

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В СЕКТОРЕ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА И ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ



Бишкек 2024

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ, ЭКОЛОГИИ И
ТЕХНИЧЕСКОГО НАДЗОРА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ОЗОНовый ЦЕНТР КЫРГЫЗСТАНА

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В СЕКТОРЕ
ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ,
КОНДИЦИОНЕРОВ ВОЗДУХА И
ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ**

Бишкек 2024

Энергоэффективность в секторе холодильного оборудования, кондиционеров воздуха и тепловых насосов, г. Бишкек, 2024 г., - 39 стр.

В данной брошюре рассматривается технический потенциал повышения энергоэффективности в секторе холодильного оборудования, кондиционеров воздуха и тепловых насосов (ХОКВТН), а также меры политики, финансирование и барьеры на пути повышения энергоэффективности, и краткий обзор вопросов, связанных с потреблением энергии и выбросами гидрофторуглеродов.

Представлены преимущества энергоэффективности и примеры улучшения показателей в секторе ХОКВТН. Рассмотрены влияние государственных мер финансирования на продвижение энергоэффективного оборудования.

Брошюра предназначена для специалистов сектора ХОКВТН, предпринимателей, занимающимся импортом/экспортом хладагентов, холодильного и климатического оборудования, а также преподавателей и студентов вузов и профессиональных училищ.

Распространяется бесплатно

Содержание

Введение	4
Глава1. Важность энергоэффективности в секторе холодильного оборудования, кондиционеров воздуха и тепловых насосов	4
Растущий спрос на охлаждение и рост потребление электроэнергии, связанное с ХОКВТН	4
Влияние роста потребления электроэнергии на охлаждение при пиковом потреблении электроэнергии	5
Выбросы парниковых газов, связанные с ХОКВТН.....	6
Возможности повышения энергоэффективности в секторах ХОКВТН и сокращение фазы ГФУ.....	7
Признание многочисленных преимуществ повышения энергоэффективности	8
Потенциал повышения энергоэффективности ХОКВТН.....	10
Влияние повышения энергоэффективности на затраты	11
Препятствия на пути к максимальной энергоэффективности оборудования ХОКВТН	12
Политика и меры по устранению барьеров внедрения высокоэффективных ХОКВТН.....	13
Препятствия на пути повышения эффективности систем охлаждения и возможные политические меры реагирования	14
Заключение	20
Глава 2. Потенциал повышения энергоэффективности холодильного оборудования, кондиционеров воздуха и тепловых насосов	21
Факторы, влияющие на энергоэффективность оборудования ХОКВТН	21
Примеры энергоэффективности - проектирование и закупка нового оборудования.....	25
Примеры энергоэффективности – существующее оборудование ХОКВТН.....	29
Означает ли повышение эффективности более высокие капитальные затраты?	31
Заключение	32
Глава3. Обеспечение эффективного охлаждения, кондиционирования воздуха и тепловых насосов: политика, финансирование и инвестиции	33
Политические меры по повышению энергоэффективности систем ХОКВТН	33
Роль государства в повышении энергоэффективности систем ХОКВТН	37
Финансирование энергоэффективности ХОКВТН	37
Более широкие (не связанные с оборудованием) аспекты энергоэффективности	39
Заключение	39

Введение

В этой брошюре представлен обзор вопросов, связанных с энергией и углеродом, в частности, рассматриваются:

- растущий спрос на охлаждение и развитие холодильного оборудования, кондиционеров воздуха и тепловых насосов (ХОКВТН) в мировом потреблении электроэнергии и пиковом спросе;
- выбросы парниковых газов (ПГ), связанные с охлаждением;
- возможности повышения энергоэффективности в секторах ХОКВТН и поэтапное сокращение ГФУ; и
- многочисленные преимущества более эффективного оборудования ХОКВТН.

В этой брошюре также кратко рассматривается технический потенциал для повышения энергоэффективности ХОКВТН, а также меры политики, финансирование и барьеры на пути повышения эффективности.

Цель данной брошюры - предоставить сторонам справочную информацию. Она не является исчерпывающей или каким-либо образом предписывающей.

Глава1. Важность энергоэффективности в секторе холодильного оборудования, кондиционеров воздуха и тепловых насосов

Растущий спрос на охлаждение и рост потребление электроэнергии, связанное с ХОКВТН

Ожидается, что повышение средней глобальной температуры вследствие изменения климата, экономического роста и урбанизации приведет к увеличению спроса на охлаждение. Любые усилия по ограничению доступа к охлаждению, скорее всего, приведут к серьезным потерям производительности, а также негативно скажутся на обеспечении качественного здравоохранения, полноценного питания и образования, тем самым подрывая усилия и возможности десятков стран по реализации Целей устойчивого развития ООН, таких как ликвидация нищеты, голода и болезней.

Оборудование и системы ХОКВТН уже широко используются в экономике, начиная от небольшого бытового оборудования (например, холодильников и комнатных кондиционеров) и заканчивая очень крупными коммерческими и промышленными системами (например, кондиционерами в больших зданиях и холодильными установками на пищевых производствах). По текущим оценкам, на долю оборудования ХОКВТН приходится от 25 до 30 % мирового потребления электроэнергии.

Ожидается, что к 2100 году мировое потребление энергии, связанное с ХОКВТН, вырастет в 33 раза по сравнению с нынешним уровнем и составит более 10 000 ТВт-ч. Львиная доля этого роста придется на страны с формирующейся экономикой и развивающиеся страны. Помимо уже упомянутых основных тенденций – изменения климата, экономического роста и урбанизации - этот рост обусловлен еще несколькими факторами:

- i. Кондиционеры все шире используются в домах, на рабочих местах и в автомобилях;

ii. укрепляется холодовая цепь для поддержки инициатив по сокращению потерь продовольствия; и

iii. Для снижения выбросов парниковых газов от систем отопления внедряются тепловые насосы.

По прогнозам Международного энергетического агентства, в период с 2015 по 2050 год количество используемых кондиционеров в мире увеличится с 1,5 млрд до 5,5 млрд единиц (рис. 1.1). В то же время количество бытовых холодильников удвоится и составит более 2 млрд единиц.

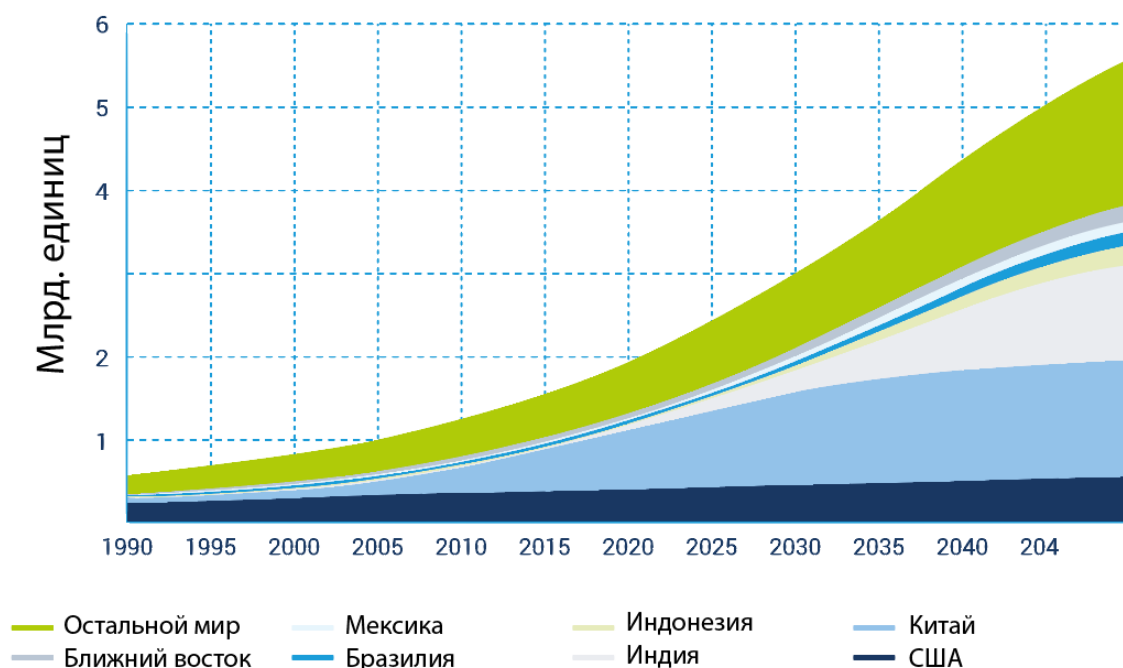


Рисунок 1.1: Прогноз роста глобального парка кондиционеров в период с 2015 по 2050 год

Исследования свидетельствуют о тесной взаимосвязи между ростом уровня доходов и увеличением использования кондиционеров, особенно в жарких регионах, где уровень их проникновения достигает более 80 %. В то же время многие развивающиеся страны ожидают взрывной рост использования комнатных кондиционеров, поскольку миллионы домохозяйств перешагнут порог доходов, при котором кондиционеры станут доступными.

Влияние роста потребления электроэнергии на охлаждение при пиковом потреблении электроэнергии

Более широкое использование оборудования ХОКВТН уже создает значительную нагрузку на энергосистемы и увеличивает пиковый спрос на электроэнергию, особенно в странах с высокой температурой окружающей среды. По мере дальнейшего роста спроса на охлаждение странам придется задуматься о необходимости значительных инвестиций в генерирующее оборудование, а также в системы передачи и распределения электроэнергии.

В странах с высокой температурой окружающей среды пик спроса на электроэнергию приходится на время, когда потребность в кондиционировании воздуха особенно высока. На рисунке 1.2 показано, как оборудование для кондиционирования воздуха доминирует в пиковом спросе (пиковая нагрузка в 3 раза выше в самые жаркие дни по сравнению с мягкими днями).

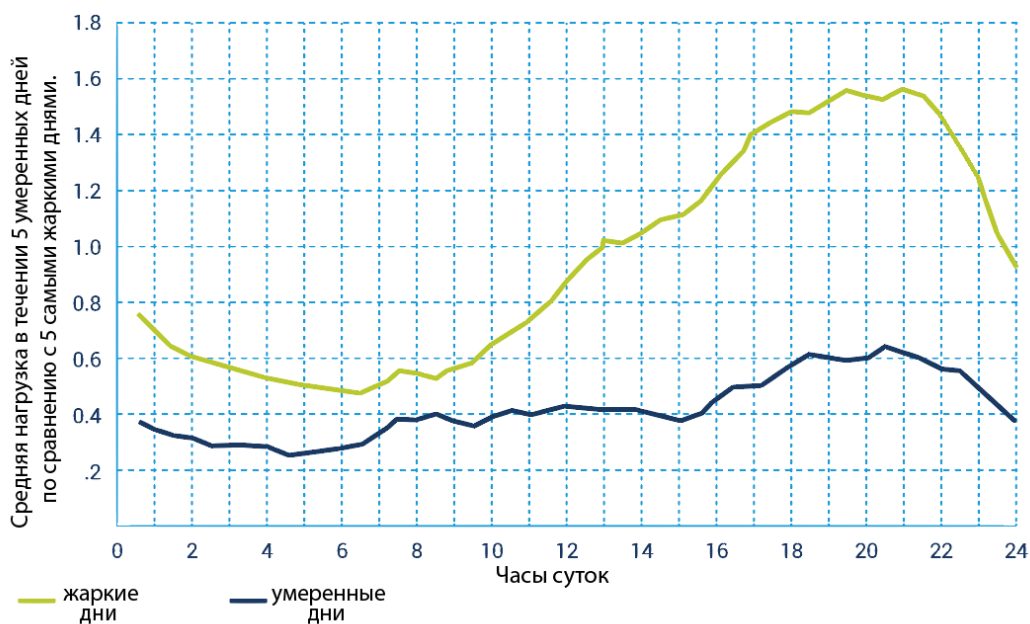


Рисунок 1.2: Влияние кондиционеров на пиковый спрос на электроэнергию

Эти пиковые потребности в электроэнергии значительно возрастут по мере прогнозируемого роста числа кондиционеров. В жарких и густонаселенных странах, таких как продажи кондиционеров растут на 10-15 % в год.

Стоит учесть, что типичный комнатный кондиционер потребляет в 10-20 раз больше электроэнергии, чем потолочный вентилятор.

