



Менеджмент и ликвидация хранилищ озоноразрушающих веществ

Руководство по ручному демонтажу
холодильников и кондиционеров воздуха

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

On behalf of:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation,
Building and Nuclear Safety

of the Federal Republic of Germany

Менеджмент и ликвидация хранилищ озоноразрушающих веществ

Руководство по ручному демонтажу
холодильников и кондиционеров воздуха



Полноправные люди.
Устойчивые страны.

Проект Правительства РК и ПРООН-ГЭФ
**«Стандарты, сертификация и маркировка
энергоэффективности электрических
бытовых приборов и оборудования в Казахстане»**
оказал поддержку в переводе настоящего
руководства и публикации его в Казахстане.

Германское общество по международному развитию GIZ, будучи государственной компанией, оказывает поддержку Правительству Германии в достижении его целей в области международного сотрудничества по устойчивому развитию.

Издатель

Германское общество по международному сотрудничеству
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Зарегистрированные офисы
гг. Бонн и Эшборн, Германия

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Germany
Тел.: +49 6196 79-1022
Факс: +49 6196 79-80 1022

Электронная почта: proklima@giz.de
Интернет: www.giz.de/proklima

Наименование программы/проекта

Менеджмент и ликвидация хранилищ озоноразрушающих веществ / программа Proklima

Автор

Д-р Джонатан Хойбес (HEAT GmbH, г. Кёнигштайн)

Ответственный

Бернард Сигеле, Менеджер программы Proklima, bernhard.siegele@giz.de

Обзор

Юрген Бекманн (Земельная служба охраны окружающей среды Баварии, Германия)
Нидия Мерседес Пабон Телло (Министерство окружающей среды и устойчивого развития Колумбии)
Синтия Беррио, Йоханнес Фромманн, Эллен Гунсилиус, Франсиска Фрёлих (GIZ GmbH, г. Эшборн)
Каролина Велез (GIZ, Колумбия)

Редактирование текста

Николь Мюллер (GIZ GmbH, г. Эшборн)
Силас Бюзе (GIZ GmbH, г. Эшборн)

Концепция

Юрген Усингер (HEAT GmbH, г. Кёнигштайн)

Верстка

Жанетт Генперт (pixel und punkt kommunikation, г. Франкфурт)

Фотографии

Титульный лист: Министерство окружающей среды и устойчивого развития Колумбии
Юрген Бекманн, Георг Валлек, Министерство окружающей среды и устойчивого развития Колумбии, iStock (Рисунки13, 16 и Шар 4), Shutterstock (Рисунки 9, 12 и Шаги 25, 28), Жаннет Генперт (Рисунок 18 слева)

Ссылки URL

Данная публикация содержит ссылки на веб-сайты сторонних организаций. Ответственность за содержание перечисленных сайтов сторонних организаций несут соответствующие организации. При первичном размещении ссылок на эти сайты GIZ проверяло содержание веб-сайтов сторонних организаций на предмет возникновения гражданской или уголовной ответственности. Однако, постоянный контроль со стороны GIZ содержания сайтов сторонних организаций без конкретных указаний на нарушение прав невозможен. Если GIZ узнает или будет уведомлено третьим лицом о том, что тот или иной сайт сторонней организации, на который дана ссылка, служит поводом для возникновения гражданской или уголовной ответственности, соответствующая ссылка будет незамедлительно удалена. GIZ указывает на то, что не несет ответственности за содержание таких сайтов.

От имени

Федерального министерства окружающей среды, охраны природы, строительства и безопасности ядерных реакторов Германии (Отдел КИ II 7; Международное финансирование проектов по защите климата, Международная климатическая инициатива)

11055, г. Берлин, Германия

тел.: +49 30 18 305-0

факс: +49 30 18 305-4375

эл. почта: KII17@bmub.bund.de

интернет: www.bmub.bund.de

Ответственность за содержание данной публикации несет GIZ.

Перевод и редакция

Гульмира Сергазина и Алексей Хорьков

Серийный номер

G-S01-2017-en-01

Благодарим за поддержку

МИНИСТЕРСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КОЛУМБИЯ

Луиса Гилберто Мурилло (Министр)

Карлоса Алберто Ботера Лопес (Заместитель министра)

Виллера Эдилберто Гувара Хуртадо (Директор по охране окружающей среды в контексте секторов и городов)

Лейду Марию Суарез Орозко (Национальный координатор Технического озонового подразделения – УТО)

МЕНЕДЖМЕНТ И ЛИКВИДАЦИЯ ХРАНИЛИЩ ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой (ОРВ), с 1989 года эффективно регулирует производство и потребление ОРВ. Но в связи с чрезмерным использованием этих веществ на глобальном уровне образовались крупные запасы ОРВ. Они постоянно выбрасывались в атмосферу из хранилищ, разрушая озоновый слой и способствуя глобальному потеплению. Немаловажно отметить и то, что вопросы менеджмента хранилищ ОРВ Монреальским протоколом не регулируются. При этом надлежащий сбор и утилизация, а также ликвидация хранилищ ОРВ для развивающихся стран представляют определенную проблему.

Различные программы и проекты, запущенные и профинансированные по линии Монреальского протокола и нацеленные на сокращение и уничтожение ОРВ, в итоге содействовали тому, что крупные компании добровольно перешли на технологии, не использующие такие вещества. Наряду с контролем импорта ОРВ и торговли ими это способствовало существенному росту объемов накопленных отходов и оборудования, содержащего ОРВ, требующих окончательного обезвреживания.

Глобальный проект «Менеджмент и ликвидация хранилищ ОРВ» оказывает поддержку интегрированному управлению отходами ОРВ и оборудованием, содержащим ОРВ. Данный проект реализован по заказу Федерального министерства окружающей среды, охраны природы, строительства и безопасности ядерных реакторов Германии (BMUB) – как составная часть Международной инициативы по защите климата (IKI) – силами германского общества по международному сотрудничеству Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Настоящее руководство было разработано в рамках проекта по хранилищам ОРВ в тесном сотрудничестве с Техническим озоновым подразделением Министерства окружающей среды и устойчивого развития Колумбии с целью предоставления базовых технических знаний по утилизации холодильников и кондиционеров воздуха.

Список сокращений

GIZ	Германское общество по международному сотрудничеству (с ограниченной ответственностью)
IGES	Институт глобальных экологических стратегий
PSIG	фунтов на квадратный дюйм манометрического давления
PUR	полиуретан жесткий
TEAP	Орган технологической и экономической оценки Монреальского протокола
UNEP	Программа ООН по окружающей среде
АБС	акрилонитрил бутадиен стирол
БИОС	ближняя инфракрасная отражательная спектроскопия
ВППС	высокопрочный полистирол
ГОО	главный операционный офицер
ГФУ	гидрофторуглерод
ГХФУ	гидрохлорфторуглерод
ЕС	Европейский Союз
КСГ	контейнер средней грузоподъемности
ОДП	озоноразрушающий потенциал
ОРВ	озоноразрушающие вещества
ОЭЭО	отходы электрического и электронного оборудования
ПББ	полибромированный бифенил
ПБДЭ	полибромированные дифениловые эфиры
ПВХ	поливинилхлорид
ПГП	потенциал глобального потепления
ПП	полипропилен
ПС	полистирол
ПХБ	полихлорированный бифенил
СИС	скользящий искровой спектрометр
УВ	углеводород
ХФУ	хлорофторуглерод
ЭПС	экструдированный полистирол
ЭЭО	электрическое и электронное оборудование

1. ВВЕДЕНИЕ

Общий подход к управлению отходами, нацеленный внедрение «экономики повторного использования», руководствуется стратегией «иерархии отходов»¹: **профилактика, подготовка для повторного использования, переработка, утилизация и уничтожение** (которое включает в себя захоронение на свалке либо сжигание без регенерации энергии). Такой подход должен применяться на стадии разработки политики по регулированию отходов и управлению отходами на оперативном уровне. Он применяется не только для твердых бытовых отходов, но и для ОЭЭО – отходов электрического и электронного оборудования. Последние представляют собой отходы, заслуживающие особого внимания, особенно в связи с ростом темпов их накопления, достигших 20-50 млн. тонн в год (Ongondo et al., 2011). **В отсутствии надлежащего управления ОЭЭО продолжают содержать опасные отходы и вызывать серьезные экологические проблемы с риском для здоровья людей.**

Настоящее руководство призвано содействовать совершенствованию процессов управления отходами в отношении важной группы ОЭЭО: бытовых холодильников и кондиционеров воздуха. Эти приборы особо важны, потому что

- являются массовыми, имеющимися почти в каждом домашнем хозяйстве
- и помимо типичных опасных компонентов ОЭЭО нередко содержат хладагенты и пенообразующие вещества (последние есть только в холодильниках) с высоким потенциалом глобального потепления (ПГП) и озоноразрушающим потенциалом (ОРП), разрушая озоновый слой и способствуя глобальному потеплению в случае неконтролируемых выбросов в атмосферу.

Данное руководство предназначено как для компаний, занимающихся управлением отходами, так и для региональных и местных природоохранных властей.

Разные вопросы возникают в связи с истечением срока службы бытовых холодильников и кондиционеров воздуха и их последующим демонтажем.

Настоящее руководство предлагает ответы на ключевые вопросы, каждому из которых посвящена отдельная глава, см. Рисунок 1.

¹ По правилам и другим определениям см. Директиву 2008/98/ЕС. Директива также знакомит с принципом «загрязнитель платит» и понятием «расширенной ответственности производителя».

Рисунок 1: Ключевые вопросы, рассматриваемые в данном руководстве, которые помогут наладить надлежащее управление отходами, образующимися в виде холодильников и кондиционеров воздуха



Важно отметить, что успешное управление отходами, образующимися в виде таких бытовых приборов, требует эффективных регуляторных рамок. Отработавшие свое холодильники и кондиционеры воздуха считаются ОЭЭО. Они также содержат опасные хладагенты и пенообразующие вещества. Вот почему всеобъемлющие регуляторные рамки должны учитывать оба этих аспекта (Рисунок 2). Безусловно, регуляторные рамки должны принимать во внимание и иное оборудование, содержащее ОРВ и F-газы.

В Европейском Союзе (ЕС) созданы всеобъемлющие регуляторные рамки с учетом обоих этих аспектов: Директива ОЭЭО 2012/19/EU², Регламент по ОРВ (ЕС) 1005/2009³ и Регламент по F-газам (ЕС) 517/2014⁴.

2 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:en:PDF>, последний запрос: 1 марта 2017 г.

3 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:286:0001:0030:EN:PDF>, последний запрос: 1 марта 2017 г.

4 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0517&from=DE>, последний запрос: 1 марта 2017 г.

Рисунок 2: Регуляторные рамки для успешного управления ОЭЭО, содержащими ОРВ и ГФУ, такими как отработавшие холодильники и кондиционеры воздуха



ВСТАВКА 1:

ЗНАЧИМОСТЬ НАДЛЕЖАЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ОТРАБОТАВШИМИ ХОЛОДИЛЬНИКАМИ И КОНДИЦИОНЕРАМИ ВОЗДУХА ДЛЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Большое количество отработавших приборов...

Холодильники имеются практически в каждом домохозяйстве, в то время как кондиционеры воздуха в основном встречаются в странах с жарким климатом. Последние становятся все более популярными в развивающихся странах.

Мировое производство бытовых холодильников и кондиционеров воздуха составляет около 100 миллионов штук в год. В глобальном масштабе количество используемых бытовых холодильников составляет, согласно различным оценкам, от 2 до 2,3 млрд. штук (RTOC, 2014), количество бытовых автономных кондиционеров воздуха с вынесенным компрессорно-конденсаторным агрегатом, согласно оценкам, около 700 млн. штук (GIZ, 2014). С учетом среднего срока их службы ежегодно поток отходов пополняет от 75 до 90 млн. бытовых холодильников и около 45 млн. автономных кондиционеров воздуха с вынесенным компрессорно-конденсаторным агрегатом. Если по окончании их срока службы эти приборы не будут должным образом утилизироваться, это будет создавать существенную дополнительную нагрузку на окружающую среду.

Большое количество опасных компонентов...

- Наиболее опасные хладагенты, обычно обнаруживаемые в этих приборах: ГФУ-12, ГХФУ-22, ГФУ-410А, ГФУ-32, аммиачный раствор, содержащий хром-VI
- Наиболее опасные вспенивающие вещества: ХФУ-11, ГХФУ -141b
- Ртуть
- Компоненты электронной платы
 - Свинец
 - Кадмий
 - Шестивалентный хром
- Полихлорированные бифенилы (ПХБ) в конденсаторах
- Полибромированные бифенилы (ПББ) и полибромированные дифениловые эфиры (ПБДЭ) в пластмассе в качестве антивоспламенителей

Воздействие на глобальный климат и озоновый слой...

- Если проводить демонтаж ненадлежащим образом, то из каждого бытового холодильника, содержащего хлорфторуглерод (ХФУ), высвободится 0,56 кг ОРП, что соответствует 3,6 тонн CO₂-экв. Последнее сопоставимо с объемами при авиаперелете из Колумбии в Испанию.
- Если проводить демонтаж ненадлежащим образом, бытовой кондиционер воздуха, содержащий R-22, выделит 0,08 кг ОРП или 2,6 тонн CO₂-экв.

Надлежащие практики демонтажа и утилизации отработавших холодильников и кондиционеров воздуха дают ряд преимуществ, к которым относятся:

- дополнительная защита озонового слоя и климатической системы, а также предотвращение выброса токсичных веществ, загрязняющих экосистему,
- экономия (невозобновляемого) сырья,
- экономическая выгода от перепродажи ценных материалов.

Не только ископаемое топливо, но и металлы, и другие редкие материалы, извлекаемые из холодильников и кондиционеров воздуха, являются невозобновляемым сырьем и, таким образом, должны быть частью безотходной экономики. Более того, эти приборы содержат ценные материалы. В то время как это является общеизвестным фактом для таких компонентов как компрессоры, это менее известно в отношении пластмасс и других частей. Четкое понимание выгоды, связанной с извлекаемыми компонентами, существенно для успешного функционирования компании по управлению ОЭЭО и для (сверх-)компенсации затрат на надлежащую утилизацию опасных компонентов.

ВСТАВКА 2:

ЗНАЧИМОСТЬ НАДЛЕЖАЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ИЗ ХОЛОДИЛЬНИКОВ И КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА (GIZ, 2013; ОБНОВЛЕННЫЙ)

Опасные вещества	Где находятся?	Каким образом происходит их выброс?	Почему они опасны?
Свинец	<ul style="list-style-type: none">• Спайка	<ul style="list-style-type: none">• Нагревание спайки	<ul style="list-style-type: none">• Тяжелые металлы скапливаются в тканях организма через незащищенные контакты – повреждение почек
Кадмий	<ul style="list-style-type: none">• Контакты• Окраска пластикового корпуса	<ul style="list-style-type: none">• Сжигание или термообработка	<ul style="list-style-type: none">• Повреждение мозга, вплоть до смертельного исхода
Ртуть	<ul style="list-style-type: none">• Переключатели• Сенсоры• Контакты	<ul style="list-style-type: none">• Термообработка• Измельчение	<ul style="list-style-type: none">• Нейротоксины, смертельны в малых дозах• Сильный загрязнитель воды, почвы, воздуха
Шестивалентный хром	<ul style="list-style-type: none">• Покрытие• Антикоррозийное средство• Пигментация в пластмассе• В хладагентах NH₃	<ul style="list-style-type: none">• Плавление• Сжигание пластмасс	<ul style="list-style-type: none">• Вызывает раковые заболевания
Ингибиторы горения: Полихлорированные бифенилы Полихлорированные дифениловые эфиры	<ul style="list-style-type: none">• Пластиковый корпус и кожух• Пластиковая проводка и кабели• Электронные платы	<ul style="list-style-type: none">• Плавление• Сжигание пластмассы• Измельчение	<ul style="list-style-type: none">• Вызывает раковые заболевания

Настоящее руководство в основном посвящено ручным операциям по разборке холодильников и кондиционеров воздуха. В то время как в развитых странах для дальнейшей переработки холодильников и кондиционеров воздуха часто применяются автоматизированные дробильные установки, многие развивающиеся страны испытывают нехватку финансовых ресурсов и оборудования, необходимого для того, чтобы эти процессы были экономически рентабельными. Более того, ручной демонтаж имеет некоторые весьма **значительные преимущества, в частности в странах с низким доходом:**

- возможность трудоустройства и заработка, особенно для населения с низким образовательным уровнем,
- возможность высокой степени сортировки однородного пластика и металлов, которые являются ценными товарами на рынке вторичного сырья.

Однако, при разборке таких приборов, в особенности при наличии опасных компонентов (см. Вставку 2), необходимо иметь определенный опыт. Таким образом, существует необходимость в обучении (возможно также в сертификации) людей, занятых в данной сфере. Утилизационные компании в Европе часто предлагают ускоренные курсы для новичков, рассчитанные примерно на 200 учебных часов.

