

ОТЧЕТ

о реализации мероприятия 2.2.2.3. проекта ПРООН/ГЭФ «Содействие в реализации ускоренного вывода из обращения ГХФУ в странах с переходной экономикой»:

Содействие в организации обучения. Разработка учебных планов/модулей/программ для обучения/переподготовки специалистов по ремонту и обслуживанию холодильной техники и включение в учебные планы на всех уровнях. Этап 1.

Консультант, руководитель
группы экспертов по разработке
и внедрению учебных курсов/
программ по вопросам обращения
с озоноразрушающими
веществами

Н. Жук

Минск 2014

**Анализ
учебных программ профильных дисциплин,
в части обращения с гидрохлорфторуглеродами (ОРВ).**

**Рабочий план
подготовки и согласования разделов учебных программ и УМК.**

Введение

Более четверти века прошло со дня подписания Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой /1/.

Тем не менее, степень информированности населения нашей страны о причинах истощения озонового слоя в результате деятельности человека и мерах по его сохранению крайне мала. Это относится как к рядовым гражданам, так и к специалистам и даже руководителям крупных предприятий и организаций, от чьих взвешенных решений зависит развитие отраслей и секторов экономики. В результате огромные финансовые ресурсы расходуются на приобретение оборудования, которое в ближайшее время нельзя будет не то что использовать, но даже выбросить на свалку – придется снова тратить деньги, теперь уже на утилизацию. Безответственные решения снижают экспортный потенциал страны и наносят вред ее имиджу на международной арене, а в окружающую среду продолжают поступать экологически опасные вещества /3/.

Свидетельством неграмотности большей части населения в вопросах защиты озонового слоя служит чрезвычайная распространенность и живучесть мифов об озоновых дырах. Заявления о том, что шум по поводу озоноразрушающего воздействия хлорфторуглеродов (ХФУ) инициирован крупными транснациональными корпорациями, что фреоны не могут навредить озоновому слою, так как их молекулы слишком тяжелы, чтобы достичь верхних слоев атмосферы, что природные галогены наносят стратосферному озону гораздо больший вред, чем фреоны, что озон разрушается только над Антарктидой и для жителей умеренных широт этот процесс не опасен – и другие противоречащие здравому смыслу и данным научных исследований утверждения можно встретить даже в изданиях, претендующих на объективность и респектабельность.

Отсутствие экологически грамотных специалистов по сервисному обслуживанию холодильных систем ведет к негативным последствиям не только для экологии планеты, но и для экономики нашей страны.

1. Общие сведения о Монреальском протоколе и холодильных агентах

Решения Монреальского протокола /1/ коренным образом изменили подход к традиционным озоноразрушающим хладагентам, и, начиная с 90-х годов, на одно из первых мест вышел вопрос об опасности изменения климата и сохранения эмиссии парниковых газов, вызванной применением таких хладагентов.

По степени озоноразрушающей активности озонового слоя Земли галоидопроизводные углеводороды разделены на три группы /3/:

- хладагенты с высокой озоноразрушающей активностью - это хлорфторуглероды (ХФУ) R11, R12, R13, R113, R114, R115, R502, R503, R12B1, R13B1 (или по международному обозначению CFC11, CFC12, CFC13 и т.д.) и др.;

- хладагенты с низкой озоноразрушающей активностью - это гидрохлорфторуглероды (ГХФУ) R21, R22, R141b, R142b, R123, R124 (или по международному обозначению HCFC21, HCFC22, HCFC141b и т.д.) и др., в молекулах которых содержится водород. Для этих веществ характерно меньшее время существования в атмосфере по сравнению с ХФУ, и, как следствие, они оказывают меньшее влияние на разрушение озонового слоя. Ряд многокомпонентных рабочих тел, предлагаемых в качестве альтернативы ХФУ, содержат в своем составе ГХФУ, например, R22;

- хладагенты, не содержащие атомов хлора [фторуглероды ФУ (FC), гидрофторуглероды ГФУ (HFC), углеводороды (HC) и др.], считаются полностью озонобезопасными. Таковыми являются хладагенты R134, R134a, R152a, R143a, R125, R32, R23, R218, R116, RC318, R290, R600, R600a, R717 и др.

В качестве альтернативы запрещенным к производству хладагентам Монреальским протоколом рассматриваются следующие классы веществ:

- гидрохлорфторуглероды (ГХФУ);
- гидрофторуглероды (ГФУ);
- природные хладагенты - аммиак, диоксид углерода, вода, углеводороды, воздух.

Протокол вступил в силу с 12 января 1989 г. К нему присоединились 150 государств (1995 г.). В июне 1990 г. на конференции в Лондоне было принято решение о прекращении использования всех видов фреонов промышленно развитыми странами к 2000 г.

Монреальский протокол установил жесткие экономические ограничения не только на производство и применение ХФУ, но и на торговлю, экспорт и импорт любой холодильной техники, содержащей ХФУ. Мощным движущим фактором отказа от озоноразрушающих хладагентов служит также внутреннее государственное регулирование. Так, в странах ЕС производство ХФУ прекращено уже с 1 января 1995 г. В ряде стран, например, в США, потребитель вынужден при покупке ХФУ заплатить государственный налог, превышающий стоимость самого хладагента.

Известно, что непрерывное применение ХФУ в течение года по воздействию на окружающую среду эквивалентно 10...50 годам применения таких альтернативных хладагентов, как ГХФУ.

На международном совещании в Копенгагене (ноябрь 1992 г.) участниками Монреальского протокола было принято решение о прекращении производства озоноразрушающих хладагентов R11, R12 и R502 с 1 января 1996 г. На 1 января 1994 г. выпуск соединений ХФУ составлял в соответствии с Монреальским протоколом только 25 % выпуска 1989 г.

Бывший СССР подписал Монреальский протокол 29 декабря 1987 г. Ратифицирован Монреальский протокол 10 ноября 1988 г. (Распоряжение Совета Министров СССР от 10.12.1987 № 2663р «О подписании Советским Союзом Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой»), и в 1991 г. Россия, Украина и Белоруссия подтвердили свою преемственность этого решения.

Основные положения Монреальского протокола содержатся в следующих его статьях /1/:

Статья 2. Меры регулирования. График поэтапного прекращения производства и потребления озоноразрушающих веществ (ОРВ).

Статья 4. Контроль торговли ОРВ. Эти меры предназначены как для того, чтобы поощрять страны присоединяться к Монреальскому протоколу, так и предотвращать передачу в обход мер регулирования произведенных ОРВ странам, не являющимся Сторонами Монреальского протокола.

Статья 5. Специальный статус развивающихся стран. Одной из характерных особенностей Монреальского протокола является предусмотренный в нем особый режим в отношении развивающихся стран. В соответствии с этой Статьей развивающиеся страны с уровнем потребления ОРВ ниже установленного предела (страны, действующие в рамках Статьи 5) имеют право отсрочить на 10 лет соблюдение мер регулирования, предусмотренных в Статье 2, «для удовлетворения своих основных внутренних потребностей».

Статья 6. В соответствии с этой Статьей не реже одного раза в 4 года проводится пересмотр мер регулирования на основе обзора и оценки самой последней информации о научных, экологических, технических и экономических аспектах разрушения озонового слоя. В частности, именно подобные научные оценки послужили основой для принятия Сторонами поправок и корректировок к Монреальскому протоколу.

Статья 7. Статья предусматривает ежегодное представление в Секретариат по озону статистических данных о производстве, импорте и экспорте каждого из регулируемых веществ. На основе этих данных формулируются соответствующие меры по регулированию ОРВ, разрабатываются стратегии поэтапного сокращения производства и применения их, а также обеспечивается необходимая и финансовая помощь для выполнения Монреальского протокола.

Статья 8. Несоблюдение. В соответствии с этой Статьей принята процедура, касающаяся несоблюдения Монреальского протокола. Эта процедура предусматривает принятие мер в отношении Сторон, которые не соблюдают

его положения, включая требования о представлении данных, мер регулирования и положения, касающиеся торговли. Комитет по выполнению, созданный в соответствии с этой процедурой, рассматривает обстоятельства случаев возможного несоблюдения. О случаях несоблюдения Монреальского протокола Комитет представляет информацию на совещаниях Сторон и рекомендует принятие соответствующих мер, таких как:

- оказание технической или финансовой помощи;
- вынесение предупреждений;
- приостановление статуса Стороны Монреальского протокола.

Статья 10. Финансовые механизмы. Эта статья посвящена передаче технологий и требует от Сторон принятия всех возможных мер для обеспечения передачи развивающимся странам наилучших из имеющихся в наличии экологически безопасных заменителей и связанных с ними технологий на справедливых и наиболее благоприятных условиях. Статьей учрежден механизм финансирования для содействия передаче заменителей и связанных с ними технологий.