Выбросы парниковых газов, связанные с ХОКВТН

Оборудование ХОКВТН генерирует два различных типа выбросов ПГ:

- i. Прямые выбросы, возникающие в результате утечки хладагентов, во время эксплуатации, технического обслуживания и в конце срока службы; и
- ii. Косвенные выбросы, образующиеся на электростанции, поставляющей электроэнергию, используемую оборудованием ХОКВТН (если электроэнергия вырабатывается на ископаемом топливе).

Большинство выбросов ПГ, связанных с оборудованием ХОКВТН, являются косвенными выбросами. Более 70 % выбросов ПГ от холодильных систем обусловлены косвенными выбросами от выработки электроэнергии, как показано на рисунке 1.3.

Распределение между прямыми и косвенными выбросами ПГ зависит от различных факторов, таких как:

- ППП используемого хладагента;
- заправка хладагента и количество утечек хладагента, происходящих на разных этапах жизненного цикла оборудования (в основном это эксплуатационные утечки и выбросы в конце срока службы);
- потребность системы ХОКВТН в энергии и часы ее использования; и

- коэффициент выбросов CO₂ электростанции (электростанций), поставляющей используемую электроэнергию.



Рисунок 1.3: Глобальное распределение выбросов парниковых газов от холодильных систем

Для небольшого герметичного оборудования (например, бытовых холодильников) косвенные выбросы еще больше преобладают - обычно они составляют более 95% от общего объема выбросов ПГ. Некоторые типы крупных систем (например, большие супермаркеты или промышленные системы) исторически имеют высокий уровень утечек, и прямые выбросы хладагента могут составлять до 40 % от общего объема, хотя выбросы от выработки энергии по-прежнему составляют большую часть выбросов.

В настоящее время на оборудование ХОКВТН приходится чуть более 7% глобальных выбросов парниковых газов (ПГ), что эквивалентно 3,7 гигатоннам (Гт) CO₂ в год, включая как прямые выбросы от утечек ГФУ, так и косвенные выбросы от выработки электроэнергии, необходимой для питания систем ХОКВТН. Согласно прогнозам, в 2030 году эти выбросы возрастут до 8,1 Гт CO₂, что составит около 13% от прогнозируемых глобальных выбросов ПГ на тот момент. Это означает, что выбросы от систем ХОКВТН растут как минимум в три раза быстрее, чем среднемировой рост выбросов ПГ.

Возможности повышения энергоэффективности в секторах ХОКВТН и сокращение фазы ГФУ

Большинство ГФУ используется в системах охлаждения, которые являются значительными потребителями энергии (обычно электричества). В оборудовании ХОКВТН, использующем ГФУ хладагенты, как потребляемая электрическая энергия, так и утечка используемых хладагентов являются значительными источниками выбросов ПГ. Для большинства систем ХОКВТН выбросы CO₂, связанные с производством используемой энергии, составляют большую часть общих выбросов ПГ.

Хладагенты с более низким потенциалом глобального потепления (ПГП) обеспечат сокращение общих выбросов ПГ только в том случае, если их энергоэффективность будет равна или выше энергоэффективности хладагентов с высоким ПГП. Во многих случаях

хладагенты с низким ПГП, используемые для замены ГФУ и ГХФУ с высоким ПГП, по крайней мере, столь же эффективны, если не более.

Стороны Монреальского протокола признали важность энергоэффективности в контексте поэтапного отказа от ГФУ. На Двадцать восьмом совещании сторон Монреальского протокола, состоявшемся в Кигали в 2016 году, в решении XXVIII/3 было отмечено, что секторы охлаждения и кондиционирования воздуха составляют значительную и растущую долю мирового спроса на электроэнергию. Стороны согласились с тем, что повышение энергоэффективности может обеспечить целый ряд сопутствующих выгод для устойчивого развития, включая энергетическую безопасность, здравоохранение и смягчение последствий изменения климата. В решении также подчеркивается значительная отдача от инвестиций, полученная в результате скромных расходов на повышение энергоэффективности, и существенная экономия средств, доступная как потребителям, так и правительствам.

Энергоэффективность будет оставаться важным аспектом в рамках поэтапного сокращения ГФУ в соответствии с Кигалийской поправкой. В решении XXIX/10 Двадцать девятого совещания сторон Монреальского протокола, состоявшегося в Монреале в 2017 году, рассматривались вопросы, связанные с энергоэффективностью при поэтапном сокращении ГФУ. Это решение:

- признали важность сохранения и/или повышения энергоэффективности при переходе от ГФУ с высоким ПГП к альтернативам с низким ПГП в секторах ХОКВТН;
- отметила, что использование холодильного оборудования и кондиционеров воздуха растет в странах-участницах Статьи 5; и
- подчеркнули, что повышение энергоэффективности может принести значительные климатические выгоды.

Признание многочисленных преимуществ повышения энергоэффективности

Традиционно повышение эффективности оборудования ХОКВТН дает три основных преимущества:

- i. Экономия затрат на электроэнергию для конечных пользователей;
- ii. Избежать затрат на строительство новых электрогенераторов для удовлетворения пикового спроса; и
- iii. Сокращение выбросов парниковых газов.

1. Преимущества эксплуатационных расходов для конечного пользователя

Многие из доступных улучшений энергоэффективности дают положительную финансовую отдачу для конечного пользователя. Стоимость энергии доминирует в стоимости жизненного цикла большинства оборудования ХОКВТН, как показано на рисунке 1.4. В течение срока службы оборудования стоимость энергии может примерно в пять раз превышать первоначальные капитальные затраты. Конечные пользователи могут получить значительную финансовую прибыль в течение срока службы своего оборудования, выбрав более энергоэффективные альтернативы.

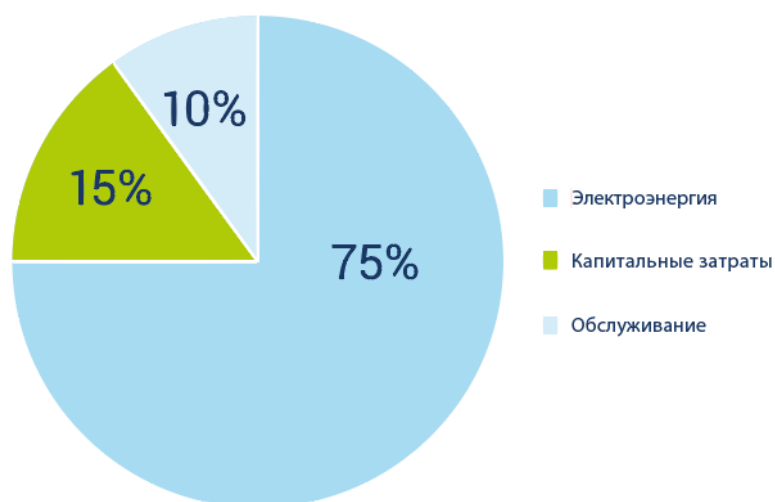


Рисунок 1.4: Пример стоимости жизненного цикла ХОКВТН

2. Преимущества затрат на национальную электроэнергетическую инфраструктуру

В большинстве стран дополнительные финансовые выгоды связаны с отсутствием инвестиций, необходимых для расширения или модернизации систем электроснабжения. Повышение эффективности оборудования ХОКВТН может привести к снижению пикового спроса на электроэнергию и следовательно, избежание затрат на строительство дополнительных электростанций, сетей передачи и распределения электроэнергии.

Исследование показало, что совместный переход на хладагенты с низким ПГП и энергоэффективные комнатные кондиционеры может обеспечить экономию пикового спроса на электроэнергию в размере 540-1270 гигаватт (ГВт) к 2050 году, что эквивалентно 1000-2500 электростанциям мощностью 500 МВт. Большая часть этой прогнозируемой экономии связана с повышением эффективности.

3. Сокращение выбросов парниковых газов

Как отмечалось выше, для большинства оборудования ХОКВТН косвенные выбросы ПГ от использования энергии преобладают над общими выбросами. Поэтому повышение энергоэффективности создает значительные возможности для сокращения этих выбросов ПГ.

Совокупное сокращение выбросов парниковых газов только от глобального парка комнатных кондиционеров может составить более 25 Гт CO₂ к 2030 году, если будут использоваться на 30% более эффективные технологии. Помимо этих трех основных преимуществ повышения энергоэффективности, существуют и другие выгоды, которые получают различные субъекты. Например, снижение энергопотребления приведет к улучшению качества воздуха на местах для граждан, повышению национальной энергетической безопасности, росту производительности и макроэкономическому развитию (рисунок 1.5). Эти многочисленные преимущества энергоэффективности более подробно рассматриваются Международным энергетическим агентством.

Эти многочисленные преимущества энергоэффективности также способствуют достижению Целей устойчивого развития ООН (ЦУР). Например, к ним относятся:

- Доступная и чистая энергия (ЦУР 7)
 - К 2030 году обеспечить всеобщий доступ к недорогим, надежным и современным энергетическим услугам (ЦУР 7.1)
 - К 2030 году удвоить глобальные темпы повышения энергоэффективности (ЦУР 7.3)
- Хорошее здоровье и благополучие (ЦУР 3)

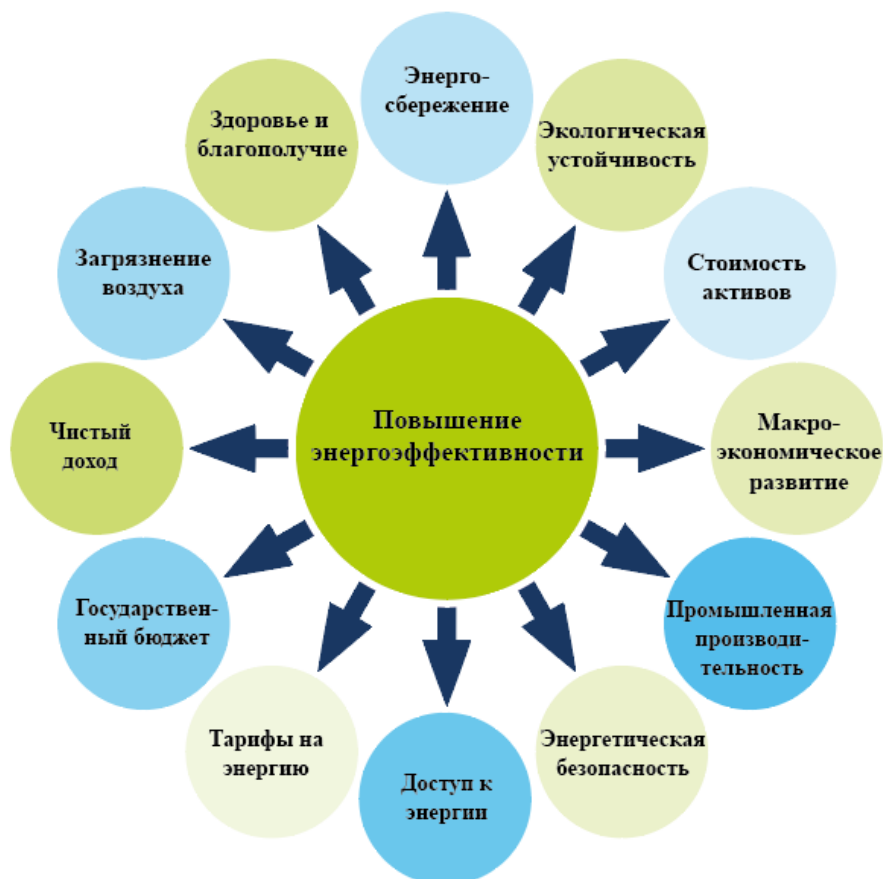


Рисунок 1.5: Многочисленные преимущества энергоэффективности

Потенциал повышения энергоэффективности ХОКВТН

Многочисленные исследования продемонстрировали значительный потенциал для экономически эффективного повышения энергоэффективности оборудования ХОКВТН. Для достижения максимальной эффективности проектировщики и конечные пользователи должны применять комплексный подход, включающий:

- усилия по снижению потребности в охлаждении (холодильная нагрузка);
- выбор оборудования соответствующего типа и размера, с высокоэффективными циклами и компонентами;
- использование соответствующих средств управления для достижения максимальной эффективности при любых условиях эксплуатации; и
- применение надлежащих методов установки, эксплуатации и технического обслуживания для поддержания высокой эффективности работы в течение всего срока службы оборудования.

