

ОТЧЕТ

о реализации мероприятия 2.3.3.1.1. проекта ПРООН/ГЭФ «Содействие в реализации ускоренного вывода из обращения ГХФУ в странах с переходной экономикой»:

Разработка рекомендаций по применению альтернативных технологий с использованием озонобезопасных хладагентов с низким ПГП в приоритетных для Республики Беларусь областях экономики. Этап 1.

Консультант по альтернативным
технологиям

М. Цвирко

Минск 2014

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОСНОВНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ ХОЛОДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	4
2. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДА, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРИОРИТЕТНЫХ СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ	19
2.1 Стратегии, положения, мероприятия и технологии, применяемые в странах Европейского Союза и др. странах	20
2.2 Стратегии, положения, мероприятия и технологии, применяемые в РБ	28
3. АНАЛИЗ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ МЕЖДУНАРОДНО-ПРИЗНАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОХЛАЖДЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДА, ВОЗМОЖНЫХ К ПРИМЕНЕНИЮ В ПРИОРИТЕТНЫХ СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ	31
3.1 Альтернативные хладагенты для искусственного охлаждения и кондиционирования воздуха.....	33
3.2 Выбор хладагентов для торгового холодильного оборудования.....	36
3.3 Выбор хладагентов для промышленных систем охлаждения	38
3.4 Переоборудование систем охлаждения установок по охлаждению молока.....	42
3.5 Транспортные системы охлаждения.....	43
4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО ОБЪЕКТАМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ, НА БАЗЕ КОТОРЫХ ВОЗМОЖНО ВНЕДРЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ С НИЗКИМ ПГП	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	53
Приложение 1.....	55

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель проекта – проведение мероприятий, направленных на ускоренный вывод из обращения переходных озоноразрушающих веществ, в частности, гидрохлорфторуглеродов (ГХФУ), и замену их современными альтернативными заменителями в соответствии с обязательствами Республики Беларусь по Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой, а также поддержку развития и усиления системы контроля и регулирования импорта и использования ГХФУ в Беларуси.

Цель работы: подготовить проекты, направленные на демонстрацию преимуществ замены холодильного оборудования с использованием альтернативных технологий с низким потенциалом глобального потепления для их реализации в приоритетных для Беларуси областях экономики.

Республика Беларусь не производит ОРВ, однако частично использует их в народном хозяйстве и потребность в них покрывает практически полностью за счет импорта, незначительно – за счет регенерации (восстановления) использованных ранее ОРВ. Основными секторами по объемам использования ОРВ в Республике Беларусь являются сектор холодильной техники (в качестве холодильных агентов), сектор пенообразователей в процессе производства труб и плит теплоизоляции, сектор средств газового пожаротушения на объектах повышенной опасности, сектор растворителей, сектор карантинной обработки сельхозпродукции.

Для определения существующего уровня потребления Республикой Беларусь ГХФУ и существующих тенденций и возможностей сокращения использования ГХФУ проведен анализ использования хладагентов в разных отраслях экономики страны в 2013 году согласно данных Белстата и Минприроды. На основе анализа этих данных, выявлены приоритетные направления по объектам хозяйствования на ускоренный вывод из обращения переходных озоноразрушающих веществ.

1. ОСНОВНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ ХОЛОДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Исторически Беларусь не является производителем озоноразрушающих веществ. Однако, как и большинство промышленно развитых стран, она являлась потребителем ХФУ и в последние годы ГХФУ. В результате, главные усилия страны направлялись и продолжают направляться на сокращение и прекращение использования таких веществ, замену их на озонобезопасные альтернативы. Основные объемы потребления ОРВ приходились на изготовление холодильного оборудования, использование в качестве пенообразователя при производстве теплоизоляционных материалов, в производственных целях в качестве растворителя для очистки металлических поверхностей в электронной промышленности, ремонт и обслуживание холодильного оборудования и систем кондиционирования воздуха отечественного и импортного производства.

Необходимо отметить, что Беларусь достигла существенного прогресса по сравнению с другими странами СНГ в осуществлении постепенного вывода из обращения ГХФУ и реализации ряда активных мер, включая применение налогов на импорт ГХФУ. В стране сформирована действенная нормативно-правовая база, потребление ГХФУ неуклонно сокращается и остается в пределах, установленных Решением XIX/6.

Вместе с тем, Беларусь сталкивается с рядом уникальных трудностей, обусловленных ее нынешним членством в Таможенном союзе. Обязательства страны в рамках Таможенного союза существенно ограничивают ее возможности по контролю за импортом ГХФУ и продукции, содержащей ГХФУ. Это приводит к систематическому занижению объемов потребления ГХФУ. С учетом отмеченных трудностей, Беларусь применяет методологию оценки и контроля потребления, основанную на применении лицензионных ограничений, установленных для конечных потребителей ГХФУ внутри страны.

Основными секторами целевого использования ОРВ в республике являются: сектор холодильной техники и кондиционирования, средств газового пожаротушения, пенообразователей, растворителей и сектор карантинной обработки (фумигации).

С целью определения существующего уровня потребления Республикой Беларусь ГХФУ, существующих тенденций и возможностей сокращения использования ГХФУ проведен анализ использования хладагентов в разных отраслях экономики страны в 2013 году.

В основу оценки реального объема потребления страной ГХФУ были положены лимиты на использование ГХФУ устанавливаемые в соответствии с особыми условиями к разрешениям (лицензиям) на использование природ-

ных ресурсов и воздействие на окружающую среду в части обращения с озоноразрушающими веществами, выдаваемым Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Лимиты использования ОРВ устанавливаются с учетом предоставляемых лицензиатами сведений о наличии оборудования, достигнутого ежегодного уровня использования ОРВ, нормативами на ремонт и дозаправку оборудования, планами по сокращению использования ОРВ лицензиатами, другой информации, проверяемой специалистами структурных подразделений Минприроды при подготовке и принятии решений о выдаче соответствующих лицензий юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям.

Подходы, выработанные и соблюдаемые Минприроды при выдаче субъектам хозяйствования лицензий в части обращения с ОРВ позволяют использовать информацию по установленным лимитам использования ОРВ как объективную, проверенную и надежную.

Меры, принятые правительством страны с целью выполнения обязательств по прекращению с 2000 года потребления ОРВ приложений А и В к Монреальскому протоколу, позволили отказаться от использования фреонов ХФУ-11, ХФУ-12 за счет перевода холодильного сектора страны на использование альтернативных заменителей. Наибольшее распространение получили смесевые хладагенты на основе гидрохлорфторуглеродов ГХФУ-22, ГХФУ-142b, ГХФУ-21 – веществ приложения С к Монреальскому протоколу.

Широкое применение было вызвано отсутствием финансовой возможности у субъектов хозяйствования на приобретение нового холодильного оборудования, работающего на озонобезопасных фреонах. Как следствие, значительное количество холодильного оборудования, переведенного на использование вышеуказанных смесей до настоящего времени продолжает активно эксплуатироваться в стране, особенно в сельскохозяйственных предприятиях.

Сравнительно низкая стоимость холодильного оборудования и кондиционеров, работающих с использованием фреона ГХФУ-22, стала следствием его широкого применения при реализации новых проектов в экономике страны и быту в период с 2001 по 2008 год. С присоединением страны к Копенгагенской поправке в 2007 году на вещества приложения С распространился запрет использования при реализации новых проектов, оборудования, технологий в соответствии со ст. 12 Закона Республики Беларусь «Об охране озонового слоя».

По данным Белстата потребление озоноразрушающих веществ в РБ представлено в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Потребление озоноразрушающих веществ (ГХФУ)

Наименование	2009	2010	2011	2012	2013
Всего, метрических тонн	233,660	227,658	210,146	163,824	140,889
Всего, метрических тонн с учетом озоноразрушающего потенциала	12,356	10,546	9,565	8,278	7,170
Установленный для Республики Беларусь максимальный уровень потребления, метрических тонн с учетом озоноразрушающего потенциала	33,096	12,729	12,729	12,729	12,729

В качестве основы для расчетов потребления Республикой Беларусь ГХФУ приняты обоснования необходимости использования ГХФУ, предоставляемые субъектами хозяйствования Республики Беларусь при получении специальных разрешений (лицензий), а также лимиты использования ГХФУ, установленные в особых требованиях и условиях действующих лицензий.

Расчет потребления велся по следующим основным направлениям:

- территориально;
- по целевому использованию ГХФУ (холодильная техника и кондиционирование).

По состоянию на начало 2013 года в Республике Беларусь насчитывалось 321 юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, обладающих лицензиями на использование природных ресурсов и воздействие на окружающую среду в части обращения с озоноразрушающими веществами. Лицензиями обладают 10 индивидуальных предпринимателей, что составляет только 3,8 % от общего количества. Это в первую очередь обусловлено требованиями действующего законодательства в области осуществления хозяйственной деятельности: Количество лицензиатов в стране постепенно сокращается, ранее их было более 650.

Из существующей базы данных лицензиатов произведена выборка конечных потребителей по территориальной принадлежности, представленных в таблицах 1.2-1.9, использующих ГХФУ для техпроцессов, ремонта и доза-

правки собственного оборудования и субъектов хозяйствования, оказывающих услуги по ремонту, гарантийному и сервисному обслуживанию оборудования.

Таблица 1.2 - Потребление ГХФУ субъектами хозяйствования Брестской области с разбивкой по типу холодильного оборудования

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			R-22	Смесевые	R-141b
1	ОАО "Ляховичский райагросервис"	R mc	60	150	0
2	ОАО "Кантор-сервис"	A/C R	100	150	0
3	Ивацевичское райпо		545	0	0
4	ОАО "Рембыттехника-Пинск"	A/C R	250	0	0
5	КУП СПМК ПНР	R mc	50	80	0
6	СП "Веставто", ОАО	A/C R	600	175	0
7	ОАО "Брестторгтехника"	A/C R	200	200	0
8	ОАО "Березовское АТП"	A/C R	0	60	0
9	ОАО "Березовский мясокосервный комбинат"	R mc	160	0	0
10	ОАО «Малоритская АГП»	R	120	0	0
11	ОАО «Ивановский райагросервис»	R	500	0	0
12	ОАО "Белоозерскторг"	R	30	0	0
13	РУП «Брестское отделение Бел.ж.д.», в т.ч. филиалам	A/C	100	900	0
14	ООО «Внедренченское предприятие Альтернатива»	thermoc ompress or	100	0	0
15	ИП «ИНКО-ФУД» ООО	A/C R	400	0	0
16	Ивановское райпо		220	0	0
17	Брестское РУП электроэнергетики «Брестэнерго», в т.ч.	R	0	20	5
18	ОАО "Торговое предприятие Надзея"	A/C R	100	0	0
19	Ляховичское райпо		75	0	0
20	Белорусско-германское СП "Санта Импэкс Брест" ООО	R	200	137	0
21	Ганцевичское райпо		35	40	0
22	ЧУП «Береза-торг»	R	40	0	0
23	Березовское райпо		230	0	0
24	Брестское райпо		170	175	0
25	ОАО «Пружанский райагросервис»	R mc	150	0	0
26	Столинское райпо		150	0	0
27	ИП Минюк Александр Алексеевич		40	65	0
28	Пружанское райпо		400	0	0
29	ОАО «Ивацевичагротехсервис»	R mc	75	0	0
30	СПК «Жеребковичи»	R mc	70	0	0
31	СП «Санта Бремор» ООО	A/C R	650	85	0
32	СОАО «Беловежские сыры»	R mc	141	0	0
33	ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод»	R mc	250	0	0
34	ОАО «Березовский сыродельный	R mc	765	0	0

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			R-22	Смесе- вые	R-141b
	комбинат»				
35	ОАО "Берестейский пекарь",	A/C R	240	0	0
36	ОАО "558 Авиационный ремонтный завод"		150	380	0
37	ОАО «Дрогичинский райагросервис»	R mc	600	600	0
38	СПК «Остромечеве»	R mc	75	0	0
39	ОАО "Продтовары"	R	200	0	0
40	ОАО "Универсам"		30	0	0
41	ИП "Машиностроительная компания "Промтехника"	R	500	0	0
42	ИП Лялько Владимир Иванович	R	81.6	0	0
43	ОАО «Брестоблгарант»	A/C R	20	0	0
44	ОАО "Брест-Сервис"	R mc	50	0	0
45	Частное предприятие "СОЛКОМтех"	A/C R	700	0	0
46	ОАО "Брестский райагросервис"	R mc	240	0	0
47	ОАО «Гарант-сервис»	R	40	0	0
48	ОАО "Жабинковская сельхозтехника"	R mc	100	0	0
49	Частное предприятие "Санта Холод"	A/C R	550	250	0
50	ООО "Электротэмп"	R	900	175	0
51	ООО "Климат-Сервис"	A/C	200	0	0
52	Транспортное унитарное предприятие «Брестский кооптранс»	R	165	0	0
53	ООО "Экспохолод"	A/C R	0	150	41
54	ООО "Электроизмерение"	A/C R	170	0	0
55	ОДО "Том-Вел"	A/C R	280	0	0
56	ОАО "Жабинковский сахарный завод"	R	50	0	0
57	РУПП "Белоозерский энергомеханический завод"	R	0	31	0
58	СОАО «Ляховичский молочный завод»	R mc	100	0	0
59	ЧРМУП "Брест Реммонтаж"	R	500	200	0
60	ИЧСУП "Промтехника-Агросервис"	R mc	700	0	0
61	ООО "БелЦельсий"	A/C	50	0	0
62	ОАО «Давид-Городокский электро-механический завод»	Solvent			5042
			13667	4023	5134

Таблица 1.3 - Потребление ГХФУ субъектами хозяйствования Витебской области с разбивкой по типу холодильного оборудования

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			R-22	Сме- севые	R-141b
1	Докшицкое райпо	A/C, R	35	13	0
2	ОАО "Глубокский молочно-консервный комбинат"	R mc	680	0	0
3	ОАО "Верхнедвинский	R mc	80	50	0