В протоколе предусмотрено положение о корректировках, позволяющее Сторонам оперативно реагировать на новые научные данные и изменять график вывода веществ, включенных в него. Корректировки автоматически распространяются на все страны, ратифицировавшие Протокол. С момента принятия Протокол корректировался пять раз: на втором, четвертом, девятом, одиннадцатом и девятнадцатом заседании Сторон.

Помимо корректировок Протокол предусматривает поправки, которые, помимо прочего, служат включению в сферу его действия новых веществ и разработке финансового механизма, обеспечивающего выполнение Протокола развивающимися странами. За время действия Протокола были приняты поправки: Лондонская (1990 г.), Копенгагенская (1992 г.), Монреальская (1997 г.) и Пекинская (1999 г.). В отличие от корректировок поправки должны быть ратифицированы /3/.

По состоянию на 25 сентября 2013 г. Сторонами Лондонской поправки к Монреальскому протоколу являются 197 стран /3/.

Помимо корректировок и поправок ежегодно проходят заседания Сторон протокола, на которых принимаются решения по его реализации. На 22 заседаниях было принято более 720 решений.

Действующие сроки отказа от производства и потребления веществ, принятые на Венской конференции /2/ в 1995 г., представлены на рисунке 1.

Положения Конвенции, принятые в 1997 г. в г. Киото (Япония), еще более ограничивают выбросы парниковых газов. 16 февраля 2005 года вступил в силу Киотский протокол к рамочной конвенции ООН об изменении климата /4/ - международное соглашение о контроле за выбросами парниковых газов в 2008-2012 гг.

Для вступления соглашения в силу его должны были ратифицировать не менее 55 стран, на долю которых по состоянию на 1990 г. приходилось не менее 55% мировых выбросов.

По сравнению с 1990 г. страны ЕС должны сократить выбросы газов, способствующие глобальному потеплению, на 8%, Япония и Канада - на 6%, страны Восточной Европы и Прибалтики - на 8%. Россия и Украина в первый период действия протокола могут сохранить среднегодовые выбросы на уровне 1990 г. Развивающиеся страны обязательств по сокращению выбросов на себя не брали /3/.

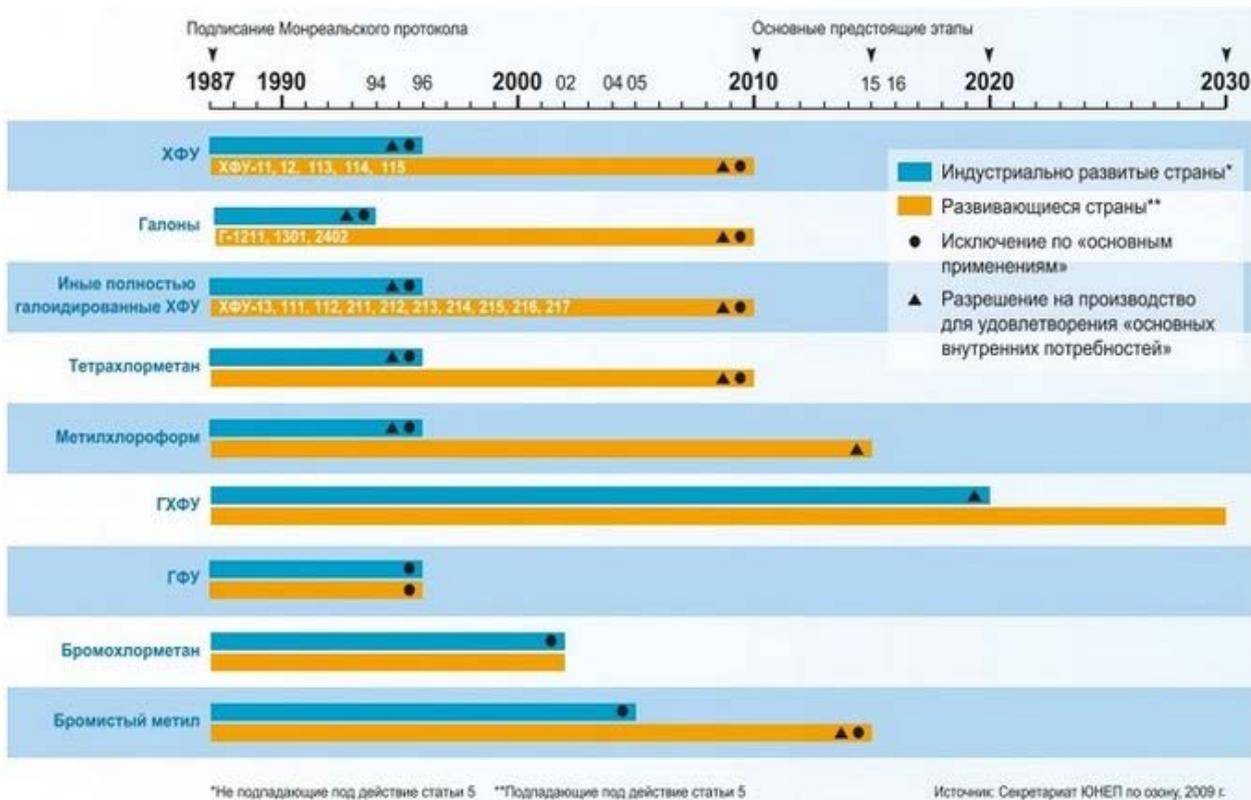


Рисунок 1. Сроки отказа от производства и потребления озоноразрушающих веществ для стран с различным уровнем развития экономики

Для анализа экологической целесообразности применения хладагентов используют следующие параметры /5/: потенциал разрушения озона ODP (Ozon Depletion Potential) или озоноразрушающий потенциал (ОРП); потенциал глобального потепления (ПГП) – (парникового эффекта) GWP (Global Warming Potential) или HGWP (Halocarbon Global Warming Potential).

Потенциал разрушения озона ODP определяется наличием атомов хлора в молекуле хладагента и принят за единицу для R11 и R12. Для хладагентов группы ХФУ потенциал разрушения озона $ODP \geq 1$, для ГХФУ – $ODP < 0,1$, а для ГФУ – $ODP = 0$.

Потенциал глобального потепления GWP принят за единицу для диоксида углерода (CO_2) с временным горизонтом 100 лет, а потенциал HGWP подсчитывают относительно значения этого параметра для R11, также принятого за единицу.

В последнее время для анализа общего потенциала парникового эффекта, учитывающего и энергетические, и экологические факторы, все больше

используют параметр, называемый суммарным эквивалентным тепловым воздействием TEWI (Total Equivalent Warming Impact).

Методика расчета TEWI была разработана Международным институтом холода /3/. Параметр TEWI для конкретного вещества представляет собой сумму непосредственного потенциала парникового эффекта в результате эмиссии этого вещества в атмосферу и косвенного потенциала, обусловленного эмиссией диоксида углерода в процессе производства электроэнергии, которая необходима для эксплуатации холодильных установок:

$$TEWI = GWP \times M + aBL,$$

где GWP – потенциал глобального потепления;

M – масса эмиссии хладагента в атмосферу;

a – коэффициент, характеризующий эмиссию диоксида углерода в атмосферу Земли при выработке 1 кВт·ч электроэнергии;

B – количество электроэнергии, потребленной за все время эксплуатации конкретной холодильной установки;

L – время эксплуатации оборудования.

Согласно международным прогнозам при существующих темпах роста парникового эффекта средняя температура атмосферы земли к 2050 г. может увеличиться на 3...5 К, что может привести: увеличению уровня Мирового океана на 20 см и вызвать тем самым необратимые экологические последствия /3/.

2. Основные требования к холодильным агентам

Требования к хладагентам подразделяются на следующие группы /6/:

- *экологические* - озонобезопасность, низкий потенциал глобального потепления, негорючесть и нетоксичность;

- *термодинамические* - большая объемная холодопроизводительность; низкая температура кипения при атмосферном давлении; невысокое давление конденсации; хорошая теплопроводность; малые плотность и вязкость хладагента, обеспечивающие сокращение гидравлических потерь на трение и местные сопротивления при его транспортировке; максимальная приближенность к заменяемым хладагентам (для альтернативных озонобезопасных хладагентов) по давлениям, температурам, удельной объемной холодопроизводительности и холодильному коэффициенту;

- *эксплуатационные* - термохимическая стабильность, химическая совместимость с материалами и холодильными маслами, достаточная взаимная растворимость с маслом для обеспечения его циркуляции, технологичность применения; негорючесть и невзрывоопасность; способность растворять воду, незначительная текучесть; наличие запаха, цвета и т.д.;

- *экономические* - наличие товарного производства, доступные (низкие) цены.

Хладагенты, отвечающие всем вышеперечисленным требованиям, найти практически невозможно, поэтому в каждом отдельном случае выбирают хладагент с учетом конкретных условий работы холодильной машины, и предпочтение следует отдавать таким, которые удовлетворяют принципиальным и определяющим требованиям.

