г., г. Монреаль, Канада (далее – Монреальская корректировка или МК).

1. Классификация ОРВ в рамках Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой

К ОРВ относятся органические химические соединения, содержащие хлор и/или бром и обладающие озоноразрушающим потенциалом. С 30-х гг. XX века химическая промышленность всего мира производила эти вещества во все возрастающих объемах для использования в качестве хладагентов, вспенивателей, растворителей, аэрозольных пропеллентов, огнегасителей, стерилантов и т.д. Их способность разрушать озоновый слой характеризует величина, называемая «озоноразрушающим потенциалом» (далее – ОРП). Чем опаснее вещество для озонового слоя, тем выше его ОРП.

В рамках Монреальского протокола ОРВ с учетом их ОРП разделены на следующие три группы:

**Таблица 1.1.**

Классификация по воздействию на озоновый слой	Вещество	ОРП	Регулирующий документ Монреальского протокола
Озоноразрушающие	Хлорфторуглероды (ХФУ 11, ХФУ 12, ХФУ 13, ХФУ 113, ХФУ 115 и др.), Четыреххлористый углерод (ЧХУ), Метилхлороформ (МХФ), галоны, бромистый метил	$\geq 0,1$	Приложение А, Приложение В, Приложение Е
Переходные	Гидрохлорфторуглероды (ГХФУ 21, ГХФУ 22, ГХФУ 141b, ГХФУ 142b и др.)	$\leq 0,1$	Приложение С
Озोनобезопасные	Гидрофторуглероды (ГФУ 134a, ГХФУ 152a и др.), Фторуглероды (ФУ)	0	Не регулируется

2. Краткий анализ информации о производстве и потреблении переходных ОРВ в Российской Федерации

2.1. Текущая ситуация и прогноз производства переходных озоноразрушающих веществ в Российской Федерации

Производство переходных озоноразрушающих веществ на территории Российской Федерации сконцентрировано на следующих промышленных предприятиях: ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат им. Б.П. Константинова» (г. Кирово-Чепецк, Кировская обл.), ОАО «Химпром» (г. Волгоград), ОАО «Галоген» (г. Пермь) и ОАО «Алтайхимпром» (г. Яровое Алтайского края). На последнем созданы, но практически не используются мощности по производству ГХФ 141b.

Остальные бывшие производители ОРВ в результате осуществленной в начале XXI века конверсии на озонобезопасные технологии полностью отказались от производства ОРВ и переходных ОРВ и перешли на выпуск озонобезопасных хладонов ЗАО «Каустик»

(г. Волгоград), ОАО «Редкинский опытный завод» (пгт Редкино, Тверская обл.) и ФГУП «РНИЦ «Прикладная химия» (г. Санкт-Петербург).

В рамках Монреальского протокола «производство ОРВ» означает количество произведенных регулируемых веществ за вычетом веществ, используемых исключительно в качестве сырья для производства других химических веществ, уничтоженных с применением технологий, утвержденных Сторонами Монреальского протокола, а также рециркулированных.

Поэтому при выполнении вычислений из общего объема производства ГХФУ вычитались лишь вещества, использованные в качестве сырья, что обусловлено российской спецификой этого бизнеса (отсутствие мощностей по уничтожению и регенерации ОРВ и т.д.). Ниже приведены объемы производства ГХФУ в терминологии Монреальского протокола.

Таблица 2.1.1. Производство ГХФУ в Российской Федерации в период с 2001 по 2006 гг.

Вещество*	Производство, ОРП т					
	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
ГХФУ 22	625,3	165,7	248,3	170,1	184,1	214,6
ГХФУ 21	8,5	8,7	7,8	5,4	6,8	8,4
ГХФУ 141b	0	0	0	0	1,5	0
ГХФУ 142b	53,6	46,0	69,7	78,2	29,5	68,4
<b>Всего:</b>	<b>687,4</b>	<b>220,4</b>	<b>325,8</b>	<b>253,7</b>	<b>221,9</b>	<b>291,4</b>

С учетом максимальных уровней производства ГХФУ, установленных Пекинской поправкой и Монреальской (2007 г.) корректировкой к Монреальскому протоколу, в период до 31.12.2014 российская промышленность может работать практически без каких-либо ограничений, а в период с 01.01.2015 по 31.12.2019 она будет лимитирована предельным уровнем в 406,61 ОРП тонн, что представляется достаточным для удовлетворения внутренних потребностей страны в этих веществах (при условии сохранения импорта ГХФУ преимущественно из Китая).