ВСТАВКА 3:

«НАИЛУЧШАЯ ПРАКТИКА» И ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПЕНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ХОЛОДИЛЬНИКОВ ВРУЧНУЮ

Обратите внимание на то, что данное руководство, будучи посвященным ручным операциям по извлечению пеноматериалов из холодильников, НЕ представляет «наилучшую практику»! Как правило, для извлечения пенообразователей из пены рекомендовано перерабатывать холодильники в герметичных дробильных машинах. Извлечение пены вручную приводит к потерям пенообразователя в объемах от 10 до 33% (Öko-Institut, 2010).

Однако, мы все же описываем ручные процедуры извлечения материалов, признавая их актуальность для многих развивающихся стран, поскольку они испытывают недостаток финансовых средств. Для создания таких систем извлечения материалов (система стадии II, см. Вставку 7) необходимо от 2 до 4 млн. евро.

Также, для обеспечения экономической рентабельности, необходимо перерабатывать не менее 100 000 холодильников в год.

Если демонтированные куски пеноматериала сжигаются в печах с высокой температурой горения, то более 70% пенообразователей, содержащихся в пене, может быть разрушено (при отсутствии дальнейшей дегазации пены в ходе хранения и транспортировки). Этот процент может быть даже выше, если весь холодильник будет сожжен в высокотемпературной печи.

Возможные технические усовершенствования в целях достижения автоматизированного дробления с улавливанием пенообразователей изложены в главе 9 настоящего Руководства.

Если где-либо не указано иное, для описания «наилучшей практики» (за исключением пеноматериалов) при составлении данного Руководства использовались следующие литературные источники:

- RAL 728, 2007. Утилизация холодильников. Обеспечение качества и спецификации переработки холодильного оборудования. Обеспечение качества, RAL-GZ 728,
- Стандарт VDI 2343,
- Стандарты DIN EN 50574 (VDE 0042-11): 2013-06 и EN: 50574:2012 + AC: 2012,
- LAGA 31, 2009. Сообщение рабочего сообщества федерации и федеральных земель «Отходы» (LAGA) 31. Требования к утилизации отработавшего электрического и электронного оборудования).

2. СОСТАВ ХОЛОДИЛЬНИКОВ И КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Холодильники в основном изготавливаются из стали, цветных металлов (латуни, меди, алюминия, и т.д.) и пластика, которые вместе составляют приблизительно 80% веса холодильника (см. Рисунок 3). Соответственно, преобладающими по весу материалами являются сталь, компрессор, пластик и жесткий полиуретан (PUR).

Рисунок 3: Усредненный состав материалов на 1 000 холодильников в Европе (включая типы I, II и III, см. главу 4.1; Öko-Institut, 2007)



Более детальная разбивка различных компонентов по весу представлена в Таблице 1, где отражена ситуация со старыми аппаратами, содержащими ХФУ. На хладагент ХФУ-12 и пенообразователь ХФУ-11 приходится по менее чем 1%. Однако оба компонента с экологической точки зрения наиболее опасны и классифицируются как опасные отходы.

Таблица 1: Детализированный усредненный состав материалов на 1 000 холодильников в Европе, согласно данным компаний по управлению ОЗЭО (включая типы I, II и III, см. главу 4.1; Око-Институт, 2007)

КОМПОНЕНТЫ	БЫТОВОЙ ХОЛОДИЛЬНИК С ХФУ (КГ НА 1 ШТ.)	ПРОЦЕНТ В ЕВРОПЕ
Сталь без компрессора	17	43%
Компрессор	9	23%
Пластик без жесткого полиуретана (PUR)	6,2	16%
Полиуретан жесткий (PUR)	4	10%
Фракции цветных металлов из корпуса	2	5%
ХФУ-11	0,34	0,9%
Вода	0,25	0,6%
Стекло	0,25	0,6%
Масло	0,2	0,5%
Кабель	0,15	0,4%
ХФУ-12	0,115	0,3%
Прочее	0,1	0,3%
Итого	39,6	100%

Данный состав относится к холодильникам из домовладений в Европе. В других странах могут наблюдаться иной состав и иные абсолютные значения.

Схожая картина предстает и по кондиционерам воздуха. Однако в кондиционерах самым тяжелым компонентом является компрессор. Другое важное отличие – это отсутствие в кондиционерах воздуха пеноматериалов и стекла. Но после демонтажа различных компонентов дальнейший процесс их утилизации для обоих типов аппаратов один и тот же. В Таблице 2 приведен усредненный материальный состав кондиционеров воздуха по весу в процентах.

Таблица 2: Усредненный состав материалов кондиционеров воздуха замкнутого типа⁵ в Германии

МАТЕРИАЛ	ПРОЦЕНТ
Сталь	5,3%
Компрессор	39,3%
Цветные металлы	21% (12,7% медь, 8,3% алюминий)
Пластмасса	26,4%
Электронная плата	1,0%
Хладагент	2,4%
Прочие материалы	4,6%
Всего	100%

2.1 Компрессор и остаточная арматура

Компрессор является самой тяжелой частью холодильника и кондиционера воздуха и состоит из меди (8%), железа (57%) и смеси полимеров (35%). Только 15% компрессоров имеют в своем составе чугун вместо железа. Эти соотношения долей одинаковы для холодильников и для кондиционеров воздуха, но иногда компрессоры в кондиционерах воздуха имеют более высокую долю железа⁶.

Сталь обнаруживается не только в корпусе, т.е. в наружных частях холодильника, но и в решетчатых полках.

Решетки конденсаторов в холодильниках сделаны из железа, в то время как в кондиционерах воздуха широко используются медь и алюминий. Единственный тип холодильников, где в конденсаторах используются медь и алюминий, это коммерческие холодильники.

⁵ Со слов Георга Валлека (Georg Wallek), Управляющего директора (COO Recycling centre ESO GmbH в Оффенбахе).

⁶ Со слов Георга Валлека (Georg Wallek), Управляющего директора (COO Recycling centre ESO GmbH в Оффенбахе).

2.2 Пенопласты

Для изоляционных целей применяются различные типы пеноматериалов, а именно жесткий полиуретан (PUR), иногда стекловата и экструзионный полистирол (ЭПС). PUR более старых холодильников в качестве пенообразователей содержат ХФУ-11 и ГХФУ-14b. [Бытовые холодильники](#) обычно содержат 4-10 кг изоляционного пенополиуретана, в котором в свою очередь содержится по весу от 5 до 10% вспенивающего вещества (Австралийский департамент экологии, 2014). Содержание последнего чаще ближе к нижнему значению этого диапазона.

В некоторых случаях для улучшения свойств пеноматериала к ХФУ-11 добавляют 5-10% ХФУ-12⁷.

В то время как пенообразующие вещества ХФУ в прошлом применялись как в развитых, так и в развивающихся странах (сейчас часть банка), пенообразующие вещества ГХФУ, преимущественно, применялись в развивающихся странах. В настоящее время в качестве пенообразующего вещества в развитых странах и все чаще в развивающихся странах используется циклопентан. Смешение пентана и воздуха при определенных условиях может создавать взрывоопасную атмосферу, что необходимо учитывать при измельчении пеноматериалов. Вспенивающие вещества ХФУ и ГХФУ относятся к опасным.

Большинство холодильников, выпущенных до 2000 года, в качестве пенообразователей содержат ХФУ. Поэтому пеноматериалы должны обрабатываться особым образом (см. также главу 9).

В [коммерческих холодильниках](#) содержится еще больше разнообразных изоляционных материалов: от типичных PUR (с газообразующим веществом) до пенополистирола (стироловый пенопласт) и минеральной ваты. Пенополистирол не требует особого обращения, так как не содержит экологически опасных вспенивающих веществ, однако с минеральной ватой необходимо обращаться осторожно в связи с ее канцерогенными свойствами.

[Кондиционеры воздуха](#) обычно не содержат пеноматериалов.

7 Со слов Юргена Бекманна (Jürgen Beckmann), Земельная служба охраны окружающей среды Баварии (Германия).

2.3 Пластмасса

Обычный бытовой холодильник содержит 5-10 кг пластмасс. В основном это ПС (полистирол⁸), ПП (полипропилен), АБС (акрилонитрил бутадиен стирол) и иногда ПВХ (поливинилхлорид) (Австралийский департамент окружающей среды, 2014). Основной пластмассой в холодильниках является ПС (полистирол), который используется для внутренней обшивки. Лотки для фруктов и овощей сделаны из ПП (полипропилена), реже из АБС (акрилонитрил бутадиен стирола). Иногда в верхней части холодильника применяется ПВХ, но это бывает крайне редко. АБС и ПП, используемые в настоящее время в бытовых холодильниках, более не содержат огнезащитных средств и, таким образом, являются ценными компонентами, вполне пригодными для дальнейшего использования (глава 8). Пластмассы старых холодильников все еще могут содержать огнезащитные средства (например, бромированные вещества), однако это встречается крайне редко⁹.

Пластмассовые части, встречающиеся в коммерческих холодильниках, в основном содержат ПС, иногда с дополнительным алюминиевым покрытием.

Кондиционеры воздуха состоят преимущественно из ПП, но могут также содержать АБС. В кондиционерах воздуха чаще всего встречаются огнезащитные вещества.

Кроме огнезащитных веществ могут содержаться неорганические соединения, такие как трехокись сурьмы и безгалогеновые органические фосфорсодержащие соединения. Другие возможные важные соединения:

- неорганические пигменты (окись титана, окись железа, желтый крон)
- органические пигменты (фталоцианин, хиначридон)
- добавки тяжелых металлов (Cr, Cd, Pb)
- пластифицирующая добавка (например, фталат)

2.4 Хладагенты

Система циркуляции холодильного агента содержит хладагент и смазочные масла. Преобладающие хладагенты – это ХФУ-12 и ГФУ-134а, которые во многих странах были заменены на R-600a¹⁰. Холодильники, не относящиеся к категории бытовых, объемом до 180 литров могут содержать ГХФУ-22, пропан, смеси пропана-бутана или хладагенты, содержащие аммиак. Аммиак, в частности, распространен в торговых холодильниках,

8 Вернее, используется ВППС (высокопрочный полистирол).

9 Со слов Георга Валлека (Georg Wallek), Управляющего директора (COO Recycling centre ESO GmbH в Оффенбахе).

10 Для указания на присутствие в хладагенте этой группы химических веществ часто используется символ R, например, R-12. Подробную информацию можно получить, перейдя по ссылке http://www.iifiir.org/userfiles/file/webfiles/summaries/Refrigerant_classification_EN.pdf, дата последнего запроса: 1 февраля 2017 г.

т.е. в тех, которые используются в качестве мини-баров в гостиницах в развитых и в развивающихся странах. Такой хладагент требует специального обращения, отличного от всех других. Это связано не только со свойствами аммиака, но и с шестивалентным хромом, содержащемся в хладагенте. Холодильники, содержащие аммиак, можно распознать по их типичной решетке конденсатора, которая намного крупнее (см. Рисунок 4). Такие холодильники должны утилизироваться в специализированных помещениях, в связи с процессом извлечения хладагента и предписанным обращением с ним (исходя из надлежащих практик по извлечению и хранению хладагентов).

Рисунок 4: Холодильник с аммиаком в качестве хладагента. Решетка конденсатора намного крупнее по сравнению с холодильниками с галогенированными хладагентами или бутаном.



2.5 Электронные платы

Программа ООН по окружающей среде (UNEP) выявила, что на электронные платы приходится примерно 0,3% веса всего «белого товара»¹¹, несмотря на его огромное разнообразие (UNEP 2013). Электронные платы содержат незначительное количество металлов и других веществ, таких как сурьма, бериллий, кадмий и хлор, в электронных компонентах. Также могут присутствовать бромированные огнестойкие соединения, а в спайках – свинец (IGES 2009; RMIT 2006).

Холодильники и кондиционеры воздуха содержат одну или несколько электронных плат, особенно новые бытовые и коммерческие холодильники.

Если абстрагироваться от опасных веществ, содержащихся в электронных платах, они имеют высокую ценность на рынке вторичного сырья. В зависимости от национального законодательства они попадают под категорию как опасных отходов, так и электронных отходов и требуют экологически безопасного обращения, особенно в тех случаях, когда опасные элементы предварительно не были извлечены. Иногда опасными отходами считаются только платы без компонентов¹².

11 «Белый товар» – это крупные бытовые электроприборы, такие как холодильники и стиральные машины, обычно белого цвета.

12 Со слов Георга Валлека (Georg Wallek), Управляющего директора (COO Recycling centre ESO GmbH в Оффенбахе).

2.6 Ртуть

Ртуть можно обнаружить в термостатах, датчиках, реле, переключателях и подсветках (см. Рисунок 5). Ртуть редко присутствует в бытовых холодильниках и кондиционерах воздуха, но часто имеется рядом с лампой в верхнем перекрытии морозильного шкафа. Наличие ртути необходимо проверить перед самым началом процесса демонтажа, а при ее обнаружении извлечь особым способом. Ртуть является опасным веществом, таким образом, в первую очередь необходимо полностью изъять все элементы, содержащие ртуть.

Способность различать переключатели, содержащие и не содержащие ртуть, зависит от квалификации и качества подготовки персонала. Поэтому данное руководство не содержит рекомендаций, и соответственно, не дает подробных пояснений по этому вопросу.

Рисунок 5: Элементы, содержащие ртуть (справа), часто находятся за лампой в верхнем перекрытии морозильного шкафа (слева).



2.7 Конденсаторы, содержащие полихлорбифенилы (ПХБ) или опасные электролиты

Полихлорбифенилы (ПХБ) широко применялись в электроприборах, например, таких как конденсаторы, до 1970-х годов. Более современные электроприборы, выпускавшиеся с середины 1980-х годов, обычно уже не содержали ПХБ. Тем не менее, очень старые холодильники и кондиционеры воздуха (произведенные более 30 лет назад) могут содержать конденсаторы с ПХБ.

Трансформаторы холодильников и кондиционеров воздуха, изготовленные из меди и железа, обычно не содержат полихлорбифенилов. Полихлорбифенилы содержат лишь смазочные масла трансформаторов крупных приборов.

В зависимости от года выпуска и конкретного изготовителя конденсаторы, содержащие полихлорбифенилы, могут быть маркированы следующим образом:

PCB, Chlordiphenyl, Clophen, Askarel, G, ISKRA, DB/764, 0219.(...), C2, CD, CPA, 3CD, 4CD, 5CD, CI, Clp, CPA30, CPA40, CPA50, Cp,CP25, CP30, CP40, CP50, P25, 10/070/65, 25/070/56, CB/764, KPM 1013¹³.

Конденсаторы, не содержащие полихлорбифенилов, могут быть отмечены следующими комбинациями букв: MP, МКК, МРР, МКV, MFV, LK, LP.

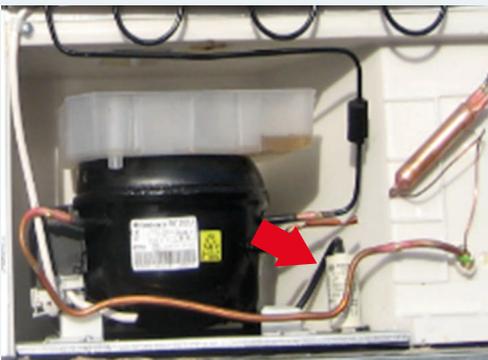
Некоторые производители конденсаторов, например, такие как Tesla, MM, Bosch, ITT, никогда не использовали полихлорбифенилов. Конденсаторы с этикеткой 'ELKO' – это конденсаторы, содержащие электролит и не содержащие полихлорбифенилов. Однако, электролиты также требуют специального обращения и содержат опасные вещества.

Комбинации букв приведены выше только в качестве примеров. Более полный список известных производителей и возможные конденсаторы с полихлорбифенилами можно найти на веб-странице *Chemsuisse*¹⁴.

Так как по кодировкам маркировки конденсаторы различать трудно, рекомендуем обращаться со всеми конденсаторами как с опасными отходами и перерабатывать их в специализированных помещениях с уничтожением ПХБ при высокой температуре после извлечения всех ценных компонентов, таких как алюминий.



Рисунок 6: Расположение конденсаторов (красные стрелки), потенциально содержащих ПХБ



13 VDI 2343, Лист 3, Источники 5 и 6.

14 http://www.chemsuisse.ch/files/97/DE_PCB_Hilfsmittel/80/Verzeichnis.pdf, дата последнего запроса: 1 февраля 2017 г.