Альтернативными веществами могут быть чистые (простые) вещества и смеси. Предпочтение отдается, прежде всего, чистым веществам.

Процесс выбора того или иного холодильного агента требует обоснованного анализа большого числа факторов, требует специальных знаний, и экологические требования в этом случае должны обязательно учитываться.

3. Анализ учебных программ профильных высших и среднетехнических учреждений образования

В настоящее время высшее и среднетехническое образование по профилю холодильной техники ведут несколько учебных учреждений в Республике Беларусь (таблица 1).

Таблица 1

Учреждения образования, ведущие подготовку по профилю «холодильная техника»

Наименование учреждения образования, ведущего подготовку по данному профилю обучения	Наименование специальности, (направления специальности, специализации), квалификации
Высшие учебные заведения	
Белорусский национальный технический университет	Факультет технологий управления и гуманитаризации. Специальность 1-36 20 01 «Низкотемпературная техника». Инженер-механик
Могилевский государственный университет продовольствия	Механический факультет. Специальность 1-36 20 01 «Низкотемпературная техника». Инженер-механик
Среднетехнические учебные заведения	
Минский государственный механико-технологический профессионально-технический колледж	Машинист холодильных установок
Молодечненский государственный политехнический колледж	Машины и аппараты пищевых производств. Машинист холодильных установок
Полоцкий торгово-технологический колледж Белкоопсоюза	Специализация «Техническое обслуживание и ремонт холодильного оборудования, оборудования торговли и общественного питания»
Гродненский государственный химико-технологический государственный лицей	Машинист холодильных установок
Ивьевский государственный сельскохозяйственный профессиональный лицей	Машинист холодильных установок

Курсы подготовки/переподготовки и повышения квалификации	
Республиканский центр повышения квалификации Минприроды	Свидетельство о повышении квалификации
Белорусский республиканский учебный центр МСХП (п. Сенница, Минский район)	Машинист холодильных установок

Из только вышеназванных учебных заведений Республики Беларусь каждый год выпускается более 200 специалистов в области холодильной техники. Получение качественного и идущего в ногу со временем образования это не только забота государства, учебных заведений, но и специалистов предприятий и учреждений.

Я провел сбор и анализ материалов из учебных программ профильных дисциплин на предмет вопросов касающихся обращения с озоноразрушающими веществами (холодильными агентами) следующих учебных заведений:

- Белорусский национальный технический университет (БНТУ);
- Могилевский государственный университет продовольствия (МГУП);
- Минский государственный механико-технологический профессионально-технический колледж;
- Полоцкий торгово-технологический колледж Белкоопсоюза;
- Республиканского центра повышения квалификации Минприроды.

Состав вопросов из учебных программ, вышеназванных учебных заведений, представлен в приложениях 1-5.

Собранная информация дает основания утверждать, что в РБ сделано далеко не все для информирования как населения так и специалистов, и, особенно, будущих специалистов по холодильной технике, в плане обращения с озоноразрушающими веществами.

Представленные планы и методические материалы не в достаточном объеме освещают вопросы охраны озонового слоя и обращения с ОРВ. Обязательства, принятые РБ, и имеющееся в стране законодательство по охране озонового слоя, требует от специалистов по холодильной технике глубокие знания специальных вопросов, которые возникают при работе с такого рода веществами.

В частности, что касается программ для изучаемых дисциплин высших учебных заведений, то можно отметить недостаточно проработанные (или вообще отсутствующие) многие важные вопросы.

Далее рассмотрим несколько примеров по каждому учебному заведению.

Белорусский национальный технический университет: вопросы международного и государственного регулирования обращения с ОРВ в программе отсутствуют; мало уделено внимания экологическим аспектам влияния ОРВ на глобальные мировые процессы; нет упоминания о таких общепринятых экологических показателях как ODP и GWP; мало уделено внимания технологиям замены и ретрофита ОРВ.

Это несколько примеров, которые требуют более детального анализа, пересмотра и дополнения существующих учебных программ.

Предполагается на втором этапе реализации настоящей программы «Содействие в организации обучения» рекомендовать к пересмотру и включению отдельных вопросов в учебные дисциплины и утверждению дополнений и изменений в программах в установленном порядке.

Могилевский государственный университет продовольствия: также отсутствует вопрос международного и государственного регулирования обращения с ОРВ; не рассматриваются экологические показатели холодильных агентов; отсутствуют вопросы перевода холодильных установок на озонобезопасные холодильные агенты и вопросы ретрофита, а также применения новых разработок в области холодильной техники. Это далеко не полный перечень отсутствующих важных вопросов обращения с ОРВ.

Минский государственный механико-технологический профессионально-технический колледж: в программе дисциплины в основном все представленные вопросы присутствуют, которые необходимо знать на уровне среднего технического образования. Единственно, что вызывает сомнение, это количество часов отведенных на рассматриваемые вопросы. Материал сложный для понимания, достаточно разнообразный и требующий для усвоения несколько большее количество часов. Можно рекомендовать отдельные вопросы, с целью сохранения лимита учебных часов, например, ретрофит перевести из дисциплины «Специальная технология» на рассмотрение в рамках дисциплины «Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования».

Полоцкий торгово-технологический колледж Белкоопсоюза: из представленного общего перечня дисциплин, в которых затрагиваются вопросы холодильных агентов, и выделенных на их изучение часов, сделать какие либо выводы невозможно, т.к. отсутствуют рассматриваемые в рамках каждой дисциплины вопросы.

Республиканский центр повышения квалификации Минприроды: в целом перечень вопросов к рассмотрению на курсах повышения квалификации затрагивает все аспекты обращения с ОРВ. Количество выделенных на изучение часов вполне обосновано. Однако отсутствует градация по уровню специалистов (руководители предприятий, собственники оборудования, инженерные работники предприятий, специалисты со среднетехническим образованием и т.п.). Тем не менее, каждый специалист требует несколько иного подхода к рассмотрению вопросов в рамках своей компетенции, и, несомненно, разного количества часов на рассмотрение вопросов.

Из анализа учебных программ учреждений образования видно, что сложилась ситуация с недостаточностью информирования специалистов в области обращения с ОРВ. Необходимо срочно принять меры по исправлению сложившейся ситуации, особенно с учетом необходимости полного отказа от ГХФУ к 2020 году, перехода на озон- и климатически безопасные технологии и оборудование, внедрения новых природных хладагентов, организации

правильной эксплуатации существующих холодильных установок и других требований по обращению с ОРВ.

Необходимо оказывать методологическое содействие, предоставлять информационные, справочные и методические материалы, анимации и фильмы, а также оказывать всяческую поддержку учреждениям среднего, среднего специального и высшего образования в их стремлении донести до учащихся информацию по проблеме охраны озонового слоя. В настоящее время также необходима помощь в создании профессиональных и образовательных стандартов для подготовки специалистов холодильного и климатического бизнеса, обучению их экологичной работе с хладагентами и особенностям использования природных хладагентов.

Одна из важных составляющих любого учебного процесса – обязательное повышение квалификации специалистов, в том числе и непосредственно работающих с хладагентами.

Соблюдение требований международных соглашений невозможно без своевременной и достоверной информированности специалистов в данной сфере деятельности. Поэтому, в рамках учебных программ учреждений образования для специалистов холодильного и климатического бизнеса, следует учитывать необходимую информацию о причинах изменения климата, о веществах, влияющих на экологию планеты, а также другие важные сведения.

4. Основные экологические направления развития холодильной техники

В настоящее время в мире при создании холодильных систем из-за опасности изменения климата начинают преобладать следующие тенденции /5/.

4.1. Преимущественное применение хладагентов с низким (в идеале с нулевым) потенциалом озоноразрушения и потенциалом глобального потепления. К таким веществам относятся углеводороды, аммиак, азот и диоксид углерода (приложение 6 /3/).

Прекращение потребления ХФУ для производства новых систем охлаждения и кондиционирования воздуха теперь завершено в странах, действующих в рамках 2-й Статьи Монреальского протокола. В связи с запрещением ХФУ, многие страны, в том числе и РБ, начали использовать ГХФУ в качестве альтернативных хладагентов в некоторых видах применения как для внутреннего рынка, так и для экспорта /7/.

В ЕС введен запрет на ввоз/вывоз ГХФУ в страны, не являющиеся Сторонами Монреальского протокола, запрещено использование тары одноразового использования для ГХФУ, с 2014 г. введено ограничение на использование рециклированных ГХФУ, и ряд других мер по жесткому контролю за оборотом ГХФУ.

РБ выполняет все обязательства по Монреальскому протоколу, в том числе и постепенный вывод из обращения гидрохлорфторуглеродов.

Эти меры подстегивают вывод из обращения ГХФУ и использование альтернативных холодильных агентов. Ведущими мировыми производителями холодильного и климатического оборудования проводятся исследования и экспериментальная работа по использованию CO₂ (R-744) и углеводородов как хладагентов для многих применений. Эти хладагенты обладают повышенной теплоемкостью и имеют улучшенный коэффициент теплопередачи, связанный с изменением фазового состояния.