Производство переходных ОРВ на период до 2020 г. с учетом существующей структуры их потребления и импорта скорее всего будет осуществляться в соответствии со следующими закономерностями:

С 01.01.2008 по 31.12.2012 – монотонный рост с 300 до 400 ОРП тонн;

С 01.01.2013 по 31.12.2019 – стабилизация на уровне 400 ОРП тонн;

С 01.01.2020 – производство ГХФУ будет полностью прекращено из-за формальных ограничений, вытекающих из Монреальского протокола, а также из-за отрицательной рентабельности сохранения промышленного производства этих веществ в столь незначительных объемах. Предполагается, что сохранение производства в 2018-2019 гг. на указанном выше уровне при значительном сокращении внутреннего спроса позволит создать запасы ГХФУ для обеспечения потребностей в сервисном обслуживании бытового и промышленного холодильного оборудования (включая кондиционеры).

\* ОРП ГХФУ 21 – 0,040, ОРП ГХФУ 22 – 0,055, ОРП ГХФУ 141b – 0,110, ОРП ГХФУ 142b – 0,065

Ожидается, что в ближайшее время появится необходимость в осуществлении мер, направленных на поэтапную конверсию промышленности на полностью озонобезопасные технологии. Эти меры будут включать:

- Выбор номенклатуры перспективных озонобезопасных веществ, близких по своим характеристикам к подлежащим замене переходным ОРВ;
- Разработку технологий производства новых веществ с максимально возможным использованием мощностей по производству ГХФУ и с учетом имеющихся сырьевых ресурсов;
- Тщательное исследование характеристик перспективной номенклатуры озонобезопасных веществ (физико-химические характеристики, воздействие на климат, взрывоопасность, пожароопасность, токсичность и т.д.);
- Экспериментальную проверку технологий производства новых озонобезопасных веществ и выпуск их опытных партий для дальнейших испытаний и исследований в секторах потребления;
- Проектирование мощностей для производства озонобезопасных веществ, которые могут быть адекватными заменителями используемым ГХФУ (вспениватели, хладагенты, растворители и т.д.).

Одновременно с разработкой технологий производства новых озонобезопасных веществ российской химической промышленности предстоит решить задачи, связанные с эксплуатацией оборудования на основе ОРВ, рабочий ресурс которого еще не выработан, в том числе:

- Создание технологий сбора, регенерации, переработки и уничтожения ГХФУ;
- Накопление запасов ГХФУ, достаточных для осуществления сервисного обслуживания оборудования и перехода к озонобезопасным заменителям.

Перечисленные выше задачи были сформулированы на основе следующих соображений:

- Вопросы, связанные с выполнением обязательств в части сокращения производства и потребления ГХФУ, вытекающих из Монреальского протокола, могут вызвать проблемы у Российской Федерации до и/или после вступления в ВТО;
- Наличие собственного производства ГХФУ и озонобезопасных заменителей будет способствовать обеспечению обороноспособности Российской Федерации, а также ее экономической и технологической безопасности;
- В ряде случаев использование импортных заменителей ГХФУ может оказаться нецелесообразным.

## 2.2. Текущая ситуация и прогноз потребления переходных озоноразрушающих веществ в Российской Федерации

Среди секторов экономики, потребляющих ГХФУ, следует выделить два основных:

### **Сектор вспенивателей пеноматериалов**

В качестве вспенивателей пеноматериалов в Российской Федерации до 2000 г. широко использовался ХФУ 11, а в последующие годы его место занял ГХФУ 141b и в ряде случаев – смесь ГХФУ 22 и ГХФУ 142b.

Основные виды пенопластов, производимых в Российской Федерации на основе ГХФУ, – это пенистые полиуретаны, полиизоцианураты и полиэтилены.

Жесткие пеноматериалы в основном используются для теплоизоляции бытовых и торговых холодильников, строительных элементов и трубопроводов. Сфера применения интегральных и гибких пеноматериалов простирается от оборудования салонов и рулевого управления автомобилей до уплотнительных и изоляционных материалов в строительной промышленности.