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			R-22	Смесе-вые	R-141b
	райагосервис"				
4	ОАО "Браславский райагросервис"	R mc	550	400	0
5	ОАО "Городокский райагропромснаб"	R mc	400	165	0
6	ООО "Конвент"	R	95	0	0
7	ОАО "Техника связи"	A/C	30	15	0
8	ИП Лесников Олег Владимирович	R	90	160	0
9	ОАО "Витебскторгтехника"	R	550	250	0
10	Сенненское райпо	R	60	0	0
11	Поставское райпо	R	50	0	0
12	ОАО «Витебский мясокомбинат»	R, A/C	200	0	0
13	ИП Нестерович Анатолий Филиппович	R	40	15	0
14	ОАО «Веста»	R	950	0	0
15	ОАО «Полоцк-Стекловолокно»	R, A/C	85	30	0
16	Миорское райпо	R	80	70	0
17	Дубровенское райпо	R	0	45	0
18	ОАО «Витязь»	R, A/C	90	80	0
19	Бешенковичское райпо	R	0	95	0
20	ОАО "Птицефабрика Городок"	R	150	0	0
21	Глубокское райпо, в т.ч. филиал "Коопторг"	R	140	360	0
22	Браславское райпо	R	65	100	0
23	Толочинское райпо	R	380	28	0
24	ОАО "ВЗРД "Монолит"	R	27.2	0	0
25	ОАО "Витебскхлебпром"	R, A/C	70	125	0
26	ЗАО «Мерком»	R, A/C	70	3	5
27	ОАО «Поставский райагросервис»	R mc	65	235	0
28	Витебское РУП «Витебскэнерго»	R	30	70	0
29	ОАО "Витебский райагросервис"	R mc	275	500	0
30	ОАО "Станкозавод "Красный борец"	R	33	14	0
31	УПП ВКК «Витьба»	R	0	0	0
32	ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов»	R, A/C	125	100	0
33	ОАО "Оршанский авиаремонтный завод"	R	140	100	0
34	ОАО "Докшицкий райагросервис"	R mc	250	450	0
35	ОАО "Оршанский молочный комбинат"	R mc	500	266	0
36	ОДО "ВитебскХолод"	R	100	96	0
37	СООО "Белвест"	R, A/C	27	13	0
38	Шарковщинское райпо	R	13	27	0
39	ОДО "Арктикаплюс"	R	150	0	0
40	УЧ ТПП "Вест"	R	50	0	0
41	Частное предприятие "СтартГрад"	A/C	0	140	0
42	ЗАО "БелСофт"	A/C	30	0	0
43	ОАО "Полоцкий молочный комбинат"	R mc	400	1000	0

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			R-22	Смесе- вые	R-141b
44	ИП Шмурадка Сергей Леонович	R	49	0	0
45	ОАО "Конструкторское бюро "Дисплей"	A/C	15	0	0
46	ООО "КолибриСервис"	A/C	100	0	0
47	ОАО «Лепельский молочно-консервный комбинат»	R mc	300	0	0
48	ООО "Арткул"	A/C	100	0	0
			7823	5009	5

Таблица 1.4- Потребление ГХФУ субъектами хозяйствования Гродненской области с разбивкой по типу холодильного оборудования

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг	
			R-22	Смесе- вые
1	ТОО "Світанак"	R	250	50
2	ДП "Берестовицкая сельхозтехника" ...	R mc	0	190
3	ОАО "Торговый дом "Неман"	R	50	0
4	ОАО "Слонимский агросервис"	R mc	100	0
5	ОАО "Лакокраска"	R	90	0
6	ОАО "Дятловская сельхозтехника"	R mc	100	425
7	ЗАО "Холодильная техника" г. Гродно	R	450	250
8	ДП "Волковысская сельхозтехника" ГУП "Облсельхозтехника"	R mc	0	80
9	ОАО "Гродно Азот"	R	408	0
10	ОАО "Вороновская сельхозтехника"	R mc	200	0
11	ОАО "Ивьевская сельхозтехника"	R mc	220	0
12	ДП "Новогрудская сельхозтехника" ГУП "Облсельхозтехника"	R mc	80	0
13	КПУП "Островецкая сельхозтехника"	R mc	100	91
14	Учр. здравоохранения «Слонимская областная станция переливания крови»	R	68	0
15	ИП Осипюк Иван Иванович	R	90	0
16	ИП Мизуло Андрей Владиславович	R	50	0
17	ОАО «Торгово-производ-ственная фирма «Лида»	R	30	0
18	ОАО "Кореличская сельхозтехника"	R cb	0	140
19	ЧУП "ТеплоХолод"	R, A/C	70	230
20	Волковысское ОАО "БЕЛЛАКТ"	R cb	260	0
21	ПООО "Интерком" г. Гродно	R, A/C	900	0
22	ОАО «Мостодрев»	R	0	100
23	СПК «Обухово»	R cb	165	0
24	СПК "Озёры Гродненского района"	R cb	0	243
25	УЗ "Гродненская областная станция переливания крови"	RT	40	0

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг	
			R-22	Смесевые
26	ДП "Щучинский РЗ" ГУП "Облсельхозтехника"	R cb	150	0
27	ОАО "Лида-агротехсервис"	R cb A/C	100	0
28	ПК «Хладон» г. Гродно	RI	0	450
29	ОАО "Гроднопромтехника"	R A/C	160	0
30	ОАО "Слонимский мясокомбинат"	R	180	0
31	СПК "Прогресс-Вертелишки"	R cb	560	0
32	ОАО "Лидский молочно-консервный комбинат", в т.ч.	R	130	0
33	Ошмянское ОАО «Агропромтехника»	R	80	36
34	УЧНПП "БЕЛТЕЛ" г. Гродно	R cb	500	0
35	ИП Сиявский Николай Иванович	R	13	65
36	ОАО "Ошмянский мясокомбинат"	RT	56	0
37	КПУП "Свислочская сельхозтехника"	R	55	45
			5705	2395

Таблица 1.5- Потребление ГХФУ субъектами хозяйствования Гомельской области с разбивкой по типу холодильного оборудования

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			Смесевые	R-22	R-141b
1	ОАО "Мозырьтехсервис"	R	150	0	100
2	ОАО "Компаньон"	R	50	0	0
3	УП "Коопремонтажналадка"	R	110	205	0
4	ОДО "НТС"	R, A/C	100	400	0
5	РУП "ПО "Белоруснефть", в т.ч. филиалы	A/C	110	0	0
6	ОАО "СветлогорскХимволокно"	R	27	27.5	0
7	ОАО "Лельчицкий агросервис"	R mc	80	0	0
8	ОАО "Светлогорский агросервис"	R mc	100	0	0
9	ОАО "Рогачевский агросервис"	R mc	100	200	0
10	ОАО "Рембыттехника"	R mc	100	300	0
11	Светлогорское райпо	R mc	175	0	0
12	ЗАО "Гомельский вагоностроительный завод"	A/C	0	300	0
13	ОАО "Мозырский нефтеперерабатывающий завод"	R	110	40	0
14	ЧРП "Пингвин"	A/C	300	500	0
15	КОРТУП "Альтаир"	R	80	0	0
16	ОАО «Речицаагротехсервис»	R mc	262.5	0	0
17	КУМНП «УКС-Контакт»	RT	250	0	0
18	Петриковское райпо	RT	30	0	0
19	ОАО «Петриковский агросервис»	R mc	300	400	0
20	РУП «Гомельэнерго», в т.ч. филиалу:	RT	100	0	0
21	УП «Гомельское отделение Белорусской железной дороги»	RT	0	5000	0

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			Смесевые	R-22	R-141b
22	ОАО «Рогачевский молочно-консервный комбинат»	R mc	35	35	0
23	ОАО "Рогачевский завод "Диапроектор"	RI	40	0	0
24	ОАО "Гомельторгтехника"	A/C	800	658	0
25	ОАО "Белорусский металлургический завод»	A/C	700	0	0
26	СП ОАО "СПАРТАК"	A/C	238	96	0
27	ЧПУП "Тонус-М"	A/C	70	130	0
28	Лельчицкое райпо	A/C	100	0	0
29	ОАО «Добрушский райагросервис»	A/C	100	250	0
30	ОАО «Ратон»	A/C	30	30	0
31	ОАО «Гомельтранснефть Дружба»	R	150	100	0
32	ОАО "Медик"	R	40	0	0
33	ОДО "Промгражданмонтаж"	R	200	0	0
34	ОАО «Универсам «Сельмашевский»	R	40	130	0
35	ОАО "Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат"	R	50	50	0
36	ОДО «Меркурий- Тур»		100	0	0
37	ОАО "Брагинагросервис"	RI	250	150	0
38	ОАО "Гомельстекло"	RI	80	0	0
39	ОДО "Гала-Холод"	RI	400	0	0
40	ОАО "Гомельдрев"	RI	0	45	0
41	КПУП "Гомельводоканал"	A/C	0	0	0
42	Частное предприятие "Прохладосервис"	R	600	170	0
43	ОАО «Гомельский ОТТЦ «Гарант»	R	27.2	0	0
44	Частное предприятие «Олекс Холод-Бел»	R	300	0	0
45	СООО "Профикомфорт"	R, A/C	154	0	0
46	ОАО "Милкавита"	R mc	214.5	0	0
47	РУП "Гомельский завод литья и нормалей"	RI	480	35	0
48	Частное предприятие "Алтер-сервис"	R, A/C	800	150	0
49	ОАО "Гомельагроэнергосервис"	RI	150	70	0
50	ОДО "Грандхолод"	R, A/C	400	0	0
51	Частное предприятие "Прохладосервис плюс"	R	320	43	0
			9349	9414	100

Таблица 1.6- Потребление ГХФУ субъектами хозяйствования Могилевской области с разбивкой по типу холодильного оборудования

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			R-22	Смесе- вые	R-141b
1	ОАО "Могилевторгтехника"	R	1200	350	50

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			R-22	Смесе- вые	R-141b
2	СУП "Могилевская СПМК"	R mc	600	500	0
3	ОАО "Агрокомбинат "Восход"	RT mc cb	30	90	0
4	ОАО "Шкловский агросервис"	R mc	27	62	0
5	ОАО «Мстиславский райагропромтехснаб»	R mc	150	0	0
6	ОАО «Кличеврайагропромтехснаб»	RI	90	335	0
7	Шкловское районное потребительское общество	RT	30	0	0
8	ОАО «Могилевлифтмаш»	RI	25	0	0
9	ОДО «ХОЛОДПРОМ»	R, A/C	45	0	0
10	СЗАО "Белатмит"	A/C	70	0	0
11	ОАО "Климовичская передвижная механизированная колонна "Сельспецмонтаж"	R	250	500	0
12	ОАО "Торговля"	R	40	35	0
13	ООО "Промклимат-Инсталл"	A/C	50	0	0
14	ОАО "Кировский райагропромтехснаб"	R mc	80	0	0
			2687	1872	50

Таблица 1.7- Потребление ГХФУ субъектами хозяйствования Минской области с разбивкой по типу холодильного оборудования

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			R-22	Смесе- вые	R- 141b
1	ОАО "Борисовский завод медицинских препаратов"	R	100	0	0
2	ОАО "Клецкий райагросервис"	R	300	618	0
3	ОАО "Борисовский завод полимерн.тары "Полимиз"	R	110	0	0
4	ОАО "Солигорский райагросервис"	R	200	900	0
5	ОАО "ПО "Беларуськалий"	R mc	300	0	0
6	ОАО "Копыльский маслосырзавод"	R mc	140	0	0
7	ОАО "Солигорская птицефабрика"	R mc	100	50	0
8	ОАО "Завод Рембыттехника" (Молодечно)	R	0	110	0
9	ТРУП "Минское отделение Белорусской железной дороги", в т.ч. :Филиал Рефрижераторное вагонное депо Молодечно	A/C	0	3200	
10	ОАО «Любанский райагросервис»	R mc	15	0	0
11	ОАО «Экран»	R mc	50	90	0
12	ОАО «Борисовский завод пластмассовых изделий»	R mc	250	0	0

13	ОАО «Молодечненский райагросервис»	R mc	100	0	0
14	ОАО "Борисовский пищеторг"	R mc	200	421	0
15	ОАО «Несвижский завод медицинских препаратов»	RI	0	150	0
16	ОАО «Минская ПМК»	R mc cb	100	375	0
17	ОАО «Воложинская райагропромтехника»	R mc	100	0	0
18	УП «Минский областной ремонтно-монтажный комбинат»	R mc	400	900	0
19	РУПП "Борисовский завод "Автогидроусилитель"	RT	180	0	0
20	ОАО "Копыльское"	R	55	0	0
21	ОАО "140 ремонтный завод"	R	0	0	0
22	ОАО "Агрокомбинат "Дзержинский"	R mc	50	120	0
23	ОАО "Здравушка-милк" (бывший "Борисовский молочный комбинат"), в т.ч. филиал	R Сб	550	750	0
24	ОАО "Молодечненский молочный комбинат", в т.ч. Вилейский филиал	R mc	2500	2650	0
25	ОАО "Слуцкий Агросервис"	RI	100	0	0
26	СООО «Дарида»	RI	30	0	0
27	ООО "КондСервис"	A/C	50	0	0
28	ЗАО "Салигар Агросервис"	R	250	0	0
29	Частное торговое унитарное предприятие «Соле мио»	A/C	100	0	0
30	ООО "МирКли"	A/C	27.2	0	0
31	ООО "Стройсвязь"	R	50	0	0
32	ОАО "БЕЛАЗ"	R, A/C	27.2	0	0
			6434	10334	

Таблица 1.8- Потребление ГХФУ субъектами хозяйствования г. Минска области с разбивкой по типу холодильного оборудования

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			R-22	Смесевые	R-141b
1	ОДО "Агенство ИПА"	R	100	0	0
2	ИП Паутина Владимир Владимирович	R	0	46	0
3	ИП Осипенко Виктор Алексеевич	R	90	0	0
4	ООО "Дзида"	R	81.6	0	0
5	ОАО "Крион"	R	2500	0	0
6	ООО "Фростэр"	R	150	0	0
7	ИП "Ролвика"	R	400	0	0
8	ОАО "Торгтехника"	R	1050	1410	0
9	Упр. Комп. холдинга "Минский моторный завод"	R	80	0	0
10	НПЧУП "ЛАМИНАР"	R	375	305	0
11	ИП Попельский А.В.	R	200	159	0
12	СП "Бевалекс" ООО	A/C	330	0	0