4.2. Переход от хладагентов с высоким ПГП к озонобезопасным хладагентам с низким ПГП при одновременном повышении энергоэффективности систем.

Сегодня наблюдается вывод из обращения ГХФУ в сервисном обслуживании холодильного оборудования, благодаря применению передового опыта и модернизации холодильного оборудования для работы с альтернативными хладагентами (ретрофит).

Переходные смесевые хладагенты, иногда называемые сервисными смесями, были разработаны на первых стадиях реализации в рамках Монреальского протокола в качестве мер по прекращению потребления ХФУ, прежде всего ХФУ-12 и ХФУ-502. Многие смеси были основаны на ГХФУ-22 в качестве основного компонента (серии R401, R508 и др. зарубежного производства, SM1, C10M1 и др. производства РФ), и поэтому они теперь подпадают под ускоренный график сокращения потребления ГХФУ, согласованный на XIX совещании Сторон Монреальского протокола. Общие сведения о смесях ГХФУ, используемых в качестве переходных альтернатив ХФУ, представлены в приложении 7.

4.3. Совершенствование технологических процедур сервисного обслуживания холодильных систем.

На период сокращения потребления хладагентов ГХФУ будет необходимо обеспечить продолжение использования существующего оборудования при одновременном снижении выбросов хладагентов в атмосферу.

Очень важно организовать адекватное техническое обслуживание системы: необходимо обеспечивать предусмотренные техническим регламентом давления конденсации и испарения, а также следить за тем, чтобы все трубопроводы были надежно закреплены для исключения вибрации.

Сервисные службы должны надлежащим образом и своевременно проводить техническое обслуживание холодильного оборудования. Необходимо обеспечить мониторинг оборудования с документированием сервисных процедур, контролировать технические параметры работающего оборудования, по выявленным отклонениям в работе оборудования можно своевременно обнаружить утечки и принять необходимые меры к их недопущению.

4.4. Снижение выбросов хладагентов из холодильных систем.

У каждого типа оборудования или установки есть свои характеристики с точки зрения «потребления» хладагента. Случайные выбросы, потеря герме-

тичности, разрывы, потери во время обслуживания и отсутствие системы извлечения и утилизации хладагента в конце срока службы не одинаковы для каждого вида оборудования.

Уровни выбросов будут отличаться для каждой системы. Некоторые установки могут потреблять хладагенты в количествах, в несколько раз превышающих их начальную заправку в течение своего срока службы, а другие системы могут иметь утечки близкие к нулю.

Часто первым шагом на пути сокращения утечек ГХФУ в действующем оборудовании является регулярная и тщательная проверка утечек, привлечение к проверкам обученного персонала и применение чувствительной аппаратуры.

Если наблюдаются утечки при эксплуатации оборудования, то необходимо принять меры либо по максимальному сокращению утечек, либо по замене существующего оборудования на новое и с другим хладагентом.

Владельцы и сервисные службы холодильного оборудования, содержащего ОРВ, обязаны предотвращать утечки и выполнять ремонт любых утечек в срочном порядке, а также организовывать надлежащее извлечение хладагентов для их повторного использования.

4.5. Уменьшение количества хладагента, заправляемого в систему.

Известно, что недозаправка холодильного агента приводит к негативным последствиям (уменьшение холодопроизводительности, перегрев оборудования с возможным преждевременным выходом его из строя), однако и перезаправка, якобы про запас, также нежелательна, это ведет к перерасходу холодильного агента и в этом случае утечки обнаруживаются с запозданием.

4.6. Повышение требований к качеству сборки холодильных машин и аппаратуры.

Долгий срок эксплуатации оборудования в первую очередь зависит от качества выполнения сборочных работ. На этой стадии в заводских условиях можно тщательно проверить оборудование на предмет герметичности, своевременно и качественно устранить неплотности. При сборке оборудования по месту эксплуатации необходимо строго соблюдать требования монтажа, тщательно проводить соединение частей холодильной машины для обеспечения герметичности установки. Выполнение предпусковых процедур также требует внимания и соблюдения всех предписаний. Это повышает требования к монтажному персоналу, их квалификации, и от их умений и навыков во многом зависит долгая и бесперебойная эксплуатация оборудования без потери холодильного агента.

4.7. Совершенствование действующих холодильных машин в целях повышения их энергетической эффективности и разработка новых холодильных машин.

Одним из главных направлений совершенствования холодильных машин является правильный выбор холодильного агента. С точки зрения экономичности работы системы и снижения потребления энергии (то есть уменьшения

воздействия на глобальное потепление) желательно, чтобы хладагент имел теплофизические и термодинамические характеристики, которые бы обеспечивали максимальную холодопроизводительность на единицу энергии, потребляемой электродвигателем компрессора, то есть, высокий холодильный коэффициент.

Можно выделить еще несколько технических направлений повышения энергетической эффективности холодильных машин:

- совершенствование технологий изготовления компрессоров, улучшение их технических характеристик, а также поиск новых типов компрессоров с более высокими показателями;

- развитие конструкций теплообменной аппаратуры с более высокими теплопередающими характеристиками;

- совершенствование конструкций средств автоматики в холодильной технике и повсеместное применение автоматизации для обеспечения контроля, сигнализации, защиты, блокировки, управления технологическим процессом производства холода и его рационального использования;

- увеличение, на сколько это технически оправдано, температуры кипения холодильного агента, а также применение автоматических средств для обеспечения так называемой «плавающей» температуры кипения в зависимости от условий эксплуатации;

- снижение температуры конденсации (если таковое технически не противоречит устройству установки), а также применение автоматических средств для обеспечения минимально допустимой температуры конденсации в зависимости от условий эксплуатации.

Эти выше перечисленные основные направления развития холодильной техники предполагается рассматривать в учебном процессе высших и среднетехнических учебных заведений, а также на курсах повышения квалификации специалистов.

Выводы

По результатам анализа разделов учебных программ можно сделать следующие выводы:

1. Характеристики холодильных агентов, в том числе и экологические, рассматриваются на должном уровне и в достаточном объеме.

2. В целом нет четкой структуры в рассмотрении всех сторон обращения с холодильными агентами, подпадающими в разряд озоноразрушающих, в частности их сбора, хранения, утилизации.

3. Законодательная база в большинстве программ в отношении озоноразрушающих веществ представлена фрагментарно, требует обновления и более четкого представления.

4. Не в должном объеме рассматриваются вопросы замены и ретрофита озоноразрушающих холодильных агентов на альтернативные.

5. Вопросы технического обслуживания не всегда учитывают необходимость пристального внимания за установками, работающими на озоноразрушающих веществах.

6. Особенности устройства и правильной технической эксплуатации установок, работающих на традиционных и альтернативных холодильных агентах, рассматриваются без учета современного состояния в этой сфере деятельности.

7. Правила безопасности при работе с заменяемыми и новыми холодильными агентами не всегда учитывают их химических и технологических особенностей.

8. Мало уделяется внимания энергосберегающим технологиям в холодильной отрасли с применением экологически безопасных природных холодильных агентов, в частности аммиака, диоксида углерода, метана и др.

9. Отсутствует необходимая информация о новейших разработках в конструкциях основных и вспомогательных элементах холодильных машин, в частности в компрессоростроении, производстве эффективных теплообменных аппаратов, создании малоемких агрегатных установках на природных хладагентах, современном уровне автоматизации холодильных установок и других новых разработках ведущих фирм производителей холодильного оборудования и комплектующих к ним.

Предложения

Результаты анализа действующих учебных программ высших и средне-технических учебных заведений указывают на необходимость срочного осуществления следующих мероприятий, с целью увеличения осведомленности целевой аудитории в вопросах охраны озонового слоя и правилами обращения с озоноразрушающими веществами.

1. Пересмотр и уточнение учебных программ в соответствии с нормами и правилами международного законодательства по отношению к обороту ОРВ.

2. Включение дополнительных вопросов в учебные программы, которые будут способствовать правильной эксплуатации и ускоренному выводу из обращения озоноразрушающих веществ.

Необходимость пересмотра и дополнения учебных программ требует подготовки и проведения в сжатые сроки комплекса действий, направленных на создание рабочей группы, состоящей из квалифицированных специалистов-консультантов, для разработки необходимых планов, программ и методических материалов к занятиям для специалистов и учащихся профильных специальностей, имеющих отношение к гидрохлорфторуглеродам, по следующим направлениям:

- учебная и методическая информация;

- технологическая и техническая информация;
- законодательная база.

Разработанные разделы, включающие вопросы обращения с ОРВ, для учебных программ профильных высших и профессионально-технических учебных заведений и курсов повышения квалификации должны быть обсуждены и согласованы на круглом столе с участием всех заинтересованных сторон и при необходимости доработаны с участием представителей учреждений образования, Минобразования, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Таможенного Комитета, Ассоциации предприятий индустрии микроклимата и холода.

