

Предиктивное управление отоплением

Тарасенко Ю.А.

ООО Сименс

В современных зданиях, оснащённых сложными инженерными системами, потребляющими большое количество тепловой и электрической энергии, энергосбережение стало насущной потребностью. Большая часть тепловой энергии, потребляемая зданием, расходуется на его отопление. Для поддержания необходимых комфортных условий можно затрачивать гораздо меньше энергии, чем это обычно происходит. Поэтому система автоматизации может и должна решать задачу экономии энергии, но не в ущерб комфортным условиям. Обычно в системах отопления снижение энергопотребления достигается, в основном, за счёт регулирования температуры прямого теплоносителя по температурному графику, в зависимости от наружной температуры. Недостатком таких систем является управление без учета информации о динамических характеристиках системы отопления, что из-за инерционности здания приводит к длительным переходным процессам и неизбежному запаздыванию управления по отношению к изменению параметров погодных условий. В этих условиях важной задачей становится внедрение системы упреждающего управления процессом подачи тепла на отопление здания с целью повышения эффективности существующих способов управления. Для этого используются инновационные методы энергосбережения, достигаемые специальными программными функциями.

Стандартное приложение "Predictive Heating Control" (Предиктивное управление отоплением) под индексом {HGr20} в библиотеке стандартных приложений компании Сименс является инновационной запатентованной функцией и осуществляет управление контуром отопления по прогнозу с учётом характеристики здания, погодных условий и температуры воздуха в помещении. Функция выполняет

- прогноз наружной температуры (интегрированный);
- моделируемое предвидение комнатной температуры;
- оптимизацию уставки температуры;
- оптимизацию включения - выключения;
- адаптацию параметров модели, включая самонастраивающийся график отопления.

Благодаря использованию функции предиктивного управления, система реагирует не только на возникшие отклонения от идеального режима, но и на те, которые имеют тенденцию к возникновению. Предиктивное управление является составной частью алгоритма регулирования температуры подачи. Оно включает в себя три отдельные самостоятельные функции: "Регулирование температуры подачи, в зависимости от температуры наружного воздуха", "Ограничитель нагрева" и "Оптимизация включения/выключения" для следующих потребителей тепла:

- радиаторы;
- конвекторы;
- теплые полы;
- тёплые потолки;
- фанкойлы.

Регулирование температуры подачи, в зависимости от температуры наружного воздуха.

Для системы регулирования температуры необходимый выход тепла определенной зоны (северная сторона, южная сторона) здания задаётся в зависимости от температуры наружного воздуха.

Датчик, установленный на наружной стене здания, регистрирует значение температуры наружного воздуха. На основе этого значения рассчитывается необходимое количество подаваемого в помещения тепла. Связь этих параметров описывается так называемой кривой нагрева. Необходимо определить эту кривую нагрева для эффективного использования установок отопления. Потери тепла в отапливаемом помещении возрастают при снижении температуры наружного воздуха. Для поддержания комфортного уровня температуры в помещениях необходимо подавать больше тепла. При неизменном размере радиатора количество подаваемого тепла можно регулировать, изменяя температуру горячей воды в системе отопления (температура подачи).