На рисунке 1.6 представлен общий обзор некоторых из различных подходов к повышению эффективности ХОКВТН.

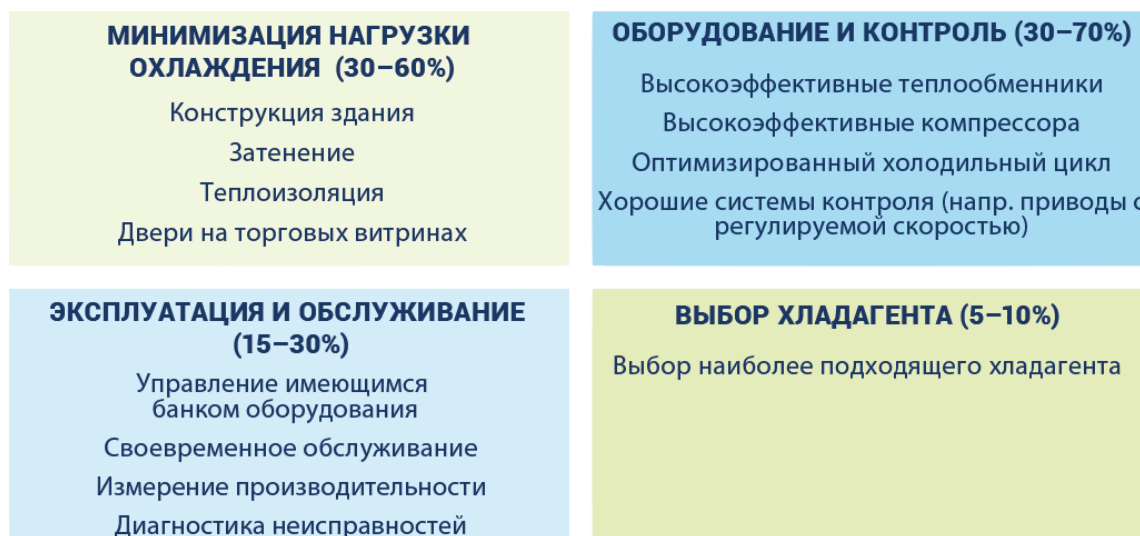


Рисунок 1.6: Потенциал повышения эффективности ХОКВТН

Примечания к рисунку 1.6: процентные диапазоны являются лишь ориентировочными.

Возможны как более высокие, так и более низкие показатели. Для повышения эффективности, включающей несколько мер, экономия не суммируется.

Возможности повышения эффективности наиболее велики при проектировании и/или покупке нового оборудования. Однако во многих ситуациях существуют также хорошие возможности для достижения экономии энергии за счет более эффективного использования существующего оборудования.

Влияние повышения энергоэффективности на затраты

Различные последствия повышения энергоэффективности оборудования ХОКВТН для затрат можно свести к следующему:

- i. Все меры по повышению энергоэффективности обеспечивают экономию затрат на электроэнергию для конечного потребителя.
- ii. Многие меры по повышению эффективности связаны с дополнительными капитальными затратами, например, использование двигателя с регулируемой скоростью вместо двигателя с фиксированной скоростью.
- iii. При экономически эффективном повышении эффективности любые дополнительные капитальные затраты окупаются в течение определенного времени за счет экономии энергии. Многие возможности повышения эффективности ХОКВТН имеют сроки окупаемости в диапазоне от одного до трех лет.
- iv. Некоторые меры по повышению эффективности не требуют дополнительных капиталовложений, но могут потребовать дополнительных затрат времени со стороны руководства или техников по обслуживанию, например, для корректировки неправильной настройки регулятора.

v. По мере становления новой высокоэффективной технологии разница в капитальных затратах между низкоэффективными и высокоэффективными моделями, скорее всего, будет сокращаться. Это особенно важно для небольшого оборудования массового производства, такого как бытовые холодильники и комнатные кондиционеры, где рынки очень конкурентны.

На рисунке 1.7 показано, как за 40 лет энергопотребление холодильников в США снизилось на 75 %, в то время как стоимость покупки холодильника в реальном выражении упала на 50 %. На диаграмме также видно, что за это время средний размер холодильников вырос на 25 %. Введение и ужесточение минимальных стандартов энергоэффективности оказывает значительное влияние на подобные изменения.

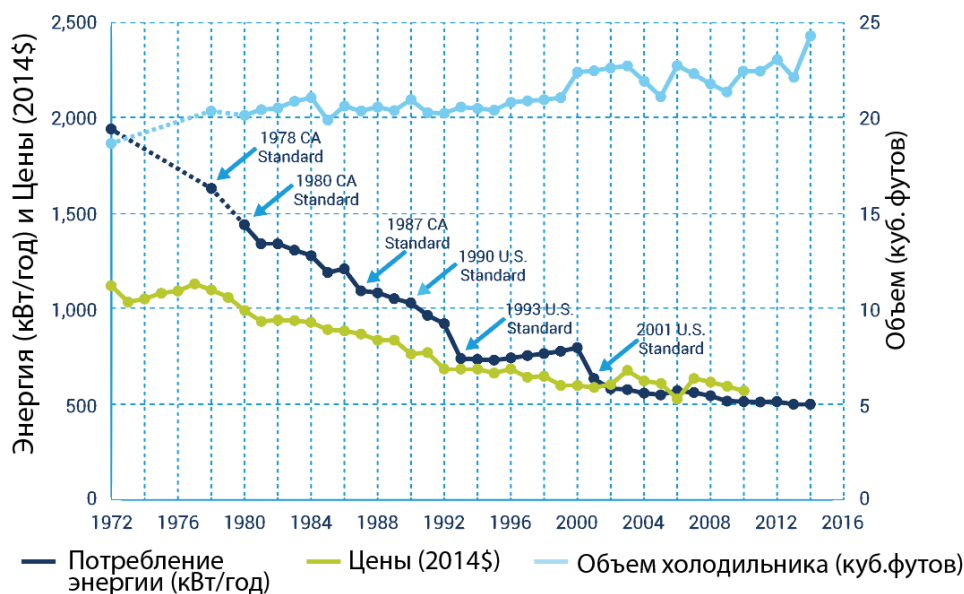


Рисунок 1.7: Среднее энергопотребление, объем и цена бытового холодильника с течением времени.

Примечания: а. Данные включают холодильники стандартного размера и компактные холодильники. б. Данные по энергопотреблению и объему отражают текущую процедуру испытаний DOE. с. Объем - это скорректированный объем, который равен объему свежего продукта + 1,76* объем морозильной камеры d. Цены отражают отпускную цену производителя (например, без учета наценок розничных продавцов) и отражают продукцию, произведенную в США.

vi. Существуют также экономические выгоды, которые связаны с влиянием повышения эффективности на инфраструктуру электроснабжения и не видны конечному потребителю. Повышение эффективности означает сокращение инвестиций в электростанции, передачу и распределение электроэнергии.

Препятствия на пути к максимальной энергоэффективности оборудования ХОКВТН

Многочисленные исследования зафиксировали основные барьеры, препятствующие внедрению высокоэффективных систем ХОКВТН. Многие из этих барьеров схожи с теми, которые применяются к технологиям энергоэффективности, таким как отопление, освещение и промышленные процессы. Барьеры, в целом делятся на следующие категории:

- **Информационные барьеры**, при которых покупатели оборудования и конечные пользователи могут не иметь доступа ко всей информации, необходимой для принятия обоснованного решения о выборе наилучших технологий, имеющихся на рынке;
- **Финансовые барьеры и провалы рынка**, когда покупатели могут не иметь финансовых ресурсов для приобретения высокоэффективного оборудования ХОКВТН и/или могут основывать инвестиционные решения на низких первоначальных/капитальных затратах, а не на стоимости жизненного цикла;
- **Несогласованные стимулы и поведенческие барьеры**, означающие, что у застройщиков, например, застройщиков жилой недвижимости, может не быть стимула инвестировать в оборудование ХОКВТН с более высокой первоначальной стоимостью, но более низкой стоимостью жизненного цикла, или конечные пользователи могут не знать - или не желать - принимать режимы технического обслуживания, которые повысят эффективность (и сократят соответствующие выбросы ПГ) их оборудования;
- **Управленческие барьеры**, включая нехватку государственных ресурсов, возможностей и/или опыта, особенно на местном уровне, для принятия, реализации и обеспечения соблюдения новой политики и нормативных актов.

Совокупный эффект этих и других барьеров - несовершенный рынок, характеризующийся постоянным использованием неоптимального оборудования. Стоит добавить, что в разных странах и регионах барьеры имеют разную значимость. Например, осведомленность и технические барьеры, вероятно, будут играть большую роль на рынках, где рынок высокоэффективных ХОКВТН-решений менее развит, в то время как рыночные и финансовые барьеры, вероятно, будут самыми серьезными проблемами на рынках, которые имеют больше опыта в использовании возможностей высокоэффективных ХОКВТН.

В конечном счете, для устранения барьеров, вероятно, потребуется определенное политическое вмешательство со стороны правительств, чтобы стимулировать и максимизировать использование лучшего в своем классе высокоэффективного оборудования ХОКВТН.

Политика и меры по устранению барьеров внедрения высокоэффективных ХОКВТН

Основная формула эффективного комплекса мер по преодолению барьеров и созданию благоприятного рынка для энергоэффективности, как правило, включает в себя сочетание трех основных "ингредиентов":

- i. правила;
- ii. информация; и
- iii. стимулы.

Такая комбинация мер обычно используется во всем спектре энергоэффективности для продвижения ряда эффективных технологий, таких как бытовая техника.

Для достижения эффективности этот комплекс мер должен также включать национальную политику в области строительных энергетических норм и стандартов (нормативные акты), налоговую политику (стимулы), маркировку энергопотребления оборудования и программы по наращиванию потенциала (информация). Любое национальное правительство также должно поддерживать политику энергоэффективности на местном уровне, где принимаются и реализуются инвестиционные решения. Поэтому эффективный комплекс мер должен также включать в себя местную политику в области планирования землепользования и соблюдения энергетических норм в зданиях (нормативные акты), целевые финансовые стимулы для

зданий, оборудования, а также пилотные и демонстрационные проекты. Политические меры также должны учитывать потребности государственной системы в потенциале для разработки политики, ее реализации, обеспечения соблюдения и развития сектора.

Препятствия на пути повышения эффективности систем охлаждения и возможные политические меры реагирования

Барьеры

Исходя из информации, представленной в информационных записках А, В и С, можно сделать вывод, что потенциал для повышения эффективности оборудования ХОКВТН достаточно высок. Повышение эффективности возможно как технически, так и финансово, и в распоряжении политиков есть множество инструментов для смягчения негативных последствий резкого роста спроса на ХОКВТН и соответствующего энергопотребления в течение следующих десятилетий. К сожалению, существует множество препятствий, затрагивающих как политиков, так и участников рынка. Ниже приводится неполный обзор.

Информационные барьеры

Покупатели оборудования и конечные пользователи могут не иметь доступа ко всей информации, необходимой для принятия обоснованного решения о выборе наилучших технологий, представленных на рынке.

Финансовые барьеры и провалы рынка

Покупатели оборудования и конечные пользователи могут не иметь финансовых ресурсов для приобретения высокоэффективного оборудования ХОКВТН и/или могут основывать инвестиционные решения на низких первоначальных/капитальных затратах, а не на стоимости жизненного цикла.

Важно отметить, что покупатели и конечные пользователи, как правило, учитывают только или, по крайней мере, в первую очередь те преимущества, которые имеют непосредственное отношение к ним, например, снижение эксплуатационных расходов. В большинстве случаев снижение пикового спроса или глобальные экологические преимущества не учитываются при принятии решений о покупке. В то же время поставщики оборудования могут не разрабатывать свое оборудование комплексно (например, учитывая стратегии клиентов по снижению нагрузки на охлаждение) или быть заинтересованными в том, чтобы ориентироваться на клиентов, которые склонны покупать менее дорогое и менее эффективное оборудование.

Поставщики могут быть привязаны к старым неэффективным конструкциям или просто не иметь финансовых ресурсов для разработки более эффективных конструкций. Патентная защита также может повлиять на внедрение некоторых технологий повышения эффективности.