Полностью разработанные и одобренные разделы должны дополнить учебные программы в первую очередь таких технических дисциплин как, «Холодильные машины», «Холодильные установки», «Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования» и других основополагающих дисциплин по профилю специальности. Причем дополнения и изменения в действующие утвержденные программы должны быть внесены и утверждены уже на следующий учебный год. На ближайшие пять лет при разработке новых стандартов специальности, типовых учебных планов, новых типовых, базовых и рабочих программ вопросы обращения в ОРВ должны быть в обязательном порядке включены в профильные дисциплины.

3. Разработка программ учебных курсов повышения квалификации для специалистов в области холодильного оборудования по вопросам обращения с ОРВ.

На основании приобретенного опыта в вопросах обучения обращению с ОРВ предлагается разработать программу учебных курсов повышения квалификации для следующих групп специалистов:

- служб экологического контроля и технического надзора;
- специалистов по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту холодильного оборудования.

Для последней группы специалистов необходимо разработать самостоятельные программы по следующим направлениям:

- руководители предприятий;
- инженерные работники предприятий;
- специалисты (техники, механики, слесари) со среднетехническим образованием.

4. Разработка методических и информационных материалов для использования в учебном процессе.

Согласно вопросам, которые предполагается включить в разделы учебных программ и на курсах повышения квалификации, необходимо разработать методические и информационные материалы для использования в учебном процессе, а также разработать иллюстративные материалы для оформления классов к проведению занятий.

Таким образом, реализация предлагаемого комплексного подхода к системе образования в отношении обращения с ОРВ позволит поднять на необходимый уровень экологическую грамотность специалистов в холодильной отрасли, а также осуществлять должный контроль за обращением с ОРВ.

Результатом первого этапа является разработанный детальный план подготовки учебных программ и УМК для повышения квалификации специалистов служб экологического контроля и технического надзора, специалистов по ремонту и обслуживанию холодильной техники, который представлен по направлениям в приложениях 8-10.

Разрабатывать необходимо сразу несколько программ по группам выше-названных специалистов. Каждую программу целесообразно разделить на следующие этапы: аудиторные занятия; выездные занятия на предприятиях, экзаменационная часть. Более детально предлагаемые этапы рассматриваются далее по тексту.

Программы повышения квалификации для выше-названных направлений специалистов, которые ответственны за обращение с ОРВ, должны включать минимум 36 часов аудиторных часов, в частности лекционные и практические занятия. На аудиторных занятиях в зависимости от направления специалистов (инспекторы экологических служб, директора предприятий, главные инженеры, техники, слесари и т.д.) рассматривают вопросы, связанные непосредственно с их профессиональной деятельностью по правильному обращению с озоноразрушающими веществами. На эти аудиторные занятия необходимо отвести от двух до четырех дней в зависимости от категории специалистов. В обязательный перечень вопросов включить изучение законодательной базы международного и государственного уровня, которая касается оборота озоноразрушающих веществ. Далее на аудиторных занятиях, в зависимости от категории специалистов, делается уклон на их непосредственную профессиональную деятельность, например, для руководителей и инженерных работников главный уклон смещается в сторону организации процесса обращения с ОРВ; для механиков, слесарей – на правильную работу со специальным оборудованием. Таким образом, есть возможность обучить на курсах большее количество специалистов разного уровня, и дать им наиболее значимую для их профессиональной деятельности информацию.

В обязательную программу курсов повышения квалификации необходимо включить посещения предприятий, на которых будут рассматриваться практические аспекты вопросов, которые были рассмотрены на аудиторных занятиях. Здесь также необходимо соблюсти дифференциацию занятий для специалистов разного уровня.

В конце курсов слушатели сдают экзамен/зачет (тест) и получают удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

Список использованных источников

1. Организация Объединенных наций. Официальный сайт. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/montreal_prot.shtml. Дата доступа 26.07.2014.
2. Организация Объединенных наций. Официальный сайт. Венская конвенция об охране озонового слоя [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/ozone.shtml. Дата доступа 26.07.2014.
3. Проект ЮНИДО/ГЭФ-Минприроды России [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ozoneprogram.ru/>. Дата доступа 26.07.2014.
4. Организация Объединенных наций. Официальный сайт. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml. Дата доступа 26.07.2014.
5. Бабакин, Б.С. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе: Справочное руководство. / Б.С. Бабакин, В.И. Стефанчук, Е.Е. Ковтунов. – М.: Колос, 2000. – 160 с.
6. Обзор хладагентов. Издание 13. A501-13. – Bitzer International – 36 с.
7. Руководство «Подготовка к сокращению потребления ГХФУ: основные положения, относящиеся к использованию, альтернативам, последствиям и финансированию для стран, действующих в рамках 5-ой Статьи Монреальского протокола». Проект ЮНИДО/ГЭФ-Минприроды. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.ozoneprogram.ru/biblioteka/posobija/sokrashhenie_ghfu/. Дата доступа 26.07.2014.
8. Барабанов, Г.В. Озонобезопасные альтернативы и заменители. Пропелленты, хладагенты, вспениватели, растворители, огнегасящие средства / Г.В. Барабанов, О.В. Блинова, С.В. Зотиков, С.А. Лизгунов, А.П. Орлов, Г.Д. Орлов, В.Б. Русанов, В.И. Самойленко, И.Г. Трукшин, В.Н. Целиков. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2003. – 304 с.

Выписка из учебных программ БНТУ
для специальности 1-36 20 01 «Низкотемпературная техника»

Дисциплина	Раздел	Рассматриваемые вопросы	Количество часов (ориентировочно)
1	2	3	4
Холодильные машины	Классификация, категории и классы хладагентов. Растворы.	Классификация хладагентов. Категории и классы хладагентов. Маркировка хладагентов. Растворы. Бинарные растворы. Влияние свойств рабочих веществ на параметры работы холодильных машин. Взаимодействие хладагентов с окружающей средой.	4
	Свойства хладагентов. Свойства растворов. Основные производители хладагентов.	Термодинамические, теплофизические, физико-химические, эксплуатационные, экологические и физиологические свойства рабочих веществ холодильных машин. Термодинамические, теплофизические, физико-химические, эксплуатационные, экологические и физиологические свойства растворов. Область применения и выбор рабочих веществ. Свойства рабочих веществ теплоиспользующих холодильных машин.	3
	Классификация холодильных масел. Свойства.	Классификация холодильных масел. Типы и номенклатура холодильных масел. Эксплуатационные свойства, совместимость с хладагентами, применение холодильных масел.	2
Основы холодильных технологий	Вещества, применяемые в качестве хладагентов и их свойства, и характеристики.	Классификация рабочих веществ по давлениям и температурам кипения. Термодинамические характеристики рабочих веществ холодильных машин. Химические формулы, молекулярная масса, критические параметры, газовая постоянная, теплота парообразования, нормальная температура кипения, уравнения состояния, вязкость, теплопроводность, поверхностное натяжение, температуропроводность, плотность. Химическая и термическая стабильность. Степень воспламеняемости и взрывоопасности. Взаимодействие с водой и примесями. Взаимодействие со смазочными маслами. Взаимодействие с конструкционными материалами. Физиологические свойства.	4

Продолжение приложения 1

1	2	3	4
Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования	Нормативные документы	Международные, европейские, государственные и отраслевые стандарты по холодильной технике.	2
		Правила устройства и безопасной эксплуатации установок, емкостного оборудования.	
		Документы МЧС, санитарно-эпидемиологического надзора, Министерства экологии и природных ресурсов, ТКП, СНИПы, ГОСТы.	
	Пусконаладочные работы	Испытания холодильной установки на прочность и плотность. Контроль герметичности, вакуумирование, осушка и контроль холодильного контура. Поиск утечек.	2
Заправка системы технологическими жидкостями. Заправка маслом, холодильным агентом в зависимости от его типа. Контроль правильности заправки.		2	
Эксплуатация холодильного оборудования	Контроль утечки холодильного агента.	Операции с холодильными агентами и маслами (удаление, замена, дозаправка, ретрофит, очистка).	2
Основы промышленного строительства и инженерное оборудование зданий	Эксплуатационная безопасность зданий и сооружений	Классификация вредных веществ. Вредные вещества, выделяемые при эксплуатации холодильных установок. Воздействие хладагентов на организм человека. Нормирование содержания вредных веществ. Меры защиты от вредных веществ.	2
Проектирование холодильных установок	Нормы и стандарты, относящиеся к проектированию инженерных систем	Нормы техники безопасности и защиты окружающей среды. Требования к хладагентам и хладоносителям.	1
Системы и установки холодоснабжения	Системы с непосредственным кипением холодильного агента	Рабочие жидкости, виды, свойства и особенности применения хладагентов, простых и смесевых. Виды, свойства и особенности применения растворов. Виды, свойства и особенности применения масел.	2