2.8 Масло

Компрессоры холодильников и кондиционеров воздуха нуждаются в смазочных маслах. От 200 до 300 г масла обнаруживается в холодильниках, содержащих ХФУ (меньше в холодильниках без ХФУ) и до 1 кг в кондиционерах воздуха, в зависимости от размера. В таких маслах обычно бывает растворено некое количество хладагента, из-за чего они классифицируются как опасные отходы. Для того чтобы извлечь хладагент, необходимо провести специальную термическую обработку (см. Вставку 4). К переработке масла можно приступать только после удаления из его состава хладагента¹⁵.

ВСТАВКА 4:

СЛЕДУЕТ ЛИ ПРОВОДИТЬ СПЕЦИАЛЬНУЮ ТЕРМИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ ИЗВЛЕЧЕННОГО МАСЛА?

Существует несколько аргументов в пользу отделения хладагента от масла на стадии I (см. Вставку 7) в специальных термических масляных сепараторах (НЕ нагревая баллонов!), с целью дальнейшей переработки хладагента и масла.

Некоторые хладагенты (например, ХФУ) после извлечения сжигаются:

- Многие распылительные форсунки термических заводов по переработке отходов имеют проблемы с маслами, т.е. быстро забиваются.
- Присутствие масла повышает риск образования нагара в выходных устройствах и, таким образом, существенно возрастает вероятность образования диоксида и фурана.

Некоторые хладагенты (например, ГФУ-134а) после извлечения подвергаются восстановлению:

- Регенерационные устройства могут обрабатывать только чистые хладагенты (не смеси различных хладагентов) с очень малым содержанием масел.

Обычно определение объема извлеченного хладагента (см. также главу 4) проблематично, если масло не удалено заблаговременно. Причиной этого является то, что зачастую количество масла (внутри приборов) не известно, и приходится использовать оценочные данные, что представляет собой дополнительный источник потенциальных ошибок.

Без специальной термической обработки извлеченное масло будет иметь концентрацию ХФУ более 2 г на кг масла и, следовательно, подлежать уничтожению при высокой температуре. Однако, согласно общим принципам управления отходами (см. главу 1), вместо полного уничтожения масло надлежит использовать повторно. Если нет специальных термических масляных сепараторов, для извлечения можно использовать мобильные устройства с масляным сепаратором (см. Вставку 6).

¹⁵ Бывают различные масла, в зависимости от содержащегося в них хладагента. Однако, данный аспект существенен, если извлеченное масло предназначено для повторного использования, но им можно пренебречь, если отходы масла предназначены для окончательного уничтожения.

2.9 Стекло

Холодильники содержат фракции стекла, не превышающие 1%. Стекло встречается в холодильнике в виде полок и может легко изыматься перед началом демонтажа.

Кондиционеры воздуха обычно не содержат фракций стекла.

2.10 Фракции цветных металлов в корпусах

Фракции цветных металлов – это, прежде всего, бронза, медь и алюминий. Так, конденсаторы кондиционеров воздуха обычно содержат медь и алюминий. Все это материалы с высокой термической проводимостью. Бронза встречается редко, и если и встречается, то только в кондиционерах воздуха, где из нее выполнены соединения, но не в холодильниках.

2.11 Сводная информация по опасным веществам

Наиболее проблемные опасные вещества в холодильниках и кондиционерах воздуха – это хладагенты ХФУ-12, ГХФУ-22, ГФУ-134а, R-410А (смеси ГФУ), ГФУ-32, другие ГХФУ или смеси, основанные на ГФУ, и аммиачные растворы, содержащие шестивалентный хром. Наиболее опасными вспенивающими веществами, обнаруженными в полиуретане (PUR) холодильников, являются ХФУ-11 и

ГХФУ-141b. Другие опасные вещества:

- ртуть (только морозильные шкафы)
- компоненты электронных плат в кондиционерах воздуха и холодильниках:
 - свинец
 - кадмий
 - шестивалентный хром
- полихлорбифенилы (ПХБ) в конденсаторах (холодильников и кондиционеров воздуха)
- полибромбифенил (ПББ) и полибромированные дифенилэферы (ПБДЭ) в пластмассах в качестве огнестойких добавок (чаще в кондиционерах воздуха нежели в холодильниках).

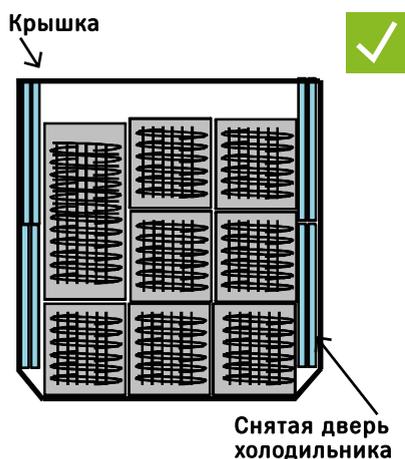
3. ТРАНСПОРТИРОВКА

Для предотвращения неконтролируемого выброса опасных хладагентов, газообразующих и других вредных веществ, таких как масло, необходимо соблюдать специальные инструкции по безопасной транспортировке. Независимо от того, транспортируется ли один или несколько бытовых приборов, **холодильники и кондиционеры воздуха должны быть закреплены в транспортном средстве** во избежание повреждений. Можно использовать натяжные ремни, что, однако, не обязательно, если обеспечена достаточная плотность размещения бытовых приборов.

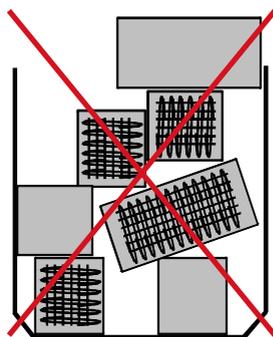
При транспортировке нескольких бытовых приборов можно использовать контейнеры на катковой опоре. Все теплообменники холодильников **должны быть развернуты в одну сторону** – под прямым углом к направлению движения (Рисунок 7). Рекомендуется транспортировать все приборы **строго в вертикальном положении** (не вверх дном). Следует избегать хаотичной загрузки холодильников. Для минимизации повреждений при транспортировке рекомендуется заполнять **пустые грузовые пространства**, например, снятыми с холодильников дверями. Наиболее тяжелые приборы необходимо размещать на нижнем уровне, более легкие и меньших габаритов на следующем уровне и т.д.

Рисунок 7: Правильное (слева) и неправильное (справа) размещение холодильников в контейнере на катковой опоре

Правильное заполнение
контейнера на катковой опоре



НЕ правильное заполнение
контейнера на катковой опоре



Перегрузки с одной транспортной системы на другую следует избегать, так как это может привести к повреждениям приборов. Контейнеры на катковой опоре, как и любые другие транспортные контейнеры, должны быть закрыты крышками (от дождя).

Во время транспортировки контейнеры должны иметь защиту от несанкционированного вскрытия во избежание изъятия элементов оборудования. Кроме того, в транспортном средстве должно иметься не менее двух огнетушителей (см. Министерство окружающей среды, жилищного хозяйства и территориального развития Колумбии, 2010). Во ходе погрузки и разгрузки с оборудованием необходимо обращаться осторожно, избегать его опрокидывания и падения.

При доставке бытовых приборов в компанию по управлению ОЭЭО оборудование должно сортироваться по размерам (см. также главу 4), а также по хладагенту. Внутри здания должны быть выделены площадки для каждого типа бытового оборудования (см. Рисунок 8). **Необходимо также избегать складирования бытовых приборов внутри помещения в несколько рядов.**

Предварительная сортировка оборудования значительно облегчает его последующую разборку. Если бытовые приборы с разными хладагентами перерабатываются вместе (что в значительной мере зависит от стадии I – см. Вставку 7, Рисунок 19 – Технологии извлечения и термический масляный сепаратор), они могут складироваться на одной площадке.

Рисунок 8: Рассортированные холодильники в здании компании по управлению ОЭЭО после доставки



4. УЧЕТ, СТЕПЕНЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И КАТЕГОРИИ

Каждая компания по управлению отходами должна иметь свою собственную **систему мониторинга и информации** для контроля следующих параметров:

- исходные объемы ОЭЭО в сравнении с объемами на выходе: тоннаж поставленных ОЭЭО (исходные объемы) и тоннаж извлеченного материала (объемы на выходе)
- степень извлечения опасных веществ, как минимум, хладагентов.

4.1 Категории оборудования

Исходя из изложенного выше бытовые приборы и материалы должны распределяться по категориям. Для холодильников может быть применена следующая система:

- **Тип I**
«Бытовые холодильники» – холодильники обычного бытового дизайна емкостью до 180 литров. Могут иметь отдельную морозильную камеру.
- **Тип II**
«Бытовые холодильники с морозильной камерой» – типичные холодильники бытового дизайна емкостью от 180 до 350 литров. Обычно имеют отдельную морозильную камеру.
- **Тип III**
«Бытовые морозильные камеры горизонтального и вертикального типа» – морозильные камеры типичного бытового дизайна емкостью до 500 литров.
- **«Коммерческие холодильники»**
Любые приборы, конструкция и габариты которых отличаются от указанных выше, используемые преимущественно для коммерческих целей.

Что касается кондиционеров воздуха, то существует два основных типа: обособленная (штепсельная система) и сплит-система (с отдельной установкой кондиционирования воздуха). Эти типы подразделяются по размерам и мощности.

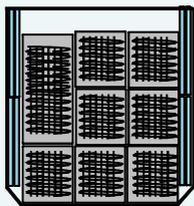
4.2 Соотношение объемов ОЭЭО и извлеченных материалов

Здесь нас интересует соотношение исходного тоннажа поставленных ОЭЭО (исходный объем) и тоннажа извлеченных материалов (объем на выходе), см. Рисунок 9.

Независимо от того, будет ли проводиться разборка вручную или же автоматическая дробильная процедура, для извлеченных материалов мы предлагаем воспользоваться категориями Рисунок 9. В зависимости от наличия источников, может быть внедрено и соответственно оценено больше категорий. Такой вид мониторинга представляется неотъемлемым для создания полноценного бизнес-плана компании по управлению ОЭЭО и обеспечивает контроль над эффективностью переработки.

Рисунок 9: Система мониторинга для менеджера ОЭЭО – Балансировка по массе, с определением тоннажа поставленных ОЭЭО (слева) и сопоставлением с тоннажем извлеченного материала (справа)

НА ВХОДЕ: Вес полученных ОЭЭО



НА ВЫХОДЕ: Вес извлеченных материалов

- Компрессор
- Железо
- Алюминий
- Алюминиево-медный теплообменник
- Медные трубки
- Кабель
- Стекло
- Смешанный пластик
- Полиуретан жесткий PUR
- ПС
- Трансформатор
- Конденсатор
- Масло
- Хладагент

4.3 Определение степени извлечения хладагента

Кроме подхода, показанного выше и заключающегося в балансировке по массе, все холодильники и кондиционеры воздуха, поступающие менеджеру ОЭЭО, должны учитываться согласно определенным характеристикам. Поэтому целесообразно вести журнал учета количества холодильников и кондиционеров воздуха и по ряду других параметров, таких как

- тип оборудования (по категориям, см. главу 4.1)
- тип хладагента (по информации на этикетке, см. Рисунок 10)
- поврежденность или целостность системы с хладагентом (см. Вставку 5).

Каждый рабочий, участвующий в разборке, должен ежедневно записывать количество бытовых приборов, прошедших через его руки. Для этого можно использовать Таблицу 3, составленную для стадии I (см. также Вставку 7). В конце недели эти данные должны переводиться в электронную форму (например, заноситься в файл формата Excel).

Подробное описание процедуры

Степени извлечения материалов должны высчитываться постоянно, не реже раза в неделю, после переноса данных с бумажного шаблона (Таблица 3) в электронную версию документа. Для этого применяется следующая формула:

$$\text{Степень извлечения} = \frac{\text{количество извлеченного хладагента}}{\text{ожидаемое количество хладагента}}$$

Расчет количества извлеченного хладагента:

- Утром перед началом работы снимите показания дисплея: вес баллона высокого давления (см. главу 6, шаг 10).
- В течение рабочей смены извлеките хладагент из всех единиц оборудования и заполните бумажный шаблон (см. Таблицу 3).
- В конце рабочего дня снова снимите показания дисплея: вес баллона высокого давления.
- Количество извлеченного хладагента равно разнице между утренним и вечерним показаниями дисплея.

Рисунок 10: Баллон высокого давления с извлеченными отработанными хладагентами на весах



Баллон высокого давления с извлеченным хладагентом

Таблица 3: Шаблон для учета холодильников и кондиционеров воздуха. Столбцы с оранжевой заливкой – единицы, используемые для определения степени извлечения материалов

КАЛЕНДАРНАЯ НЕДЕЛЯ:	ХОЛОДИЛЬНИКИ			КОНДИЦИОНЕРЫ ВОЗДУХА		
	ОРВ и F-газы (ХФУ, ГХФУ, ГФУ)	Хладагент без хлора или фтора (пропан, R-600a, смеси углеводорода и т.д.)	ОРВ и F-газы (ХФУ, ГХФУ, ГФУ)	Хладагент без хлора или фтора (пропан, R-600a, смеси углеводорода и т.д.)	Поврежденная система хладагента	Неповрежденная система хладагента
	Поврежденная система хладагента, например: <ul style="list-style-type: none"> • отсутствует компрессор • повреждены трубки 	Неповрежденная система хладагента (т.е. нет видимых повреждений)	Поврежденная система хладагента	Неповрежденная система хладагента	Поврежденная система хладагента	Неповрежденная система хладагента
Понедельник	7	I	II			
Вторник	4		III		I	
Среда						
Четверг						
Пятница						

Обратите внимание, что сначала рекомендуется отделить хладагент от масла (см. Вставку 4). Если процесс сепарации проводился накануне (чтобы удостовериться, что все хладагенты отделены от масел, см. Вставку 6), регистрацию показаний дисплея следует производить утром следующего дня.

Расчет ожидаемого количества хладагента:

- Умножьте количество неповрежденных единиц, содержащих ОРВ или F-газы (Таблица 3, оранжевый столбец) на среднюю норму изначальной наполненности хладагентом соответствующих единиц оборудования.
- Изначальные значения наполненности хладагентом можно взять с этикетки продукции (см. Рисунок 11, слева).

Рисунок 11: Указание типа хладагента на этикетке продукта (слева) и компрессора (справа). Этикетка продукта также содержит информацию о наполненности хладагентом.



Эта процедура выполняется отдельно для холодильников и для кондиционеров воздуха, но не отдельно для различных их типов (например, типов холодильников I, II и т.д.). В идеале в формуле используется среднее значение изначальной заправки хладагента.

Рекомендуется контролировать процесс извлечения хладагента не реже одного раза в год¹⁶. Авторизованный персонал обычно именно так и делает. Извлеченный хладагент должен составлять не менее 90% количества, указанного на заводской маркировке. Рекомендуется проводить такую сверку на 100 холодильниках раз в год (100 вышедших из строя бытовых приборов с неповрежденными системами охлаждения, из которых 60 относятся к типу I, 25 – к типу II, и 15 – к типу III) и сравнивать извлеченные количества

¹⁶ В Германии TA-Luft Nr. 5.4.8.10.3/5.4.8.11.3.

с количествами, указанными на этикетках. Если у одного из 100 протестированных холодильников обнаружится повреждение системы охлаждения, он должен быть заменен на холодильник¹⁷ с неповрежденной системой.

Важно! Если тестирование покажет, что степень извлечения < 90%, необходимо будет проверить, отремонтировать или заменить оборудование, используемое для извлечения!

ВСТАВКА 5:

ПОВРЕЖДЕНА ЛИ ХОЛОДИЛЬНАЯ СИСТЕМА?

Для определения степени извлечения следует использовать только приборы с исправной холодильной системой. Но как узнать, повреждена эта система или нет?

- Визуальный контроль: некоторые компоненты системы (напр., компрессор) отсутствуют или трубки явно повреждены. → повреждение
- Проверка манометром: отсутствует давление в системе? → повреждение
- Смотровое стекло: отсутствует пузырение в смотровом стекле? → повреждение

Поврежденные единицы подвергаются обычной ручной разборке. Нет необходимости извлекать хладагент, так как хладагент уже высвободился из системы.