Несогласованные стимулы и поведенческие барьеры

У девелоперов, например, застройщиков жилой недвижимости, может не быть стимула инвестировать в оборудование ХОКВТН с более высокой первоначальной стоимостью, но более низкой стоимостью жизненного цикла; вместо этого они могут предпочесть инвестировать в технологии с более низкой первоначальной стоимостью, чтобы снизить общую стоимость своего проекта (и тем самым увеличить свою норму прибыли).

В некоторых случаях покупатели и конечные пользователи могут с опаской относиться к новым технологиям и предпочесть продолжать эксплуатировать старое оборудование, даже если оно неэффективно и требует больших эксплуатационных (энергетических) затрат. Разумеется, этот барьер также связан с финансовыми препятствиями, которые могут помешать конечному пользователю модернизировать устаревшее оборудование.

Поведенческие проблемы могут распространяться и на такие области, как техническое обслуживание, когда конечные пользователи либо не знают, либо не хотят принимать режимы технического обслуживания, которые повысят эффективность (и сократят соответствующие выбросы парниковых газов) их оборудования.

Управленческие барьеры

Правительствам может не хватать потенциала и/или опыта, особенно на местном уровне, для принятия, реализации и обеспечения соблюдения новых политик и правил. Параллельно с этим правительства могут испытывать трудности с ограниченным государственным бюджетом, что ограничивает их возможности по предоставлению финансовых стимулов, разработке программ повышения осведомленности, схем сертификации и т. д.

Чтобы преодолеть эти и другие барьеры и реализовать потенциал энергоэффективности, необходимо принять ряд политических мер на национальном уровне и создать финансовые механизмы, где это необходимо. В приведенной ниже таблице представлены возможные политические меры по преодолению этих барьеров, сгруппированные по заинтересованным сторонам и проблемам, с которыми они сталкиваются.

Возможные политические меры

Стейкхолдеры	Вызов	Примеры	Возможные политические меры
Покупатели и конечные пользователи	Отсутствие осведомленности	Многие конечные пользователи не знают о возможностях энергосбережения.	Информационные меры, включая маркировку и кампании по повышению осведомленности, краткие справочные руководства, онлайн-инструменты, короткие видеоролики, онлайн-калькуляторы стоимости жизненного цикла, а также меры финансового стимулирования, такие как налоговые льготы на покупку более эффективного оборудования.
	Отсутствие понимания	Системы ХОКВТН могут быть сложными, и многие конечные пользователи могут не понимать технических вопросов, связанных с их энергопотреблением.	
	Отсутствие информации	Для конечных пользователей не хватает хорошей информации, объясняющей энергоэффективность систем охлаждения.	
	Фокус на капитальных затратах	Многие конечные пользователи приобретают оборудование ХОКВТН, ориентируясь на наименьшие капитальные затраты, а не на стоимость жизненного цикла.	
	Покупатель не является конечным пользователем	Например, застройщик жилой недвижимости может быть мало заинтересован в текущих расходах системы охлаждения, что приводит к значительным дополнительным расходам на электроэнергию.	Регулирующие меры, такие как MEPS и строительные нормы, наряду с финансовыми стимулами например, налоговые льготы при покупке эффективного оборудования.
	Отсутствие стимулов для повышения эффективности	Конечные пользователи не получают никакой выгоды от некоторых "общих" преимуществ, таких как снижение максимального спроса на систему электроснабжения или добиться существенного сокращения выбросов CO ₂ .	
Государственные заинтересованные стороны	Отсутствие нормативного потенциала	В ряде стран отсутствуют MEPS, маркировка, стимулы и другие политические	Существуют организации, которые может способствовать обмену передовым опытом между странами.

Стейкхолдеры	Вызов	Примеры	Возможные политические меры
		меры, и, возможно, отсутствует региональная гармонизация стандартов	Страны также могут обратиться за финансированием и/или поддержкой в натуральной форме к другим многосторонним агентствам и финансирующим организациям.
	Отсутствие политических мер для более крупного оборудования ХОКВТН	Лишь в немногих странах существуют политические меры, направленные на поощрение высокоэффективного проектирования крупных систем ХОКВТН или схемы сертификации монтажников.	В некоторых случаях может существовать возможность объединения ресурсов и/или снижения затрат на разработку политики путем заимствования опыта и инструментов из других стран.
	Не учитываются внешние экологические факторы	Не учтено долгосрочное влияние выбросов парниковых газов на затраты.	Установление национальных целей и участие в международных форумах могут помочь в размещении ХОКВТН. Повышение эффективности в контексте и создание более привлекательной среды для инвестиций.
	Финансовые трудности	Отсутствие доступа к финансовой поддержке для финансирования программ стимулирования.	Страны могут обратиться за финансированием и/или поддержкой в натуральной форме к многосторонним агентствам и финансирующим организациям.
Финансовые компании или инвесторы в проекты энергоэффективности	Отсутствие знаний	Финансовые компании будут вкладывать средства в повышение эффективности, если инвестиции и доходы будут более четкими. Последовательная отчетность об энергоэффективности через маркировку или другие авторитетные каналы связи снижает неопределенность для инвесторов и дает уверенность в том, что инвестиции принесут заявленную финансовую прибыль.	Информационные меры, включая маркировку, а также установление национальных целей/подписание глобальных обязательств.

Стейкхолдеры	Вызов	Примеры	Возможные политические меры
	Масштаб инвестиций	Многие проекты энергоэффективности в области охлаждения по своей природе относительно малы, что делает их менее привлекательными, особенно с учетом увеличения операционных издержек при реализации нескольких небольших проектов.	Регулирующие меры, такие как MEPS и надежные стандарты, могут создать гармонизацию на рынке и стимулировать схемы оптовых закупок/закупок, более привлекательные для финансистов.
	Отсутствие технического понимания	Отсутствие технического понимания вопросов, связанных с энергоэффективностью, может привести к переоценке рисков, связанных с применением энергоэффективных технологий.	Информационные меры, такие как кампании по повышению осведомленности и программы обучения по вопросам эффективности для представителей финансового сектора.
	Интернализация внешних факторов	В случае с проектами повышения эффективности некоторые выгоды получают третьи стороны (например, снижение уровня загрязнения приносит пользу всему обществу), в то время как некоторые инвестиции в загрязнение окружающей среды могут нанести вред третьим сторонам. Внешние эффекты должны учитываться при оценке проектов повышения эффективности.	Финансовые стимулы, направленные на предпочтение или продвижение проектов по повышению эффективности по сравнению с проектами по снижению загрязнения окружающей среды, могут помочь, а правительства могут пересмотреть политику, которая искажает экономическое обоснование энергоэффективности (например, субсидии на ископаемое топливо).
Разработчики, монтажники и подрядчики по обслуживанию оборудования	Фокус на капитальных затратах	Многие поставщики обеспокоены тем, что потеряют долю рынка, если не будут поставлять оборудование по минимально возможной цене. Местные производители могут сопротивляться, опасаясь финансовых и технологических ограничений.	Программы НИОКР при поддержке многосторонних фондов и учреждений в развивающихся странах стран. Всеобъемлющие цели и определенность политики также могут помочь снять опасения поставщиков и их инвесторов.
	Отсутствие информации о клиентах	При определении параметров установки конечный пользователь часто предоставляет	Информационные меры и схемы обучения и сертификации в

Стейкхолдеры	Вызов	Примеры	Возможные политические меры
		мало полезной информации, которая позволила бы проектировщику оптимизировать эффективность.	"параллельных" дисциплинах, таких как инженерия, дизайн, архитектура. На существующих объектах: обязательные энергоаудиты, отчетность по CO ₂ и схемы стимулирования, связанные с системами энергоменеджмента (СЭМ), такими как ISO50001.
	Плохая способность представлять стоимость жизненного цикла	Поскольку конечные потребители часто не проявляют особого интереса к энергоэффективности на протяжении всего жизненного цикла, значительная часть поставщиков может не обладать достаточными навыками для того, чтобы представить аргументы в пользу более эффективной конструкции.	Информационные кампании, а также программы обучения и развития навыков и схемы сертификации
	Отсутствие соответствующих навыков	Техники по холодильному оборудованию и кондиционированию воздуха могут быть недостаточно обучены энергоэффективности, обращению с хладагентом и другим передовым методам.	

Заключение

Ожидается, что повышение средней глобальной температуры вследствие изменения климата, экономического роста и урбанизации приведет к увеличению спроса на охлаждение. Согласно прогнозам, в период постепенного отказа от использования ГФУ в соответствии с Кигалийской поправкой, использование оборудования ХОКВТН будет быстро и значительно расти, особенно в странах с развивающейся экономикой. Без повышения энергоэффективности оборудования ХОКВТН этот рост использования холодильного оборудования создаст серьезную нагрузку на электросети и приведет к значительному увеличению выбросов парниковых газов.

Существует важная взаимосвязь между ростом потребления электроэнергии, связанным с ХОКВТН, выбросами ПГ и постепенным отказом от ГФУ. Разработчики политики и другие заинтересованные стороны, работающие над поэтапным отказом от ГФУ, начали рассматривать эту взаимосвязь, чтобы обеспечить взаимодополняемость политики и мер, а не их обратную продуктивность.

Рынок ХОКВТН вряд ли сможет максимально увеличить количество высокоэффективного оборудования без поддержки и поощрения со стороны правительств. Политические меры и стимулы будут иметь решающее значение для предотвращения негативных последствий роста потребления электроэнергии и выбросов парниковых газов в результате беспрецедентного увеличения глобального спроса на охлаждение.

Глава 2. Потенциал повышения энергоэффективности холодильного оборудования, кондиционеров воздуха и тепловых насосов

Факторы, влияющие на энергоэффективность оборудования ХОКВТН

Существует значительный потенциал для повышения эффективности оборудования ХОКВТН, причем хорошие возможности открываются при разработке и закупке нового оборудования, а также за счет более эффективного использования существующего оборудования.

Существует несколько важных факторов, влияющих на энергоэффективность оборудования ХОКВТН. Разработчику оборудования необходимо учитывать широкий спектр различных вопросов, чтобы обеспечить максимально возможную эффективность. Необходим комплексный подход, учитывающий различные виды возможностей повышения эффективности. Соображения эффективности не должны ограничиваться только самим оборудованием ХОКВТН - они должны включать такие моменты, как тип и изменчивость нагрузки на охлаждение, поскольку это может оказать большое влияние на энергопотребление. Наиболее важными вопросами, которые необходимо рассмотреть, являются:

i. Минимизация нагрузки на систему охлаждения

Не тратьте энергию на охлаждение того, что не нуждается в охлаждении! Например, установите дверцы на витрины, убедитесь, что охлаждаемое помещение хорошо изолировано, или создайте затенение на солнечной стороне здания. Удивительно, как часто нагрузка на охлаждение оказывается значительно выше, чем

нужно.

ii. Минимизируйте "температурный подъем" (см. Вставку 1).

Это означает обеспечение охлаждения при максимально возможной температуре и отвод тепла при минимально возможной температуре.

ВСТАВКА 1: ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОДЪЕМА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХОКВТН

Холодильная система собирает нежелательное тепло при низкой температуре и передает его в окружающую среду при более высокой температуре. Потребление энергии зависит от подъема температуры между охлаждаемым продуктом и окружающей средой - при большем подъеме температуры необходимо использовать больше энергии. Многие владельцы холодильных установок не понимают, что подъем температуры оказывает существенное влияние на энергоэффективность:

- Повышение температуры на 1 градус Цельсия увеличит потребление энергии на 2 - 4 %.
При плохом проектировании или неправильной эксплуатации установки легко случайно добавить еще 10 или 15 градусов С к подъему температуры, что может увеличить общее потребление энергии на 20-40 %. Для минимизации температурного подъема системы ХОКВТН важно, чтобы:
- Холодный конец (испаритель) должен иметь максимально возможную температуру; горячий конец (конденсатор) должен иметь максимально низкую температуру.

Потребление энергии для систем, работающих в условиях высокой температуры окружающей среды (НАТ) Системы охлаждения и кондиционирования воздуха, используемые в очень жарких странах, обычно потребляют больше энергии, чем аналогичные системы в более холодных странах, потому что:

- Нагрузка на охлаждение выше для здания данного размера, особенно при высокой влажности.
- Подъем температуры больше, потому что "горячий конец" установки отводит тепло при гораздо более высокой температуре окружающей среды.