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			R-22	Смесевые	R-141b
13	ООО "Оливер"	A/C	70	0	0
14	ЗАО "НПП БЕЛСОФТ"	A/C	100	0	0
15	УП «Минское отделение Белорусской железной дороги»	A/C	0	550	0
16	ОАО "Минский механический завод им. С.И.Вавилова"	R, A/C	200	0	0
17	ЗАО «ХОЛОДОН», в т.ч. филиалы в городах Молодечно, Брест, Витебск, Гомель, Могилев, Полоцк	R	3000	2100	0
18	ЗАО "Атлант"	R	300	950	0
19	РУП "Белмедпрепараты"	R	200	0	0
20	ПК "Рембыттехника" г.Минск	R	0	265	0
21	РУП "З66 ремонтный завод техники продовольственной службы"	R	500	500	0
22	ОАО «Минский электротехнический завод имени В.И. Козлова»	R	130	0	0
23	ООО «Термокомфорт»	A/C	600	0	0
24	РУП "Белтелеком", в т.ч. филиалы:	A/C	590	0	0
25	СООО "СТС-Климат"	A/C	360	0	0
26	ОАО "Оргпищепром"	R	100	0	0
27	ОДО "ДЮВАС-АВТО"	A/C	400	0	0
28	ООО "СВЖ-КЛИМАТ"	A/C	90	0	0
29	ПТЧУП "Альянс-Холод"	A/C	300	0	0
30	ОАО "Минский завод игристых вин"	R	200	0	0
31	ИП "Велком"	A/C	280	0	0
32	ОАО "Пеленг"	R	30	0	0
33	ПСЧУП «Дом Офис 2000» "Приорбанк" ОАО	A/C	32	0	0
34	НТООО "Связинформсервис"	A/C	410	0	0
35	ООО "ЙОРКСИСТЕМС"	A/C	210	0	0
36	УП "Анеромхолод"	R	500	0	0
37	ООО «Термокомфорт плюс»	A/C	300	0	0
38	РУП "БелЭЗ"	R	150	0	0
39	ООО «Тарас Сервис»	R	90	0	0
40	ООО "Климатофф"	A/C	100	0	0
41	ЗАО "Климат"	A/C	28	0	0
42	Частное предприятие "ЭкспертХолод"	A/C	100	0	0
43	ПТУП "Забела"	R	50	300	0
44	ОАО "Минский вагоноремонтный завод"	R	0	8000	0
45	ИООО "БЕЛНОМ"	A/C	150	0	0
46	УП "Универмаг Беларусь"	A/C	160	0	0
47	ЧП «ДОКТОР-ХОЛОД»	A/C	0	330	0
48	ООО "ТермоСистемы"	A/C	300	0	0
49	ОДО "Белхлад"	R	200	100	0

№ п/п	Субъект хозяйствования	Сектор использования	Используемые ОРВ, кг		
			R-22	Смесевые	R-141b
50	ОАО "ИНТЕГРАЛ"	A/C	3570	0	0
51	ООО "ТЕРМО-ФАКТОР"	R	30	0	0
52	Частное предприятие "ХолдСтар"	R	100	0	0
53	ООО "Экотехнолоджи"	A/C	150	0	0
54	СООО "Аэробел"	A/C	108.8	0	0
55	ИП Скорик Александр Сергеевич	R	54.4	0	0
56	ООО "МагСервисПлюс"	A/C	435	0	0
57	Коммун.торговое УП "Минский Комаровский рынок"	R	30	0	0
58	ООО "ГрадИнтерСервис"	A/C	45	0	0
59	ЗАО "Универсам "Витебск"	A/C	15	0	0
60	ООО "ЕВРОТОРГ"	A/C	54.4	0	0
61	ООО "Термоклимат"	A/C	50	0	0
62	ООО "Диома ТДА"	A/C	250	0	0
63	ООО "ТИЗА ИНЖИНИРИНГ"	R	410	0	0
64	ТПУП "Техклиматсервис"	A/C	54.4	0	0
65	ПК ООО "ТЕХНОСИНТЕЗ"	R	50	0	0
66	УП "Торговая компания "Горизонт"	R	13.6	0	0
			21007	15015	0

Таблица 1.9-Потребление ГХФУ субъектами хозяйствования республики области с разбивкой по областям

№ п/п	Регион	Используемые ОРВ, кг		
		R-22	Смесевые	R-141b
1	Брестская область	13667	5023	5134
2	Витебская область	7823	5009	0
3	Гомельская область	9349	9414	100
4	Гродненская область	5705	2395	0
5	Могилевская область	2687	1872	50
6	Минская область	6434	10334	0
7	г.Минск	21007	15015	0
	ВСЕГО:	66572	47162	5284
	ИТОГО:	119 018		

На основе анализа таблиц 1.2 -1.9 основными потребителями смесевых хладагентов в республике являются субъекты хозяйствования г. Минска, использующие 13,6 тонн, что составляет 28,6 % от общего количества потребления данных хладагентов республикой. Так же значительный объем смесей потребляется субъектами хозяйствования Минской и Гомельская область области 10,3 и 9,4 тонны соответственно, что составляет 21,6 и 19,7%. Потребление остальными регионами колеблется примерно на одном уровне

5,0 тонн, исключение составляет только Могилевская область, ее потребление составляет всего лишь 1,8 тонны (3,7%).

В потреблении R-22 так же выделяются субъекты хозяйствования г. Минска, оказывающие услуги по всей республике – 21,0 тонны, что составляет практически 33,1 % от общего количества потребления. Значительный объем приходится и на долю субъектов хозяйствования Брестской области – 14,5 тонны. Ситуация с потреблением ГХФУ-22 в других областях республики практически идентичная вышеизложенной ситуации по смешанным хладагентам.

Основными потребителями ГХФУ-141b в республике являются ОАО «Давид-Городокский электромеханический завод». Ряд сервисных предприятий, осуществляющих ремонт холодильного оборудования с промывкой холодильного контура. Суммарный объем потребления составляет 5,3 тонны.

Проблемой для страны является использование технологий производства пеноматериалов с использованием в качестве пенообразователя ГХФУ-141b. В 2013 году для производства пеноматериалов использовано в составе полиольной композиции 21.9 тонны ГХФУ-141b.

Таблица 1.10- Данные использования ГХФУ по республике за 2013 год

Регион	ГХФУ, кг
Брестская область	24536
Витебская область	12382
Гомельская область	18863
Гродненская область	8100
Могилевская область	4609
Минская область	16768
г. Минск	36022
ВСЕГО:	119 018*

* без учета HCFC-141b, импортированного в страну в составе полиольных композиций.

Всего в 2013 году потребность промышленного сектора страны (в том числе производство пеноматериалов и холода) составили: 140,889 тонн ГХФУ, в том числе: 47,2 тонны смешанных хладагентов, 66,6 тонны фреона R-22 и 5,3 тонны растворителя R-141b.

Анализ использования смешанных хладагентов в 2013 году показывает, что основными потребителями являлись организации, обслуживающие сельскохозяйственные предприятия, в том числе осуществляющие переработку и поставку молока, а так же производственные предприятия для обслуживания промышленного холодильного оборудования. Отдельным блоком стоят предприятия кооперативной торговли, организации подведомственные Ми-

нистерству торговли, осуществляющие ремонт и сервисное обслуживание торгового холодильного оборудования, и сервисные предприятия.

Так же в отдельный блок следует выделить вагоноремонтные заводы Белорусской железной дороги, в основном осуществляющие ремонт подвижного состава стран СНГ (вагоны-рефрижираторы, пассажирские вагоны).

В части потребления ГХФУ-22 доминирующие позиции занимают производственные, сервисные предприятия, организации, обслуживающие сельскохозяйственные предприятия, подведомственные Министерству сельского хозяйства и продовольствия и переработчики и поставщики молока.

Основная доля использования ГХФУ-141b приходится на производственные нужды.

Таким образом, основными секторами по объемам использования ОРВ в республике являются: сектор холодильной техники в качестве холодильных агентов, включающий промышленные предприятия, предприятия агропромышленного комплекса, железнодорожного и автотранспорта, потребкооперации, торговли; сектор пенообразователей в процессе по производству труб и плит теплоизоляции; сектор средств газового пожаротушения на объектах повышенной опасности республики; сектор растворителей; сектор карантинной обработки сельхозпродукции.

2. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДА, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРИОРИТЕТНЫХ СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ

Сегодня холодильной отрасли Республики Беларусь в связи с необходимостью эффективная замены холодильным агентам группы ГХФУ и отсутствию перспектив у холодильных агентов с высоким Потенциалом Глобального Потепления (ПГП-GWP) необходимо создать условия для продвижения холодильных технологий и оборудования на природных холодильных агентах.

По этому пути идут все развитые страны, которые, стимулируют переход на холодильные агенты, безопасные для окружающей среды принимая меры принудительного регулирования парниковых газов.

Так, Дания, Швейцария, Австрия, Люксембург ввели ограничение заправки и запрет на использование ГФУ в отдельных видах оборудования:

- В Норвегии, Австрии, Дании использование ГФУ облагается налогом.
- В Германии Канаде и Японии выдают субсидии на использование природных хладагентов
- В США действуют ограничение заправки ГФУ
- В Китае выдаются гранты на разработку планов менеджмента природных холодильных агентов
- В Австралии действуют ограничения заправки ГФУ и использование ГФУ облагается налогом.

В сложившейся ситуации важным фактором становится использование природных хладагентов: воздуха, воды, углеводородов, диоксида углерода и аммиака. Диоксид углерода (R744) стал применяться в тепловых насосах для систем горячего водоснабжения. Идея об использовании CO₂ в автомобильных кондиционерах уже реально воплощена в Норвегии. У диоксида углерода высокие показатели теплообмена, объемная холодопроизводительность почти на порядок выше, чем у любого синтетического хладагента, и в 5 раз выше, чем у аммиака. Системы на CO₂ компактны, проблем с его утечками, рециклированием и тем более с возгоранием нет. R-744 используют в нижних ветвях каскадов с аммиаком, углеводородами - в верхних.

Системы с CO₂ требуют, однако, больших инвестиций, применение определенных масел, тщательной осушки.

Для замены R-404A и R-407C перспективен пропан, имеющий прекрасные термодинамические свойства, совместимый с минеральными маслами и значительно более дешевый. Углеводороды применяют в тепловых насосах и бытовых и коммерческих холодильных приборах. В Европе герме-

тичные системы с малой заправкой углеводорода (до 1 кг) не имеют проблем с точки зрения пожаровзрывобезопасности.

Создаются аммиачные герметичные установки малой холодопроизводительности. Промышленные аммиачные системы всегда вне конкуренции. Аммиак - лучший природный хладагент после воды, он безопасен для окружающей среды, легкодоступен, энергетически эффективен, недорог. Аммиак является частью природного круговорота азота биосферы и как таковой имеет нулевой озоноразрушающий потенциал (ODP=0), а также нулевой коэффициент глобального потепления (HGWP=0).

По своей природе аммиак токсичен, горюч и в определенном состоянии взрывоопасен, но существует ошибочное понимание реальных и действительных аспектов безопасности при работе с аммиаком. Проблема, как показывает многолетний опыт знакомства с этим хладагентом, прежде всего, в его количестве. Резкий, всепроникающий запах аммиака является гарантией обнаружения малейших утечек до того, как будет причинен вред здоровью или возникнет угроза жизни человека.

Циклопентан в настоящее время занял прочное место при производстве пенополиуретановой теплоизоляции, а R- 600a (изобутан) все больше вытесняет R- 134a из бытовой холодильной техники в странах Западной Европы.

2.1 Стратегии, положения, мероприятия и технологии, применяемые в странах Европейского Союза и др. странах

Регулирующие мероприятия. Монреальский и Киотский Протоколы представляют регулирующие рамки для контроля потенциально вредных веществ. Данный аспект обсуждался выше. Данный раздел детально рассматривает регулирующие мероприятия Европейского Союза (ЕС) или отдельных стран.

В 2000 году ЕС принял положение 2037/2000, которое обязывает ускорить свертывание ГХФУ при производстве нового оборудования к 2001-2004 годам. Последствием такого положения является то, что кто-то осознает, что существует «вагоновожатый», принимающий решения по неразрушающим озон веществам, будь то ГФУ или другие вещества. В 2003 году ЕС внес предложение о директиве по фторированным газам по ЕПИК (Европейская Программа Изменения Климата). Данная директива 842/2006 была принята в течение 2006 года и затрагивает все случаи применения Ф-газов, за исключением бытовых холодильников и автомобильного кондиционирования. Она делает обязательным ограничение посредством системы контроля через системы определения утечки, которые регулярно проверяются, восста-

новление и повторное использование, мониторинг и архивирование, прикрепление ярлыков, обучение и сертификацию обслуживающего персонала, ограничение сбыта Ф-газов для излучающих применений и т.д. Однако, эффективность директивы по Ф-газам впоследствии определяется реализацией на национальном уровне, потому что директива по Ф-газам стремится ограничить выбросы ГФУ и полностью не направлена на снижение потребления или использования.

Несколько лет назад Нидерланды, например, ввели более строгое положение (СТЕК), оно требует проведения независимого аудита и опыт подсказывает, что выбросы от холодильного и кондиционерного оборудования, влияющие на глобальное потепление, можно существенно снизить с помощью идентичного положения.

В 2006 году ЕС также принял директиву 2006/42 по выбросам из автомобильных кондиционерных систем (АКС), которая, вероятно, будет иметь значительные последствия. Директива АКС предлагает остановить применение ГФУ-134а в оборудовании новой модели к 2011 году, и во всех новых автомобилях к 2017 году; после указанных сроков будут разрешены только альтернативы с ПГП ниже 150. В действительности, это учтет только действующие альтернативы углеводороды, углекислый газ или ГФУ-152а (или аммиак) или другие ГФУ с низким ПГП в автомобильных системах кондиционирования. Хотя воспламеняемые хладагенты такие как углеводороды уже обсуждались в течение длительного времени, прорыв состоялся в течение последнего десятилетия. Таким образом, немецкие производители автомобилей направили свои исследования на химические смеси и CO_2 в качестве хладагента для АКС. И наконец, они обнаружили, что CO_2 является единственным подходящим вариантом и стали первыми инициаторами в Европе.

Страны такие как Австрия, Дания и Швейцария запретили использование хладагентов ГФУ в различном оборудовании. Однако, не ясно как сильно их запрет на ГФУ мог стимулировать разработки в будущем и каким будет влияние данных стран на Европейском уровне. Люксембург также запретил использование ГФУ во многих случаях, а здесь аммиак применяется во всех видах оборудования мощностью более 150 кВт.

Материальные стимулы и рыночные механизмы. Относительная стоимость ГФУ и других альтернатив ОРВ повлияют на выбор как пользователей, так и производителей данных веществ. Так как ГФУ более дорогие по

сравнению с ОРВ, которые они заменяют, в будущем они будут стимулировать замену на не натуральные вещества или вещества с низким ПГП. Материальные стимулы могут в будущем сформировать данные различия в издержках между веществами и технологиями.

Рядом стран собираются депозиты или налоги на импорт и производство ГФУ. Депозиты и налоги увеличивают стоимость ГФУ, поощряя герметизацию и делая повторное использование более привлекательным. Возвраты налогов за доставку использованных ГФУ с целью разрушения гарантируют средства поощрения для сокращения выбросов, в частности, в конце срока эксплуатации. Например, в Норвегии существуют налоги в сумме около 20 ЕВРО за тонну эквивалентную CO₂. Данные налоги могут или будут часто сочетаться с налогами на импорт или производство.