### **Сектор хладагентов**

Сектор хладагентов был и остается вторым по объемам потребления ОРВ среди секторов промышленности Российской Федерации.

В качестве хладагентов в производстве различных видов холодильных установок и оборудования для кондиционирования воздуха в Российской Федерации до 2000 г. использовались несколько видов ХФУ: R11, R12, R13 и R115. При этом наибольшая доля в общем объеме потребления приходилась на ХФУ 12, поскольку этот хладагент применялся не только для производства нового оборудования, но и для сервисного обслуживания и ремонта систем, находящихся в эксплуатации у потребителей.

Сектор хладагентов может быть разделен на следующие подсекторы:

- Производство бытового холодильного оборудования;
- Сервис и ремонт бытового холодильного оборудования;
- Производство торгового холодильного оборудования, включая установки для автомобильного транспорта;
- Сервис и ремонт торгового холодильного оборудования, включая установки для автомобильного транспорта;
- Производство промышленного холодильного оборудования, включая железнодорожные и судовые установки;
- Сервис и ремонт промышленного холодильного оборудования, включая железнодорожные и судовые установки;
- Производство кондиционеров воздуха;
- Сервис и ремонт кондиционеров воздуха.

В первых двух подсекторах наиболее широкое применение нашли смесевые хладагенты на основе ГХФУ 22 и ГХФУ 142b, а во всех остальных – химически чистый ГХФУ 22.

В рамках Монреальского протокола потребления ОРВ вычисляется в тоннах ОРП по формуле: «потребление» = «производство» – «экспорт» + «импорт» – «исключения для особо важных видов применения». Ниже представлены результаты этих вычислений для 2001 – 2006 гг.

Таблица 2.2.1. Потребление ГХФУ в Российской Федерации в период с 2001 по 2006 гг.

Вещество	Потребление, ОРП т					
	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
ГХФУ 22	657,6	280,8	376,0	328,8	352,9	465,9

ГХФУ 21	8,5	8,7	7,6	5,4	6,5	8,4
ГХФУ 141b	45,6	571,8	186,1	314,8	114,7	307,1
ГХФУ 142b	53,0	53,3	69,2	79,5	31,0	87,5
<b>Всего:</b>	<b>764,7</b>	<b>914,6</b>	<b>638,9</b>	<b>728,5</b>	<b>505,1</b>	<b>868,9</b>

В период до 31.12.2010 Российская Федерация может нарастить объемы потребления этих веществ с 868,90 ОРП т в 2006 г. до разрешенного уровня (999,23 ОРП т), а затем путем скоординированных корректировок экспорта и импорта (первое – увеличивать, второе – сокращать) зафиксировать этот уровень потребления в качестве базового вплоть до 2013 – 2014 гг. В период с 01.01.2015 по 31.12.2019 потребление придется ограничить предельным уровнем в 399,69 ОРП т, что может быть достигнуто применением указанных выше регулирующих механизмов без сокращения производства ГХФУ российской промышленностью.

Потребление переходных ОРВ на период до 2030 г. с учетом существующей структуры их производства, экспорта и импорта вероятнее всего будет осуществляться в соответствии со следующими закономерностями:

С 01.01.2007 по 31.12.2009 – монотонный рост с 868,9 до 950,0 – 990,0 ОРП тонн;

С 01.01.2010 по 31.12.2014 – стабилизация на уровне 950,0 – 990,0 ОРП тонн;

С 01.01.2015 по 31.12.2019 – снижение потребления за счет комплекса мер до уровня 395,0 – 399,0 ОРП тонн;

С 01.01.2020 – потребление ГХФУ на уровне 19,98 ОРП тонн будет обеспечиваться в основном за счет ограниченного в этих пределах импорта из развивающихся стран и запасов, сделанных отечественными предприятиями в 2018 – 2019 гг.

С учетом сделанного выше прогноза уровней потребления ГХФУ на период до 2030 г. предполагается, что график сокращения потребления этих веществ в Российской Федерации будет иметь вид, представленный на рис. 2.2.1.

Рис. 2.2.1.