Эти два фактора приводят к значительному увеличению потребления энергии для систем охлаждения и кондиционирования воздуха в странах НАТ.

iii. Учитывайте переменные условия эксплуатации.

Очень немногие системы ХОКВТН работают с пиковой нагрузкой в "расчетной точке" (т.е. максимальная нагрузка на охлаждение при самой высокой температуре окружающей среды) в течение многих часов в году. Оборудование ХОКВТН обычно проводит большую часть времени, работая с частичной нагрузкой и при температуре окружающей среды намного ниже пиковой. Оборудование ХОКВТН должно быть эффективным в широком диапазоне условий эксплуатации. Это часто игнорируется проектировщиком, который создает максимальную эффективность для расчетной точки пиковой нагрузки вместо более распространенных условий частичной нагрузки.

iv. Выберите наиболее эффективный холодильный цикл и компоненты (см. вставку 2).

За последнее время было достигнуто много успехов в повышении эффективности отдельных компонентов, таких как компрессоры и теплообменники, а также в повышении эффективности современных холодильных циклов.

v. Разработка эффективных систем контроля

Современные датчики и системы управления создают множество возможностей для повышения эффективности за счет лучшего контроля работы системы ХОКВТН. Например, многие неэффективные системы используют грубую форму управления "включение-выключение" для достижения требуемой температуры. Использование компрессора с регулируемой скоростью повышает точность контроля температуры и значительно повышает эффективность.

vi. Проверка работоспособности и устранение любых неисправностей существующих систем ХОКВТН

Во многих системах ХОКВТН возникают неисправности, снижающие эффективность, которые могут оставаться незамеченными в течение нескольких месяцев или даже лет! Важно следить за производительностью и определять, когда возникла неисправность - это особенно важно для средних и крупных систем охлаждения. Утечка хладагента приводит к недозарядке системы и является одним из примеров множества различных эксплуатационных неисправностей, которые могут привести к значительному снижению эффективности.

ВСТАВКА 2: ПРОСТОЙ ХОЛОДИЛЬНЫЙ ЦИКЛ

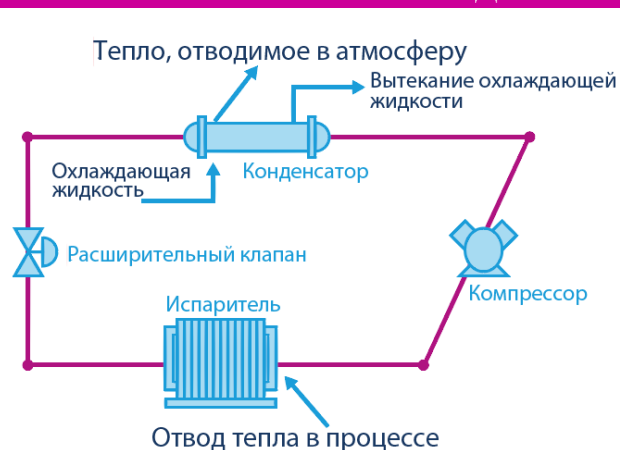


Рисунок 2.1: Четырехкомпонентный цикл

Чтобы понять некоторые возможности энергоэффективности, полезно рассмотреть, как работает холодильная установка или система кондиционирования воздуха. Система работает. Конфигурация, которая широко используется во многих системах ХОКВТН, представляет собой простой "4-компонентный цикл", показанный на рисунке 2.1. Тепло поглощается при низкой температуре в теплообменнике - испарителе.

Хладагент кипит в испарителе, а пар сжимается. Хладагент отдает тепло в атмосферу, конденсируясь в жидкость в теплообменнике - конденсаторе. Затем хладагент проходит через расширительное устройство (обычно клапан) и возвращается в испаритель, чтобы снова начать цикл. Во многих системах используются более сложные циклы, но основные принципы остаются неизменными.

Хотя двигатель компрессора обычно потребляет больше всего энергии, важно помнить, что для перемещения жидкостей (например, воздуха, воды и т.д.), проходящих через испаритель и конденсатор, необходимы вентиляторы и/или насосы. Эти вспомогательные устройства могут потреблять значительную часть общей энергии и оказывать большое влияние на эффективность.

Коэффициент полезного действия (COP) Эффективность оборудования ХОКВТН часто выражается как COP. Это отношение тепла, поглощенного в испарителе, к энергии, используемой для питания компрессора и сопутствующих вспомогательных устройств. COP обычно находится в диапазоне от 1 до 5 (хотя может быть ниже или выше).

Выбор хладагента

Хладагент следует рассматривать как один из многих "компонентов" в системе ХОКВТН. Как и все компоненты, он должен быть выбран с учетом энергоэффективности.

На выбор хладагента также влияют различные другие характеристики, такие как GWP, безопасность, коммерческая доступность и стоимость. Системы ХОКВТН работают в очень широком диапазоне различных условий. Например, система заморозки продуктов может охлаждать продукт до -20°C , в то время как система кондиционирования воздуха в помещении охлаждает.

в помещении до $+20^{\circ}\text{C}$. Эти разные температурные требования приводят к выбору хладагента с разной "наилучшей эффективностью" для этих применений. На выбор хладагента также влияет ряд других важных параметров, таких как размер системы и температура окружающей среды.

Хотя выбор хладагента влияет на энергоэффективность, обычно это влияние гораздо меньше, чем другие факторы эффективности, описанные выше. При переходе от ГФУ с высоким ПГП важно иметь в наличии хладагенты с низким ПГП для каждого типа применения ХОКВТН. Однако если разработчики сосредоточатся только на выборе хладагента и не учтут широкий

спектр других технических и эксплуатационных возможностей, маловероятно, что на рынке будут представлены наиболее эффективные системы.

Иллюстрация потенциала повышения энергоэффективности Охладители для бутылок массового производства

Охладители бутылок используются для продажи холодных напитков. Старая неэффективная конструкция охладителя бутылок может потреблять в шесть раз больше энергии, чем современная модель. Многие существующие охладители бутылок были спроектированы без учета энергоэффективности - приоритетом была низкая капитальная стоимость. Широко распространенный охладитель для бутылок представляет собой открытую вертикальную витрину, в которой используются малоэффективные компоненты.



Охладители для бутылок массового производства

В современной модели используются двери, высокоэффективные компоненты и сложные системы управления. На рисунке 2.2 показаны возможные значительные улучшения. Показаны два уровня экономии:

- i. Между "базовым вариантом" (старая конструкция без дверей) и современным охладителем бутылок с дверцами - **85% экономии**. Открытые корпуса наименее эффективны, особенно на открытом воздухе.
- ii. Между старой конструкцией с дверцами и современной установкой с дверцами - **60 % экономии**. Это свидетельствует о том, что дизайн и управление компонентами также играют решающую роль в создании современной высокоэффективной системы.

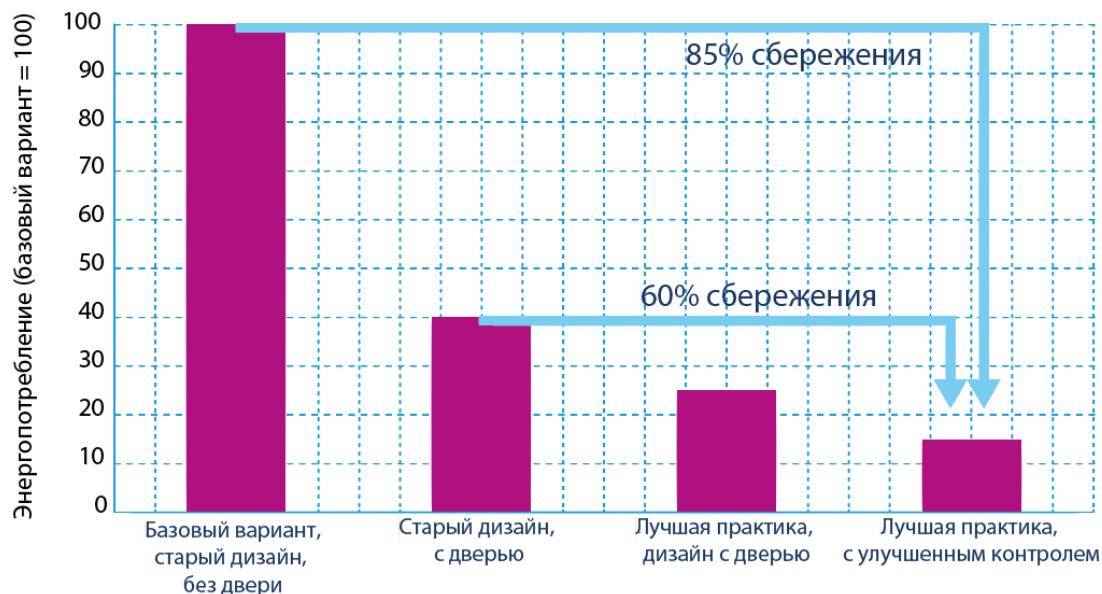


Рисунок 2.2: Экономия электроэнергии на охлаждении бутылок.

Примеры энергоэффективности - проектирование и закупка нового оборудования

Существует множество способов, с помощью которых разработчики и операторы могут повысить эффективность нового оборудования. Приведенные ниже примеры иллюстрируют каждый из факторов, влияющих на энергоэффективность, представленных данной брошюрой.

Коэффициент эффективности 1: минимизация нагрузки на систему охлаждения

Существует множество примеров, когда оборудование ХОКВТН охлаждает ненужную нагрузку. Первым шагом в проектировании системы должен быть анализ нагрузок на охлаждение, чтобы попытаться определить нагрузки, которые можно устранить или уменьшить. Для снижения нагрузки на охлаждение можно использовать различные стратегии. Обычно используется "естественное охлаждение" для предварительного охлаждения горячего продукта перед использованием холодильного оборудования.

Например, готовый продукт на пищевом предприятии при температуре около 100°C часто охлаждается с помощью холодильника. Нагрузка на охлаждение иногда может быть снижена более чем на 50% за счет предварительного охлаждения продукта окружающим воздухом или водой, охлаждаемой в градирне. **Пример эффективности 1а иллюстрирует 50-процентную экономию энергии, которая может быть достигнута без дополнительных капиталовложений за счет минимизации охлаждающей нагрузки путем использования дверей на торговых витринах.**

ПРИМЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ 1А: ДВЕРИ НА ТОРГОВЫХ ВИТРИНАХ

Было бы странно использовать бытовой холодильник без дверцы. Однако торговые витрины (например, в супермаркетах) часто строятся без дверей. Это очень неэффективно, к тому же в таких помещениях может быть некомфортно холодно. Использование дверей позволяет снизить энергопотребление более чем на 50 %. Дополнительные расходы на двери компенсируются возможностью использовать более компактный холодильный агрегат. Еще одним преимуществом является повышение качества продукции (поскольку контроль температуры может быть более точным). Это

кажется очевидной мерой, но витрины без дверей широко используются как в небольших магазинах, так и в крупных супермаркетах.

Влияние выбора хладагента

Выбор хладагента не оказывает прямого влияния на этот пример эффективности. Такая же экономия достигается при использовании любого хладагента.

Хорошая изоляция важна для минимизации нежелательных теплопоступлений в здания или технологическое оборудование. **Пример эффективности 1В иллюстрирует 50-процентную экономию энергии, которую можно получить за счет изоляции и правильного обслуживания системы воздуховодов в доме.**

ПРИМЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ 1В: ИЗОЛЯЦИЯ В ДОМАХ С КОНДИЦИОНЕРАМИ

Семья купила столетний дом и планировала покрасить его и переделать кухню, но их удивили очень большие счета за электроэнергию. Вместо того чтобы заменить кухню, они потратили деньги на повышение энергоэффективности дома и сократили свои счета за электроэнергию на 50 %. Семья сделала три ключевых вещи: (а) заделала трещины в здании, (б) заменила старую, грязную и влажную изоляцию новой изоляцией на чердаке и (в) заделала старые воздуховоды. В течение года счета за отопление и охлаждение сократились вдвое, и с тех пор они снижались каждый год, пока они продолжали работать над домом.

Влияние выбора хладагента:

Выбор хладагента не оказывает прямого влияния на этот пример эффективности. Такая же экономия достигается при использовании любого хладагента.