Продолжение приложения 1

1	2	3	4
Холодильные установки на транспорте	Авторефрижераторы	Применяемые холодильные агенты.	2
	Автомобильное кондиционирование		
	Рефрижераторный железнодорожный транспорт		
	Кондиционеры на железнодорожном транспорте		
	Конструкции рефрижераторных контейнеров		
	Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт холодильных установок на транспорте	Технологические операции по ТО и эксплуатации холодильных систем. Правила вакуумирования системы. Оборудование для вакуумирования. Проверка на герметичность. Заправка системы технологическими жидкостями.	4

Выписка из учебных программ МГУП
для специальности 1-36 20 01 «Низкотемпературная техника»

Дисциплина	Раздел	Рассматриваемые вопросы	Количество часов (ориентировочно)
1	2	3	4
Холодильные машины	Рабочие вещества холодильных машин.	Общие сведения о рабочих веществах. Классификация рабочих веществ. Холодильные агенты. Физико-химические, теплофизические, физиологические и озоноразрушающие свойства холодильных агентов. Уравнения состояния рабочих веществ. Азеотропные и неазеотропные смеси хладагентов. Влияние свойств рабочих веществ на характеристики холодильных машин. Принцип выбора холодильных агентов.	2
Холодильные установки	Смазочное масло в системе холодильной установки.	Растворимость жидких хладагентов и смазочных масел. Поглощение паровых хладагентов смазочными маслами. Влияние присутствия смазочного масла в системе на работу холодильной установки. Организация возврата масла в компрессор в установках с хладагентами, значительно растворяющимися в маслах.	2
	Вода в системе холодильной установки.	Взаимная растворимость хладагентов и воды. Влияние присутствия воды в системе на работу холодильной установки. Источники поступления воды в систему холодильной установки. Контроль наличия воды в хладагенте. Сушка системы перед заполнением хладагентом. Сушка хладагентов с ограниченной растворимостью воды адсорбентами.	2
	Воздух в системе холодильной установки.	Влияние присутствия воздуха в системе на работу холодильной установки. Основные причины появления воздуха в системе. Признаки наличия воздуха. Удаление воздуха из системы холодильной установки.	2
	Бытовые (домашние) холодильники и морозильники.	Предъявляемые требования и классификация холодильников и морозильников. Устройство и способы охлаждения. Конструкции шкафа. Особенности компрессорных холодильников и морозильников. Технические и экономические показатели холодильников и морозильников.	2
	Холодильные машины и установки предприятий торговли и общественного питания.	Сборные холодильные камеры, торговые холодильные шкафы, охлаждаемые прилавки и витрины. Холодильное оборудование магазинов самообслуживания. Централизованное холодоснабжение универсамов.	2
	Холодильный транспорт.	Задачи холодильного транспорта. Виды холодильного транспорта. Изотермический и холодильный транспорт. Машинное и безмашинное охлаждение.	4

Продолжение приложения 2

1	2	3	4
<p>Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования и оборудования систем кондиционирования воздуха</p>	<p>Испытание и сдача холодильных машин и установок в эксплуатацию</p>	<p>Испытание систем и оборудования на прочность и плотность. Техника безопасности при производстве пуско-наладочных работ.</p>	<p>2</p>
	<p>Эксплуатация холодильных машин и установок</p>	<p>Организация технической эксплуатации холодильного оборудования. Подготовка к пуску, пуск и останов холодильного оборудования и вспомогательных систем. Режимы работы холодильных машин и установок. Регулирование режима работы холодильной установки. Выполнение вспомогательных операций при обслуживании холодильной установки (прим., пополнение системы холодильным агентом, определение мест утечки хладагента из системы холодильной машины (установки) и т.п.).</p>	<p>8</p>

Выписка из учебных программ Минского государственного механико-технологического профессионально-технического колледжа для специальности 3-36 09 51-51 «Машинист холодильных установок»

Дисциплина	Раздел	Рассматриваемые вопросы	Количество часов (ориентировочно)
Специальная технология	Общее устройство холодильных установок	Вещества, применяемые в качестве холодильных агентов, их свойства и характеристики. Маркировка хладагентов. Влияние свойств рабочих веществ на параметры работы холодильных машин.	2
	Основы экологии и охраны окружающей среды	Воздействие холодильных установок на окружающую среду. Взаимодействие хладагентов с окружающей средой. Международные климатические соглашения. Утилизация озоноразрушающих холодильных агентов. Перспективные и альтернативные хладагенты. Ретрофит.	4

Выписка из учебного плана
«Полоцкого торгово-технологического колледжа» Белкоопсоюза
по специальности «Машины и аппараты пищевых производств» и
специализации «Техническое обслуживание и ремонт холодильного
оборудования, оборудования торговли и общественного питания»

Дисциплина	Количество Часов
Холодильная техника и оборудование	118
Оборудование торговли и общественного питания	40
Системы кондиционирования воздуха	40
Основы технологии отрасли	40
Монтаж, наладка и техническое обслуживание оборудо- вания торговли и общественного питания	60
Ремонт машин и оборудования пищевых производств	40

Выписка из учебных программ повышения квалификации
Республиканского центра повышения квалификации Минприроды
по курсу «Обращение с озоноразрушающими веществами»

Раздел	Рассматриваемые вопросы	Количество часов
Государственная политика Республики Беларусь об охране озонового слоя	Законодательство Республики Беларусь об охране озонового слоя. Лицензирование деятельности, связанной с обращением с озоноразрушающими веществами. Перечень документов необходимых для получения разрешения на производство работ с использованием озоноразрушающих веществ. Виды нарушений в области охраны озонового слоя и ответственность за их нарушение.	5
Организация работы с озоноразрушающими веществами	Хладагенты, применяемые на предприятиях Республики Беларусь. Характеристики хладагентов в холодильном оборудовании. Холодильный термодинамический цикл. I-P – диаграммы применяемых хладагентов. Оценка технических характеристик основного оборудования - компрессор, конденсатор, испаритель, ТРВ, ресивер. Методы определения компонентного состава смесового хладагента, устройства отбора пробы, оборудование и его применение.	9
Оборудование и современные технологии, применяемые при работе с озоноразрушающими веществами	Современный инструмент для обслуживания, монтажа и диагностики холодильного оборудования. Утилизация и регенерация холодильных агрегатов. Оборудование и технология эвакуации хладагента из рабочего контура холодильного оборудования. Оборудование, инструмент и материалы, применяемые при работах с хладагентами. Требования к технологическому оборудованию импортного производства. Комплектующие материалы, используемые при ремонте холодильного оборудования. Метод безопасного соединения труб. Холодильные агрегаты всех модификаций производства Республики Беларусь.	17
Охрана труда	Требования по охране труда и технике безопасности при работе с холодильным оборудованием; требования при заправке, сервисном обслуживании и ремонте оборудования. Требования по электробезопасности при работе с холодильным оборудованием.	4

Экологически безопасные альтернативы традиционным холодильным агентам

Аммиак (NH₃ - R717)

Аммиак не является газом, разрушающим озоновый слой (ODP = 0), он также не вносит прямого вклада в увеличение парникового эффекта (GWP = 0). По термодинамическим свойствам аммиак – один из лучших хладагентов: по объемной холодопроизводительности он значительно превышает R12, R11, R22 и R502, имеет более высокий коэффициент теплоотдачи, что позволяет применять в теплообменных аппаратах трубы меньшего диаметра.

Пары аммиака легче воздуха, он хорошо растворяется в воде (один объем воды может растворить 700 объемов аммиака, что исключает замерзание влаги в системе).

Из-за резкого запаха аммиака появление течи в холодильной системе легко обнаруживается органолептически обслуживающим персоналом. Кроме того, хладагент R717 имеет низкую стоимость, т.к. объемы его производства (для иных нужд) значительны.

Особенность аммиака как хладагента – более высокое значение температуры нагнетания по сравнению с R22 и R12. В связи с этим предъявляются жесткие требования к термической стабильности холодильных масел, используемых в сочетании с аммиаком в течение длительного времени при эксплуатации установки. Конденсатор должен иметь развитую поверхность теплообмена, в результате чего возрастает его металлоемкость.

Кроме того, следует учитывать, что аммиак вреден для здоровья человека, предельно допустимая концентрация в воздухе – 0,02 мг/дм³, что соответствует объемной доле 0,0028%. В соединении с воздухом при объемной доле 1626,8% и наличии открытого пламени аммиак взрывоопасен. Температура воспламенения с воздухом 651°C.