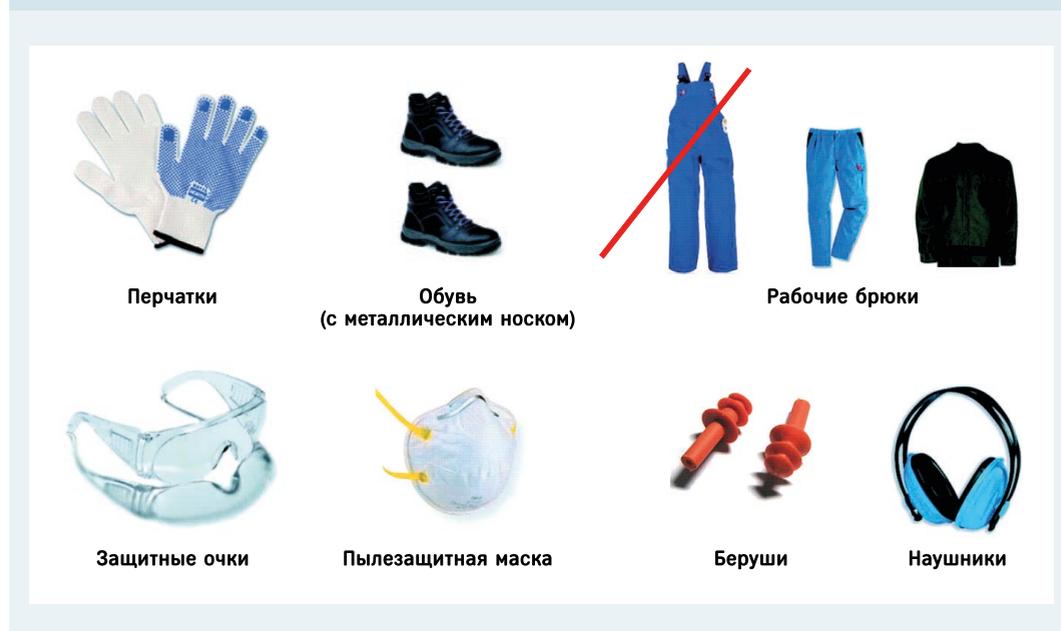
¹⁷ Для получения подробной информации см. RAL 728, стр. 18 и послед.

5. ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТЫ И ОХРАНА ТРУДА

5.1 Охрана труда

Рабочим компаний, занимающихся утилизацией ОЭЭО, настоятельно рекомендуется использовать следующие основные средства индивидуальной защиты:

Рисунок 12: Защитная одежда и принадлежности для сотрудников, осуществляющих ручной демонтаж холодильников и кондиционеров воздуха



Брюки на лямках использовать не рекомендуется из-за опасности зацепиться.

5.2 Необходимое оборудование для компаний по управлению ОЭЭО

Компании по управлению ОЭЭО должны иметь в своем распоряжении специальное оборудование, см. рисунки ниже. На Рисунке 13 изображены основные инструменты, необходимые для демонтажа, а на Рисунке 14 – показан конвейер для разборки (слева), позволяющий, если наклонить холодильник, извлечь хладагент с самого низу, используя щипцы-проколку (Рисунок 14, справа).

Рисунок 13: Основные инструменты компании по управлению ОЗЭО



углошлифовальная машинка



кусачки



гаечный ключ



молоток



скребок



дрель



гидравлические ножницы



шурупверт

Рисунок 14: Конвейер для разборки и извлечения хладагентов и щипцы-проколка



Разборочный конвейер для извлечения хладагента с использованием щипцов-проколки



Щипцы-проколка

На Рисунке 15 показан специальный термический масляный сепаратор (слева), баллон высокого давления с весами для извлеченного хладагента (сверху справа) и масляный контейнер ASF¹⁸ для хранения отработанного масла (снизу справа).

Рисунок 15: Оборудование, необходимое после извлечения хладагента: специальный термический масляный сепаратор (слева), баллон высокого давления с весами (сверху справа) и масляный контейнер ASF для отработанного масла (снизу справа)



Отделение хладагента от масла



Баллон высокого давления и весы



Масляный контейнер

Разборочный конвейер, щипцы-проколка и термический масляный сепаратор обычно производятся под заказ, под потребность конкретного заказчика. Их дизайн во многом зависит от количества подлежащих разборке бытовых приборов и от типа хладагента. По этой причине мы не можем дать вам общие рекомендации касательно того, какую систему извлечения использовать. Однако, существует два основных типа таких систем:

- стационарные системы извлечения (стандартный дизайн, около 60 холодильников в час),
- мобильные системы извлечения.

¹⁸ Контейнеры ASF принадлежат к категории контейнеров средней грузоподъемности (КСГ) и используются для сбора и транспортировки воспламеняющихся жидкостей или жидкостей опасных для воды.

Обычно, стационарные системы извлечения имеют габариты 2 000 x 1 200 x 1 800 мм, весят около тонны и работают с отрицательным давлением в 0,8 бар. Небольшие компании по управлению ОЭЭО, с небольшими объемами переработки холодильников, не начинают свою деятельности с закупки стационарных систем. Для них скорее всего подходят мобильные системы (см. Вставку 6).

Холодильники, содержащие R-600a, могут также проходить через подобные системы извлечения, с учетом мер безопасности (в т.ч. воспламеняемости R-600a). Существуют, также, специальные системы для холодильников, содержащих аммиак. Рентабельность таких инвестиций зависит от количества утилизируемых холодильников. Поставщики систем могут дать соответствующие рекомендации.

Наконец, в распоряжении компании по управлению ОЭЭО должны иметься несколько контейнеров и ящиков для хранения ОЭЭО и извлеченных компонентов. Для этого не нужно каких-либо специальных контейнеров или ящиков, разве что для хранения масел и хладагентов (Рисунок 15).

Обычно, чем больше контейнер, тем меньше транспортные расходы. По этой причине компании по управлению ОЭЭО должны быть заинтересованы в использовании больших контейнеров. Однако, все будет безусловно зависеть от количества ОЭЭО, требующих переработки. ОЭЭО, включая холодильники и кондиционеры воздуха, в идеале приходят в контейнерах на катковой опоре (Рисунок 16, слева). Последние можно использовать и для последующей транспортировки извлеченных компонентов на другие заводы. В качестве альтернативы можно использовать контейнеры меньших размеров (Рисунок 16, справа).

Рисунок 16: Оборудование, необходимое после извлечения хладагента: специальный термический масляный сепаратор (слева), баллон высокого давления с весами (сверху справа) и масляный контейнер ASF для отработанного масла (снизу справа)



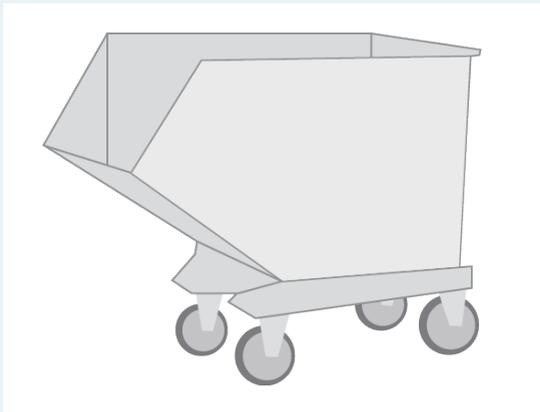
Внутри компаний по управлению ОЭЭО также используются контейнеры и ящики меньших размеров. Для большинства компонентов (кабелей, компрессоров, змеевиков охлаждения и т.д.) удобны простые контейнеры, изготовленные в виде стальных сеток (Рисунок 17, слева). Для промежуточного хранения, т.е. сотрудниками, непосредственно работающими на разборочном конвейере, могут использоваться простые пластиковые корзины (Рисунок 17, справа).

Рисунок 17: Стальные сетчатые контейнеры, здесь – с кабелями (слева); небольшой пластиковый ящик для промежуточного хранения, в данном случае с медными компонентами (справа)



Для стекла особенно удобны опрокидывающиеся тележки (Рисунок 18, слева), в то время как для опасных компонентов, таких как монтажные схемы, переключатели, содержащие ртуть, и прочее, должны использоваться круглые пластиковые баки с герметичными крышками (Рисунок 18, справа).

Рисунок 18: Опрокидывающаяся тележка (слева) и пластиковые контейнеры (справа) для извлеченных материалов



5.3 Требования к площадкам компании по управлению ОЭЭО

Существуют определенные требования, предъявляемые к площадкам при создании систем стадии I (см. Вставку 7, Рисунок 19), включая временные склады для хранения оборудования. Эти требования в основном относятся к

- конструкции зданий,
- защите от шума и пыли,
- производственной безопасности,
- противопожарной охране,
- защите воды и почвы.

Конструкция зданий

Перед созданием системы стадии I необходимо перепроверить верифицированные данные по статическим свойствам фундамента и самого здания. Территория должна быть обнесена забором с запирающимися воротами, которые в нерабочие часы должны быть заперты во избежание несанкционированного доступа. Зоны, используемые для хранения оборудования и непосредственно для разборки, должны быть вымощены, но при этом отделены друг от друга и соответствующим образом промаркированы. Пол должен быть гладким и бесшовным, особенно когда приходится иметь дело с ртутью.

Защита от шума и пыли

Предпочтительнее создавать системы стадии I в промышленных зонах, а не в жилых кварталах, во избежание воздействия транспорта и шума на местных жителей. В ходе планирования необходимо учитывать шум от транспорта, поставляющего электронные отходы и загружающего извлеченные материалы.

Операции по демонтажу, издающие шумы, должны проходить внутри зданий. Должны учитываться и предельные уровни шума, установленные нормами национального законодательства, как по источникам шума (эмиссии), так и по воздействиям шума на определенном расстоянии (шумовое загрязнение). Ворота, окна и двери следует открывать только при необходимости, а на ночь закрывать.

Помимо индивидуальных пылезащитных масок рабочим рекомендуется использовать мобильные или стационарные системы для улавливания пыли во избежание попадания мелких частиц в легкие во время ручной резки пеноматериалов. Важно, чтобы фильтры могли эффективно улавливать частицы хотя бы в 5 микрон (микрон – это синоним μm и $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$).

Производственная безопасность

Необходимо учитывать физико-химические свойства хладагентов (например, нижший и верхний пределы взрывоопасности) во избежание создания взрывоопасной атмосферы внутри помещения. Источники возгорания (как, например, открытый огонь или сигареты) необходимо полностью исключить. При необходимости достаточный воздухообмен можно обеспечить за счет системы вентиляции воздуха. Необходимые данные может давать автоматический мониторинг концентрации углеводородов внутри здания. При достижении опасного уровня взрывоопасности работы должны быть незамедлительно прекращены. В качестве руководства по предотвращению образования взрывоопасной атмосферы можно использовать стандарт EN 378.

Противопожарная охрана

Необходимо создать систему предупреждения пожаров в соответствии с требованиями местной службы пожарной охраны. Ключевыми элементами такой системы должны быть автоматическая система обнаружения пожара, включая задымление, или же система термоконтроля – для удаления дыма. Кроме того, пожарники должны иметь доступ к обзорным планам-схемам каждого здания и всех его блоков. Необходимо постоянно обеспечивать наличие достаточного количества воды для тушения пожара.

Защита воды и почвы

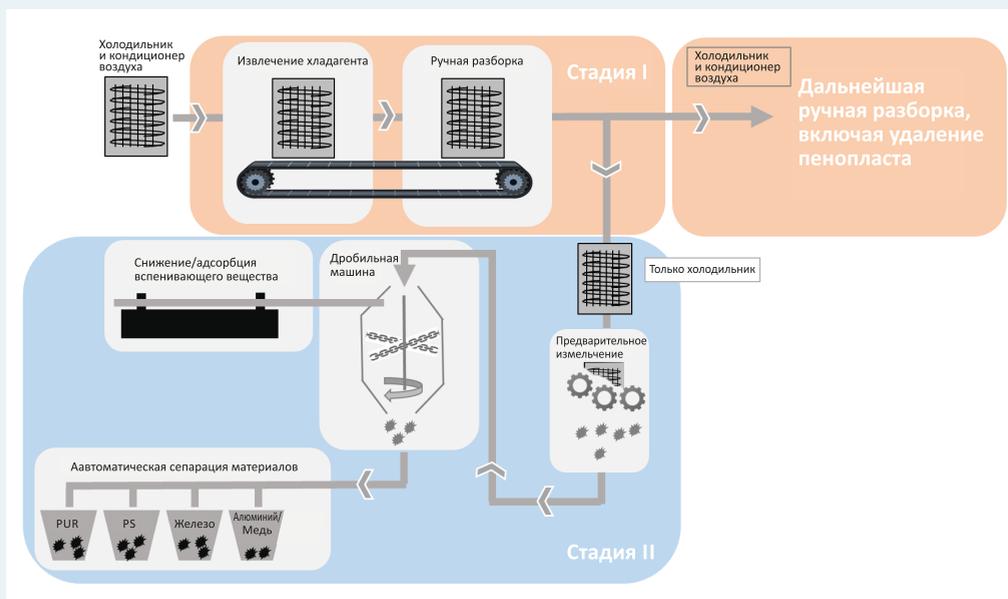
Площади для складирования холодильников и кондиционеров воздуха должны иметь водонепроницаемые крыши, оснащенные контролем утечек. Такие водонепроницаемые крыши должны иметься и в зонах, где производится разборка оборудования. Под зоной демонтажа рекомендуется установить стальной резервуар в целях предотвращения попадания хладагентов и масел в почву или грунтовые воды.

Для более подробного ознакомления с требованиями, предъявляемым к зонам разборки оборудования рекомендуем изучить действующее национальное законодательство.

6. РУЧНОЙ ДЕМОНТАЖ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Все операции, описанные ниже (шаги с 1 по 23) в соответствии с общепринятыми определениями относятся к так называемой **стадии I**.¹⁹ Шаги с 24 по 28 относятся к ручному демонтажу пеноматериалов (см. также Вставку 3). Шаги с 1 по 23 включают в себя разборку съемных частей, извлечение хладагентов и масел, отделение масел от хладагентов, удаление конденсатора и компрессора, включая и все подсоединенные компоненты, и систему конденсации, а также слив масла из компрессора. После этого с корпуса холодильника вручную удаляются изоляционные пеноматериалы. На Рисунке 19 оранжевый цвет указывает на шаги, описанные в настоящем Руководстве, в то время как синий цвет указывает на шаги стадии II, не включенные в настоящее Руководство (см. также Вставку 7 и главу 9).

Рисунок 19: Обзор технологических процессов стадии I и стадии II, а также шаги, описанные в настоящем Руководстве



Все компании по управлению ОЭЭО должны разрабатывать подробные рабочие инструкции и регулярно доводить их содержание до всех сотрудников. Рабочие инструкции должны размещаться в видимых местах. В качестве руководства для сотрудников можно использовать распечатку данной главы Руководства. Однако, необходимо и дополнительное обучение сотрудников.

¹⁹ См. также Вставку 7 и стандарт VDI 2343.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение всех съемных компонентов

ШАГ // 01

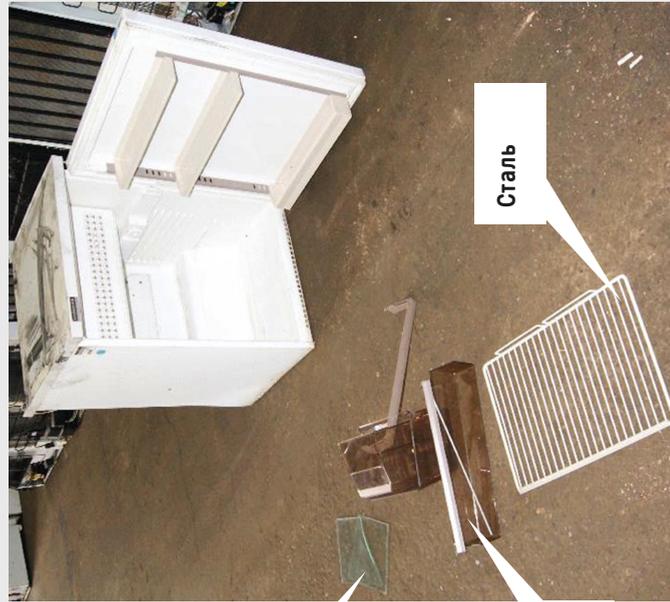


- Холодильник обычно поставляется со всеми внутренними компонентами

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение всех съемных компонентов

ШАГ // 02



- Вытащите все съемные части холодильника:
 - стекло,
 - пластмасса,
 - стальные решетки.
- Пластмасса и стальные решетки являются ценным материалом.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение всех съемных компонентов

ШАГ // 03



- Храните компоненты в отдельных контейнерах



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение всех съемных компонентов

ШАГ // 04

- Что делать с пластиком?



Если на пластике есть маркировка

- Разделите пластик согласно маркировке



- Холодильник обычно поставляется со всеми внутренними компонентами

Если на пластике нет маркировки

- Храните пластиковые компоненты как смешанные в контейнере для дальнейшего разделения



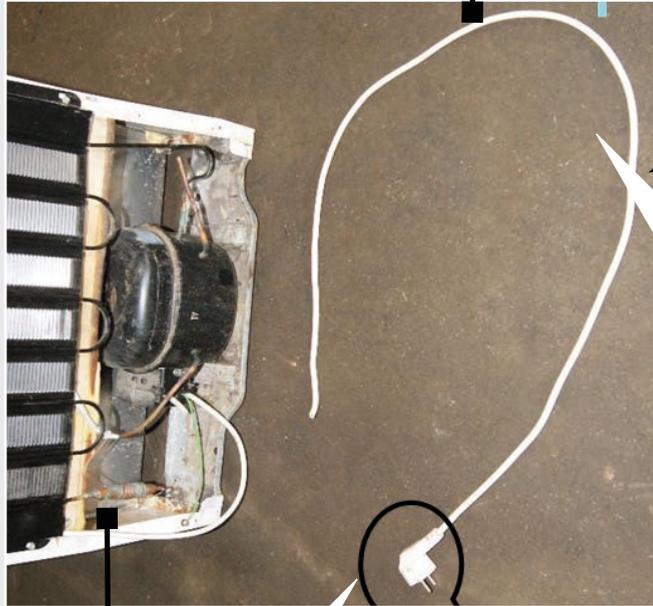
ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Удаление кабеля

ШАГ // 05



Вилка



- Отрежьте кабель.
- Кабель является ценным компонентом.
- Отделение вилки от кабеля увеличивает ценность кабеля.