Коэффициент эффективности 2: минимизация "температурного подъема" Эффективность системы ХОКВТН очень чувствительна к подъему температуры. Проектировщик должен стараться обеспечить охлаждение при максимально возможной температуре - даже несколько градусов С могут иметь большое значение.

Распространенная возможность связана с выбором температуры охлажденной воды для системы кондиционирования здания. Например, если повысить температуру охлажденной воды с 6 до 9 °С, чиллер будет обеспечивать охлаждение с эффективностью на 10 – 15 % выше. Проектировщик также должен стремиться к тому, чтобы тепло отводилось при минимально возможной температуре. Хорошая конструкция конденсатора может обеспечить максимально низкую температуру конденсации как при полной, так и при частичной нагрузке. **Пример эффективности 2 показывает, как 35 % экономии было достигнуто за счет проектирования холодильной системы на пивоваренном заводе для обеспечения охлаждения при соответствующем уровне температуры.**

ПРИМЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ 2: НОВОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПИВОВАРЕННОГО ЗАВОДА

На одном из пивоваренных заводов стояли 30-летние охладители, производившие гликоль при температуре -6°С. Было предложено заменить их на современную установку. Анализ нагрузки на охлаждение выявил гораздо более эффективное решение. Разделив нагрузки на охлаждение на 2 группы, 60% нагрузки можно было охлаждать охлажденной водой при температуре +6°С, и только 40% требовали гликоля при температуре -6°С.

Охлаждение водой с температурой +6°C потребляет на 35% меньше энергии, чем охлаждение гликолем с температурой -6°C.

Влияние выбора хладагента: Выбор хладагента не имеет прямого влияния на этот пример эффективности. Такая же экономия достигается при использовании любого хладагента.

Коэффициент эффективности 3: Учет переменных условий эксплуатации Многие системы ХОКВТН спроектированы и оптимизированы для работы в "расчетной точке", то есть при пиковой нагрузке охлаждения в самые жаркие погодные условия. Большую часть года системы охлаждения работают в "нерасчетных" условиях, либо с меньшей охлаждающей нагрузкой, либо в более прохладных погодных условиях (или в обоих случаях). В таких условиях оборудование работает с частичной нагрузкой. Работа может быть очень неэффективной, если эти нестандартные условия не были учтены при проектировании установки. **Пример эффективности 3 показывает, как выбор размера системы может оказать значительное влияние на эффективность, когда установка не работает с пиковой нагрузкой.**

ПРИМЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ 3: ЧИЛЛЕР ДЛЯ БОЛЬШОГО ЗДАНИЯ

Университету требовалась система охлаждения воды для обеспечения кондиционирования воздуха. Вариантом с наименьшими капитальными затратами был один большой чиллер с мощностью охлаждения 1 000 кВт. Однако энергетический анализ показал, что такой высокий уровень охлаждения требовался только в самые жаркие погодные условия и при полной загруженности здания. Большую часть года нагрузка была значительно ниже. Один большой чиллер, работающий с частичной нагрузкой, очень неэффективен. Выбор четырех небольших чиллеров позволил повысить общую эффективность работы более чем на 25 %, а срок окупаемости дополнительных инвестиций в покупку небольших чиллеров³ составил менее 2 лет.

Влияние выбора хладагента: Выбор хладагента не оказывает прямого влияния на этот пример эффективности. Такая же экономия достигается при использовании любого хладагента.

Большие чиллеры становятся доступными с рядом различных хладагентов с ультранизким ПГП, включая R-514A, HFO-1234ze и HFO 1233zd.

Новейшие чиллеры, использующие эти хладагенты, будут иметь равную или лучшую эффективность по сравнению с чиллерами, использующими ГФУ с более высоким ПГП, например, ГФУ-134a.

3 Срок окупаемости — это простой способ выразить финансовую отдачу от инвестиций. Например, если проект по повышению энергоэффективности стоит 100 долларов и позволяет экономить 50 долларов в год, срок окупаемости составит 2 года (100 разделить на 50).

Фактор эффективности 4: Выберите наиболее эффективный холодильный цикл и компоненты Холодильное оборудование - сложная конструкция, состоящая из множества компонентов, таких как компрессоры, теплообменники, системы управления и т. д. Каждый компонент должен быть оптимизирован для достижения максимальной энергоэффективности в соответствии с предполагаемым применением. Проектировщик должен учитывать возможные изменения условий эксплуатации, чтобы обеспечить хорошую эффективность

цикла и отдельных компонентов во всем диапазоне возможных условий. **Пример эффективности 4 иллюстрирует, насколько важно тщательно выбирать основные компоненты, такие как компрессоры.**

ПРИМЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ 4: ВЫБОР КОМПРЕССОРА

Основным компонентом системы ХОКВТН, потребляющим электроэнергию, является компрессор. Компрессоры работают в различных условиях и с различными хладагентами. Выбор компрессора с наилучшей эффективностью для ряда условий конкретного применения должен быть приоритетным. Два почти одинаковых компрессора с одинаковой капитальной стоимостью могут иметь энергетическую КПД которых отличается более чем на 20%. Экономия более 20% может быть достигнута без дополнительных капитальных затрат просто за счет выбора оптимального компрессора для предполагаемых условий эксплуатации.

Влияние выбора хладагента: Выбор компрессора должен осуществляться с учетом данных по конкретному используемому хладагенту. В ответ на постепенный отказ от ГФУ появляется множество новых хладагентов. Производители компрессоров тестируют свои компрессоры и оптимизируют их конструкцию для достижения максимальной эффективности при работе с этими новыми хладагентами. Прежде чем выбрать компрессор для использования с конкретным хладагентом, необходимо убедиться в том, что производитель оптимизировал конструкцию.

Фактор эффективности 5: Разработка эффективных систем контроля Одна из самых больших возможностей для повышения энергоэффективности ХОКВТН связана с управлением. Многие старые системы имеют очень плохие системы управления, которые не оптимизируют управление для обеспечения максимальной энергоэффективности. Хорошая возможность связана с использованием частотно-регулируемых приводов (ЧРП или инверторов). Их можно использовать для повышения производительности компрессоров и вспомогательных компонентов, таких как насосы и вентиляторы, при частичной нагрузке, что позволяет добиться отличной экономии. **Пример эффективности 5а иллюстрирует, как можно уменьшить подъем температуры за счет отказа от ненужного контроля температуры конденсации в системе ХОКВТН.**

ПРИМЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ 5А: ИЗБЕГАЙТЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ НАПОРА

Многие холодильные установки оснащены системой контроля давления напора (СКН). Система НРС может быть очень расточительной, если она настроена на неправильный уровень давления. Для достижения максимальной эффективности установка должна управляться таким образом, чтобы в прохладную погоду температура конденсации опускалась до минимально возможного уровня. Неправильная настройка НРС препятствует этому. Годовая экономия может составлять более 25 %. В некоторых случаях эта экономия достигается без капитальных вложений за счет простой регулировки настроек НРС. Иногда требуются небольшие дополнительные инвестиции, например, для использования электронного расширительного клапана вместо термостатического.

Влияние выбора хладагента:

Выбор хладагента не оказывает прямого влияния на этот пример эффективности. Такая же экономия достигается при использовании любого хладагента. Если планируется использовать электронный расширительный клапан, важно убедиться, что производитель оптимизировал конструкцию клапана для выбранного хладагента.

Во многих ситуациях более эффективное управление обеспечивает значительную экономию энергии при небольших инвестиционных затратах. На многих предприятиях используются фиксированные настройки управления, подходящие для наихудших ожидаемых условий эксплуатации. Например, оттаивание испарителей в больших холодильных камерах осуществляется с помощью таймеров, настроенных на одну и ту же частоту оттаивания в течение всего года. Однако в летнее время скорость нарастания инея может быть в 4 раза выше, чем зимой. Поскольку каждый цикл оттаивания потребляет энергию, имеет смысл установить систему управления, которая снижает частоту оттаивания вне летнего пика. **Пример эффективности 5b иллюстрирует, как много энергии может быть потрачено впустую в системах ХОКВТН, работающих с частичной нагрузкой.**

ПРИМЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ 5В: ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЧАСТИЧНОЙ ЗАГРУЗКОЙ

Системы охлаждения ManWater часто очень неэффективны при работе с частичной нагрузкой. Если система состоит, скажем, из 3 чиллеров, проектировщику необходимо продумать, как изменить работу чиллеров в условиях частичной нагрузки. Если водопроводные сети спроектированы неправильно, может быть сложно эффективно управлять чиллерами. Например, в плохо спроектированной установке, работающей при 30 %-ной нагрузке, может потребоваться использовать все 3 чиллера, каждый из которых будет работать при 30 %-ной нагрузке. Это может быть очень неэффективно и потребовать **вдвое** больше энергии, чем один чиллер, работающий с полной нагрузкой.

Влияние выбора хладагента:

Выбор хладагента не оказывает прямого влияния на этот пример эффективности. Такая же экономия достигается при использовании любого хладагента.

Примеры энергоэффективности – существующее оборудование ХОКВТН

Срок службы большинства оборудования ХОКВТН составляет от 10 до 20 лет. Для крупных водоохладителей и промышленных холодильных систем срок эксплуатации может превышать 30 лет. Важно, чтобы были предприняты усилия по повышению эффективности большого количества существующего оборудования ХОКВТН. Каждый из факторов эффективности, продемонстрированных на примерах в разделе 3, может быть применен к существующим системам, хотя возможности, связанные с проектированием, часто более дорогостоящи для реализации в существующих системах, чем в новых. Некоторые примеры, которые являются экономически эффективными для существующего оборудования, включают:

- **Пример эффективности 1, двери на торговых витринах: установка дверей на существующие торговые витрины экономически выгодна.**
- **Пример эффективности 5а, исключаящий регулирование напора: это можно сделать с помощью существующего оборудования ХОКВТН.**
- **Пример эффективности 5b: исключение работы с частичной нагрузкой: стратегия управления существующей установкой может быть улучшена.**

Экономическая эффективность конструктивных усовершенствований оборудования ХОКВТН зависит от размера оборудования. Возможно, не стоит рассматривать конструктивные усовершенствования для небольшого оборудования массового производства, но стоит учитывать все шесть факторов эффективности для крупных систем, включая повышение

энергоэффективности за счет конструктивных изменений в зданиях (например, улучшение изоляции).

Фактор эффективности 6: Проверка работоспособности и устранение любых неисправностей существующих систем ХОКВТН

Этот коэффициент эффективности - единственный, который относится именно к существующему оборудованию. Многие системы ХОКВТН работают годами, а проблемы, связанные с управлением или техническим обслуживанием, остаются незамеченными. Необходимо регулярно измерять производительность. Если энергопотребление растет, возможно, это проблема технического обслуживания, которую можно быстро устранить. Обычно экономия от 10 до 20 % достигается за счет мониторинга производительности существующей системы и устранения всех выявленных неисправностей. Многие конечные пользователи имеют относительно слабое представление о том, как диагностировать неисправности холодильных систем, приводящие к снижению энергопотребления, поэтому их необходимо поощрять к мониторингу производительности и помогать выявлять причины низкой эффективности.

Выявить неисправности, связанные с растратой энергии, можно только в том случае, если соответствующие параметры регулярно измеряются и сравниваются со значениями, которые можно было бы ожидать, если бы установка работала с полной эффективностью. Основные параметры, которые необходимо измерять, включают:

- Потребление электроэнергии в кВт/ч компрессорами и крупным вспомогательным оборудованием. Давление испарения и конденсации.
- Различные температуры (например, температура охлаждаемого продукта и температура окружающей среды)

Еще одна возможность обеспечить надлежащие условия эксплуатации больших систем - установить оборудование для обнаружения утечек, которое постоянно контролирует пространство на предмет утечки хладагента. Это оборудование позволяет владельцам оборудования быстрее выявлять утечки, что сокращает как утечку хладагента, так и потребление энергии.

ПРИМЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ 6А: УДАЛЕНИЕ ВОЗДУХА ИЗ КОНДЕНСАТОРОВ

В некоторых низкотемпературных холодильных системах (например, для замораживания продуктов на пищевых предприятиях) обычно внутри конденсатора скапливается воздух. Без контроля это может остаться незамеченным и продолжаться в течение нескольких месяцев или лет. Регулярный мониторинг давления конденсации позволит определить, когда возникает эта проблема. Ее можно устранить с помощью простых действий по техническому обслуживанию. Если проблему не решить, воздух внутри конденсатора может быстро привести к увеличению энергопотребления установки на 10-20 %.