Согласно новому решению (XIX/6) 19-й встречи Сторон по ускоренному снятию с производства ГХФУ, конверсионные проекты ГХФУ по природным хладагентам (таким как углеводороды в изоляции бытового охлаждения) могут финансироваться Многосторонним Фондом Монреальского Протокола. Данные проекты могут быть приоритетными по сравнению с ГФУ в связи с основополагающими преимуществами климата, если такие решения поддерживают допустимую эффективность затрат.

Снижения выбросов газов регулируемых по Киотскому Протоколу (например, конверсия использования выбросов ГФУ) имеют возможность получить дополнительную финансовую поддержку через Механизм Чистого Развития Киотского Протокола. Однако, в некоторых случаях из-за формальных требований по контролю или оценке базисных линий или изменения рыночной цены для Сертификатов по снижению выбросов (ССВ), вывод мог быть достаточно минимальным для того, чтобы выступать в качестве стимула.

Ряд других соглашений и обязательств, взятых промышленностью, привело к большим изменениям в плане использования фторированных газов по сравнению с альтернативами, имеющими меньший ПГП.

Бытовое охлаждение. После введения концепции «Гринфриз» в 1992 году существенное открытие было сделано компанией Гринпис, которая убедила немецких производителей рассмотреть применение углеводородов как в цепи, так и изоляции бытовых холодильников. Хотя в первом случае был рассмотрен действующий вариант только для конкретных применений, про-

тивоположные аргументы и стремление потребителей зеленых продуктов привело к общему смещению рынка на углеводороды hydrocarbons практически по всей Западной Европе. Более 50% производимых в мире в настоящее время приборов используют углеводороды, а это существенно повлияло на принятие углеводородов.

Коммерческое охлаждение - маленькие установки. Придавая большое значение изменению хладагентов (ГФУ-134а) в торговых автоматах, предназначенных для Олимпийских Игр, проходивших в 2004 году, Гринпис вновь добился главной победы, которая привела к рассмотрению природных хладагентов производителями холодильного оборудования по всему миру. С тех пор некоторые компании, ведущие бизнес по производству продуктов питания и напитков, уже реализовали и проверили технологии охлаждения без ГФУ и взяли на себя обязательство по разработке сроков доставки и постепенно переоборудовать пункты продажи на природные хладагенты. Тот факт, что все производители, которые взяли на себя обязательство по поводу того, что они считают единственным возможным изменением экологически рациональных решений, объединены движением "Действительно Хладагенты" делает данную инициативу мощным инструментом для продолжения стимулирования фрагментированной промышленности в данном подсекторе.

Коммерческое охлаждение – супермаркеты. В 2007 году некоторые розничные магазины супермаркетов в Европе заявили о переходе на природные хладагенты, в большинстве случаев на технологии CO₂. Даже несмотря на то, что во многих случаях коммерческое охлаждение (супермаркеты) все ещё использует смеси ГХФУ-22 и ГФУ в качестве альтернатив, движущим механизмом является не производящая оборудование промышленность, а супермаркеты, желающие заявить о том, что их охлажденные или замороженные продукты являются экологически чистыми. Таким образом, несмотря на то, что это может быть более трудным чем в промышленности бытового охлаждения, тенденция, которая привела к возросшему использованию углеводородов и аммиака в системах супермаркетов со вторичными схемами и в маленьких распределительных системах, и использованию углекислого газа в процессах теплообмена уже стартовала.

Охлаждение больших объемов. Аммиак уже используется в качестве хладагента во всех сферах промышленного охлаждения and занимает около 15% всего рынка охлаждения. Аммиак идентифицируется как наиболее эффективный с экономической точки зрения, являясь также эффективным вариантом для всех типов промышленного оборудования, тогда как пользователи испытывают трудности и не желают работать с аммиаком, так как он

требует строгого соответствия нормам. Предполагается, что аммиак будет чаще использоваться в холодильниках и в коммерческом охлаждении после того, как будут улажены основные препятствия, связанные с затратами и нормативными соответствиями.

В настоящее время углекислый газ также применяется в циклах сжатия пара в больших объемах или в промышленном охлаждении, в сочетании с циклом паровой компресси аммиака для охлаждения конденсатора. Данные системы могут сочетаться с системой накачки углекислого газа (вторичная схема), чтобы можно было поддерживать несколько температур в разных отсеках. Во всех данных случаях применения использование аммиака будет увеличиваться благодаря его техническим и ресурсосберегающим преимуществам.

Кондиционирование воздуха в автомобилях. Кондиционирование воздуха в автомобилях является - или являлось - самым большим стимулом производства ГФУ-134а. С середины девяностых началась разработка по использованию других хладагентов кроме ГФУ-134а. Если все системы АКВ перейдут на системы без ГФУ-134а, решение без фторуглеродов, производственные и рыночные условия для ГФУ-134а и его смесей для использования в других подсекторах охлаждения и кондиционирования радикально изменятся. Это смогло ускорить разработки веществ с низким ПГП во многих странах мира. Уже в 2007 году несколько немецких производителей автомобилей завершили научное исследование по химическим смесям и заявили об использовании CO₂ в качестве хладагента для АКВ в новом поколении систем кондиционирования воздуха.

Стационарное кондиционирование. Стационарное (и в частности) унитарное кондиционирование использовало ГХФУ-22 в течение длительного времени. Происходит переход на смеси ГФУ и альтернативы с низким ПГП. В случае с ГХФУ-22, пропан реализуется некоторыми производителями кондиционеров и он подтвердил свою высокую энергоэффективность и требует лишь незначительных технических изменений при конверсии, кроме техники безопасности. Если многие тысячи маленьких установок были заправлены пропаном, это не произошло с большими системами, где чаще и чаще обычными становились сплит системы. Тем не менее, некоторые крупные производители в развивающихся странах тоже исследуют данный вариант. Если посмотреть на это в масштабе вселенной, включая всех производителей в развивающихся странах, неясно односторонний ли это путь, который будет выбран для альтернатив, где большое количество маленького оборудо-

вания производится в некоторых развивающихся странах, а затем экспортируется, или можно предположить, что общий переход на альтернативы с низким ПГП займет столько же времени, сколько потребовалось ранее в холодильном секторе.

Сектор	Тип хладагента	Использование		
		Индустриальные страны	Развивающиеся страны	Всего в мире
Промышленные холодильные системы	НН3, CO2, НС	92 %	40 %	65 %
Промышленное кондиционирование воздуха	НН3, CO2, НС	40 %	15 %	25 %
Домашние холодильники	НС	51 %	22 %	36 %

Рисунок 2.1 - Использование природных холодильных агентов

Одним из наиболее стимулирующих действий, стимулирующие переход на природные холодильные агенты (рисунок 2.1) - запрет на использование ГФУ (Предложение Еврокомиссии, ноябрь, 2012 г.), представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Тип оборудования	Дата вывода
Домашние холодильники с ПГП > 150	с 1.01.2015
Холодильники и морозильники в коммерческом холоде:	
с ПГП > 2500	с 1.01.2017
с ПГП > 150	с 1.01.2020
Бытовые кондиционеры с ПГП > 150	с 1.01.2020

Типичные системы охлаждения супермаркетов Германии имеют коэффициенты утечки 5 и 10 %, т.е.. 5 - 10 % общей заправки системы ежегодно выбрасывается в атмосферу. Более 30 % всех утечек имеет место на механических стыках. Таким образом, одним из способов снижения коэффициентов утечки является исключение по возможности механических стыков и использование сварки или пайки твердым припоем, особенно в скрытых или недоступных трубах. Другим основным источником утечки являются поломки труб в результате вибрации. Таким образом, развязка компрессоров от другой части установки - очень важна. Многие крупные утечки начинаются с

очень маленьких, которые со временем увеличиваются. Следовательно, регулярное техническое обслуживание с тестированием на предмет утечки - очень важно для герметичных систем. Европейское Положение (ЕС) №. 842/2006 по определенным Ф-газам (например, ГФУ) требует проведения регулярной проверки стационарных систем охлаждения и кондиционирования, в зависимости от количества хладагента в системе:

- Не менее одного раза в год для применений с объемом Ф-газов 3 кг и более (за исключением герметичного оборудования, объем доходит до 6 кг)
- Не менее одного раза в течение шести месяцев для применений с объемом Ф-газов 30 кг или более
- Не менее одного раза каждые три месяца для применений с объемом Ф-газов 300 кг или более
- Системы обнаружения утечки необходимо устанавливать в случаях с объемом Ф-газов 300 кг или более, и когда они установлены, требования проверки уменьшаются наполовину.
- Если утечка обнаружена и ликвидирована, следующую проверку необходимо выполнить в течение месяца, чтобы убедиться, что ремонт сделан качественно

Время покажет повлияет ли данное Положение о Ф-газах на утечку в стационарных системах охлаждения.

Правительства Дании и Норвегии используют другой подход: они облагают все хладагенты высоким налогом на парниковый газ. Данный налог для R404A в Дании составляет примерно 50 Евро/кг, а в Норвегии приблизительно 80 Евро/кг! Поэтому высокие цены стимулируют каждого пользователя на поддержание герметичности своей системы, особенно если заправка составляет несколько сотен кг, как для мультиплексных систем в крупном супермаркете.

Действия, стимулирующие переход на природные холодильные агенты, применяемые в различных странах представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Страна	Действия, стимулирующие переход на природные холодильные агенты
Дания, Швейцария, Австрия, Люксембург	Ограничение заправки и запрет на использование ГФУ в отдельных видах оборудования
Норвегия, Австрия, Дания	Такса за использование ГФУ

Германия	Субсидии на использование природных хладагентов
США	Ограничение заправки ГФУ
Канада	Субсидии на использование природных хладагентов
Китай	Гранты на разработку планов менеджмента природных холодильных агентов
Япония	Субсидии на использование природных хладагентов
Австралия	Ограничение заправки ГФУ; Такса за использование ГФУ

Следует также отметить, что различные факторы стимулируют контрабанду ОРВ. Первичной движущей силой незаконной торговли ОРВ является высокий коэффициент чистой прибыли от продажи вследствие понижения цен на ОРВ на мировом рынке и возрастания цен на национальных рынках из-за ограничений на импорт.

Вещества, альтернативные ОРВ, часто намного дороже, чем ОРВ, или стоимость переоснащения оборудования с целью использования альтернативных веществ высокая. Поэтому создается более высокий спрос на ОРВ, что увеличивает риск незаконной торговли. Замена ХФУ альтернативными химическими веществами часто требует переоборудования или полной замены оборудования.

Например, переоборудование передвижной установки кондиционирования воздуха, что позволит использовать ХФУ-134а в развивающихся странах Азии, может стоить от 100 до 200 дол. США. Стоимость приобретения 30-фунтового цилиндра с ХФУ, в котором содержится достаточно хладагента для обслуживания большого количества таких систем, стоит всего около 50 дол. США. Финансовые стимулы для продолжения использования ХФУ ясны, они будут иметь место до тех пор, пока не закончится срок службы оборудования на основе ОРВ и оно не будет заменено более новыми технологиями, позволяющими функционировать на основе озонобезопасных веществ, альтернативных ОРВ. Однако наличие нелегальных ОРВ препятствует процессу замены, продлевая срок службы используемого оборудования.

Срок службы оборудования, содержащего ОРВ, такого как холодильники и кондиционеры, часто составляет 10 лет и более. Чем дольше эта продукция остается на рынке, тем дольше будет существовать спрос на нелегальные ОРВ.

Многие страны запретили импорт оборудования, содержащего ОРВ. Однако такое оборудование, как, например, "подержанные" автомобили, завозится контрабандным путем в развивающиеся страны, увеличивая таким образом спрос на ОРВ.

ОРВ также могут содержаться в таких видах продукции и оборудования, как: транспортные кондиционеры; рефрижераторы; морозильники; ис-

парители; охладители воды; машины для производства льда; кондиционеры воздуха и тепловые насосы; компрессоры (для холодильных установок и кондиционеров воздуха); аэрозольная продукция; переносные огнетушители (только галоны); изоляционные панели и покрытие для труб; пены; форполимеры; инсектициды, пестициды и фумиганты (только бромистый метил); сложные растворители, краски, клеи, покрытия.

2.2 *Стратегии, положения, мероприятия и технологии, применяемые в РБ*

РБ значительно отстает от ЕС и других индустриально развитых стран по всем позициям, за исключением бытовых холодильников (изобутан - 100%).

Для обеспечения достойного уровня нашей холодильной отрасли и обеспечения эффективности и безопасности эксплуатации оборудования нам необходимо привести в соответствие с современными требованиями стандарты на холодильные агенты в части безопасности, охраны окружающей среды и энергоэффективности.

Первый этап сокращения в РБ потребления ОРВ осуществлен в 1996 - 2000 гг. В процессе подготовки к данному этапу в 1993 - 1995 гг. Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (Минприроды) при содействии Правительства Дании и Международного банка реконструкции и развития (МБРР) была разработана Республиканская программа по прекращению использования озоноразрушающих веществ в Беларуси, особенно в части выполнения Лондонских поправок и поэтапного отказа от ОРВ Приложений А и В. Программа была утверждена в феврале 1996 г. постановлением Кабинета Министров

Республики Беларусь № 115. Одним из ее результатов стала разработка за счет средств гранта ГЭФ проекта "Постепенный вывод из обращения озоноразрушающих веществ в Республике Беларусь". Главным результатом проекта стало выведение из обращения более 600 тонн ОРВ Приложения А (ХФУ-11, ХФУ-12, ХФУ-113) с одновременным значительным повышением технологического уровня и конкурентоспособности промышленной продукции и внедрением новейшего технологического оборудования. Кроме того, проект способствовал развитию национальной системы регулирования и лицензирования. В частности, в него входили следующие подпроекты:

- ЗАО «Атлант» (г. Минск) – замена оборудования для производства пеноизоляционных панелей дверей бытовых холодильников и морозильников, на закупку оборудования для обслуживания бытовых холодильников в сервисных мастерских по всей республике;

- «Минский приборостроительный завод», РУПП «Завод «Цветотрон», ГП «Минское производственное объединение вычислительной техники», «Завод «Камертон» (г. Пинск) (г. Брест) – отказ от ХФУ-113 и метилхлороформа при очистке электрических деталей с переходом на использование водорастворимых флюсов вместо ранее использовавшихся канифольных, для очистки от которых использовались ОРВ;
- РПО «Белторгпрогресс» – закупка оборудования для оснащения центров обслуживания торгового холодильного оборудования по всей республике. По гранту закуплены также шесть станций рециклинга – переработки хладагентов с целью их повторного использования. Одна станция реклейма (тонкой очистки хладагентов), шесть определителей фреонов (газоанализаторы) и один хроматограф, всего более 1500 единиц оборудования.
- Обучение по восстановлению и замене галонов в системах противопожарной защиты.