Диоксид углерода (CO₂ - R744)

Углекислый газ – дешевое нетоксичное, негорючее и практически экологически чистое вещество (ODP = 0, GWP = 1). Его преимущества: низкая цена, простое обслуживание, совместимость с минеральными маслами, электроизоляционными и конструкционными материалами. Вместе с тем, при использовании диоксида углерода требуется водяное охлаждение конденсатора холодильной машины, увеличивается металлоемкость холодильной установки (по сравнению с металлоемкостью установок, работающих на галоидопроизводных хладагентах). Перспективно применение диоксида углерода в низкотемпературных двухкаскадных установках и системах кондиционирования воздуха автомобилей и поездов, а также в бытовых холодильниках и тепловых насосах.

Кроме того, диоксид углерода (в жидком виде и в смеси с водой) может применяться для получения эластичных и эластомерных пен.

Пропан (C₃H₈ - R290)

Пропан нетоксичен, характеризуется низкой стоимостью, имеет хорошие экологические характеристики (ODP = 0, GWP = 3). При использовании данного хладагента не возникает проблем с выбором конструкционных материалов деталей компрессора, конденсатора и испарителя. Пропан хорошо растворяется в минеральных маслах.

Принципиальный недостаток пропана – пожароопасность. Кроме того, габариты компрессора при использовании пропана будут больше, чем у компрессора аналогичной холодопроизводительности на R22.

Пропан можно сразу же запускать в систему, где до этого применялся озоноразрушающий хладагент. Он работает с теми же минеральными маслами, требует такой же электроизоляции, тех же уплотняющих материалов, труб того же диаметра. Как показали исследования, в этом случае теряется до 10% холодопроизводительности, если в системе ранее был R22, и 15% – если R502. Процедура сервисного обслуживания практически не изменяется.

Изобутан (C₄H₁₀ - R600a)

Этот природный газ не является разрушителем озона и озонового слоя (ODP = 0) и не способствует появлению парникового эффекта (GWP = 0,001). Масса хладагента, циркулирующего в холодильном агрегате при использовании изобутана, значительно сокращается (примерно на 30%). Изобутан хорошо растворяется в минеральном масле, имеет более высокий, чем R12, холодильный коэффициент, что приводит к снижению энергопотребления.

При этом изобутан горюч, легко воспламеняется и взрывоопасен в соединении с воздухом при объемной доле хладагента 138,5%. Температура возгорания равна 460°C.

В настоящее время R600a широко применяется в бытовой холодильной технике. В частности, компрессоры, работающие на изобутане, выпускает международный концерн Electrolux. Холодильные агрегаты с R600a характеризуются меньшим уровнем шума из-за низкого давления в рабочем контуре хладагента.

Также изобутан может применяться в качестве вспенивающего агента для получения полиуретановых пен.

Циклопентан (C₃H₆ – RС270)

Использование циклопентана в качестве вспенивающего агента при получении жестких полиуретановых изоляционных пенопластов началось в 90-х годах. Переход на циклопентан обусловлен его экологичностью. Однако из-за более высокой температуры кипения и худшего коэффициента теплопроводности он уступает по эффективности R11. Уменьшение прочности при сжатии готовых пенопластов обычно приводит к повышению плотности изделий и трудностям при формовании. Увеличение веса пены, высокая стоимость циклопентана, затраты на переоборудование предприятия, связанные с безопасностью работы с горючими вспененными агентами, приводят к росту издержек производства. Кроме того, такие летучие органические соединения, как циклопентан, могут способствовать образованию фотохимического смога, в котором проходят реакции, приводящие к образованию тропосферного озона – третьего по степени влияния на климат парникового газа.

Вода (H₂O - R718)

Вода это один из самых древних хладагентов, используемых для охлаждения. Вода или водяной пар, также называемые термином «дигидромонооксид», — одно из наиболее распространенных на Земле веществ. Вода находит разное применение: как технологическая среда при дистилляции и сушке, для теплопередачи или накопления энергии в системах центрального отопления, системах охлаждения двигателя и ледниках, как рабочая жидкость в цикле Ренкина. R718 это экологически безопасный хладагент с нулевыми ODP и GWP (ODP = 0, GWP = 0), не имеющий цвета, запаха, нетоксичный, негорючий, невзрывоопасный, легкодоступный и крайне дешевый.

На воде работают самые современные холодильные системы. В качестве хладагента ранее она применялась в основном в компрессионных чиллерах с пароструйными компрессорами, двухконтурных абсорбционных системах с бромистым литием в качестве абсорбента, а также адсорбционных системах с цеолитами в качестве адсорбента. С точки зрения экологичности и термодинамики, вода представляет собой идеальный хладагент для сфер применения с температурой выше 0°C. По сравнению с другими природными хладагентами R718 имеет более высокую скрытую теплоту парообразования: 2270 кДж/кг. При переходе из жидкого в газообразное состояние без изменения температуры R718 поглощает очень большие количества тепловой энергии.

Применение воды ограничено ее высокой скоростью замерзания при атмосферном давлении. Кроме того, вода приводит к коррозии и окислению многих металлов. В силу высокой, по сравнению с другими хладагентами, способностью воды вступать в химические реакции при разработке систем на R718 необходимо уделять особое внимание выбору пригодных материалов.

Воздух - R729 (ODP = 0, GWP = 0)

Воздух это экологически безопасный, недорогой, совершенно безопасный и нетоксичный хладагент под названием R729. Проблемы разрушения озонового слоя, глобального потепления и ужесточающегося законодательства вернули интерес к альтернативным хладагентам во всем мире. Однако воздушные холодильные системы — это не новое изобретение: они использовались на рефрижераторных судах еще в начале предыдущего столетия.

Воздушное охлаждение основано на обратном цикле Брайтона или Джоуля. При температурах, применяемых в типовых холодильных системах, используемый в качестве хладагента воздух не подвергается фазовому переходу (конденсации или испарению). Из-за низкого веса воздух имеет невысокий COP, однако воздушные холодильные системы обеспечивают теплоутилизацию при относительно высоких температурах без снижения эффективности, которая наблюдается в паровых компрессионных установках. По сравнению с последними установки с воздушным циклом могут обеспечить большую разность температур между горячей и холодной сторонами. В результате становится возможным охлаждение воздуха до температур, свойственных процессам, протекающим при практически криогенных условиях.

При работе за пределами проектных значений производительность систем с воздушным циклом снижается не столь сильно, как паровых компрессионных установок. В холодильном цикле система с воздушным циклом может вырабатывать тепло.

В течение долгого времени системы с воздушным охлаждением использовались на воздушных судах. Низкий COP здесь не является большим недостатком, поскольку воздух отвечает множеству особых условий эксплуатации воздушных судов (доступность сжатого воздуха и поддув) и жестких требований (небольшой вес, малый размер, абсолютная безопасность, нулевая токсичность и др.). Кроме того, воздух использовался как хладагент в системах кондиционирования и охлаждения жилых помещений и автомобилей. В ряде холодильных установок воздух служит для быстрого замораживания продуктов питания.

Характеристики природных хладагентов

Хладагент	Аммиак	Углекислый газ	Пропан	Изобутан	Пропилен	Вода	Воздух
Обозначение хладагента	R717	R744	R290	R600a	R1270	R718	R729
Химическая формула	NH ₃	CO ₂	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₃ H ₆	H ₂ O	—
ПГП (100 лет)	0	1	3,3	4	1,8	0	0
ОРП	0	0	0	0	0	0	0
Точка кипения при нормальных условиях (°C)	-33,3	-78	-42,1	-11,8	-48	100	-192,97
Критическая температура (°C)	132,4	31,4	96,7	134,7	91	373,9	—
Критическое давление (бар)	114,2	73,8	42,5	36,48	46,1	217,7	—
Индекс безопасности по классификации ASHRAE	B2	A1	A3	A3	A3	A1	—
Молекулярная масса (г/моль)	17,03	44,0	44,10	58,12	42,08	18,0	28,97

Источник: shecco.com

Смеси ГХФУ, используемые в качестве переходных альтернатив ХФУ

ХА	Основные характеристики
1	2
R-401A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-12 в существующих системах с температурами испарения между -23°C и -7°C , совместим с большинством материалов в системах с ХФУ-12. Необходима замена фильтра-осушителя и/или другие незначительные изменения конструкции. Рекомендуется, чтобы 50 % минерального масла в существующих системах были заменены алкилбензольными маслами (может использоваться полиолэфирное масло). Алкилбензольное масло не поглощает влагу, в связи с чем оно может быть использовано таким же образом, как и минеральное масло.
R-401B	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-12 в существующих системах с температурами испарения между -40°C и -23°C . Рекомендуется, чтобы 50 % минерального масла в существующих системах были заменены алкилбензольными маслами (может использоваться полиолэфирное масло). Алкилбензольное масло не поглощает влагу, в связи с чем оно может быть использовано таким же образом, как и минеральное масло. Необходима замена фильтра-осушителя и/или другие незначительные изменения конструкции.
R-401C	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-12 в существующих автомобильных системах кондиционирования. Адсорбирующий элемент в ресивере/осушителе должен быть заменен, а гибкие шланги должны быть заменены нейлоновыми армированными шлангами. Нет необходимости удалять минеральное масло из системы, но необходимо добавить алкилбензольное масло для замещения потерянного минерального масла во время вакуумирования ХФУ-12 из системы и ресивера/осушителя.
R-402A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-502. R-402A совместим с большинством материалов в системах с ХФУ-502. Необходима замена фильтра-осушителя и возможны другие незначительные изменения конструкции. Изготовители рекомендуют, чтобы 50 % минерального масла в существующих системах были заменены алкилбензольными маслами, т.к. последние не поглощают влагу.
R-402B	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-502 в существующих малых герметичных системах, таких как льдогенераторы. Никакие замены масла не требуются. Необходима замена адсорбционного элемента в фильтре-осушителе.
R-403A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-502. Совместим с большинством материалов в системах с ХФУ-502 и будет работать с обычными минеральными маслами, используемыми с ХФУ-502.
R-403B	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-502. Совместим с большинством материалов в системах ХФУ-502 и будет работать с обычными минеральными маслами, используемыми с хладагентом ХФУ-502.
R-405A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-12. R-403C совместим с большинством материалов в системах ХФУ-12 и будет работать с обычными минеральными маслами, используемыми с хладагентом ХФУ-12.