Кабель

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Переключатели морозильных шкафов могут содержать опасные вещества!

ШАГ // 06



Здесь ртутный переключатель
не обнаружен

- Проверьте обшивочный лист морозильного шкафа на наличие переключателей, содержащих ртуть!
- Удалите пластиковый ящик на крышке и поищите переключатели.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Переключатели морозильных шкафов могут содержать опасные вещества!

ШАГ // 07



- Храните переключатели, содержащие ртуть в отдельных контейнерах.



Здесь ртутный переключатель обнаружен



ВСТАВКА 6:

ХЛАДАГЕНТЫ – ЭТО ОПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА! НЕ ВЫПУСКАЙТЕ ИХ В АТМОСФЕРУ!

Для извлечения хладагентов из холодильников и кондиционеров воздуха могут использоваться портативные установки для сбора хладагентов (Рисунки А и В). Для хранения извлеченного хладагента к установке сбора хладагента необходимо присоединить соответствующие баллоны (Рисунок D). Учитывая высокую вероятность того, что извлеченные хладагенты загрязнены (смешаны с) другими хладагентами (например, R-410A), для извлеченного хладагента рекомендуется использовать баллоны с максимальным операционным давлением в 400 PSIG (например, DOT-4BA-400). Значения разных сервисных давлений представлены в Таблице 1.

Портативные установки по сбору хладагента должны содержать масляный сепаратор (Рисунок В, например, WIGAM EASYREC120R100) – неотъемлемую характеристику установок для профессионального извлечения материалов. Для установок, которые не оборудованы интегрированным масляным сепаратором (Рисунок А), для удаления масел, примесей и влаги может использоваться отдельный инструмент (Рисунок С, например, MASTERCOOL Recovery mate 69500). Для этих целей инструмент для очистки просто подсоединяется к обычным шлангам для перекачки хладагентов.

В зависимости от типа хладагент может либо заново использоваться после восстановления (например, R-134a или R-22), либо направляться на уничтожение (например, R-12). Безусловно, для различных типов хладагентов должны использоваться различные баллоны. Применение щипцов-проколки вместо установки дополнительного клапана существенно упрощает и ускоряет процесс извлечения! Такие щипцы-проколку (стоимостью 70-80 Евро) можно использовать в комбинации с портативными установками по сбору хладагентов.

Процесс извлечения будет еще эффективнее, если использовать более крупные системы извлечения в комбинации с термическими масляными сепараторами (см. шаги с 8 по 11). См. также Вставку 4 для уяснения различий.



Рисунок А: Широко используемые портативные установки для сбора хладагента (слева: вид сбоку, справа: вид спереди). Данная установка не содержит встроенного масляного сепаратора.



Рисунок В: Мобильная установка для сбора хладагента с интегрированным масляным сепаратором



Рисунок С: Инструмент для удаления масел, примесей и влаги в качестве приложения к обычной установке сбора хладагента, как на Рисунке А



Рисунок D: Баллон для хранения извлеченного хладагента

Таблица 4: Показатели максимального рабочего давления и классификация цилиндров Департамента транспорта США. Примеры: DOT4BA400, разработан для максимального рабочего давления в 400 PSIG. DOT4BW260, разработан для 260 PSIG.

ХЛАДАГЕНТ (ASHRAE)	КЛАСС	SG 25 °C (77 °F)	БАЛЛОН НА 30 ИЛИ 50 ФУНТОВ	БАЛЛОН НА 125 ФУНТОВ	БАЛЛОН НА 1 000 ФУНТОВ
R-22	ГХФУ	1,2	4BA350	4BA300	4BW260
R-290	ГХ	0,49	4BA350	4BA300	4BW260
R-438A	ГФУ	1,15	4BA350	4BA300	4BW260
R-422D	ГФУ	1,2	4BA350	4BA300	4BW400
R-417A	ГФУ	1,15	4BA350	4BA300	4BW260
R-422A	ГФУ	1,14	4BA350	4BA300	4BW400
R-437A	ГФУ	1,18	4BA350	4BA300	4BW260
R-134a	ГФУ	1,2	4BA350	4BA300	4BW260
R-401A	ГХФУ	1,19	4BA350	4BA300	4BW260
R-401B	ГХФУ	1,19	4BA350	4BA300	4BW260
R-402A	ГХФУ	1,15	4BA400	4BW400	4BW400
R-402B	ГХФУ	1,16	4BA400	4BW400	4BW400
R-404 или R-507	ГФУ	1,05	4BA350	4BA300	4BW400
R-407A или R-407C	ГФУ	1,15	4BA350	4BA300	4BW400
R-408A	ГХФУ	1,06	4BA350	4BA300	4BW400
R-409A	ГХФУ	1,22	4BA350	4BA300	4BW260
R-410A	ГФУ	1,06	4BA400	4BW400	4BW400

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Хладагенты являются опасными веществами! Не выпускайте их в атмосферу!

ШАГ // 08



Щипцы-проколлка

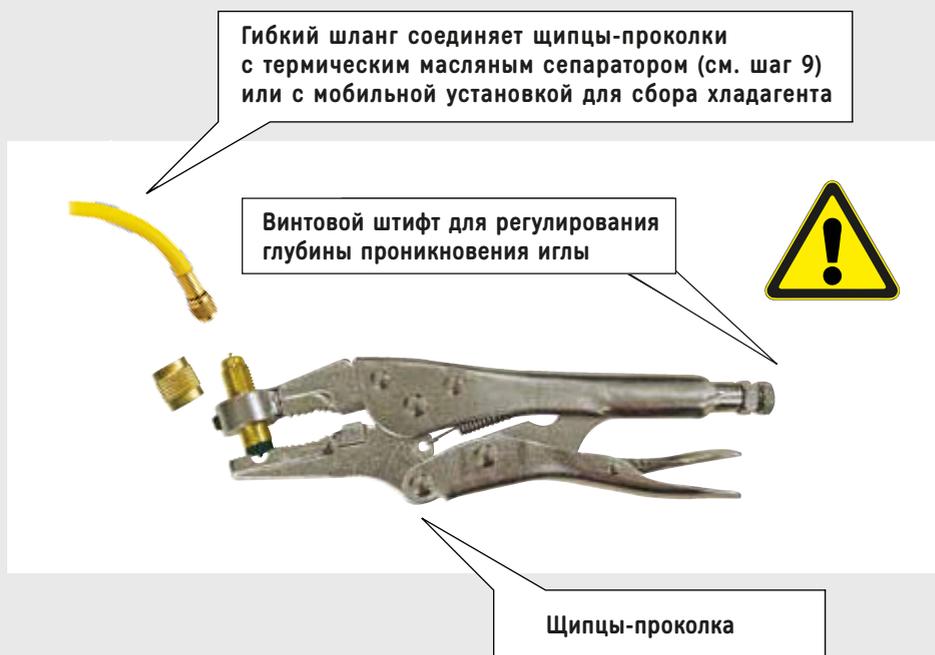
- Извлеките хладагент и масло в нижней точке, используя щипцы-проколлку.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

**Хладагенты являются опасными веществами!
Не выпускайте их в атмосферу!**

- Щипцы-проколка – это специальные щипцы для извлечения хладагента.
- Эти щипцы имеют полу иглу, которая вставляется в медную трубку холодильной схемы хладагента.
- Холодильник или кондиционер воздуха должен быть наклонен под определенным углом, чтобы щипцы-проколку можно было поместить в низшей точке системы охлаждения рядом с компрессором. Таким образом, можно извлечь оба компонента: и хладагент и масло.
- Медная трубка прокалывается иглой.
- Шестигранный ключ позволяет настроить винтовой штифт (на конце щипцов), определяющий глубину проникновения иглы.
- Щипцы имеют функцию фиксации, которая позволяет закрепить щипцы на медной трубке с хладагентом (что освобождает руки).
- Щипцы-проколка при использовании должны быть подсоединены к промышленной системе извлечения с термическим масляным сепаратором или к мобильной установке для сбора хладагента.
- Альтернативой щипцам-проколке могут служить, например, головки сверл.



С помощью установок для сбора хладагентов также рекомендуется извлекать углеводородные хладагенты (например, R-600a) для переработки или уничтожения. Однако, насколько та или иная установка пригодна для сбора углеводородов, которые могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси, во многом зависит конкретной установки (см. также главу 5).

Кроме того, углеводороды можно выпускать в атмосферу. Эмиссия углеводородов не вызывает никаких серьезных последствий в связи с их ограниченным объемом в одном холодильнике (~ 200 г), отсутствием озоноразрушающего потенциала и очень низким ПГП в 3 единицы. Однако, при высвобождении углеводородов необходимо удостовериться в том, что масло не вытекает бесконтрольно. Поэтому выпуск углеводородов должен производиться в самом верхнем углу системы охлаждения (т.е. противоположном тому, который указан в шаге 8 данной главы). При выпуске углеводородов необходимо следить за количеством одновременно освобождаемых систем охлаждения, максимальное количество одновременно освобождаемых единиц зависит от размера заводского корпуса и системы вентиляции. Во избежание создания взрывоопасной среды можно ориентироваться на формулу стандарта EN 378 (раздел 'пространство, занимаемое людьми'). В противном случае, высвобождение углеводородов следует выполнять на открытом воздухе.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение хладагента от масла

ШАГ // 09



Термический масляный сепаратор нагревает смесь масла с хладагентом для разделения

- Отделите хладагент от масла, используя специальный термический масляный сепаратор.

В специальных термических масляных сепараторах смеси масел с хладагентами нагреваются до температуры не менее 100°C. Процесс дегазации обычно протекает не более нескольких часов. Температура и время дегазации взаимосвязаны: чем выше температура, тем короче процесс дегазации. Чтобы обеспечить полное отделение галогенизированных компонентов от масла, процесс можно запустить на всю ночь. В результате этого процесса содержание ХФУ в масле не должно превышать 2 г галогенизированных углеводородов на кг масла. Масло можно использовать для совместного сжигания на энергетических установках (термическая утилизация) или же перерабатывать отработанное масло для создания новых продуктов. Только если концентрация галогенизированных углеводородов превышает 2 г/кг, масло необходимо подвергнуть высокотемпературному сжиганию для окончательного уничтожения. По оборудованию термических масляных сепараторов см. Вставку 4.

Извлеченные хладагенты необходимо помещать в специальные баллоны высокого давления. Масло же хранится в отдельных контейнерах. Для этой цели можно использовать контейнеры ASF с двойными стенками и дополнительным сборочным поддоном.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение хладагента от масла

ШАГ // 10

Дисплей (вес)



Баллон высокого давления
с извлеченным хладагентом

- Взвесьте количество извлеченного хладагента в аппарате высокого давления.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение хладагента от масла

ШАГ // 11

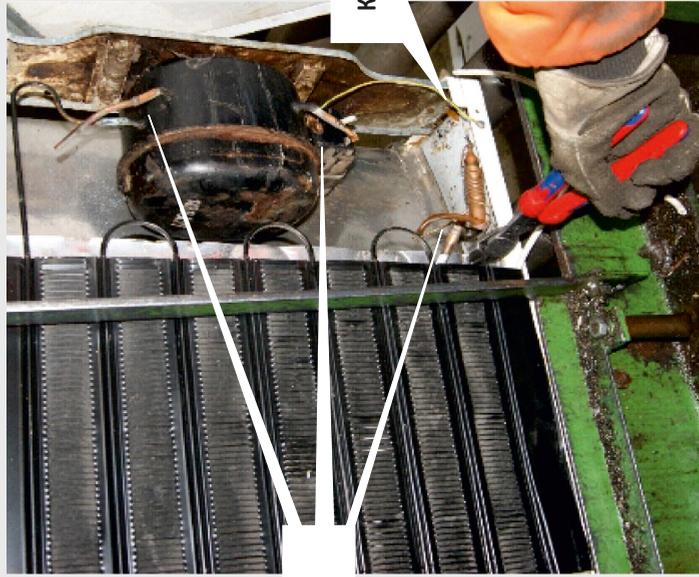


- Храните масло в отдельных контейнерах (например, в контейнерах ASF).
- Контейнеры должны иметь двойные стенки и дополнительный приемный лоток.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Обрезка видимых компонентов

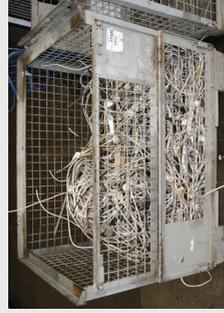
ШАГ // 12



Обрежьте и храните отдельно все видимые выступающие компоненты:

- осушители фильтров и медные трубки
- кабели

Медь и кабели являются ценными компонентами.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Конденсаторы могут содержать опасные вещества!

ШАГ // 13



- Отделите конденсатор от холодильника.
- Внимание! Конденсатор может содержать ПХБ или другой опасный электролит.
- Храните конденсатор в отдельном контейнере.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Извлечение компрессора

ШАГ // 14



- Отвинтите компрессор вручную, с помощью гаечного ключа.
- Компрессор является ценным компонентом.

Компрессор

Гаечный
ключ



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Извлечение компрессора

ШАГ // 15

- Или же используйте для извлечения компрессора гидравлические ножницы.



Компрессор

Гидравлические
ножницы

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Извлечение компрессора

ШАГ // 16



- Отделите компрессор от холодильника.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Извлечение компрессора

ШАГ // 17

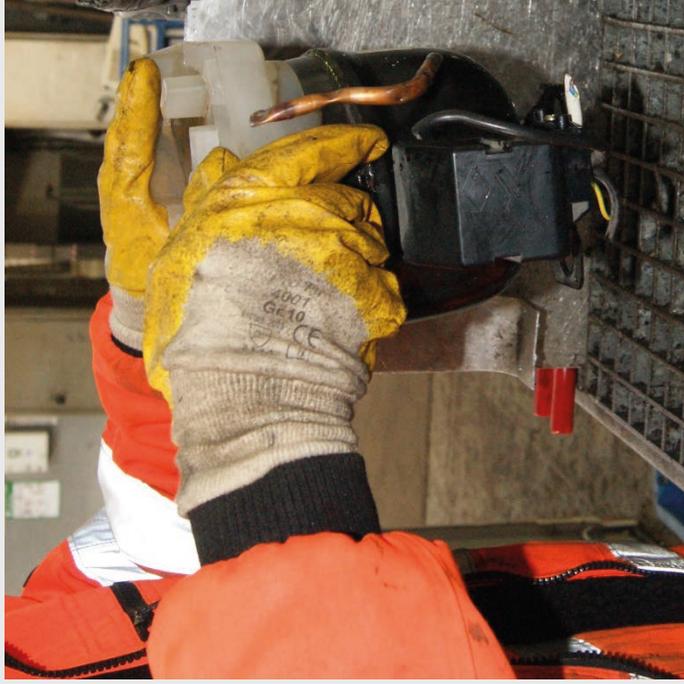


- Для того чтобы просверлить отверстие на дне корпуса компрессора, используйте дрель.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Извлечение компрессора

ШАГ // 18



- Переверните компрессор вверх дном, поставьте его на стальную решетку (отверстием вниз), чтобы оставшееся масло из компрессора вытекло.²⁰
- Под стальной решеткой необходимо поместить поддон для сбора стекающего масла.
- Компрессор можно убрать со стальной решетки только после того, как масло перестанет вытекать.²¹
- На случай разлива под рукой должно быть органическое вяжущее вещество.

²⁰ Просьба обратить внимание на то, что стекающее масло содержит до 30% ХФУ (Федеральная служба охраны окружающей среды Германии, 1998). Вот почему стекающее масло должно перерабатываться в специальном термическом сепараторе.

²¹ В этом случае остаточное содержание масла в компрессоре менее 10 мл (соответствует примерно 8 г).