Несмотря на множественные факторы риска при эксплуатации холодильных агрегатов на природных хладагентах, таких как токсичность, высокое давление, взрывоопасность, нормативы, установленные стандартом EN 378 позволяют создавать и безопасно эксплуатировать достаточно мощное оборудование для холодоснабжения и кондиционирования воздуха с использованием природных хладагентов, таких как углеводороды, аммиак, CO₂.

В сроки, предусмотренные утвержденной программой четвертого цикла ГЭФ, в Беларуси во взаимодействии с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (Минприроды) разработана и 28 февраля 2013 г. одобрена Стратегия Республики Беларусь по постепенному выводу из обращения гидрохлорфторуглеродов на период до 2020 года (далее – Стратегия по ГХФУ). Главной целью данной Стратегии является выполнение Республикой Беларусь ускоренного графика постепенного вывода из обращения ГХФУ, принятого Решением XIX/6 Совещания Сторон Монреальского протокола. Стратегия по ГХФУ разрабатывалась при содействии ПРООН в рамках регионального проекта ГЭФ и является основой для реализации инициативы по дальнейшему укреплению национального потенциала по выполнению требований Монреальского протокола и оказанию инвестиционной поддержки постепенного вывода из обращения ГХФУ.

Вместе с тем, Беларусь сталкивается с рядом уникальных трудностей, обусловленных ее нынешним членством в Таможенном союзе. Обязательства страны в рамках Таможенного союза существенно ограничивают ее возможности по контролю за импортом ГХФУ и продукции, содержащей ГХФУ.

Это приводит к систематическому занижению объемов потребления ГХФУ. С учетом отмеченных трудностей, Беларусь применяет методологию оценки и контроля потребления, основанную на применении лицензионных ограничений, установленных для конечных потребителей ГХФУ внутри страны. Указанная методика использовалась в 2009-2010 гг. при формировании отчетности в рамках Монреальского протокола и предполагается к дальнейшему использованию как при составлении официальной отчетности, так и при разработке графика постепенного вывода из обращения ГХФУ.

В 2005 году по заказу Минприроды РУП «БелНИЦ «Экология» была проведена оценка сложившегося на тот момент в Республике Беларусь уровня потребления озоноразрушающих веществ, в том числе ГХФУ. Как следует из этой оценки, ориентировочный годовой объем потребления ОРВ (в основном ГХФУ) составлял 180 - 200 метрических тонн. На долю ГХФУ-22 приходилось 50,6%; 23,4% составляли ГХФУ-содержащие смесевые заменители ХФУ-12, используемые в качестве хладагентов в базовом оборудовании, и 10,32% - иные ГХФУ и смеси, прежде всего ГХФУ-141b. Как показали результаты анализа, озоноразрушающие вещества использовались в основном в холодильном оборудовании и системах кондиционирования воздуха, а также в некоторых производственных процессах. Из общего потребления хладагентов ОРВ составляют 74%, и, в связи с ликвидацией использования остаточного ХФУ-12, предприятия полностью перешли на ГХФУ. Потребление озонобезопасных хладагентов (16%) это в основном аммиак, ГФУ-134a и ГФУ-404a. Озоноразрушающие вещества также используются, хотя и в меньших масштабах, в промышленности в качестве пенообразователей и растворителей.

3. АНАЛИЗ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ МЕЖДУНАРОДНО-ПРИЗНАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОХЛАЖДЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДА, ВОЗМОЖНЫХ К ПРИМЕНЕНИЮ В ПРИОРИТЕТНЫХ СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ

Сегодня перед холодильной отраслью стоит сложнейшая задача. Необходимо определиться с выбором технологий и хладагентов, которые заменят ГХФУ и в частности фреон-22. Реализация мер по отказу от ХФУ сопровождалась увеличением потребления ГХФУ при обслуживании холодильного оборудования (ГХФУ-22), производстве теплоизоляционных материалов, пеноматериалов и растворителей (ГХФУ-141b).

Универсальной замены ГХФУ просто не существует. Хладагенты, являясь неотъемлемой частью холодильной машины, существенно влияют на ее конструкцию. Выбор хладагента осуществляется в каждом конкретном случае, основываясь на анализе совокупности всех качеств и факторов, характеризующих как работу холодильной машины, так и конструктивные особенности ее отдельных элементов, и по существу является целой проблемой. В каждом случае нужно искать свое решение, подходящее под условия окружающей среды, под конкретный объект и определенные задачи.

Холодильная отрасль - одним из основных потребителей энергоресурсов в мире. Сегодня перед нами стоит ряд серьезных проблем, связанных с необходимостью повышения эффективности и безопасности холодильного оборудования. Залогом их решения является наличие экологически безопасных и эффективных хладагентов, поиск которых продолжается все эти годы.

Эволюцию в области хладагентов можно условно разделить на четыре этапа.

В качестве хладагентов в течение первых 100 лет искусственного охлаждения (1830-1930) использовались «все, что работает» - обычные растворители и другие летучие вещества. Почти все эти ранние хладагенты были токсичными или горючими, а некоторые еще и очень химически активными, в том числе пропан (R290) и аммиак (R717).

Второй этап, начиная с 1930 до 1990 прошел под знаком хлорфторуглеродов (ХФУ), таких как фреон R-12, R11 к которым в 50- присоединился R22. Аммиак был и все еще оставался наиболее распространенным хладагентом в системах промышленного холода.

Третий этап с 1990 по 2010 годы – появление и широкое внедрение хладагентов, защищающих озон стратосферы, в первую очередь ГФУ. Вер-

нулся интерес к природным хладагентам, в частности к аммиаку, диоксиду углерода, углеводородам и воде.

В начале 90-х годов начато промышленное производство нового поколения хладагентов на основе ГФУ - фреонов R134a, R125, R152a, R32, R23, смесей R404A, R407C, R410A, R507, R508. Эти фреоны получили широкое применение в коммерческом холоде и климатическом оборудовании.

В приложении 1 представлены наиболее распространенные озоноразрушающие вещества, а также вещества, не разрушающие озон. Альтернативные холодильные агенты для замены ГХФУ представлены на рисунке 3.1.

Холодильные агенты для замены ГХФУ

ГФУ		Хладагенты с низким ПГП		Природные хладагенты	
Чистые вещества	Смеси	Чистые вещества	Смеси	Чистые вещества	Смеси
R134a R125 R32 R143a R152a	R404a R507a R407-serie R410A R417A7B R422A/D R427A	HFO-1234f HFO-1234ze	HFO-1234yf/ HFO-1234ze/ HFC	R717 R290 R1270 R600a R170 R744	R600a/R290 R290/R170 R723

Рисунок 3.1 - Холодильные агенты для замены ГХФУ

Сегодня перед холодильщиками новая задача – борьба против глобального потепления. Большинство используемых сейчас хладагентов являются мощными парниковыми газами и предотвращение их эмиссии (выброса) в атмосферу является сейчас важнейшей задачей человечества, которая ждет своего решения.

Глобальное потепление климата может привести к экологическим последствиям не менее опасным, чем разрушение озонового слоя. Поэтому при оценке влияния хладагентов на окружающую среду необходимо, наравне с их влиянием на разрушение озонового слоя, рассматривать и их вклад в глобальное потепление климата.

Поэтому в настоящее время во многих странах мира идет поиск альтернативных хладагентов. Влияние чистых углеводородов, таких как изобутан, пропан, циклопентан, аммиак, на глобальное потепление климата (при отсутствии влияния на истощение озонового слоя) в тысячи раз меньше, чем как у хлорфторуглеродов, так и у хладагентов, пришедших им на смену.

Выбор хладагента является обычной функцией ряда факторов, некоторые из которых базируются на характеристиках, а на некоторые влияют рыночные аспекты.

Факторы, основанные на характеристиках, включают:

- Потенциал глобального потепления
- Озоноразрушающий потенциал
- Воспламеняемость
- Токсичность
- Химическая реактивность и совместимость материалов
- Потенциальная эффективность (термо-физические свойства)

Рыночные вопросы включают:

- Стоимость хладагента (за кг или за заправку системы)
- Стоимость компонентов
- Доступ к хладагенту
- Наличие соответствующих компонентов, масел, сервисного обслуживания
- Адекватная экспертиза и обучение

Ниже рассмотрен зарубежный опыт использования альтернативных хладагентов в приоритетных для РБ отраслях экономики.

3.1 Альтернативные хладагенты для искусственного охлаждения и кондиционирования воздуха

Кондиционеры с воздушным охлаждением с холодопроизводительностью в диапазоне от 2 до 700 кВт, которые используются в жилом и коммерческом секторах для охлаждения или отопления (если они объединены с тепловыми насосами воздушного кондиционирования), представляют, вероятно, самую распространенную область потребления ГХФУ-22. Автономные кондиционеры преобладают как в категории установленного, так и вновь произведенного оборудования. Автономные воздушные кондиционеры представляют широкий спектр оборудования в категории систем класса «воздух-воздух». Комнатные кондиционеры (оконные, смонтированные в стене, передвижные) обычно имеют холодопроизводительность в диапазоне между 2 кВт и 10,5 кВт и содержат от 0,5 до 2 кг ГХФУ-22 (в среднем 0,75 кг). Эти устройства обычно производятся и заправляются на больших заводах с контролем качества и тестированием утечек, что гарантирует довольно низкий уровень утечек, порядка 2–3 % от начальной заправки ежегодно. Бесканальные сплит-системы, мини-сплиты для одной комнаты и большие системы обычно имеют несколько внутренних испарите-

лей/вентиляторов, соединенных с наружным блоком с холодопроизводительностью от 4 кВт и выше. Эти воздушные кондиционеры имеют среднюю заправку ГХФУ-22 в размере приблизительно 1,2 кг на систему. Эти системы обычно также производятся на больших заводах-производителях с соответствующим контролем качества и тестированием утечек. Однако эти системы устанавливаются на месте с использованием предварительно заправленных трубопроводов и соединений, что приводит к более высокой средней норме утечки для этих систем.

Сплит-канальные централизованные системы воздушного кондиционирования и тепловые насосы в жилом секторе состоят из компрессорно-конденсаторного агрегата (компрессор/теплообменник), установленного снаружи, который поставляет хладагент к одному или более внутренним теплообменникам, установленным внутри системы вентиляционных каналов здания. Холодопроизводительность таких систем находится обычно между 5 кВт и 18 кВт, и они содержат в среднем приблизительно 3,25 кг ГХФУ-22 на систему. У корпусных систем класса «воздух-воздух» и сплит-систем для коммерческого кондиционирования воздуха, которые включают коммерческие крышные воздушные кондиционеры, диапазон холодопроизводительности может изменяться от 10 кВт до более, чем 350 кВт. Средняя заправка ГХФУ-22 составляет около 10,8 кг на систему, хотя заправка в значительной степени зависит от холодопроизводительности. Показательные нормы утечки для последних трех категорий сплит-систем в целом у казаны в руководствах и соответствующей литературе как 4–5 % от номинальной заправки ежегодно, хотя неподтвержденные данные указывают на выбросы до 15 % или более. Более высокие нормы утечки связаны с особенностями монтажа в зданиях, например, из-за необходимости осуществления большого количества соединений. Длительность работы системы также играет важную роль в этом отношении.

В числе рассматриваемых однокомпонентных хладагентов жизнеспособными вариантами считаются только R-134a, R-744 и R-290. Хотя R-134a и R-744 (CO₂) являются технически зрелыми вариантами, коммерциализация кондиционеров с воздушным охлаждением, работающих с R-134a или R-744, была очень ограничена.

Было исследовано несколько однокомпонентных хладагентов ГФУ для замены ГХФУ, используемых в настоящее время в кондиционерах с воздушным охлаждением. Однако ГФУ-134a остается единственным одноком-

понентным ГФУ хладагентом, который отвечает требованиям для применения в этой категории оборудования.

ГФУ-134а не является прямым заместителем ГХФУ-22. Чтобы получить ту же самую холодопроизводительность, что и в системе с ГХФУ-22, производительность компрессора должна быть увеличена приблизительно на 40 % для компенсации меньшей объемной холодопроизводительности ГФУ-134а. Также необходимо осуществить существенную модернизацию оборудования для достижения эффективности и холодопроизводительности, эквивалентных системе с ГХФУ-22. Эта модернизация потребует установки теплообменников большего размера, увеличения диаметра трубопроводов подачи хладагента и повышения мощности двигателя компрессора.

Хотя ГФУ-134а является потенциальной заменой ГХФУ-22 в установках с воздушным охлаждением, он не нашел в них широкого применения, поскольку производители приступили к изготовлению систем кондиционирования с воздушным охлаждением меньшей стоимости, используя в них смеси ГФУ, такие как R-407C и R-410A. Преобладающее использование ГФУ-134а наблюдается в чиллерах с водяным охлаждением и в автомобильных кондиционерах. Представляется, что ГФУ-134а будет применяться в кондиционировании с воздушным охлаждением в ограниченных масштабах.

Для замены ГХФУ-22 в установках воздушного кондиционирования было разработано значительное количество смесей на основе ГФУ. Предлагаются различные составы на основе ГФУ-32, ГФУ-125 и ГФУ-134а в качестве озонобезопасных заменителей ГХФУ-22. R-410A и R-407C являются наиболее широко используемыми смесями на основе ГФУ.

Было осуществлено несколько попыток по поиску альтернативных R-407C и R-410A ГФУ с более низкими значениями ППП. Потенциальное использование ГФУ-1234yf (1,1,1, 2-тетра-фторпентен, $\text{CF}_3\text{-CF}=\text{CH}_2$) и его смесей обсуждалось с 2007 г. ГФУ-1234yf имеет очень низкий потенциал глобального потепления (ППП = 4), а его термодинамические свойства подобны ГФУ-134а. Этот хладагент имеет низкую токсичность и слабо огнеопасен. Его потенциал как альтернатива ГХФУ-22 нуждается в дальнейшем исследовании, поскольку это однокомпонентное соединение обладает более низкой, чем R-410A, эффективностью.

Известно, что R-290, R-270 и смесь R-290/ R-270 использовались в некоторых случаях для прямого замещения ГХФУ-22. Хотя эти хладагенты могут обеспечить близкие к ГХФУ-22 холодопроизводительность и эффектив-

ность, такая замена создает существенное беспокойство в отношении их безопасного использования из-за высокой огнеопасности этих хладагентов.

Если углеводороды рассматриваются для использования в качестве хладагентов, то необходимо строго соблюдать правила техники безопасности и правила их использования. Во многих случаях затраты на соблюдение этих требований могут быть слишком высокими, чтобы оправдать применение углеводородных хладагентов для прямого замещения ГХФУ-22.