Влияние выбора хладагента:

Выбор хладагента не имеет прямого влияния на этот пример эффективности. Такая же экономия достигается при использовании любого хладагента.

Для эффективной диагностики неисправностей важно иметь данные о соотношении температуры и давления используемого хладагента. Если используется новый хладагент, важно использовать соответствующие данные.

ПРИМЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ 6В: МИНИМИЗАЦИЯ УТЕЧКИ ХЛАДАГЕНТА

Если из системы ХОКВТН происходит утечка хладагента, это приводит к снижению энергоэффективности. Уровень потери эффективности становится тем выше, чем больше доля утечки хладагента. Если производительность системы ХОКВТН не контролируется, снижение эффективности не будет замечено до тех пор, пока утечка не станет настолько серьезной, что установка не сможет работать, что, возможно, приведет к последующим потерям (например, может быть потерян продукт, хранящийся на складе замороженных продуктов).

При хорошем режиме измерения производительности, таком как мониторинг энергопотребления или использование оборудования для обнаружения утечек, утечка будет обнаружена гораздо раньше. Благодаря своевременному устранению утечки и дозаправке хладагентом будет потрачено меньше энергии, а поломки установки можно будет полностью избежать.

Влияние выбора хладагента:

Выбор хладагента не имеет прямого влияния на этот пример эффективности. Однако важно, чтобы для заправки установки после устранения утечки использовался правильный хладагент, поскольку эффективность снизится, а использование неправильного хладагента в существующей системе чревато риском для безопасности. В частности, важно не использовать легковоспламеняющийся хладагент в установке, которая была разработана для невоспламеняющегося хладагента.

Означает ли повышение эффективности более высокие капитальные затраты?

Повышение эффективности оборудования ХОКВТН означает снижение эксплуатационных расходов, поскольку требуется меньше энергии. Часто требуются дополнительные инвестиции для приобретения более качественных компонентов или более сложной системы управления. Несмотря на возможную потребность в дополнительных инвестициях, большинство проектов по повышению эффективности охлаждения имеют очень хорошую финансовую отдачу от дополнительных инвестиций. Многие повышения эффективности достигаются с периодом окупаемости от 1 до 3 лет. Однако существует множество примеров, когда повышение эффективности достигается при равных или даже меньших капитальных затратах.

Пример, иллюстрирующий огромный потенциал повышения эффективности без дополнительных капитальных затрат, приведен на рисунке 2.3. Здесь показаны выбросы CO₂ в течение всего срока службы типичного бытового холодильника в странах с развитой экономикой. В 2015 году выбросы парниковых газов холодильника, отвечающего лучшим мировым стандартам, были в **девять раз ниже**, чем у типичного холодильника 1980-х годов, продаваемого в развитых странах (не входящих в статью 5). Некоторое сокращение произошло благодаря отказу от использования фреона в качестве хладагента и пенообразователя (эти фреоны имели очень высокий ГПП). Повышение энергоэффективности также вносит существенный вклад - передовой прибор 2015 года потребляет в **пять раз меньше** энергии, чем модель 1980-х годов. Важно отметить, что рынок бытовых холодильников является высококонкурентным по стоимости и выигрывает от огромной экономии на масштабе за счет массового производства. Стоимость высокоэффективного холодильника 2015 года в реальном выражении не выше, чем у модели 1980-х годов.

Данные по США свидетельствуют о повышении энергоэффективности на 75 % за 40 лет, в то время как капитальные затраты на покупку холодильника снизились в реальном выражении на 50 %.

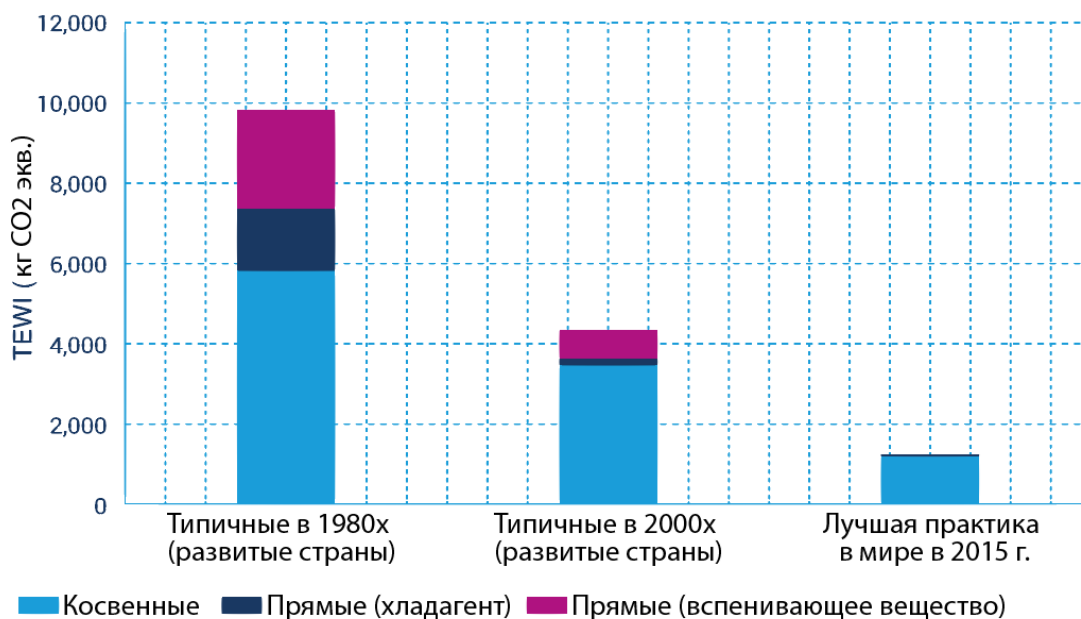


Рисунок 1.3: Сокращение выбросов парниковых газов от бытовых холодильников

Заклучение

Существует широкий спектр технических мер, которые могут быть приняты для повышения энергоэффективности оборудования ХОКВТН. Использование поэтапного комплексного подхода может помочь обеспечить максимальную эффективность при проектировании или приобретении нового оборудования и при эксплуатации существующего. Эти шаги включают в себя:

- i. Минимизация нагрузки на систему охлаждения.
- ii. Минимизация подъема температуры.
- iii. Учет переменных условий эксплуатации.
- iv. Выбор наиболее эффективного холодильного цикла и компонентов.
- v. Разработка эффективных систем контроля.
- vi. Проверка работоспособности и устранение неисправностей существующих систем ХОКВТН.

Используемый хладагент следует рассматривать как один из многих компонентов системы. Его следует выбирать с особой тщательностью, однако следует признать, что выбор хладагента оказывает лишь относительно небольшое влияние на эффективность. Другие вопросы проектирования, перечисленные выше, оказывают гораздо большее влияние на эффективность, чем выбор хладагента.

Глава3. Обеспечение эффективного охлаждения, кондиционирования воздуха и тепловых насосов: политика, финансирование и инвестиции

Политические меры по повышению энергоэффективности систем ХОКВТН

На пути к целостной стратегии повышения эффективности ХОКВТН, прежде чем рассматривать конкретные меры политики, стоит рассмотреть конечную цель разработки политики эффективности ХОКВТН. Для большинства правительств эта цель, скорее всего, будет заключаться в удовлетворении законных потребностей потребителей в тепловом комфорте, безопасных продуктах питания и лекарствах при минимальном потреблении энергии и минимальных выбросах парниковых газов, а также затратах. Преобразование этой цели в конкретные задачи или результаты - и разработка последовательной политики их достижения в контексте более широкой энергетической и экологической политики - может выиграть от целостной стратегии. Важно также отметить, что некоторые правительства могут выбрать совместную работу для определения и реализации наиболее эффективных политических мер.

Стратегия политики, связанной с ХОКВТН, принятая любым правительством, будет наиболее эффективной, если она будет совместима и интегрирована в энергетическую и экологическую политику в целом, и в частности в политику, касающуюся зданий и, в некоторых случаях, транспорта. В противном случае это может привести к несоответствиям, неэффективности и противоречиям. Например, энергетическая маркировка оборудования для кондиционирования воздуха будет гораздо менее эффективной для стимулирования людей к приобретению высокоэффективных систем, если цены на электроэнергию будут в значительной степени субсидироваться, а экономия на счетах за электроэнергию не будет достаточно большой, чтобы оправдать покупку более эффективного оборудования. Учет различных национальных условий может способствовать разработке последовательной и эффективной политики повышения эффективности ХОКВТН - текущее состояние рынка, перспективы развития холодильной отрасли, спрос на охлаждение и энергопотребление, экономические факторы, социальные и культурные соображения и национальные традиции, связанные с разработкой политики. Эффективная политика часто начинается с привлечения заинтересованных сторон путем проведения общественных консультаций по разработке долгосрочного видения и стратегии, направленных на достижение целей политики.

Конкретные политические меры. Основная формула эффективной политики в области энергоэффективных ХОКВТН, как правило, включает в себя сочетание трех основных "ингредиентов":

- i. Нормативные акты, такие как минимальные стандарты энергоэффективности (MEPS), которые убирают с рынка оборудование и системы с наихудшими характеристиками;
- ii. информация, такая как этикетки, базы данных, инструменты и учебные курсы для широкого круга участников рынка, включая производителей и конечных пользователей (потребителей);
и
- iii. стимулы, такие как субсидии или налоговые скидки, для увеличения потребления высокоэффективных продуктов.

Такая комбинация мер обычно используется для продвижения ряда эффективных технологий, например, бытовой техники.

Меры, направленные на небольшое оборудование массового производства. Например, во многих странах, включая Китай, Индию, ЕС, США и Австралию, хорошо разработаны нормативные акты, регулирующие MEPS. Их можно легко повторить в странах, где нет таких стандартов, и есть возможность сделать их более строгими в большинстве стран с незначительным или незаметным влиянием на закупочную цену. Для небольшого оборудования ХОКВТН - это самая важная мера по повышению энергоэффективности.

Предоставление информации участникам рынка является ключевым фактором, позволяющим принимать экономически обоснованные решения, особенно если повышение эффективности связано с предварительными затратами. Обязательная сравнительная энергетическая маркировка, призванная предоставить покупателям информацию об эффективности продуктов, представленных на рынке, также полезна для политиков, чтобы лучше понять рынок для будущего регулирования. Одобрительные маркировки, такие как ENERGY STAR, которые просто привлекают внимание к наиболее эффективным продуктам, могут быть очень эффективными в некоторых ситуациях, поскольку они облегчают потребителям покупку более эффективных продуктов. Они также очень полезны в качестве основы для программ "зеленых" закупок и стимулов.

Стимулы могут быть полезны для того, чтобы убедить рынок приобрести более эффективное оборудование или системы. Они могут включать субсидии, скидки и налоговые льготы. Например, расширенные капитальные льготы в Великобритании позволяют компаниям компенсировать инвестиционные затраты на повышение эффективности за счет полученной прибыли. Другие примеры финансовых стимулов включают:

- [схемы оптовых закупок, которые снижают стоимость новых технологий за счет эффекта масштаба для поставщиков оборудования и тем самым снижают затраты для конечных пользователей;](#)
- [схемы коммунальных обязательств, которые стимулируют электроэнергетические компании субсидировать высокоэффективные продукты ХОКВТН на основе прогнозируемой экономии от снижения потребности в строительстве новых генерирующих мощностей; и](#)
- [инициативы по поддержке проектирования, которые побуждают конечных пользователей и разработчиков оборудования должным образом изучить все возможности энергоэффективности до принятия инвестиционного решения.](#)

Хотя стимулы могут оказывать влияние на государственный бюджет, их можно использовать стратегически и совместно с нормами и маркировкой, например, для развития высокоэффективного сегмента рынка, что, в свою очередь, позволит в будущем внедрить более строгие нормы MEPS. На рисунке 3.1 показано, как регулирование, маркировка и стимулы совместно работают над преобразованием рынка.