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

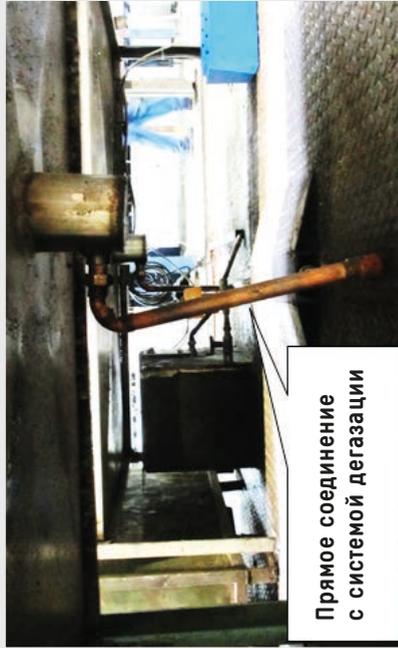
Извлечение компрессора

ШАГ // 19



Емкость для стекающего масла

- Под поддоном для сбора стекающего масла поставьте удобную емкость (слева).
- В идеале стекающее масло сразу же сливается в термический масляный сепаратор (справа).

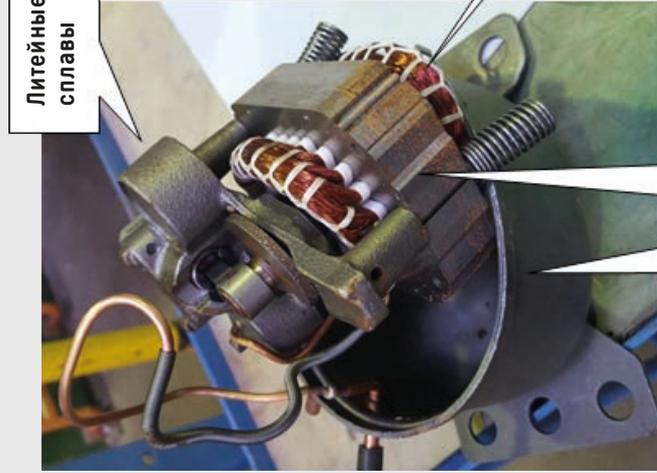


Прямое соединение с системой дегазации

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Дополнительно: Дальнейшая разборка компрессора

ШАГ // 20



- Вскройте компрессор, используя угловую шлифовальную машинку.
- Отделите составные компоненты:
 - литейные сплавы
 - медь
 - железо
- Все три компонента являются ценными материалами.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Извлечение компрессора

ШАГ // 21



- Храните в отдельных ящиках следующие компоненты:
 - литейные сплавы
 - медь
 - железо

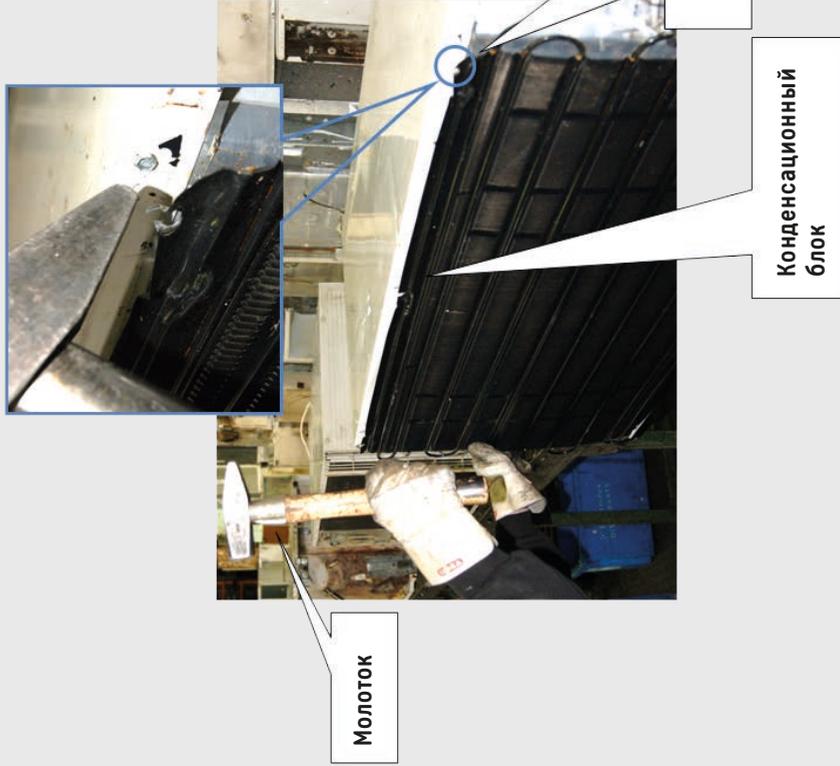


ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение решетки конденсатора

ШАГ // 22

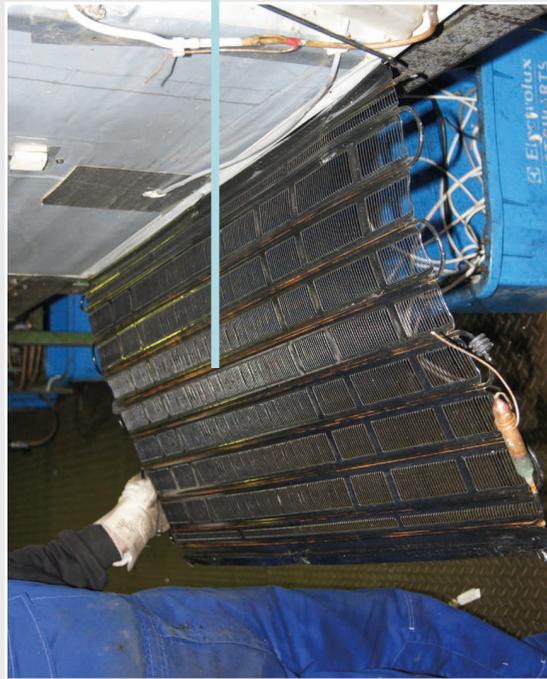
- Удалите решетку конденсатора.
- Отбейте крепежные кронштейны с помощью простого молотка.
- Решетка конденсатора является ценным компонентом.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение решеток конденсатора

ШАГ // 23



- Извлеките решетку конденсатора.
- Храните решетку конденсатора в отдельном контейнере.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Дальнейшая информация по ручному демонтажу пенопласта

Если системы стадии II не доступны (см. Вставку 7 и Рисунок 19), и холодильники невозможно сжечь в высокотемпературных печах, разрешенных к использованию Органом технологической и экономической оценки (TEAP), целиком, то можно рассмотреть возможность ручного демонтажа пенопласта.

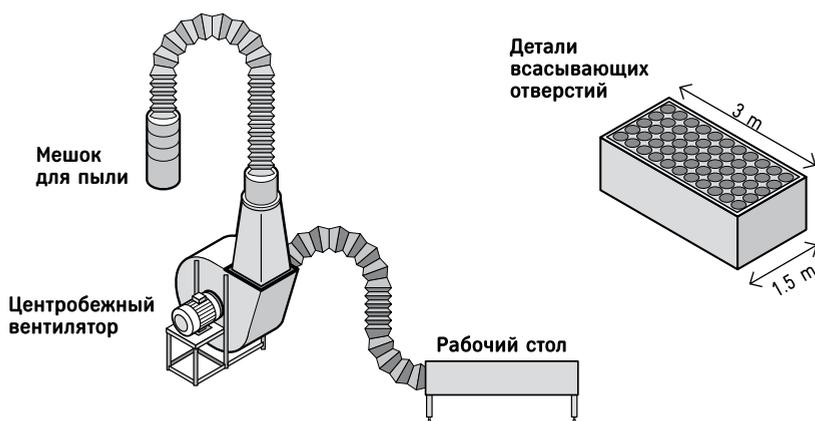


Если вы решились на ручной демонтаж пеноматериалов, ...

- извлекайте пенопласт максимально большими кусками для сокращения объемов высвобождающихся пенообразующих веществ (независимо от того, отделяете ли вы пенопласт или же разрезаете сам холодильник).
- Данная процедура не должна выполняться при высоких температурах, которые существенно способствуют высвобождению газообразующих веществ. Так, при температуре воздуха порядка 45°C пенообразователей высвобождается в два раза больше, чем при температуре порядка 20°C.
- Пользуйтесь пылезащитными масками (см. главу 5.1). Дополнительно рекомендуется использовать мобильные или стационарные системы по сбору пыли во избежание попадания мелких частиц в легкие. Инвестиционные затраты на мобильную систему сбора пыли (Рисунок 20) составляют около 180 евро. Важно, чтобы фильтры эффективно улавливали частицы размером хотя бы в 5 микрон (микрон – это синоним для μm и $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ м}$). К тому же отделение пенопласта может осуществляться на открытом воздухе (только с наличием крыши). Дальнейшую информацию по допустимым пределам присутствия пыли можно найти в директиве ЕС²². Всасывающее устройство может быть также подсоединено к рабочему столу для демонтажа пенопласта на вентилируемой поверхности или в вытяжном шкафу.

22 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0075&from=DE>, последний доступ 1 февраля 2017 г.

Рисунок 20: Мобильные системы по сбору пыли для предотвращения попадания мелких частиц в легкие



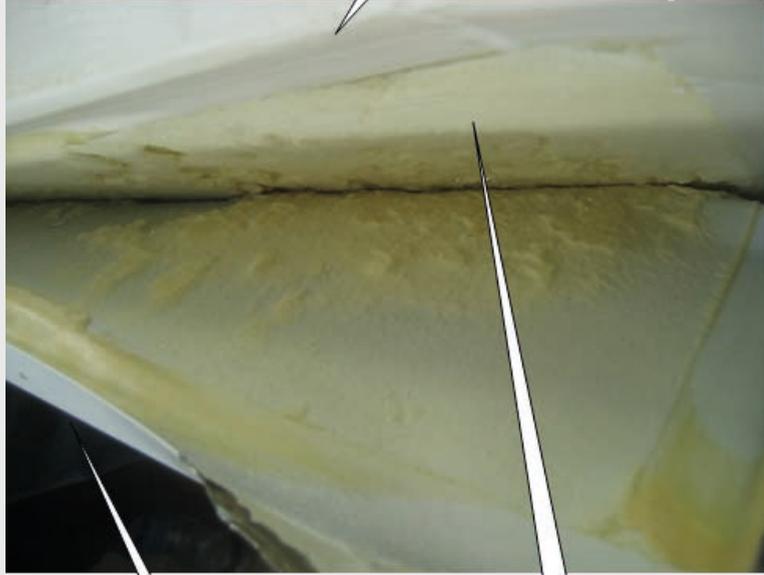
ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение пеноматериала: пеноматериалы могут содержать опасные вещества!

ШАГ // 24



Наружная
металлическая
обшивка



Пеноматериал

- Отделите наружную металлическую обшивку с боковых стенок. Крепления необходимо удалить заблаговременно.
- Отделите пеноматериал с помощью скребка, даже мелкие частицы должны быть осторожно выскоблены.
- Отделяйте пеноматериал максимально большими кусками.

Внутренняя облицовка

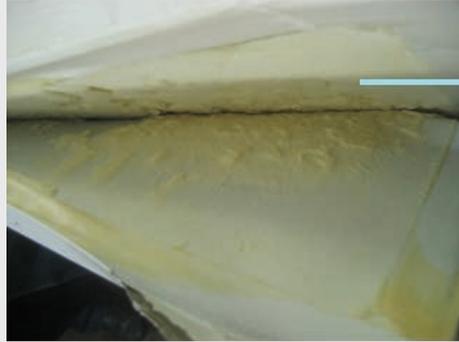


Скребок

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение пеноматериала: пеноматериал может содержать опасные вещества!

ШАГ // 25



- Храните наружную металлическую обшивку и ПС в отдельных контейнерах.
- Храните куски пенопласта в подходящих мешках.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение пеноматериала: пеноматериалы могут содержать опасные вещества!

ШАГ // 26



Угловая
шлифовальная
машинка



- Если необходимо разрезать холодильники на мелкие куски, то воспользуйтесь угловой шлифовальной машинкой.
- Попытайтесь минимизировать количество разрезов во избежание высвобождения вспенивающих газов.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Отделение пеноматериала: пеноматериал может содержать опасные вещества!

ШАГ // 27



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕЙ РАЗБОРКЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

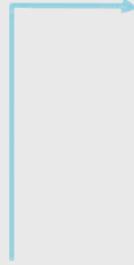
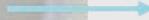
Отделение пеноматериала: пеноматериалы могут содержать опасные вещества!

ШАГ // 28



После разрезки холодильника на мелкие куски:

- Отделите стальное покрытие от разрезанных кусков,
- Отделите внутренние пластиковые обшивки (в большинстве случаев ПС),
- Храните компоненты в отдельных контейнерах или в пластиковых мешках.



7. РУЧНОЙ ДЕМОНТАЖ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Демонтаж кондиционеров воздуха менее сложен, чем разборка холодильников, так как при этом нет необходимости уделять особое внимание надлежащей переработке пеноматериалов. Следующие шаги показывают процесс ручного демонтажа замкнутых установок кондиционирования воздуха. Процесс будет идентичен и для других систем кондиционирования воздуха²³.

²³ Более крупные системы, такие как чиллеры для кондиционирования воздуха, демонтируются (частично) в местах расположения после надлежащего извлечения хладагента.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Отделение наружного пластикового корпуса

ШАГ // 01



Шуруповерт

Наружный пластиковый корпус (белый)

- Отделите наружный пластиковый корпус с помощью механической отвертки.
- Пластик является ценным компонентом.



Есть маркировка на пластике?
Отсортируйте пластик в соответствии с маркировкой



Нет маркировки на пластике?
Храните пластиковые детали в отдельном контейнере, для последующей сортировки



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Отделение наружного пластикового корпуса

ШАГ // 02

Что делать с пластиком?

- Отделите наружный пластиковый корпус.



Есть маркировка на пластике?
Отсортируйте пластик
в соответствии с маркировкой



Нет маркировки на пластике?
Храните пластиковые детали в отдельном
контейнере, для последующей сортировки



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Электронные платы могут содержать опасные вещества!

ШАГ // 03



- Отделите электронные платы.
- Внимание! Они могут содержать опасные вещества!
- Храните электронные платы в отдельной коробке.



Электронная плата
на пластиковом
корпусе



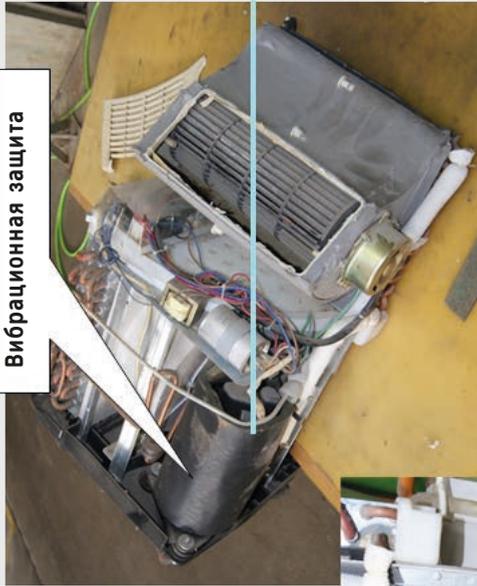
ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Отделите защитное покрытие компрессора

ШАГ // 04

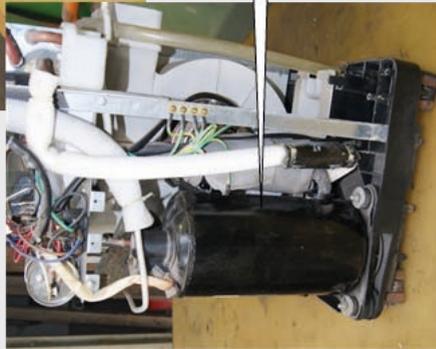


Вибрационная защита



- Отделите вибрационную защиту от компрессора.
- Положите вибрационную защиту к разнородным видам пластика.

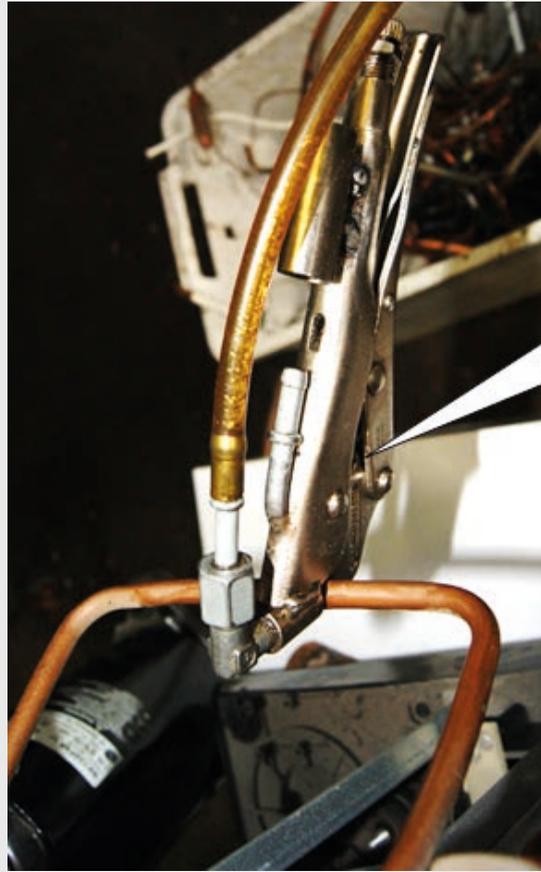
Компрессор без
вибрационной защиты



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Хладагенты — это опасные вещества! Не допускайте их выброса в атмосферу!