3.2 *Выбор хладагентов для торгового холодильного оборудования*

Торговые холодильные системы представляют собой широкий спектр оборудования охлаждения. Три главных подсектора – это автономное оборудование, холодильные агрегаты и централизованные системы холодоснабжения для супермаркетов.

Имеются три варианта эксплуатации оборудования в зависимости от ожидаемых затрат и остаточного срока службы оборудования:

- Избавление от старого оборудования и покупка нового оборудования с озонобезопасным хладагентом;
- Ремонт и перезаправка тем же хладагентом;
- Ремонт и заправка озонобезопасным хладагентом.

R-744 (диоксид углерода). В ситуациях, когда использование системы с R-717 (аммиак) невозможно или последствия утечек являются неприемлемыми, R-744 может использоваться в комбинации с установкой с R-717, чтобы снизить объем заправки R-717 и уменьшить последствия утечки. Впервые R-744 был использован в качестве хладагента в 1867 г. и стал очень популярным к концу девятнадцатого столетия, особенно для охлаждения в морском флоте, где он был предпочтительнее, чем R-717 из-за большей безопасности. Он утратил свою привлекательность в середине двадцатого века, когда системы охлаждения переходили от охлаждения конденсаторов речной водой и атмосферных конденсаторов на конденсаторы с принудительным испарением и конденсаторы, охлаждаемые воздухом, работающие при более высоких давлениях нагнетания. Это сделало R-744 очень неэффективным по сравнению с R-717.

R-744 завоевал расположение в конце двадцатого века как альтернатива аммиаку, будучи более безопасным в применении и как альтернатива ГФУ с учетом низкой стоимости и лучших эксплуатационных качеств. Он особенно хорошо подходит для морозильных систем низкой температуры,

где высокое рабочее давление заставляет уменьшать диаметр трубопроводов и размеры компрессора, делая оборудование экономичным для установки и обслуживания. Работа испарителя плиточных морозильников значительно лучше с R-744, чем с любым другим хладагентом, делая его более предпочтительным для установок такого типа.

R-744 также успешно использовался в холодильных камерах и холодильных хранилищах, хотя его выгоды менее заметны в этих видах применения. Сообщается, что по сравнению с прямыми системами R-717, установка системы с R-744 приблизительно на 5 % дешевле и имеет почти такие же эксплуатационные расходы. Другое исследование показало, что по сравнению с системами R-717/гликоль для холодильных хранилищ установка вторичной системы с R-744 оказалась приблизительно только на 1 % дешевле, чем система с гликолем, но на 15 % дешевле в эксплуатации.

Сравнение не является однозначным в этих случаях, потому что оно зависит от принятой спецификации для каждой системы. В случаях, упомянутых здесь, в первой системе использовалось электрическое размораживание, что более дешево для установки, но более дорого в эксплуатации. Во второй системе использовалось размораживание горячим газом. Стоимость такой системы выше, но эксплуатационные расходы значительно ниже. Если установка вторичной системы рассматривается с целью уменьшения заправки R-717, тогда система с R-744 окажется более рентабельной альтернативой, чем система с гликолем.

В настоящее время системы с хладагентом R-744 устанавливаются для высоко-температурных применений. Один из примеров - охлаждение сверхкомпактных серверов компьютеров в информационных центрах, где R-744 является безопасной альтернативой воде в применениях с высокой тепловой нагрузкой и где воздушное охлаждение не достаточно.

Являясь недорогим и относительно безопасным, CO₂ позволяет использовать большие заправки хладагента и обеспечивает гибкость в дизайне системы. Следовательно, переполненные испарители, которые требуют больших заправок хладагентом, можно использовать для промежуточных и низкотемпературных уровней. Тем не менее, предположительно заправка CO₂ не будет очень высокой по сравнению с другими хладагентами благодаря тому, что компактный размер отсеков CO₂ и линии подачи будут способствовать уменьшению заправки. Учитывая опыт работы на некоторых установках, расчет количества заправки CO₂ в супермаркетах можно найти в

Хайнбок (Хайнбокел 2001); около 5.25 и 1.7 кг/кВт для вторичных и каскадных систем, соответственно. Конечно, это следует рассматривать как приблизительный расчет, потому что он будет отличаться в каждом конкретном случае.

3.3 Выбор хладагентов для промышленных систем охлаждения

Промышленное охлаждение включает в себя: охлаждение при проведении технологических процессов, холодильное хранение и пищевую промышленность. Аммиак и ГХФУ-22 являются наиболее используемыми хладагентами.

В Европе оказывается давление на пользователей ГХФУ-22 в промышленном охлаждении, но все еще нет универсально признанных хладагентов прямого замещения для больших систем охлаждения с затопленными испарителями. Многие пользователи заменили старые холодильные установки новыми системами, использующими аммиак или, в некоторых случаях, каскадными системами аммиак/диоксид углерода. Но ситуация, сложившаяся в начале 2010 г., когда вступил в силу запрет на поставку недавно произведенного ГХФУ-22 для обслуживания, свидетельствует о том, что все еще имеется значительное количество пользователей с установками на ГХФУ-22.

Продолжается рост в использовании CO_2 в промышленных системах в очень широком диапазоне применений, включая плиточные морозильники, скороморозильные аппараты, холодильные камеры, катки, холодильные хранилища, охлаждение в сфере информационных технологий и тепловые насосы. Также продолжается рост в применении тепловых насосов, в особенности в интегрированных системах, которые используют тепло холодильных установок. Единый, универсально предпочтительный подход при этом отсутствует. Аммиачные системы имеют большое распространение. Растет также популярность систем на основе CO_2 . Освоение этих технологий все еще ограничено доступностью оборудования, в особенности аммиачных компрессоров с высоким давлением и компрессоров для CO_2 с еще более высоким давлением. Продолжают быстро развиваться технологии низкотемпературных применений с CO_2 , которые используют его как жидкий хладоноситель и как хладагент. В США, Японии и Европе CO_2 используется в новых малых и больших системах с холодопроизводительностью до 5 МВт. Благодаря финансовым субсидиям в Нидерландах продолжают устанавливать много новых систем с CO_2 .

Использование систем с вторичным хладоносителем увеличивается, что является способом уменьшить количества аммиака, необходимого для заправки системы. В США, Японии и Европе продолжают исследования по использованию CO_2 как хладагента и по смазочным материалам, совместимым с CO_2 . Новые разработки компрессора для CO_2 были уже внедрены в промышленное производство в 2004-2006 гг. Выполняется ретрофит систем с ГХФУ-22 для использования CO_2 , или систем с циркуляцией солевого раствора, особенно в холодильном секторе. Использование оборудования с малыми заправками NH_3 устойчиво увеличивается и теперь стабильно расширяется в промышленных системах охлаждения.

Там, где новое оборудование разрабатывается для проектов чистого производства или для восстановления существующих зданий у проектировщика имеется широкий диапазон выбора хладагента. Решение обычно основано на величине капитальных затрат, хотя рассматриваются и другие факторы, такие как: эксплуатационные расходы, стоимость обслуживания, вероятность утечки хладагента, здоровье и вопросы безопасности, а в некоторых конкретных случаях, легкость монтажа.

R-717 (аммиак) использовался как хладагент для охлаждения в промышленных процессах с 1872 г. и является предпочтительным для крупных установок в большинстве частей мира. Он очень ядовит в относительно малых концентрациях, но имеет отличительный, резкий запах, который ощущается на уровнях значительно ниже опасной концентрации, в результате чего вероятность случаев со смертельным исходом или тяжелым отравлением при эксплуатации систем с R-717 чрезвычайно низка. Он огнеопасен в относительно высоких концентрациях и, таким образом, определенные меры по обеспечению безопасности должны быть включены для промышленных систем, но практически возможность возгорания R-717 не вызывает особой обеспокоенности.

Продукты сгорания аммиака - азот и вода. Таким образом, возможность осложнений для безопасности в случае пожара в главном здании очень низка. В США и Канаде аммиак оставался предпочтительным хладагентом в пищевой и перерабатывающей отраслях промышленности в течение последних 50 лет и установки с ним являются типично большими с заправками в пределах от 5 до 100 тонн. В Европе R-717 широко использовался в промышленном охлаждении в Великобритании и Германии, но его применение более жестко регулировалось во Франции, Бельгии, Нидерландах и Италии, где он менее распространен.

R-717 является наиболее широко принятой альтернативой ГФУ для больших систем в Скандинавии главным образом в результате ограничений и налогообложения на парниковые газы. В Европе смесь R-717 и HE-E170 (димилэфир) использовалась в некоторых применениях, чтобы улучшить возврат смазки в малых чиллерах прямого расширения. Он был также предложен как хладагент для высокотемпературных тепловых насосов, поскольку это позволило бы иметь немного более высокие температуры конденсации в существующем оборудовании. Эта жидкость иногда обозначается как R-723, но она не была представлена для включения в ASHRAE 34 или ISO 817. Если бы эта смесь была классифицирована, она скорее всего была бы причислена к группе безопасности В3, что ограничило бы ее применение и ей не был бы предоставлен номер хладагента в 700 ряду.

Сравнение R-717 с некоторыми другими новыми хладагентами представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Сравнение с хладагентами на кВт емкости охлаждения при -15/+30°C

Хладагент	Формула состава	Температура кипения, °C	Теплота парообразования кДж/кг 1 бар абс.*	Поток жидкости, дм ³ /с	Поток сжатого газа дм ³ /с	КП	ОР П	ППП
134a	CH ₂ FCF ₃	-26.2	217	0.0056	0.814	4.60	0	1300
407C	32/125/134a	-43.8 - 36.7	248	0.0055	0.492	4.51	0	1525
410A	32/125	-51.6 - 51.5	271	0.0058	0.318	4.41	0	1725
507C	125/143a	-47.0	196	0.0089	0.461	4.18	0	3800
Аммиак	R 717, NH ₃	-33.3	1369	0.0015	0.463	4.84	0	0
Пропан	R 290, C ₃ H ₈	-42.1	426	0.0074	0.551	4.74	0	3
Углекислый газ	R 744, CO ₂	-56.6	350	0.0123	0.065	2.96	1	1

*Теплота парообразования углекислого газа устанавливается при тройной точке в 56.6°C. Для 407C и 410A характерно "постепенное понижение температуры".

Теплота парообразования аммиака высока, а расход жидкости - низкий, поэтому используемая технология отличается от технологий с другими хладагентами (смотрите Таблицу 3.1). Именно низкий поток жидкости ограничил применение аммиака для меньшего объема охлаждения, хотя используя передовую технологию будущего он может стать альтернативой для малых систем.

ГФУ были введены как замена для ХФУ в конце 1980-х гг., но они не были приняты для широкого использования в промышленных системах. Капитальные затраты на общее количество хладагента и стоимость холодильных масел неприемлемо высоки для больших промышленных систем. Практический опыт показывает, что интенсивность утечек хладагента в менее крупных системах с этими хладагентами была достаточно высока и поэтому была бы неприемлема в промышленных системах. Исключение представляют большие центробежные чиллеры, где ГФУ- 134а широко применяется, хотя эти устройства не используются в промышленных системах.

В небольших холодильных камерах и морозильниках R-404A и R-507A использовались для коммерческого применения обычно с полугерметичными компрессорами и холодильными агрегатами.

Хотя R-410A имеет превосходные характеристики для использования при низкой температуре, он редко использовался в промышленных системах, возможно из-за относительно высокой цены хладагента.

Для промышленной системы охлаждения стоимость заправки хладагента будет составлять около 5-10 % от общей стоимости системы. Финансовый риск, связанный с потерей заправки, является неприемлемо высоким для подрядчиков и конечных пользователей.

Аммиак всегда был хладагентом, используемым в больших, промышленных контекстах. Углекислый газ является хорошей, а в некоторых случаях применения лучшей альтернативой, а мотивация его использования может быть менее сложной, чем для аммиака в отношении безопасности. Углекислый газ является эффективной и интересной альтернативой для температур ниже -40°C . При кондиционировании воздуха очевидным хладагентом будет вода, если не будет использован аммиак. С помощью усовершенствованного качества в системах с адаптированным объемом заполнения, будут разработаны многие новые применения аммиака. Возрастет политическое давление на ГФУ, а это приведет к новым техническим решениям с использованием природных хладагентов, к которым относится и аммиак. При правильном использовании аммиак характеризуется не только хорошим уровнем безопасности, но подразумевает и отличную рентабельность для своего владельца/пользователя.

3.4 Переоборудование систем охлаждения установок по охлаждению молока

Углеродный хладагент, такой как пропан, можно использовать в качестве альтернативного заменителя благодаря сходству давлений насыщения. В результате исследований, выявлено, что давление насыщения пропана очень близко к давлению насыщения ГХФУ-22, и благодаря его соответствию с большинством материалов, используемых в системе искусственного охлаждения, пропан может послужить непосредственным заменителем при модернизации хладагента лишь с небольшим изменением в компонентах систем искусственного охлаждения. Данные незначительные изменения должны соответствовать правилам техники безопасности в связи с воспламеняемым характером хладагентов УВ.

Ниже приведены некоторые результаты оценки модернизации существующих систем ГХФУ-22 на хладагент пропана (R-290). Модернизированная система состоит из кондиционеров оконного типа, установки по охлаждению молока, сплит кондиционирования, и системы кондиционирования основной камеры охлаждения.

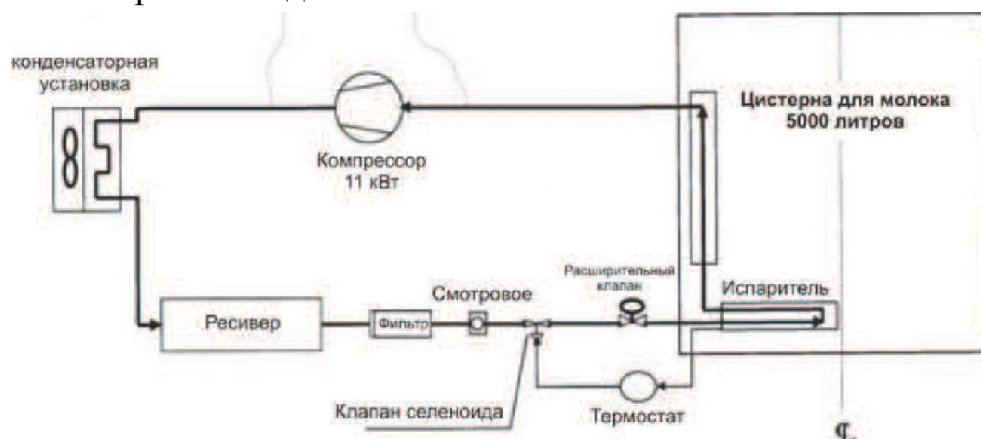


Рисунок 3.2

Молоко необходимо охладить до примерно 4°C до его последующей транспортировки на перерабатывающий завод от поставщика. Рисунок 3.2 показывает стандартную систему охлаждения молока. Она состоит из резервуара для молока, охлаждаемого системой охлаждения компрессии пара, как схематически показано на Схеме 2. После предварительно проведенной удачной модернизации ХФУ-12 на УВ были переоборудованы и некоторые другие установки по охлаждению молока, которые в основном использовали ГХФУ-22.