1	2
R-406A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены охладителя ХФУ-12. R-406A совместим с большинством материалов в системах ХФУ-12 и будет работать с обычными минеральными маслами, используемыми с хладагентом ХФУ-12.
R-409A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-12. R-409A совместим с большинством материалов в системах ХФУ-12 и будет работать с обычными минеральными или алкилбензольными маслами. Необходима модернизация или замена фильтра-осушителя и/или другие незначительные изменения конструкции.
R-409B	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-12. R-409B совместим с большинством материалов в системах ХФУ-12. R-409B может также использоваться как замена для R-500, который широко применяется в транспортном охлаждении. R-409B будет работать с обычными минеральными и алкилбензольными маслами. Необходима модернизация фильтра-осушителя и/или другие незначительные изменения конструкции.
R-411A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ГХФУ-22. R-411A совместим с большинством материалов в системах ГХФУ-22 и будет работать с обычными минеральными или алкилбензольными маслами. Необходима модернизация фильтра-осушителя и, возможно, другие незначительные изменения конструкции.
R-411B	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-502. R-411B совместим с большинством материалов в системах ХФУ-502 и будет работать с обычными минеральными или алкилбензольными маслами. Необходима модернизация фильтра-осушителя и/или другие незначительные изменения конструкции.
R-412A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-500. R-412A совместим с большинством материалов в системах ХФУ-500 и будет работать с обычными минеральными или алкилбензольными маслами. Необходима модернизация фильтра-осушителя, а также могут потребоваться другие незначительные изменения конструкции.
R-414A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; подобен R-409A. Предназначен для ретрофита систем с ХФУ-12. Обладает большим температурным глайдом.
R-415A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан как альтернатива для ХФУ-12 в автомобильных кондиционерах воздуха.
R-415B	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан как альтернатива для ХФУ-12 в автомобильных кондиционерах воздуха.
R-416A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента ХФУ-12. R-416A совместим с большинством материалов в системах ХФУ-12 и будет работать с обычными минеральными, алкилбензольными, полиолэфирными и полиалкиленгликолевыми маслами. Необходима модернизация фильтра-осушителя и/или другие незначительные изменения конструкции.
R-418A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан как альтернатива для ГХФУ-22 в центральном воздушном кондиционировании.
R-420A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагентов R-12 и R-500 в воздушном кондиционировании и торговых холодильных системах.
R-509A	Смесевой хладагент на основе ГХФУ; разработан для замены хладагента R-502.

**Проект плана разработки
учебной и методической документации**

№ п/п	Наименование мероприятия по разработке учебной и методической документации *	Предполагаемые сроки выполнения
1.	Разработка пособий и информационных материалов к занятиям по программе курсов подготовки/повышения квалификации для вышеназванных специалистов.	сентябрь-октябрь 2014 г.
2.	Разработка плакатной и другой иллюстрационной продукции по программе курсов подготовки/повышения квалификации для вышеназванных специалистов	сентябрь-октябрь 2014 г.
3.	Разработка электронного учебно-методического комплекса по программе курсов подготовки/повышения квалификации для следующих специалистов предприятий, осуществляющих проектирование, монтаж, техническое обслуживание и ремонт холодильного оборудования, систем вентиляции и кондиционирования воздуха: - руководители предприятий; - собственники оборудования, работающего с применением ГХФУ (ОРВ) - инженерные работники предприятий; - специалисты (техники, механики, слесари) со среднетехническим образованием.	октябрь-ноябрь 2014 г.
4.	Подготовка задания для итогового контроля знаний слушателей курсов подготовки/повышения квалификации для вышеназванных специалистов	ноябрь 2014 г.
* Вопросы плана могут уточняться на стадии разработки задания для консультанта по учебно-методическим комплексам в рамках предполагаемых мероприятий.		

Для выполнения предлагаемого плана мероприятий по разработке учебной и методической документации необходимо пригласить консультанта с высшим инженерно-техническим образованием, имеющего опыт преподавательской деятельности с применением мультимедийных систем, имеющего практический опыт подготовки учебно-методической документации (учебных планов, программ, методических пособий, справочных и иллюстрационных материалов и т.п.), обладающего знаниями методики составления учебной документации. Желателен опыт в разработке электронных документов, в том числе презентационных материалов и электронных учебно-методических комплексов.

**Проект плана разработки
технологической и технической документации**

№ п/п	Наименование мероприятия по разработке учебной и методической документации *	Предполагаемые сроки выполнения
1.	Подготовка перечня обязательного оборудования для служб технического сервиса с учетом требований обращения с озоноразрушающими веществами.	сентябрь 2014 г.
2.	Подготовка перечня обязательного оборудования для служб экологического контроля и технического надзора с учетом требований обращения с озоноразрушающими веществами.	сентябрь 2014 г.
3.	Разработка план-программы по ознакомлению с порядком организации работ и практики обращения с ГХФУ (ОРВ) (замена, ретрофит, сбор, хранение, утилизация и т.п.) на действующих предприятиях, с целью приобретения практического опыта и навыков.	октябрь-ноябрь 2014 г.
4.	Разработка правил работы со специальным оборудованием, инструментами, приборами и материалами, с целью практического обучения и получения навыков в их использовании.	октябрь-ноябрь 2014 г.
5.	Подготовка вопросов и практических заданий к выпускному экзамену/зачету (тесту) по окончании курсов.	ноябрь 2014 г.
* Вопросы плана могут уточняться на стадии разработки задания для консультанта по технологической и технической документации в рамках предполагаемых мероприятий.		

Для выполнения предлагаемого плана мероприятий по разработке технологической и технической документации необходимо пригласить консультанта с высшим инженерно-техническим образованием, имеющего практический опыт по эксплуатации, ремонту и модернизации действующих холодильных установок, в частности, в области безопасной эксплуатации холодильной техники с озоноразрушающими хладагентами, имеющего опыт преподавательской деятельности по подготовке/переподготовке технических специалистов в области холодильной техники.

Проект плана подготовки законодательной базы

№ п/п	Наименование мероприятия по разработке учебной и методической документации *	Предполагаемые сроки выполнения
1.	Разработка программы курсов повышения квалификации для должностных лиц, занимающихся экологическим контролем и техническим надзором за оборотом озоноразрушающих веществ.	сентябрь-октябрь 2014 г.
2.	Подготовка: а) перечня (электронного варианта) документов Международного уровня, которые ратифицированы в Республике Беларусь по вопросам обращения с ОРВ; б) законодательной базы документов (электронного варианта) Республики Беларусь, касающихся экологических вопросов; в) перечня документов для предприятий, которые подлежат контролю со стороны инспекционной службы по вопросам оборота ОРВ. г) перечня возможных видов нарушений в области оборота ОРВ и ответственность за эти нарушения.	октябрь-ноябрь 2014 г.
3.	Разработка методического и дидактического материала для проведения учебных занятий на курсах повышения квалификации	октябрь-ноябрь 2014 г.
4.	Подготовка вопросов к выпускному экзамену/зачету (тесту) по окончании курсов повышения квалификации.	ноябрь 2014 г.
* Вопросы плана могут уточняться на стадии разработки задания для консультанта по законодательной базе в рамках предполагаемых мероприятий.		

Для выполнения предлагаемого плана мероприятий по подготовке законодательной базы необходимо пригласить консультанта с высшим педагогическим или техническим образованием, имеющего практический опыт подготовки учебных курсов/программ, методических материалов и учебных пособий, с опытом преподавательской деятельности по подготовке технических специалистов, в частности, в области холодильной техники, а также с опытом сотрудничества с государственными учреждениями такими как Минприроды, Минэкономики, государственными и частными предприятиями, имеющего навыки работы с юридической документацией международного и государственного уровня.