

## **С) Сравнение воздействия холодильных систем на климат за весь срок службы**

Целью проекта является разработка стандартизированного метода расчета сравнительного воздействия холодильных и климатических систем на климат с учетом типа хладагента, объема утечек и условий эксплуатации системы.

Анализ литературы и преобладающих тенденций в мировом секторе отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК) показывает, что наиболее распространенным методом анализа воздействия новых стационарных систем на климат на этапе проектирования является оценка ОКЭП. При помощи этого параметра эксплуатирующие компании, разработчики и производители могут сравнить воздействие на окружающую среду, которое оказывают виды оборудования, предназначенные для различных нужд.

ОКЭП — это измерение вклада оборудования в глобальное потепление, который вычисляется на основе общего объема парниковых газов, выпущенных в атмосферу за все время службы оборудования и при уничтожении рабочих жидкостей по истечении срока эксплуатации. При оценке ОКЭП учитываются как прямые неконтролируемые выбросы, так и непрямые выбросы, связанные с потреблением энергии во время эксплуатации оборудования. ОКЭП выражается в единицах массы — кг в эквиваленте CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>-экв).

ОКЭП вычисляется как сумма следующих показателей:

1. Объем хладагента, выпущенного в атмосферу за время эксплуатации оборудования, включая неутрализованные утечки во время окончательного уничтожения; и
2. Объем выбросов CO<sub>2</sub>, образующихся при сжигании ископаемого топлива для производства энергии, которая необходима для эксплуатации оборудования в течение всего срока его службы.

Для полноты анализа в показатель потенциала воздействия на климат на протяжении срока службы (LCCP) оборудования включают ПГП не прямых выбросов (образующихся при потреблении энергии при производстве и перевозке химических веществ, а также при производстве, сборке деталей и утилизации оборудования с истекшим сроком эксплуатации) и ПГП прямых выбросов (собственно хладагента, продуктов взаимодействия с атмосферой, утечек во время производства и выбросов в течение всего срока службы оборудования).

LCCP охватывает несколько особых параметров, не включаемых в ОКЭП, а именно: объем прямых неконтролируемых выбросов в процессе производства оборудования и хладагентов, а также выбросов парниковых газов, связанных с потреблением энергии в процессе производства и эксплуатации оборудования.

Например, на неконтролируемые выбросы и потребление энергии в процессе производства хладагентов R134a и R404A, как правило, приходится около 1 % ПГП, что существенно меньше погрешности при вычислении LCCP стационарного оборудования.

В силу требования контролировать выбросы парниковых газов, установленного Киотским протоколом, необходим постоянный тщательный расчет и оценка видов деятельности, условием ведения которых является энергопотребление. Многие из них могут сопровождаться выбросом не одного, а нескольких парниковых газов. ОКЭП предназначен для вычисления общего объема выбросов парниковых газов конкретных видов оборудования, в данном случае холодильного и климатического. Следует отметить, что наибольший вклад стационарного холодильного и климатического оборудования в глобальное потепление обеспечивается в процессе производства электроэнергии для питания этого оборудования.

Однако вычисление ОКЭП зависит от большого числа допущений относительно производительности оборудования и требует учета типовых решений, свойств хладагента и КПД производства электроэнергии.

У этих значений высокий уровень неопределенности. В частности, значения ПГП хладагентов определяются с достаточно большой погрешностью. В связи с этим следует помнить, что небольшие различия в оценке ОКЭП могут не представлять значения.

Сюда же входят рекомендации по проведению анализа чувствительности (то есть верхнего и нижнего порога) и обеспечению достоверности сравнения, которые следует учитывать для максимально эффективного использования оценки ОКЭП. Следует подчеркнуть, что действительное значение представляет сравнение ОКЭП систем с одинаковым назначением и функциями. Мало смысла в сравнении, например, значений ОКЭП бытового холодильника и прилавка-витрины в супермаркете.

### Действующие системы

ОКЭП действующей холодильной системы можно определить на основании данных о фактическом потреблении хладагента и энергии (как правило, в течение года). Однако целью настоящего проекта является использование эмпирических данных о действующих системах для создания модели применения оценки ОКЭП на этапе проектирования, что поможет выбрать оптимальный вариант и инвестировать в технологии с низким уровнем выбросов.

### Допущения

Коэффициенты пересчета, представленные в настоящем докладе для различных отраслей, отражают современные технологии и передовые промышленные методы, используемые в новых стационарных установках. Коэффициенты могут изменяться и при необходимости обновляться.

Основной метод вычисления ОКЭП очевиден и прост в применении. Примеры простых и сложных парокомпрессионных холодильных установок, используемых в автономных прилавках-витринах и системах охлаждения супермаркетов, приводятся в Приложении Б.

Более подробные модели этих примеров будут представлены в табличном формате, что позволит пользователям проводить дальнейший анализ. Приведенные принципы могут применяться по отношению к другим типам оборудования, в том числе к установкам кондиционирования воздуха, охлаждения по ходу технологического процесса и в холодильных складах.

### Метод вычисления

Данный метод предназначен для вычисления ОКЭП новых стационарных парокомпрессионных холодильных и климатических систем, электроснабжение которых осуществляется через электросеть.

Ниже представлен метод вычисления ОКЭП:

$$\begin{aligned} \text{ОКЭП} &= \text{ПГП прямых выбросов (утечек хладагента, в том числе из} \\ &\text{оборудования с истекшим сроком эксплуатации)} + \text{ПГП непрямых} \\ &\text{выбросов (во время эксплуатации)} \\ &= (\text{ПГП} \times m \times L_{\text{год}} \times n) + (\text{ПГП} \times m \times (1 - \alpha_{\text{извл}})) + (E_{\text{год}} \times \beta \times n) \end{aligned}$$

Где:

ПГП	= потенциал глобального потепления хладагента в эквиваленте CO <sub>2</sub> (ПГП CO <sub>2</sub> = 1)
L <sub>год</sub>	= объем утечек в год (кг)
n	= срок эксплуатации системы (годы)
m	= количество хладагента в системе (кг)

$\alpha_{\text{извл}}$	= коэффициент извлечения/переработки (0–1)
$E_{\text{год}}$	= годовое энергопотребление (кВт·ч в год)
$\beta$	= объем не прямых выбросов (кг CO <sub>2</sub> на 1 кВт·ч)

Формула вычисления ОКЭП приведена, в частности, в стандарте EN 378-1:2008 «Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Приложение Б». Если изоляция (например, прилавков-витрин) или другие компоненты холодильной или отопительной системы могут быть источником парниковых газов, ПГП этих газов должен быть включен в приведенную выше формулу.

Данный метод предназначен для прогнозной оценки значений ОКЭП новых систем, сравнение которых будет достаточно достоверным даже в случае подготовки разными специалистами. Для вычисления нижнего и верхнего порога значений ОКЭП и определения ожидаемого диапазона рекомендуется проводить анализ чувствительности.

## Данные для расчетов

### Прямые выбросы

Прямые выбросы холодильного и климатического оборудования подразделяются на четыре основных типа:

- постепенные утечки при нормальных условиях эксплуатации;
- критические утечки при нормальных условиях эксплуатации;
- утечки во время обслуживания и текущего ремонта;

утечки по окончании срока службы оборудования.