Таблица 3.2 показывает данные о рабочих характеристиках двух переоборудованных установок по охлаждению молока. Обе системы используют полугерметичные компрессорные холодильные камеры. Можно увидеть, что электрический ток компрессора становится ниже после переоборудования

системы на R-290, а охлаждающие способности улучшаются, что подтверждается более коротким рабочим временем.

При том же давлении всасывания (которое указывает на аналогичную температуру охлаждения) давление нагнетания ниже. R-290 потребляет энергии намного ниже, чем система ГХФУ-22.

Таблица 3.2 - Сравнение работы установок по охлаждению молока перед и после модернизации на пропан

Система охлаждения	2°С Водяные охладители		2°С Водяные охладители	
Электрическое напряжение	3 фазовое, 380 V, 50 Hz		3 фазовое, 380 V, 50 Hz	
Хладагент	R-22 (ГХФУ)	R-290 (УВ)	R-22 (ГХФУ)	R-290 (УВ)
Электрический ток	2 x 18 А	2 x 15 А	2 x 25 А	2 x 18 А
Время работы	13 часов	10 часов	14 часов	12 часов
Давление нагнетания	15.5 бар (г)	12.4 бар (г)	15.5 бар (г)	12.8 бар (г)
Давление всасывания	1.7 бар (г)	1.7 бар (г)	1.4 бар (г)	1.4 бар (г)
Ежедневное потребление энергии	440 кВт.ч/сутки	287 кВт.ч/сутки	Отс.	Отс.
Ежедневная производительность молока	12 тонн/сутки	12 тонн/сутки	19 тонн/сутки	19 тонн/сутки

Результаты таблицы демонстрирует данные успешной модернизации на УВ отобранных установок. Таким образом, продемонстрировано, что хладагент УВ (пропан) может прекрасно заменить ГХФУ-22. Хладагент УВ может быть заменителем для существующей системы, хотя он требует небольших модификаций из-за воспламеняемости R-290, но это можно преодолеть при строгом соблюдении правил безопасности. В некоторых случаях смазочное масло также необходимо поменять на масло более высокой вязкости, особенно когда компрессор имеет низкотемпературную систему испарения.

3.5 Транспортные системы охлаждения

Транспортное охлаждение включает транспортировку охлажденных или замороженных продуктов судами-рефрижераторами, рефрижераторными контейнерами, железнодорожными вагонами-рефрижераторами и автодорожным транспортом (охлаждаемые трейлеры, дизельные и малые грузовые автомобили и фургоны). Оно также охватывает использование охлаждения и

кондиционирования воздуха на торговых судах водоизмещением свыше 300т и кондиционирование воздуха в железнодорожных вагонах.

Этот сектор постепенно переходит на ГФУ-134а, R-404А или R-507А и в более редких случаях - на R-407С и R-410А. Использование R-410А, как ожидается, увеличится в охлаждаемых грузовиках и трейлерах.

Диоксид углерода используется в транспортных системах все еще только на экспериментальной основе. Новые смеси и новые хладагенты, проходящие испытания в экспериментальных автомобильных системах кондиционирования, не рассматриваются в транспортном секторе охлаждения.

Текущие задачи в транспортном секторе охлаждения следующие: снижение заправки хладагента и повышение эффективности использования энергии. В целом, системы с ГФУ-134а обеспечивают более высокую энергоэффективность в среднетемпературном диапазоне, чем R-404А, но требуют более мощных компрессоров и линий всасывания большего диаметра.

4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО ОБЪЕКТАМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ, НА БАЗЕ КОТОРЫХ ВОЗМОЖНО ВНЕДРЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ С НИЗКИМ ПГП

Потребление ГХФУ распределено среди многих экономических секторов, наиболее крупными из которых являются сельскохозяйственное производство и производство продуктов питания (по 30%), промышленные предприятия (до 19%) и предприятия Белорусской железной дороги (до 11%).

Основные ГХФУ, применяемые в Беларуси:

ГХФУ	ОРП
ГХФУ-21	0,040
ГХФУ-22	0,055
ГХФУ-141b	0,110
ГХФУ-142b	0,065

Наиболее востребованным хладагентом в перечне ГХФУ в секторе охлаждения является ГХФУ-22. В секторе производства пеноматериалов вывод ГХФУ-141b возможен по средствам перехода на углеводороды; сжиженный углекислый газ; воду; метил-формиат.

Существует три основных фактора, которые влияют на применение любого хладагента: это - цена, безопасность и технологический статус. В принципе, практически любой хладагент можно использовать в любом случае; главное заключается в гарантии приемлемого бюджета и отсутствии существенных рисков для рабочих или других людей. Обычно трудности в утверждении R-717 и УВ относятся к вопросам техники безопасности, тогда как в отношении R-744 они связаны с давлением. Как правило, такие вопросы решаются при соблюдении правил техники безопасности, таких как Европейский Стандарт по нормам экологии и техники безопасности для систем охлаждения (EN 378 ¹) или эквивалентные национальные или международные стандарты.

Принимая во внимание экономические факторы, связанные с принятием альтернативных технологий, важно признать, что стоимость систем, ис-

¹ EN 378: 2000 Системы охлаждения и тепловые насосы - Нормы техники безопасности и экологии

пользующих технологию, которая отклоняется от стандартных серийно выпускаемых продуктов, практически требует более высоких первоначальных затрат. Часто это происходит в результате градации экономик, например, «покупательной способности» конкретных организаций.

Благодаря свойствам данных природных хладагентов, вариант использования одного из них или всех не всегда идеален для конкретного оборудования или случаев применения. Однако, полезно идентифицировать наиболее жизнеспособное оборудование и случаи применения, в которых могут использоваться различные природные хладагенты. Таким образом, в таблицах 4.1 4.2 наглядно представлено общие сведения о том, какие природные хладагенты можно применять в соответствии с существующей ситуацией. На рисунке 4.1 наглядно представлена обобщенная информация.

Таблица 4.1 - Зоны применения для природных хладагентов - Охлаждение

Применение	Тип оборудования	Тип системы	Обычный фторуглерод	Жизнеспособные природные хладагенты		
				Новый хладагент	Новая система (схема и компоненты)	Новая установка (схема, компоненты и местонахождение)
Розничное охлаждение	Водоохладитель	Интегральный	R134a, R12	Смесь УВ	R600a, R290	R600a, R290
	Холодильные витрины	Интегральный	R134a, R404A, R502	Смесь УВ, R290	R600a, R290, R744	R600a, R290, R744
	Холодильные витрины	Дистанционный	R22, R404A, R502		R290, R744	R290, R744
	Холодильные витрины	Распределенный	R22, R404A, R502			R744, [R290, R1270, R717]*
	Холодильные витрины	Косвенный	R22, R404A	R290, R1270	R290, R1270, R717	R290, R1270, R744, R717
	Морозильные камеры	Интегральный	R22, R404A, R502	R290, R1270	R290, R1270	R290, R1270
	Морозильные витрины	Дистанционный	R22, R404A, R502		R290, R744	R290, R744
	Морозильные витрины	Распределенный	R22, R404A, R502			R744, [R290, R1270, R717]*
	Морозильные витрины	Косвенный	R22, R404A	R290, R1270	R290, R1270, R717	R290, R1270, R744, R717
Холодильное хозяйство и производство пищевых продуктов	Шкафы с выдвижными ящиками для хранения	Интегральный	R22, R404A, R502	R290, R1270	R290, R1270, R744	R290, R1270, R744
	Холодильные камеры	Дистанционный	R22, R404A, R502		R290, R1270, R744	R290, R1270, R744
	Холодильные камеры	Распределенный	R22, R404A, R502			R744, [R290, R1270, R717]*
	Холодильные камеры	Косвенный	R22, R404A	R290, R1270	R290, R1270	R290, R1270, R744, R717
	Охлаждение/замораживание по ходу технологического процесса	Дистанционный	R22, R404A, R502		R290, R1270, R744	R290, R1270, R744, R717
Распределенный		R22, R404A,			R744, [R290, R1270,	

Применение	Тип оборудования	Тип системы	Обычный фторуглерод	Жизнеспособные природные хладагенты		
				Новый хладагент	Новая система (схема и компоненты)	Новая установка (схема, компоненты и местонахождение)
			R502			R717]*
		Косвенный	R22, R404A	R290, R1270	R290, R1270	R290, R1270, R744, R717
Транспортное охлаждение	Грузовики автодорожного транспорта	Интегральный	R22, R404A, R502	R290, R1270	R290, R1270, R744	R290, R1270, R744
	Вагоны рефрижераторы	Интегральный	R22, R404A, R502		R744	R744
	Охлаждение на борту морского судна	Интегральный	R22, R404A, R502		R744	R744

* Использование УВ и R-717 требует заменить систему прямого расширения на косвенную (вторичную) систему

Таблица 4.2 - Зоны применения для природных хладагентов - Кондиционирование и тепловые насосы

Применение	Тип оборудования	Тип системы	Обычный фторуглерод	Жизнеспособные природные хладагенты		
				Новый хладагент	Новая система (схема и компоненты)	Новая установка (схема, компоненты и местонахождение)
Бытовые кондиционеры, влагопоглотители и тепловые насосы	Портативные блоки	Интегральный	R22, R407C, R410A	R290, R1270	R290, R1270	R290, R1270
	Оконные блоки	Интегральный	R22, R407C, R410A	R290, R1270	R290, R1270	R290, R1270
	Сквозные стеновые блоки	Интегральный	R22, R407C, R410A	R290, R1270	R290, R1270	R290, R1270
	Сплит блоки	Дистанционный	R22, R407C, R410A	R290, R1270	R290, R1270, R744	R290, R1270, R744
	Отопление горячей водой	Интегральный	R22, R407C, R410A	R290, R1270	R290, R1270, R744	R290, R1270, R744
	Центральное отопление	Интегральный	R22, R407C,	R290,	R290, R1270,	R290, R1270, R744

Применение	Тип оборудования	Тип системы	Обычный фторуглерод	Жизнеспособные природные хладагенты		
				Новый хладагент	Новая система (схема и компоненты)	Новая установка (схема, компоненты и местонахождение)
		/косвенный	R410A	R1270	R744	
Коммерческое кондиционирование и тепловые насосы	Сплит блоки	Дистанционный	R22, R407C, R410A	R290, R1270	R290, R1270, R744	R290, R1270, R744
	Мульти-сплит/VRV	Распределенный	R22, R407C, R410A			R744, [R290, R1270, R717]*
	Компактный канализированный	Дистанционный	R22, R407C, R410A			R744
	Центральный блок	Дистанционный	R22, R407C, R410A			R744
	Позитивные дисплитные камеры охлаждения	Интегральный /Косвенный	R134a, R22, R407C	R290, R1270	R290, R1270, R717	R290, R1270, R717
	Центробежные камеры охлаждения	Интегральный /косвенный	R123, R134a		R290, R1270, R717	[R290, R1270, R717]*
	Отопление горячей водой	Интегральный	R22, R407C, R410A	R290, R1270	R290, R1270, R744	R290, R1270, R744
	Центральное отопление	Интегральный /косвенный	R22, R407C, R410A	R290, R1270	R290, R1270, R744	R290, R1270, R744
* Использование УВ и R-717 требует заменить систему прямого расширения на косвенную (вторичную) систему						

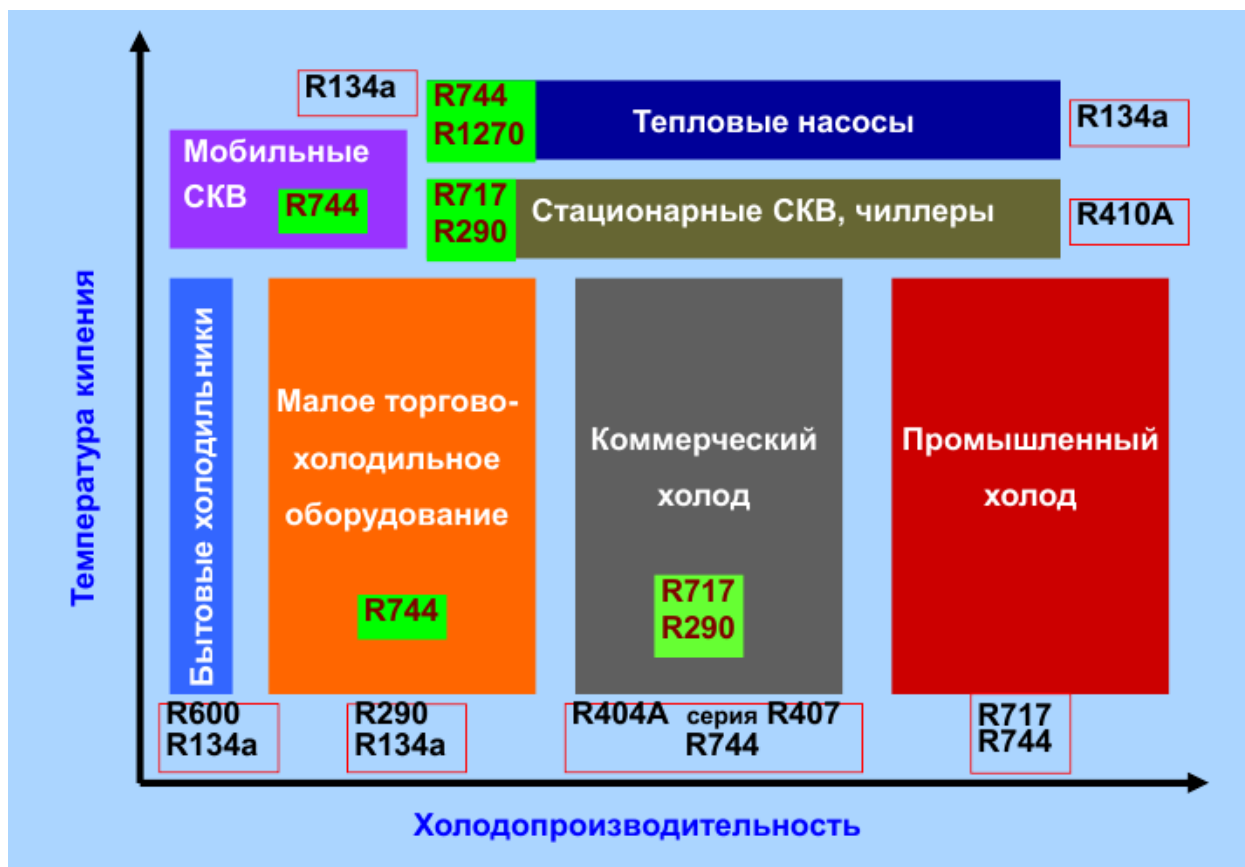


Рисунок 4.1 - Сфера применения природных холодильных агентов

В результате принятия Монреальского Протокола и последующего положения ЕС по реализации изменения в протокол 1992 года, принятого в Копенгагене, был снят с производства в новых установках один из наиболее популярных хладагентов. Сейчас настало время постепенного выведения из обращения R-22 как сервисного хладагента для существующих установок.

