

Приложение 2

Зависимость энергопотребления холодильного и климатического оборудования от погодных условий

Энергопотребление охлаждаемых или отапливаемых зданий зависит от температуры окружающей среды: чем она ниже, тем больше энергии требуется для создания в здании комфортной температуры при отоплении, а чем выше – тем больше энергии требуется для кондиционирования воздуха. Влияние погодных условий на энергопотребление охлаждения, в том числе технологического, намного сложнее, так как оно в значительной степени зависит от температуры конденсации, на которую прямо или косвенно влияет температура окружающей среды. Например, на энергопотребление автономной коммерческой холодильной установки, размещенной внутри здания (магазина или ресторана) больше влияет температура внутри здания (температура конденсации), чем снаружи. Что касается кондиционирования воздуха, сезонное изменение энергопотребления в этом случае зависит только от сезонных изменений температуры в месте расположения оборудования, при условии, что остальные факторы, например, нагрузка и расход, остаются постоянными.

Ситуация еще более усложняется из-за особенностей отопления и охлаждения большинства общественных и коммерческих помещений. Установлено, что, как правило, температура в кондиционируемых помещениях летом при высокой наружной температуре ниже, чем зимой при холодной погоде. Таким образом, зимой выше энергопотребление автономной коммерческой холодильной установки, а летом – энергопотребление системы кондиционирования воздуха в месте расположения оборудования.

Для исключения из расчетов изменений наружной температуры и более точного сравнения энергопотребления различных систем данные корректируются или нормируются с учетом погодных условий. С другой стороны, для создания модели энергопотребления систем в течение срока эксплуатации или за год могут использоваться данные об изменении погодных условий за длительный период времени. Такая модель будет более точной, чем основанная на стационарной операционной модели. Такой анализ также позволяет проектировать системы с требуемой холодопроизводительностью в зависимости от многих условий эксплуатации, в том числе температуры загрузки и окружающей среды. При создании пространственных моделей отопления и кондиционирования этот анализ используется для определения влияния изменений энергопотребления здания и сравнения энергопотребления различных зданий.

Градусо-сутки и метеорологические данные за длительный период времени

Градусо-сутки являются, по существу, упрощенным представлением метеорологических данных за длительный период времени, в частности, данных о температуре окружающей среды. Они разделяются на два основных типа: градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) и градусо-сутки периода охлаждения (ГСПО), которые могут выражаться в градусах Цельсия или Фаренгейта. Временная шкала может использоваться любая, но обычно данные распределяются по дням, неделям или месяцам.

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП)

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) применяются в расчетах, связанных с отоплением зданий. ГСОП могут использоваться для нормирования энергопотребления зданий с центральным отоплением.

Значения ГСОП включают в себя *базовую температуру* и показывают, насколько (в градусах) и как долго (в днях) наружная температура была ниже базовой. Например, в Великобритании при расчете тепловых градусо-суток наиболее часто используется базовая температура, равная 15,5 °C, в США — 65 °F.

Пример расчета

Если наружная температура была на два градуса ниже базовой в течение двух дней, общее количество градусо-суток за этот период равняется четырем.

$$2 \text{ градуса} \times 2 \text{ дня} = 4 \text{ градусо-суток}$$

В действительности расчет градусо-суток осложняется суточными колебаниями наружной температуры.

Градусо-сутки периода охлаждения (ГСПО)

ГСПО используются в вычислениях, связанных с охлаждением зданий. ГСПО могут использоваться для нормирования энергопотребления зданий с кондиционированием воздуха. Значения ГСПО также включают в себя базовую температуру и показывают, насколько (в градусах) и как долго (в днях) наружная температура была выше базовой.

Градусо-сутки широко используются для контроля и планирования энергопотребления.

Простое нормирование энергопотребления, основанное на учете погодных условий

Наиболее простым способом нормирования энергопотребления является расчет *кВт·ч на 1 градусо-сутки* для каждого потребленного кВт энергии. Для этого число кВт·ч делится на число градусо-суток за период потребления энергии.

Теоретически деление на градусо-сутки нивелирует влияние наружной температуры, таким образом сравнение рассчитанных *кВт·ч на 1 градусо-сутки* может использоваться для определения производительности систем независимо от погодных условий или прогноза изменения производительности в зависимости от изменений погоды.

Линейный регрессионный анализ энергопотребления

Линейный регрессионный анализ используется для контроля и планирования. Самым важным фактором в данном случае является допущение об *определяющем факторе* энергопотребления; таким фактором могут быть нестандартные показатели, применяемые в отрасли, а в случае отопления и охлаждения — градусо-сутки.

Как правило, выбирается *базовая* совокупность данных об энергопотреблении, чаще всего недельные или месячные данные за последние год-два. Каждому показателю энергопотребления должно соответствовать число градусо-суток.

Линия регрессии — это линия, наиболее точно соответствующая точкам на графике разброса. Часто ее называют *линией тренда* или *линией рабочих характеристик*.

После определения формулы линии регрессии на основе градусо-суток рассчитывается *базовое* или *ожидаемое* энергопотребление.

Одиночные электросчетчики часто одновременно показывают энергопотребление, обусловленное погодными условиями, и независимое от них. Например, в здании с электрическим отоплением может быть один электросчетчик, показывающий общее энергопотребление (отопление, освещение, охлаждение, питание оргтехники и т. п.).

При анализе градусо-суток энергопотребление, которое не обуславливается погодными условиями, часто обозначается как энергопотребление *базовой нагрузки*. Как правило, оно складывается из потребления энергии, непосредственно не связанного с отоплением или охлаждением здания. Сюда, например, относятся электрические лампы, компьютерное оборудование и промышленные технологические линии. При проведении расчетов, основанных на градусо-сутках, энергопотребление базовой нагрузки принимается как постоянное в течение всего года.