ШАГ // 05



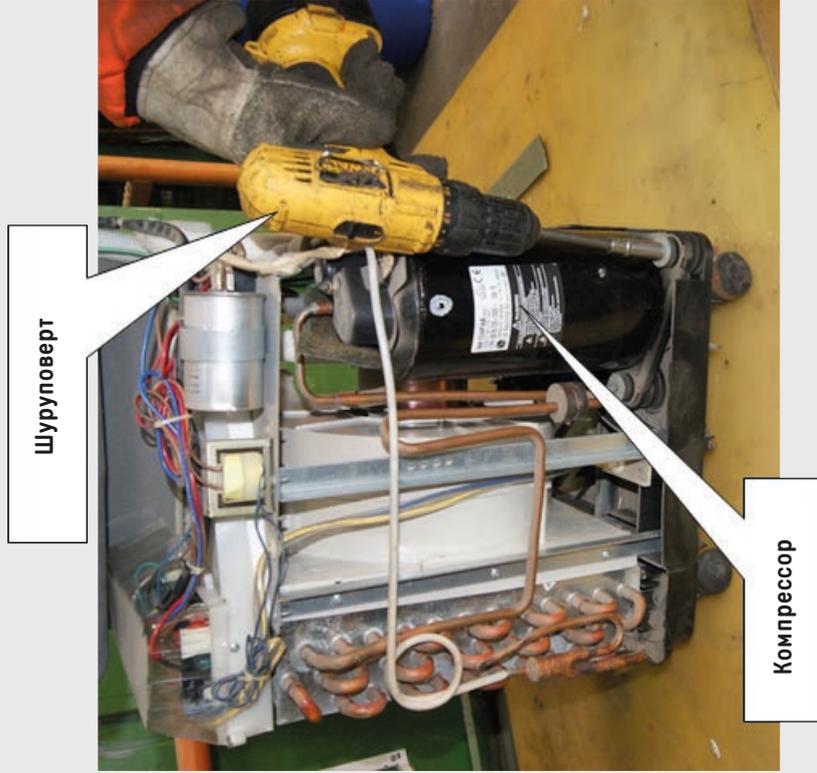
Щипцы-проколка

- Извлеките хладагент и масло в самой низкой точке.
- См. также шаги с 8 по 11 главы 6.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Отделение компрессора

ШАГ // 06



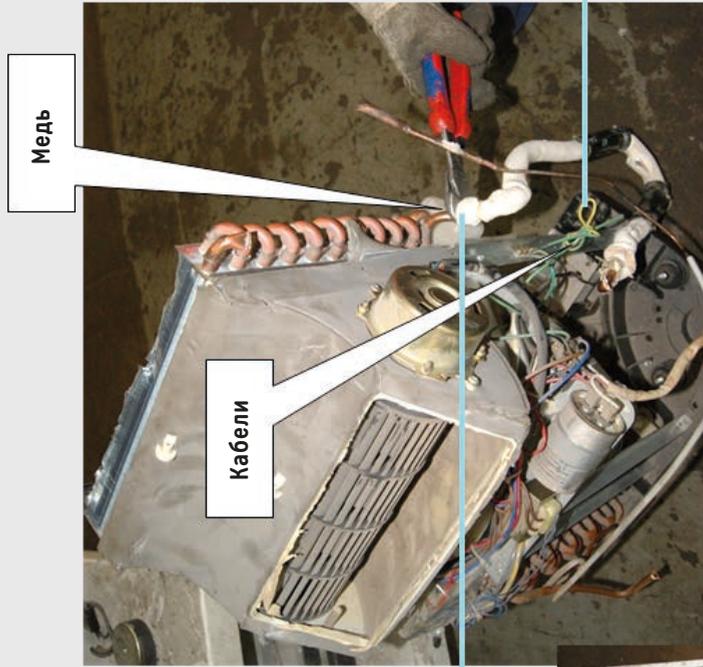
- Отсоедините компрессор с помощью электроинструмента.
- Компрессор является ценным компонентом.
- Обработайте компрессор способом, описанным для холодильников.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Обрезка видимых частей

ШАГ // 07



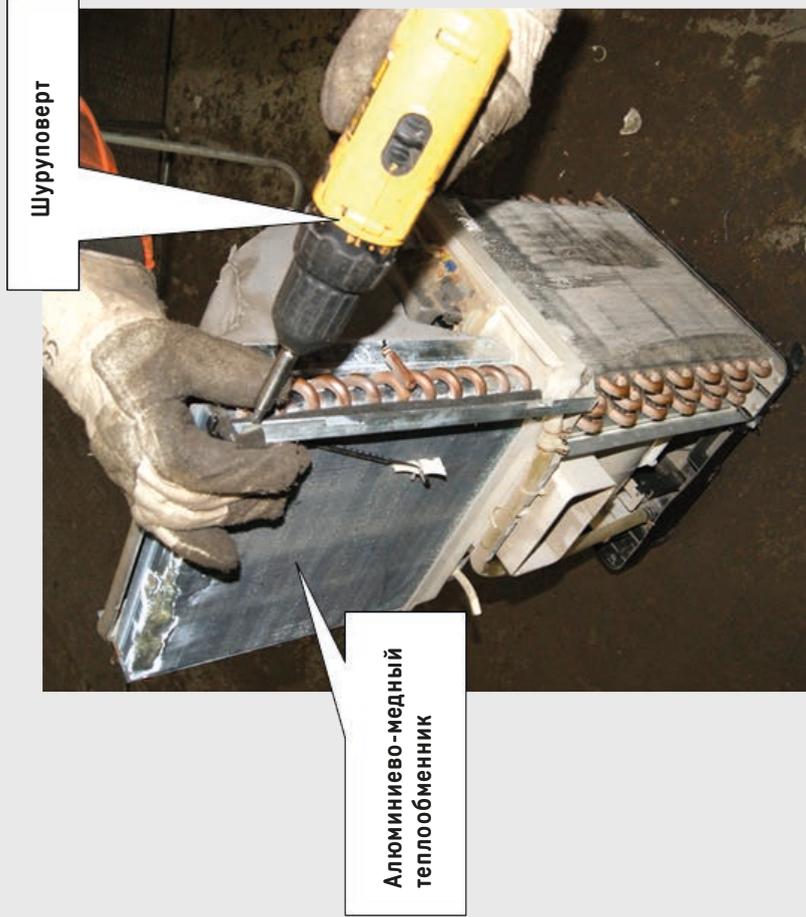
- Отрежьте все видимые выступающие части:
 - Осушитель фильтра и медные трубки
 - кабели
- Храните компоненты в отдельных коробках.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Отделение теплообменника (радиатора)

ШАГ // 08



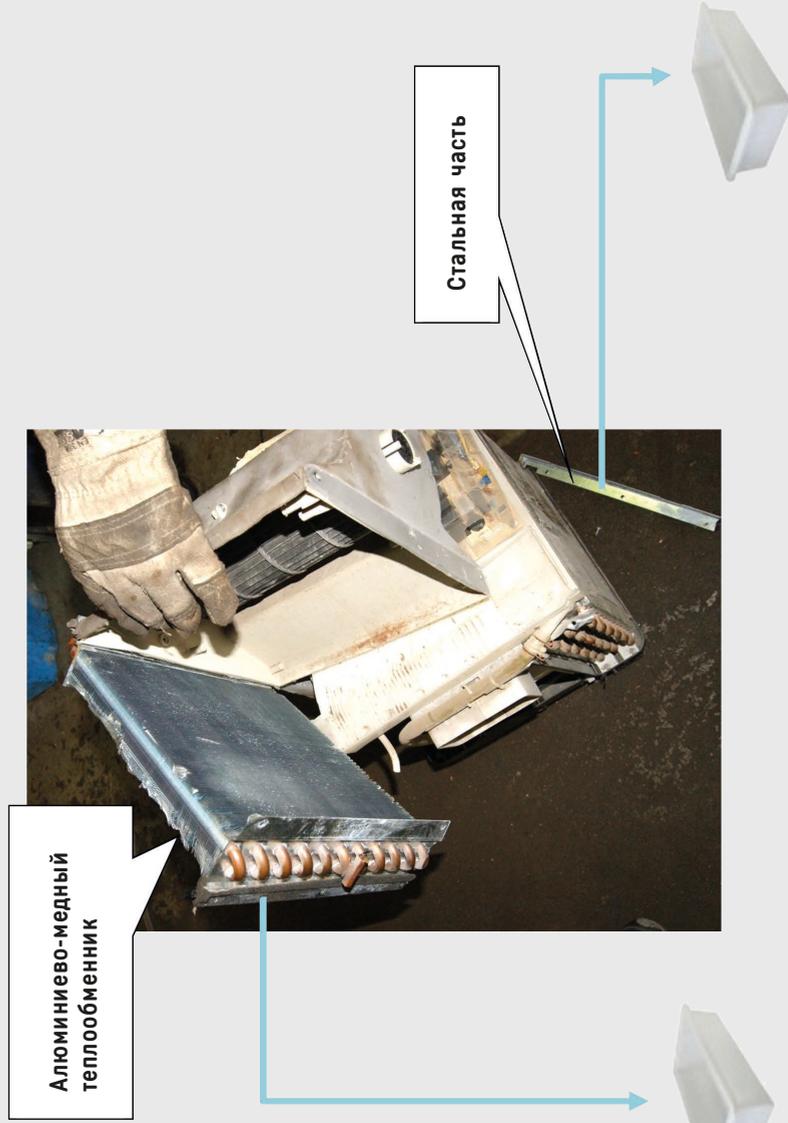
- Отделите алюминиево-медный теплообменник.
- Алюминиево-медный теплообменник является ценным компонентом.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Отделение теплообменника

ШАГ // 09



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Отделение вентилятора и электромотора (двигателя)

ШАГ // 10

Вентилятор



Кусачки, для отделения электромотора/ вентилятора

Электромотор

- Отделите вентилятор и электромотор с помощью плоскогубцев.

- Электромотор является ценным компонентом.

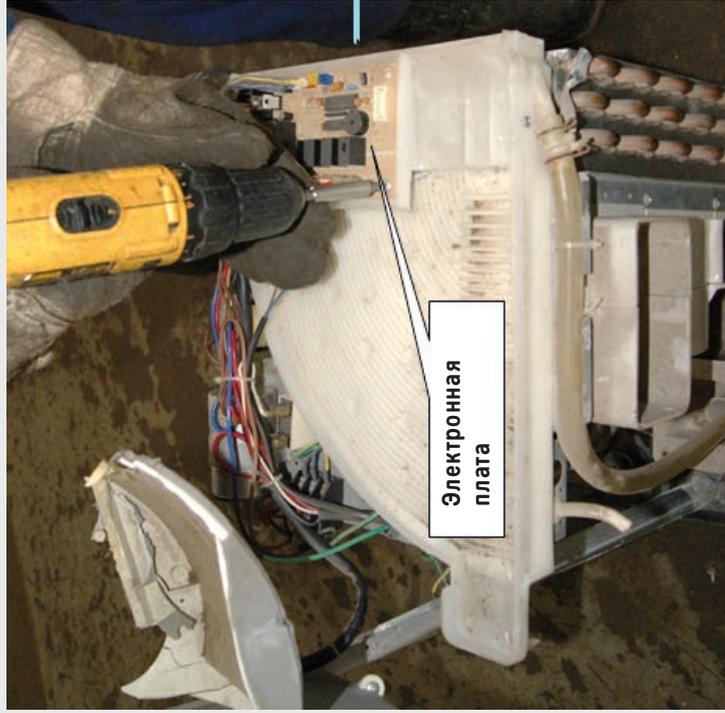
- Храните электромоторы и вентиляторы в отдельных коробках.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Электронные платы могут содержать опасные вещества!

ШАГ // 11



- Отделите другие видимые электронные платы.
- Внимание: электронные платы могут содержать опасные вещества!
- Храните электронные платы в отдельной коробке.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Отделение кабелей

ШАГ // 12



Кабели

- Отделите все видимые кабели.
- Кабели являются ценным компонентом.
- Храните кабели в отдельной коробке.



ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Конденсаторы могут содержать опасные вещества!

ШАГ // 13



- Отделите конденсатор.
- Внимание! Конденсаторы могут содержать опасные вещества!
- Храните конденсаторы в отдельной коробке.

ШАГИ ПО НАДЛЕЖАЩЕМУ РАЗБОРУ КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА

Отделение трансформатора

ШАГ // 14



- Отделите трансформатор.
- Храните трансформаторы в отдельной коробке.
- Трансформатор является ценным компонентом.



На Рисунке 21 изображены компоненты, извлеченные в процессе разборки замкнутого кондиционера воздуха.

Рисунок 21: Компоненты, извлеченные из замкнутого кондиционера воздуха



8. ОБРАБОТКА И ПОВЫШЕНИЕ ЦЕННОСТИ ИЗВЛЕЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

8.1 Дальнейшая обработка и сепарация извлеченных материалов

Извлеченные компоненты необходимо рассортировать и хранить в соответствующих контейнерах и коробках. Предлагаемые категории для извлеченных компонентов представлены в главе 4 (Рисунок 9 и Рисунок 21).

Огромным преимуществом ручного демонтажа, при наличии достаточного количества рабочей силы, является высокая степень разделения пластика и металлов. Чем больше отсортированных однородных материалов, тем выше продажная цена на вторичном рынке.

Имея определенный опыт, можно легко рассортировать металлические предметы на

- стальные
- алюминиевые
- медные

Пластик далее можно рассортировать на

- полистирол (ПС),
- полипропилен (ПП),
- акрилонитрил бутадиен стирол (АБС).

Но разделение пластика на глаз является более сложной процедурой. Иногда в каком-нибудь месте на пластиковой детали можно обнаружить аббревиатуру (например, «PP» – полипропилен). Однако зачастую подобная маркировка отсутствует. Если маркировка отсутствует, для определения различных типов пластика и наличия в них огнезащитных средств можно использовать специальные детекторы (инвестиционные затраты > 6 000 евро). Работа этих портативных детекторов основана на рентгеновской флуоресценции, на ближней инфракрасной отражательной спектроскопии (БИОС) или на скользящем искровом спектрометре (СИС). Примеры таких приборов представлены ниже:

- портативный RFA NITON XL2
- NIR Bruker Vektor 22/N
- mIRoGun 2.0, SSS-3-FR

Существует также более простой подход: контроль при сжигании. Этот метод опирается на три характеристики при сжигании кусков пластика: тип огня, дым и запах. Каждый вид пластика проявляет типичные характеристики, различаемые по этим трем параметрам. Однако, поскольку этот метод может быть опасен для здоровья, особенно при вдыхании дыма с едким запахом, применять проверку сжиганием мы не рекомендуем.

Даже конденсаторы, не содержащие ПХД (полихлорированный дифенил), могут быть разделены на составные части. Однако, поскольку это серьезная работа, требующая специального ноу-хау, мы не рекомендуем проводить такое разделение, а предлагаем обращаться со всеми конденсаторами как с опасными отходами.

8.2 Окончательное уничтожение

Следующие извлеченные компоненты подлежат уничтожению:

- конденсаторы,
- смеси аммиака, содержащие шестивалентный хром (используемый как хладагент),
- ХФУ и другие опасные хладагенты и вспенивающие вещества.

8.3 Варианты переработки извлеченных материалов

Таблица 5 содержит обзор различных вариантов переработки материалов, извлеченных в ходе ручного демонтажа холодильников и кондиционеров воздуха. Обычно эти процессы переработки самими компаниями по управлению ОЭО не выполняются: компоненты отправляются в специализированные предприятия по переработке сырья.

Таблица 5: Варианты переработки извлеченных материалов

КОМПОНЕНТЫ	ВАРИАНТЫ ПЕРЕРАБОТКИ
Алюминиевые листы	Плавление
Железо	Плавление
Гранулированный ПС	Механическая переработка
Стекло	Плавление
Компрессор	Плавление после сепарации компонентов
Алюминиево-медный теплообменник	Дробление, сепарация и плавление
Электрические моторы	Дробление, сепарация и плавление
Кабели без вилок	Сепарация на заводе переработки кабелей
Кабели с вилкой	Сепарация на заводе переработки кабелей
Алюминиевые слитки	Плавление
Нержавеющая сталь	Плавление
Конденсатор	Окончательное уничтожение или первоначальная сепарация и затем плавление
Ртутные переключатели	Переработка ртути на специализированных заводах (остальное: стекло)
Пластик	Механическая переработка, переработка исходного сырья, регенерация энергии
Хладагент	Окончательное уничтожение или восстановление
Аммиак	Окончательное уничтожение
Полиуретан жесткий PUR	<ul style="list-style-type: none"> • Окончательное уничтожение, если PUR содержит опасные газообразующие вещества • Дегазированный PUR для использования в качестве вяжущего вещества для масла • Измельченный дегазированный PUR для использования в цементнообжигательных печах (совместное сжигание)

8.4 Переработка пластика

Пластик можно перерабатывать механически – для получения сырья или выработки энергии.