Рисунок 3.1: Политика трансформации рынка для повышения эффективности оборудования ХОКВТН

Для достижения наибольшей эффективности вмешательства и политические меры, ориентированные на конкретные показатели, могут быть дополнены более широкой политикой на национальном уровне, охватывающей строительные энергетические кодексы и стандарты (нормативные акты), налоговую политику (стимулы), маркировку энергопотребления оборудования и программы по наращиванию потенциала (информация). В то же время поддержка национальными правительствами политики в области энергоэффективности на местном уровне, где часто принимаются и реализуются инвестиционные решения, может в значительной степени способствовать преобразованию рынка. Поэтому эффективный набор мер политики может также включать в себя местную политику, планирование и обеспечение соблюдения энергетических норм и правил (нормативные акты), целевые финансовые стимулы для зданий, оборудования, пилотных и демонстрационных проектов. В идеале политические меры должны также учитывать потребности государственной системы в потенциале для разработки, реализации, обеспечения соблюдения политики и развития сектора.

Для небольшого оборудования массового производства (например, бытовых холодильников или комнатных кондиционеров) хорошо подходит сочетание информационных инициатив (например, схемы энергетической маркировки) и мер регулирования (например, MEPS), которые могут быть оправданы с точки зрения вклада в достижение национальных целей в области энергосбережения или климата, а также многочисленных получаемых выгод.

Меры, направленные на более крупное оборудование и системы

Для других частей рынка ХОКВТН могут потребоваться другие виды вмешательства, в частности, для систем кондиционирования воздуха в больших зданиях, а также для систем

розничной торговли и промышленного охлаждения. Описанный выше подход может оказаться менее подходящим для этих систем по двум основным причинам:

- i. требования к тестированию и производительности трудно стандартизировать, воспроизвести и масштабировать в ряде относительно нестандартных или изготовленных на заказ систем; и
- ii. тестирование оборудования может быть гораздо более дорогостоящим, что делает мониторинг соответствия и отчетность более дорогостоящими.

В таких случаях повышение эффективности в крупных системах обычно сочетает в себе различные мероприятия в рамках всей цепочки поставок и может включать в себя:

- подготовка проектировщиков зданий и промышленных процессов; подготовка строителей и монтажников оборудования;
- схемы аккредитации строителей, монтажников и установок; регулярная отчетность о потреблении энергии и выбросах углерода;
- обязательные энергетические аудиты;
- использование систем энергетического менеджмента (EMS), таких как ISO50001, с налоговыми льготами, связанными с внедрением таких систем; и
- особые требования, связанные с постоянным и регулярным обслуживанием систем ХОКВТН для обеспечения оптимальной эффективности работы оборудования, обнаружения любых утечек и т.д.

Следует отметить, что ряд стран имеет положительный опыт использования систем энергетического менеджмента (EMS), таких как ISO50001, для повышения эффективности компаний, особенно в энергоемких отраслях, которые в значительной степени зависят от охлаждения (например, химическая промышленность, производство продуктов питания и напитков).

Поддерживающие или дополнительные меры политики

Помимо принятия политических мер по преодолению рыночных барьеров, правительства могут предпринять и другие дополнительные действия, в том числе:

- Сообщения, направленные на повышение осведомленности о целях, которые были приняты для достижения целей общества и/или устойчивого развития, таких как Национальные целевые взносы (NDC) в рамках Парижского соглашения по климату,
- Сообщения для повышения осведомленности о конкретных задачах в области энергоэффективности или Целях устойчивого развития (ЦУР), с информацией о том, как это сделать. Целевые показатели воздействия на отрасли ХОКВТН, чтобы обеспечить определенность для различных участников и повысить вероятность долгосрочных инвестиций в сектор;
- Информирование потребителей о многочисленных преимуществах повышения эффективности ХОКВТН;
- Устранение "порочных" субсидий, в частности на ископаемое топливо, которые снижают ценность инвестиционных решений по повышению эффективности за счет искусственного снижения цен на энергию;
- Мониторинг рынков ХОКВТН для обеспечения достижения долгосрочных целей;
- Проведение мероприятий по соблюдению нормативных требований для обеспечения их выполнения и создания справедливой, равной игровой среды; и

- Проведение оценки политических мер для обеспечения их эффективности и постоянного совершенствования.

Роль государства в повышении энергоэффективности систем ХОКВТН

Помимо политических мер, быстрому развитию и внедрению энергоэффективных и низкоуглеродных технологий в строительном секторе будет способствовать активная государственная поддержка исследований, разработок и демонстраций, связанных с ХОКВТН, учитывая относительное отсутствие активности частного сектора. Технологии повышения эффективности использования энергии в зданиях развивались совершенно разными темпами. Освещение, особенно светодиоды и КФЛ, характеризуется огромным устойчивым ростом числа патентов, поданных с начала 1990-х годов, который еще более ускорился в последнее десятилетие. В отличие от этого, технологии улучшения теплоизоляции зданий практически не изменились.

Ниже перечислены некоторые возможности для эффективного проведения общественных исследований и разработок, связанных с ХОКВТН.

- шаг в распространении эффективных технологий охлаждения - например, средние бытовые кондиционеры, используемые сегодня, работают с сезонной производительностью охлаждения менее 6, в то время как на рынке уже представлено оборудование с рейтингом 10 и выше;
- существенное улучшение характеристик других технологий ХОКВТН, таких как тепловые насосы, включая более высокую скорость реагирования (время, необходимое для реагирования мощности отопления на изменение температуры) и улучшенный контроль влажности для снижения общей потребности в охлаждении, особенно в жарком и влажном климате;
- снижение стоимости высокоэффективных компонентов оболочки здания, таких как улучшенная изоляция, динамическое затенение и высокоизолированные окна;
- меры по энергореконструкции всего здания с улучшением энергоемкости на 30%-50% или более и с целью достижения отрицательной стоимости жизненного цикла (положительная экономическая отдача по сравнению с инвестициями при учете экономии энергии); и
- снижение стоимости технологии солнечного теплового охлаждения зданий на 40% и более, включая значительное сокращение расходов на установку и обслуживание.

Потенциальные экономические и экологические выгоды от технологических достижений в области проектирования и эксплуатации ХОКВТН могут оправдать значительное увеличение расходов на государственные меры.

Финансирование энергоэффективности ХОКВТН

Повышение энергоэффективности обычно требует предварительных инвестиционных затрат, а выгоды от него окупаются в будущем. В настоящее время многие инвестиции в энергоэффективность финансируются самостоятельно за счет сбережений, доходов или налоговых поступлений; например, домохозяйства могут использовать сбережения, доходы, кредиты или (ре)ипотеку. В отчете МЭА говорится о том, что до 60% всех мер по повышению энергоэффективности финансируются за счет собственных средств. Помимо самофинансирования, в настоящее время существует также широкий спектр финансовых инструментов, призванных решить проблему предварительных затрат на инвестиции в энергоэффективность, например:

- **Выделенные кредитные линии**, или льготные кредиты, когда государственное финансирование снижает стоимость мер по повышению энергоэффективности и включает льготные условия, например, сроки погашения.
- **Энергосервисный контракт, заключаемый** с помощью ЭСКО (энергосервисных компаний), для сокращения счетов за электроэнергию для бенефициара. ЭСКО может установить более эффективное оборудование или использовать менее дорогие источники топлива.
- **Контракты на энергоэффективность (ЕРС)**, когда ЭСКО обеспечивает повышение энергоэффективности, а бенефициар меры платит в соответствии с согласованными в контракте улучшениями эффективности или экономии энергии.
- **Лизинг**, когда бенефициар получает в пользование эффективное оборудование или установки на условиях аренды.

Эти механизмы обычно получают начальное финансирование из государственных источников, таких как национальные казначейства, или из международных источников финансирования, таких как многосторонние банки развития и некоторые двусторонние агентства развития. Долгосрочная цель состоит в том, чтобы они стали коммерчески жизнеспособными и рынок предлагал их в качестве услуг без какого-либо государственного финансирования.

Роль государства сводится к поддержанию благоприятной среды, позволяющей рынку функционировать. Появляется все больше новых финансовых продуктов и бизнес-моделей, которые направлены на преодоление больших первоначальных затрат на модернизацию и приобретение новых систем, а также на периодическое обслуживание. В качестве примеров можно привести:

- **Энергосервисные соглашения (ЭСУ)**. Эти контракты на оказание услуг с оплатой за результат заключаются между сторонним инвестором и владельцем активов и направлены на обеспечение энергосбережения в качестве услуги. ЕСА является продолжением моделей совместной экономии или аналогичных моделей, предоставляемых через ЕРС, но соглашение является более простым, поскольку плата за услуги не связана с экономией энергии, которая может меняться с течением времени и часто требует определенной формы мониторинга и проверки.
- **Инвестиционные фонды энергоэффективности**, которые стремятся инвестировать в проекты энергоэффективности, часто нацеленные на получение постоянной экономии эксплуатационных расходов и сокращение выбросов углерода. Их средства обычно поступают от социально ответственных инвесторов и государственных финансовых учреждений.
- **Финансирование и погашение по счетам**, когда поставщик энергии оплачивает первоначальные инвестиции, которые погашаются за счет энергии бенефициара (или другой) счет.
- **Налоговое финансирование**, при котором первоначальные инвестиции погашаются за счет налоговых поступлений бенефициара.

Финансирование по счетам и по налогам привлекательно как средство сбора будущих платежей и хорошо отлажено (например, счета за электроэнергию и местные налоговые платежи). Опираясь на предыдущую структуру сбора платежей, можно создать кредитную историю и снизить вероятность невыполнения обязательств. Повышенный уровень уверенности в погашении долга также должен означать более низкий процент погашения.

Более широкие (не связанные с оборудованием) аспекты энергоэффективности

Альтернативные подходы к снижению энергопотребления могут дополнить усилия по повышению энергоэффективности оборудования ХОКВТН. Вот три примера:

- Комплексное планирование и методы проектирования, такие как централизованное охлаждение. Централизованное охлаждение имеет потенциал для снижения спроса на электроэнергию от кондиционеров в периоды пиковой нагрузки, помогая избежать дорогостоящей модернизации систем передачи, увеличения электрических мощностей и децентрализованных резервных генераторов в случае некоторых развивающихся стран для борьбы с длительными отключениями.
- Устойчивый переход к энергетике через политику зданий, стимулирующую планирование и вознаграждение за энергоэффективность на уровне района, а не только отдельных зданий. Сочетание эффективности на уровне районов и зданий помогает городам по всему миру реализовать экономически эффективную декарбонизацию спроса на отопление и охлаждение в зданиях за счет
 - Обеспечение масштаба для интеграции крупномасштабных возобновляемых источников энергии и отработанного тепла и
 - оптимизация энергоэффективности в нескольких зданиях.
- Более широкий подход, позволяющий сократить или полностью исключить потребность в охлаждении помещений и холодильных услугах. Например, для снижения или устранения потребности в охлаждении центров обработки данных можно использовать два различных подхода. Во-первых, центры обработки данных должны располагаться в прохладных географических районах - тогда можно будет использовать "бесплатное" охлаждение. В качестве альтернативы можно спроектировать компьютеры так, чтобы они работали при постоянной, но гораздо более высокой температуре воздуха. Например, 30°C вместо 20°C - тогда естественное охлаждение можно использовать даже в относительно теплом климате.

Заключение

Достижение большей эффективности оборудования ХОКВТН может быть значительно облегчено благодаря вмешательству политики. Учитывая характер рынка и количество существующих барьеров, маловероятно, что рынок трансформируется сам по себе.

К счастью, в распоряжении политиков, желающих добиться таких преобразований, имеется целый ряд инструментов. Регулирование, информация и стимулы являются наиболее распространенными инструментами, используемыми директивными органами, с важным различием между тем, как они применяются к двум основным типам оборудования ХОКВТН (малому и большому). Кроме того, политические меры по борьбе с ростом спроса на охлаждение могут быть более эффективными, если они разрабатываются комплексно, в сочетании с другими видами энергетической политики и с учетом конкретных национальных, региональных и местных условий.

Финансирование повышения эффективности является сложной задачей. Разработчики политики, возможно, захотят рассмотреть существующие финансовые инструменты, а также инновации в способах финансирования повышения эффективности. Наконец, очень важную роль могут сыграть НИОКР. Современный прогресс в области технологий ХОКВТН, вероятно, будет иметь решающее значение в мире, который становится все более урбанизированным и климатически ограниченным.