Не всегда легко переоборудовать холодильную установку, чего требуют от нас некоторые заинтересованные стороны, и при этом необходимо учитывать ряд факторов. Детальные расчеты показывают, что разные хладагенты обладают разными преимуществами при разных температурных режимах, и это только в том случае, если в установку внесены некоторые изменения.

Для проведения хорошей и успешной модернизации установки необходимо серьезно подумать и всё хорошо спланировать. Необходимо тщательно просмотреть всю установку и учесть все аспекты. Также необходимо рассчитать расход и характеристики хладагента, который будет использован в установке. Двигатели можно заменить, но при этом, что доставку больших двигателей уйдет много времени. Жидкостные линии придется заменить во избежание потерь повышенного давления. Необходимо заменить даже линии всасывания. В конечном счете, не следует переоборудовать всю установку.

Самыми первыми проектами являются чиллеры. Многие чиллеры уже устарели и возможно даже заменены. Предполагаемый период эксплуатации многих популярных чиллеров - не более 10-15 лет, следовательно, чиллеры, установленные недавно, уже более чем наполовину изношены. Это означает, что лучшим решением будет просто обменять ее на новую установку той же мощности.

Это же касается и физически и морально устаревшего оборудования, использующегося для охлаждения молока с сельском хозяйстве республики.

Экологический вопрос, конечно, важен, но следует учесть и технические аспекты. Для этого необходимо вникнуть в большинство деталей.



Рисунок 4.2 - Массовый расход

Необходимо учитывать массовый расход (рисунок 4.2). Массовый расход необходимо учитывать при выборе размеров трубы, это важно также при модернизации системы. Очень маленькие трубы в жидкой линии приведут к тому, что жидкость может вспыхнуть, особенно если ее недостаточно охладили.

В случае модернизации установки это может привести к более высокому падению давления в установке при увеличении массового расхода во всех частях системы. Данный факт иногда игнорируют при сравнении эффективности разных хладагентов. В случае модернизации, где трубы предварительно существовали, это, таким образом, является ограничивающим фактором при выборе нового хладагента. На Схеме 3, кажется, что R-407C прекрасно подходит. Это можно сказать и о R-410A, но как мы увидим позже по данному хладагенту возникают другие вопросы. Массовый расход в R-717 без всякого сравнения является самым простым из всех хладагентов. Однако, следует отметить, что аммиак не совместим с медью, латунию или любыми

металлами, содержащими данные металлы. Установку с самого начала необходимо проектировать так, чтобы она соответствовала как для R-22, так и R-717, если ее будут переоборудовать на аммиак после очень тщательного процесса очистки.

Таким образом, сравнения различных данных показывают, что природные хладагенты являются очевидной альтернативой R22.

Однако, если придется соблюдать действующие положения, данные варианты предназначены в основном для новых установок. При принятии решения о переоборудовании установки важно учесть многие точки зрения в процессе принятия решения. Существует очень много аспектов, которые необходимо рассмотреть при переоборудовании системы, что во многих случаях делает невозможным для подрядчика или производителя назвать твердую цену и гарантию на переоборудование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переход или конверсия от озоноразрушающих химикатов (таких как ХФУ) произошли во всех развитых странах путем использования ГХФУ или ГФУ во многих типах холодильного/кондиционерного оборудования.

Последние разработки, затрагивающие регулирующие стимулы, инновационные технологические решения и финансовые последствия, добровольные соглашения и промышленные обязательства направлены на переход к альтернативам с низким ПГП, с использованием природных хладагентов, ускорил вывод ГХФУ во всех развивающихся странах мира.

Анализ использования смесевых хладагентов в 2013 году по Республике Беларусь показывает, что основными потребителями являлись организации, обслуживающие сельскохозяйственные предприятия, в том числе осуществляющие переработку и поставку молока (молокоохладители), а также производственные предприятия (промышленное холодильное оборудование). Отдельным блоком стоят предприятия кооперативной торговли, организации подведомственные Министерству торговли, осуществляющие ремонт и сервисное обслуживание торгового холодильного оборудования и сервисные предприятия.

Так же в отдельный блок следует выделить вагоноремонтные заводы Белорусской железной дороги, в основном осуществляющие ремонт подвижного состава стран СНГ (вагоны-рефрижираторы, пассажирские вагоны).

В части потребления R-22 доминирующие позиции занимают производственные, сервисные предприятия, организации, обслуживающие сельскохозяйственные предприятия, подведомственные Министерству сельского хозяйства и продовольствия и переработчики и поставщики молока. Основная доля использования R-141b приходится на производственные нужды.

Анализ мировой практики показал, что наиболее эффективным направлением вывода ГХФУ из обращения реализован в секторах производства и сервисного обслуживания холодильного (бытового, медицинского и торгового) и климатического оборудования путем перехода на природные холодильные агенты.

Среди наиболее распространенных природных хладагентов можно назвать аммиак (NH_3 , R717), углекислый газ (CO_2 , R744) и такие углеводороды (HC), как пропан (R290), изобутан (R600a) и пропилен (R1270), известный как пропен.

По этому пути идут все развитые страны, которые, стимулируют переход на холодильные агенты, безопасные для окружающей среды принимая меры принудительного регулирования парниковых газов.

В отчете рассмотрен зарубежный опыт использования альтернативных хладагентов в приоритетных для РБ отраслях, таких как, системы искусственного охлаждения и кондиционирования воздуха; торговое холодильное оборудование; промышленные системы охлаждения и др.

Однако следует отметить проблему выбора хладагента, поскольку универсальной замены ГХФУ просто не существует. Выбор хладагента является обычной функцией ряда факторов (ПГП, ОРП, воспламеняемость, токсичность и т.д.), некоторые из которых базируются на характеристиках, а на некоторые влияют рыночные аспекты (стоимость компонентов, хладагента, наличие соответствующих компонентов, масел, сервисного оборудования и др.).

В каждом случае нужно искать свое решение, подходящее под условия окружающей среды, под конкретный объект и определенные задачи.

В заключение будет справедливым отметить, что изменения в технологии охлаждения - подгоняемые законодательством и вопросом экологии - дают пользователям возможность использовать наиболее эффективное энергосберегающее оборудование с использованием природных хладагентов.

Наиболее распространенные озоноразрушающие вещества (ОРВ)

Название/ Группа	Химическое название	Формула	АОИНОК N только для хладагентов	АОИНОК группа безопасности (1)	СХА N (2)	ООН N (3)	ГС код
Приложение А, Группа I (ХФУ)							
ХФУ-11	Трихлорфторметан	CFCl ₃	R-11	A1	75-69-4	1017	--2903.41
ХФУ-12	Дихлордифторметан	CF ₂ Cl ₂	R-12	A1	75-71-8	1028	--2903.42
ХФУ-113	Трихлортрифторэтан	C ₂ F ₃ Cl ₃	R-113	A1	76-13-1		--2903.43
ХФУ-114	Дихлортетрафторэтан	C ₂ F ₄ Cl ₂	R-114	A1	76-14-2	1958	--2903.44
ХФУ-115	Хлорпентафторэтан	C ₂ F ₅ Cl	R-115	A1	76-15-3	1020	--2903.44
Приложение А, Группа II (Галоны)							
Галон-1211	Бромхлордифторметан	CF ₂ BrCl	R-12B1		353-59-3	1974	--2903.46
Галон-1301	Бромтрифторметан	CF ₃ Br	R-13B1		75-63-8	1009	--2903.46
Галон-2402	Дибромтетрафторэтан	C ₂ F ₄ Br ₂	R-114B2		124-73-2		--2903.46
Приложение В, Группа I (Другие ХФУ)							
ХФУ-13	Хлортрифторметан	CF ₃ Cl	R-13	A1	75-72-9		--2903.45
ХФУ-111	Пентахлорфторэтан	C ₂ FCl ₅	R-111		354-56-3		--2903.45
ХФУ-112	Тетрахлордифторэтан	C ₂ F ₂ Cl ₄	R-112		76-12-0		--2903.45
Приложение В, Группа II							
Тетрахлорметан или четырёххлористый углерод		CCl ₄		B1	56-23-5	1864	--2903.14
Приложение В, Группа III							
1,1,1-трихлорэтан или метилхлороформ		C ₂ H ₃ Cl ₃	R-140a		71-55-6	2831	--2903.19
Приложение С, Группа I (ГХФУ)							
ГХФУ-22	Хлордифторметан	CHF ₂ Cl	R-22		75-45-6	1018	--2903.49
ГХФУ-123	Дихлортрифторэтан	C ₂ HF ₃ Cl ₂	R-123		306-83-2		--2903.49
ГХФУ-124	Хлортетрафторэтан	C ₂ HF ₄ Cl	R-124		2837-89-0		--2903.49
ГХФУ-141	Дихлорфторэтан	C ₂ H ₃ FCl ₂			1717-00-6		--2903.49
ГХФУ-141b	1,1-дихлор-1-фторэтан	CH ₃ CFCl ₂	R-141b		1717-00-6		--2903.49
ГХФУ-142	Хлордифторэтан	C ₂ H ₃ F ₂ Cl			75-68-3		--2903.49
ГХФУ-142b	1-хлор-1,1-дифторэтан	CH ₃ CF ₂ Cl	R-142b		75-68-3		--2903.49

Название/ Группа	Химическое название	Формула	АОИНОК N только для хладагентов	АОИНОК группа безопасности (1)	СХА N (2)	ООН N (3)	ГС код
Приложение С, Группа II (ГБФУ)							
ГБФУ-22В1	Бромдифторметан	CHF ₂ Br					--2903.49
Приложение С, Группа III							
Бромхлорметан		CH ₂ BrCl					--2903.49
Приложение Е, Группа I							
Бромистый метил (или Бромметан)		CH ₃ Br			74-83-9	1062	--2903.39
Наиболее распространенные ОРВ - содержащие смеси (Хладагенты)							
R-500	ХФУ-12 / ГФУ-152a		R-500		<*>		--3824.71
R-502	ГХФУ-22 / ХФУ-1 15		R-502		<*>	1973	--3824.71
R-401A (MP-39)	ГХФУ-22/ГФУ-152a/ ГХФУ-124R-40124		R-401A		<*>		--3824.74
R-406A	R-22/R-600a/R-142b (55/04/41)						--3824.74.00
R-408A (FX10)	ГХФУ-22/ГФУ-143a/ГФУ-125		R-408A		<*>		--3824.74.00
R-409A (FX56)	ГХФУ -22 / ГХФУ -124/ ГХФУ -142b		R-409A		<*>		--3824.74.00
R-415B	R-22/R- 152a (25/75)						--3824.74.00

Вещества, не разрушающие озон

Название/ Группа	Химическое название	Формула	АОИНОК N только для хладагентов	АОИНОК группа безопасности (1)	СХА N (2)	ООН N (3)	ГС код
Гидрофторуглероды (ГФУ)							
ГФУ-134a	1,1,1,2-Тетрафторэтан	CH ₂ FCF ₃	R-134a	A1	811-97-2	3159	--2903.39
ГФУ-152a	1,1 -Дифторэтан	CH ₃ CHF ₂	R-152a	A2	75-37-6		
ГФУ-125	Пентафторэтан	CHF ₂ CF ₃	R-125	A1	354-33-6		--2903.39
ГФУ-143a	1,1,1-трифторэтан	CH ₃ CF ₃	R-143a	A2	420-46-2		--2903.39
ГФУ-32	Дифторметан	CH ₂ F ₂	R-32	A2	75-10-5		--2903.39
ГФУ-23	Трифторметан	CHF ₃	R-23	A1	75-46-7		--2903.39
ГФУ-245fa	1,1,1,3,3-Пентафторпропан	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	R-245fa	A1	460-73-1		--2903.39

Название/ Группа	Химическое название	Формула	АОИНОК N только для хладагентов	АОИНОК группа безопасности (1)	СХА N (2)	ООН N (3)	ГС код
Смеси, содержащие гидрофторуглероды (ГФУ)							
R-404A	R143a/125/134a		R-404A	A1/A1	<*>		--3824.78
R-507A	R143a/125		R-507A	A1	<*>		--3824.78
R-407A	R32/125/134a		R-407A	A1/A1	<*>		--3824.78
R-407B	R32/125/134a		R-407B	A1/A1	<*>		--3824.78
R-407C	R32/125/134a		R-407C	A1/A1	<*>		--3824.78
R-410A	R32/125		R-410A	A1/A1	<*>		--3824.78
R-508A	R23/116		R-508A	A1/A1	<*>		--3824.78
R-508B	R23/116		R-508B	A1/A1	<*>		--3824.78
Хладагенты, не содержащие галогены							
R-717	Аммиак	NH ₃	R-717	B2	7664-417	1005	-2814.10
R-744	Двуокись углерода	CO ₂			124-38-9		--2811.21
R-600	Бутан	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃			106-97-8		-2901.10
R-600a	Изобутан	CH(CH ₃) ₂ CH ₃	R-600a	A3	75-28-5	1969	-2901.10
R-290	Пропан	C ₃ H ₈	R-290	A3	74-98-6	1978	--2711.12
1 - Группы безопасности АОИНОК (АОИНОК: Американское общество инженеров по нагревательным, охлаждающим и кондиционирующим установкам):							
A1	Низкая токсичность & невоспламеняемость		B1	Высокая токсичность & невоспламеняемость			
A2	Низкая токсичность & низкая воспламеняемость		B2	Высокая токсичность & низкая воспламеняемость			
A3	Низкая токсичность & высокая воспламеняемость		B3	Высокая токсичность & высокая воспламеняемость			
2 - СХА N: Номер службы химической абстракции							
3 - ООН N: Номер ООН для некоторых химических веществ							
<*> СХА N для смесей из компонентов (Например: R-500 СХА N: 75-71 -8 / 75-37-6 СХА которого N как для ХФУ-12 & ГФУ-152a)							