Механическая переработка является наиболее рекомендуемым способом переработки²⁴. Она требует правильной сортировки пластика, после чего пластик перемалывается или измельчается, отмывается или очищается от ненужных веществ, таких как бумага и металлы, и нагревается для придания ему гибкости и получения новых форм. Таким образом можно формировать ящики для инструментов, шкатулки для ювелирных изделий, мусорные ведра, настильные листы, оконные рамы и изгороди.

В процессе переработки пластиковых отходов их макромолекулы раздробляются до низкомолекулярных соединений (метанола или смесей, таких как синтетический газ и масла), полученное нефтехимическое сырье используется на нефтеперерабатывающих и химических заводах для производства новой продукции.

Энергетическое использование пластика на крупных промышленных объектах (с целью превращения отходов в источники энергии) рекомендуется только в случае, когда этот пластик содержит огнеупорные вещества. Таким образом пластик можно использовать на теплоэлектростанциях для комбинированной выработки тепла и электроэнергии.

8.5 Стоимость извлеченных компонентов

В Таблице 6 представлена качественная оценка (схема-светофор) чистой стоимости извлеченных материалов на вторичном рынке. При этом красным цветом показана отрицательная стоимость (необходимость доплаты со стороны ОЭЭО за дальнейшую переработку), желтым цветом – чистая стоимость до 300 евро за тонну, а зеленым – наличие ценных компонентов с чистой стоимостью до 1 500 евро за тонну²⁵. Здесь мы воздержались от демонстрации абсолютных значений, так как все цены подвержены значительным колебаниям и различаются в зависимости от региона, спроса и цены на нефть. И все же относительные уровни обычно остаются неизменными. Таким образом, Таблица дает представление о тех компонентах, цены на которые на вторичном рынке достигли высокого уровня, и компонентах, с которым связаны отрицательные доходы.

²⁴ <http://www.bvse.de/index.php>, дата последнего запроса: 1 декабря 2016 г.

²⁵ Стоимость на вторичном рынке Германии в феврале 2016 г.; со слов Георга Валлека (Georg Wallek), Управляющего директора (COO Recycling centre ESO GmbH в Оффенбахе).

Таблица 6: Качественная оценка (схема-светофор) чистой материальной стоимости извлеченных компонентов на вторичном рынке²⁶

КОМПОНЕНТЫ	КОНДИЦИОНЕРЫ ВОЗДУХА	ХОЛОДИЛЬНИК
Алюминиевые листы		Обшивка морозильной камеры
Железо	Мелкие части для заглушек	Решетка конденсатора, наружная обшивка
Гранулированный ПС	Не доступен, без технологии измельчения	Не доступен, без технологии измельчения
Стекло		Полки
Компрессор	X	X
Алюминиево-медный теплообменник	X	
Электромоторы	X	
Кабели без вилки	X	X
Кабели с вилкой	X	X
Алюминиевые отливки	Часть компрессора	Часть компрессора
Нержавеющая сталь		Мелкие компоненты коммерческих холодильников
Конденсатор	X	X
Трансформатор	X	
Хладагент	X	X
Смешанный пластик	X	X

26 Со слов Георга Валлека (Georg Wallek), Управляющего директора (COO Recycling centre ESO GmbH в Оффенбахе).

Наиболее ценные компоненты – это алюминий-медные теплообменники и кабели без штепсельных вилок. Поэтому при наличии достаточного количества рабочей силы рекомендуем отрезать вилки от кабелей. Оставшиеся вилки можно будет продать на вторичном рынке по цене приблизительно 40-50 евро за тонну.

Цены на разрезанные и разобранные компрессоры достигают более высокого уровня (около 400 евро за тонну). Экономическая выгода в существенной мере зависит от местного уровня заработной платы и цен на сырье. Чем выше цена на медь и алюминий, тем более выгоден демонтаж компрессоров.

Стекло не приносит дохода. В Германии подобная ситуация наблюдается и в отношении ОРВ, смешанного пластика и электрических конденсаторов.

Утилизация пластика может хорошо окупаться, если он тщательно сортируется. В частности, высоко ценным видом пластика является АБС²⁷.

Обычно более высокую цену предлагают за гранулят, так как механическое измельчение дает более высокие уровни очистки. Гранулят образуется при измельчении и сепарации (см. главу 9). Железный гранулят, например, может стоить до 250 евро за тонну, в то время как обычное извлеченное железо стоит не более 120 евро за тонну²⁸. С другой стороны, технологии измельчения и сепарации дороги с точки зрения операционных затрат. Важную роль может сыграть наличие бизнес-плана как обоснования подобных инвестиций (см. также главу 9).

Умелая балансировка окупаемости и затрат для надлежащего управления отходами, включающая компоненты, содержащие опасные вещества, **позволяет получить с бытового прибора чистую прибыль.** Важно, что такая балансировка дает позитивные результаты как в отношении холодильников, так и в отношении кондиционеров воздуха. Иными словами, даже с учетом расходов на надлежащее управление некоторыми опасными компонентами (опасные отходы), получаемый в развитых и развивающихся странах **доход составляет от 5 до 15 евро на один бытовой прибор.** Доход от кондиционеров воздуха всегда несколько выше (примерно на 3 евро за штуку, но все же не выходит за пределы указанного диапазона) по причине присутствия в них ценного алюминий-медного теплообменника и отсутствия PUR.

27 Текущие цены для различного пластика можно отследить на http://plasticer.de/preise/preise_monat_multi_en.php, дата последнего запроса: 1 декабря 2016 г.

28 Стоимость на вторичном рынке Германии в феврале 2016 г.; со слов Георга Валлека (Georg Wallek), Управляющего директора (COO Recycling centre ESO GmbH в Оффенбахе).

9. КОНТРОЛЬНЫЙ СПИСОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Нижеследующая таблица (Таблица 7) представляет собой контрольный список для сотрудников компаний по управлению ОЭЭО и обобщает наиболее важные аспекты ручного демонтажа холодильников и кондиционеров воздуха.

Таблица 7: Контрольный список по ручному демонтажу холодильников и кондиционеров воздуха для сотрудников компаний по управлению ОЭЭО

Имеются ли все необходимые экологические лицензии?	
Имеется ли в распоряжении компании по управлению ОЭЭО все необходимое оборудование и инструменты?	
Предоставлены ли рабочим необходимые средства охраны труда, и были ли они обучены обращению с компонентами, содержащими опасные отходы?	
Извлечены ли из бытовых приборов все опасные компоненты? <ul style="list-style-type: none">• хладагент и части из пенопласта с газообразующими веществами• ртуть (присутствует только в морозильных камерах)• компоненты электронной платы (в кондиционерах воздуха и холодильниках)• ПХБ в конденсаторах (холодильников и кондиционеров воздуха)• ПББ и ПБДЭ в пластике в качестве огнезащитных добавок (эти вещества чаще содержатся в кондиционерах воздуха, чем в холодильниках)	
Есть ли рынок для всех извлекаемых ценных компонентов?	

Рекомендуем менеджерам ОЭЭО поддерживать контакты с другими компаниями по управлению ОЭЭО для обмена опытом и ноу-хау в области технологий и информацией о рынках. Менеджеры ОЭЭО зачастую продолжают хранить компоненты, если не видят возможности их реализовать. Для увеличения количества извлеченных компонентов и улучшения экспортных возможностей **также важно создание сетей и консорциумов.**

На пути к стадии II

С экологической точки зрения рекомендуется использовать системы стадии II, где пеноматериалы измельчаются в герметичных системах с извлечением газообразующих веществ (см. также Вставку 3). Однако целесообразны также и переходные варианты, особенно когда количество отходов, поступающих в виде холодильников невелико²⁹. Последнее в свою очередь напрямую зависит от эффективности системы сбора ОЭЭО.

29 Как проверенное правило, чтобы окупить систему стадии II, необходимо около 100 000 холодильников.

После того, как им удастся наладить на стадии I ручной демонтаж холодильников и кондиционеров воздуха многие страны задаются одним из ключевых вопросов:

Что делать с жестким полиуретаном (PUR)? В следующем разделе помимо некоторых удачных модификаций, направленных на создание систем стадии II, мы предлагаем ответы и на этот вопрос.

Пенопласт должен перемалываться в дробильной машине с последующим извлечением пенообразователей. Для дробления мы рекомендуем использовать Querstromzerspaner – цепочную машину ударного действия, которая после соответствующей апгрейда может использоваться и для целых холодильников и других малых ОЭЭО. Принцип работы машины Querstromzerspaner состоит в прокручивании цепей, которые начинают процесс разламывания материалов. Разломанные части при столкновении друг с другом измельчаются³⁰. Процесс должен протекать в инертной атмосфере (инъекция газа N₂) во избежание образования воспламеняющейся среды и в декомпрессированной среде для повторного улавливания пенообразователей, которые высвобождаются в процессе дробления. Технический воздух удаляется посредством отсасывания из дробильной машины, проходя через фильтры для очищения от частиц. После чего возможны различные варианты извлечения вспенивающих веществ из технического воздуха:

- 1) **Криогенная конденсация.** Выделенные вспенивающие вещества разжижаются посредством охлаждения технического воздуха с помощью жидкого азота. Но даже в странах с большими объемами отходов в виде старых холодильников, данный вариант используется крайне редко ввиду сложности данной технологии и высоких операционных затрат (около 300 евро в день на жидкий азот плюс значительные расходы на энергию).
- 2) **Активированный уголь, сжигание.** Из технического воздуха извлекаются вода и влага, после чего его поток проходит через экструдированный активированный уголь. Замена активированного угля производится только после того, как фильтр забивается. Процесс адсорбции является экзотермическим, поэтому, десорбция требует источника тепла. При это необходимо соблюдать следующие требования безопасности, в случае если собранные пенопласты содержат как ХФУ-11, так и циклопентановые вспенивающие вещества (или же только циклопентан). Для выявления вспенивающих веществ можно использовать специальные детекторы (стоимостью около 4 000 евро), которые заводятся внутрь пенопласта. В случае использования циклопентана в ходе данного процесса должна обеспечиваться дополнительная инертность. Определенных мер безопасности требуют хранение и транспортировка. Фильтры из активированного угля могут уничтожаться в печах для сжигания опасных отходов (возможно также использование печей для обжига цемента)³¹.
- 3) **Активированный уголь, многократное использование.** Именно этот вариант получил широкое распространение. Процесс подобен варианту, описанному в п. 2, однако десорбция газов здесь происходит с использованием воды. После десорбции активированный уголь может использоваться повторно. Однако, при использовании этого варианта необходимо учитывать проблему нейтрализации.

³⁰ Машины Querstromzerspaner имеются разных размеров (диаметр камеры): 1 200 мм, 1 600 мм, 2 000 мм и 2 500 мм.

³¹ Процесс десорбции в воздухонепроницаемой камере также пригоден для повторного использования активированного угля; однако опыт использования этого варианта отсутствует.

На более поздней стадии переработке в дробильной машине помимо пенопласта могут подвергаться и холодильники, и малые ОЭЭО. Для этого необходимы дополнительные компоненты:

- аэродинамический сепаратор (фильтр, циклоны),
- магнит, установленный над лентой,
- конвейерная лента.

После дробления размолотый материал по конвейерным лентам поступает в аэродинамический сепаратор. Здесь мелкие и легкие частицы (ПС и жесткий полиуретан PUR) разделяются. Затем из размолотого материала с помощью магнита, установленного над лентой, извлекаются металлы. Остаются фракции в виде алюминиево-медных частиц. Огромным преимуществом такого процесса сепарации является высокое качество гранулятов, которые обычно имеют более высокую цену на вторичном рынке.

ВСТАВКА 7:

СТАДИИ I, II И III ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Стадия I: Отделение съемных частей, хладагентов и масел, сепарация масла и хладагента, извлечение опасных компонентов, компрессора, включая присоединенные компоненты (и слив масла из компрессора) и решетки конденсатора (см. также главу 6).

Стадия II: Процесс измельчения в герметичной системе с извлечением вспенивающих веществ. Перед тем, как проходить стадию II, бытовые приборы в обязательном порядке должны пройти все шаги, указанные выше для стадии I. В ходе механической обработки пенопласта на стадии II 70-80% вспенивающих веществ высвобождаются и затем заново улавливаются с помощью соответствующей технологии (например, через разжижение в охлаждающей ловушке или под давлением и активированный уголь). Оставшиеся 20-30% вспенивающих веществ извлекаются из матрицы пенопласта с помощью вакуумного или нагревательного оборудования. Извлеченное вспенивающее вещество должно храниться в соответствующих баллонах. Эти системы стадии II относительно дороги. Инвестиционные расходы составляют 2-4 млн. евро.

Стадия III: Недавно были внедрены высокотехнологические системы стадии III, где окончательное разрушение ОРВ происходит внутри систем стадии II. Возможны различные технологии и варианты. Жидкие или газообразные хладагенты и вспенивающие вещества разрушаются при термической и каталитической обработке.

10. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Австралийский департамент окружающей среды, 2014. Окончание срока службы бытовых холодильников и кондиционеров воздуха в Австралии.

GIZ, 2013. Руководство по наилучшей практике для южно-африканского малого бизнеса по управлению электронными отходами.

GIZ, 2014. Технологии зеленого охлаждения – Рыночные тренды в отдельных подсекторах охлаждения и кондиционирования воздуха. г. Эшборн, Германия.

GIZ, 2017. Руководство по созданию системы сбора оборудования, содержащего ОРВ.

IGES, 2009. Экологические риски и угрозы здоровью людей, связанные с переработкой отслужившего электрического и электронного оборудования. Институт глобальных экологических стратегий. <https://www.ecotic.ro/wp-content/uploads/2015/07/7b0720b8b07623e752380504460d5ec1edf51e85.pdf>, дата последнего запроса: 1 февраля 2017 г..

LAGA 31, 2009. Сообщение рабочего сообщества федерации и федеральных земель «Отходы» (LAGA) 31. Требования к утилизации отработавшего электрического и электронного оборудования.

Министерство окружающей среды, жилищного хозяйства и территориального развития Колумбии, 2010. Технические направления утилизации отходов электрического и электронного оборудования.

Öko-Institut e.V., 2007. Исследование экобаланса утилизации холодильников, содержащих фторхлоруглеводороды и углеводороды, г. Дармштадт, Германия.

Öko-Institut e.V., 2010. Изучение разрушения озонового слоя и потенциала глобального потепления, вызванного переработкой холодильных установок, включая ручную разборку полиуретановых изоляционных пеноматериалов. RAL-Gütegemeinschaft Rückproduktion von Kühlgeräten e.V., г. Дармштадт, Германия.

Ongondo, F. O.; Williams, I. D.; Cherrett, T. J., 2010. Как обстоят дела с ОЗЭО? Глобальный обзор управления электрическими и электронными отходами. Управление отходами 31 (2011), стр. 714–730.

RAL 728, 2007. Утилизация холодильников. Обеспечение качества и тестовые спецификации для демонтажа холодильного оборудования. Обеспечение качества, RAL-GZ 728, г. Санкт-Августин, Германия.

RMIT, 2006. Обзор литературы по воздействию отходов от электрического и электронного оборудования на экологию и здоровье человека. RMIT Университет г. Мельбурна, Австралия. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.583.7047&rep=rep1&type=pdf>, дата последнего запроса: 18 апреля 2017 г.

Федеральная служба по вопросам окружающей среде Германии, 1998. Руководство по утилизации холодильников, г. Берлин, Германия.

UNEP, 2013. Переработка металла: Возможности. Ограничения, Инфраструктура. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8423/-Metal%20Recycling%20Opportunities,%20Limits,%20Infrastructure-2013Metal_recycling.pdf?sequence=3&isAllowed=y, дата последнего запроса: 18 апреля 2017 г.

UNEP RTOC, 2015. Отчет Комитета технологических вариантов по охлаждению, кондиционированию воздуха и тепловым насосам UNEP 2104: Оценка 2014 года. UNEP, г. Найроби, Кения. <http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-27/presession/Background%20Documents%20are%20available%20in%20English%20only/RTOC-Assessment-Report-2014.pdf>, дата последнего запроса: 1 февраля 2017 г.



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Registered offices
Bonn and Eschborn, Germany

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Germany
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Germany
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de
I www.giz.de