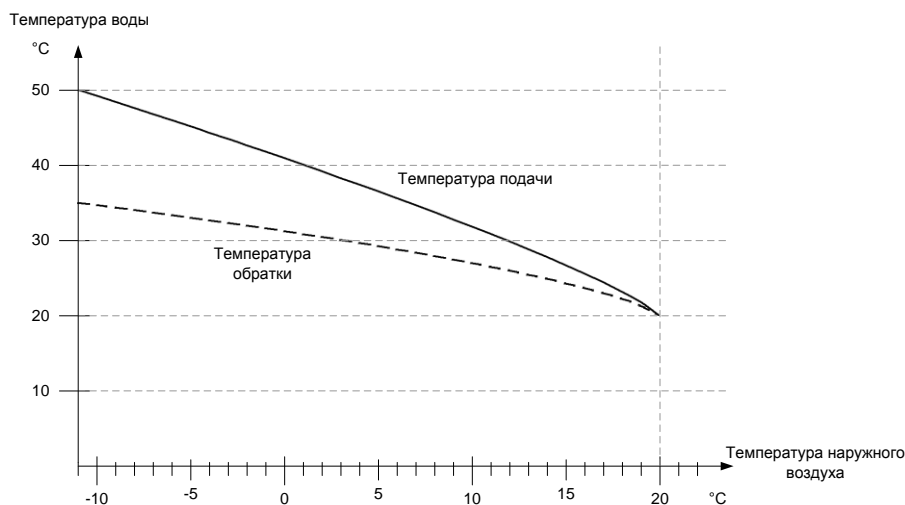


Рис.1 Кривая нагрева

Температура наружного воздуха не всегда указывает на текущую потребность тепла для отопления помещений. Нет необходимости сразу же подавать тепло в помещение с учетом падения температуры наружного воздуха, если здание имеет хорошую теплоизоляцию или достаточные запасы тепла. Для расчета температуры подачи тепла используется откорректированная температура наружного воздуха, учитывающая свойства наружных стен здания (уменьшение влияния изменения температуры наружного воздуха на температуру подачи в системе отопления). Также учитываются внутренние тепловыделения в здании, не учтенные наружным датчиком. Это можно исправить, установив датчик температуры в эталонном помещении, который будет оказывать влияние на температуру подачи. После улучшения теплоизоляции здания снижается требуемая температура подачи. Другими словами, кривую нагрева (снижение) необходимо корректировать на каждом этапе улучшения теплоизоляции.

Ограничитель нагрева

Для ограничителя нагрева устанавливается значение температуры наружного воздуха, выше которой функция нагрева должна отключаться. При этом учитываются величины текущей, эффективной и отфильтрованной температур окружающего воздуха. При определении эффективной температуры наружного воздуха учитываются изоляционные свойства наружных стен здания, а при расчете отфильтрованной температуры наружного воздуха учитывается способность здания сохранять тепло. Для определения параметров сохранения тепла используется постоянная времени здания, которая зависит от теплоёмкости конструкции здания и теплового сопротивления материала конструкции. Она определяет инерционность, которая выравнивает температурные колебания за счёт отложенной потребности в обогреве или охлаждении. Возможность

использования инерционности массы конструкции для экономии на обогреве или охлаждении содержит в себе большой энергосберегающий потенциал. Алгоритмы включения и отключения отопления настраиваются отдельно для дневного и ночного режимов работы. Во избежание непроизвольного переключения, предел переключения имеет зону нечувствительности (например, 1°C). Значения текущей и эффективной температуры наружного воздуха должны преодолеть этот порог для дневного или ночного режимов работы, чтобы запустить систему отопления. Однако подача и распределение тепла прекращается (т.е. выключается насос), если одно из этих значений температуры превышает установленный предел для дневного или ночного режима работы.

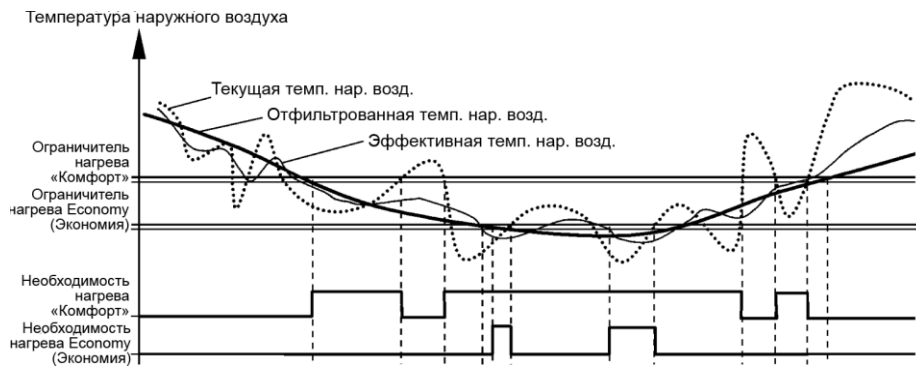


Рис.2 График ограничения нагрева

Оптимизация включения/выключения

Функция оптимизации задает текущий режим работы, связанный с наличием людей (включение и выключение). Для расчета можно задать определенный алгоритм, и он будет рассчитывать оптимальное время включения и выключения с учетом температуры наружного воздуха и температуры в помещении. Время включения системы отопления для определенной зоны здания (северная, южная) рассчитывается исходя из условий достижения заданного значения температуры внутри этой зоны при минимальном количестве людей. Время отключения системы отопления для определенной зоны здания рассчитывается таким образом, чтобы падение внутренней температуры оставалось в заданных пределах перед тем, как все присутствующие люди начнут покидать помещение. Режим поддержания температуры включается, когда величина падения внутренней температуры опускается ниже допустимого значения. Для включения нагрева значение уставки температуры определенной зоны возрастает в начале следующего периода использования зоны с учетом времени, когда эта зона не использовалась. Временная активизация значения уставки, например, после выходных или праздников, компенсирует потери тепла через холодные наружные стены здания.

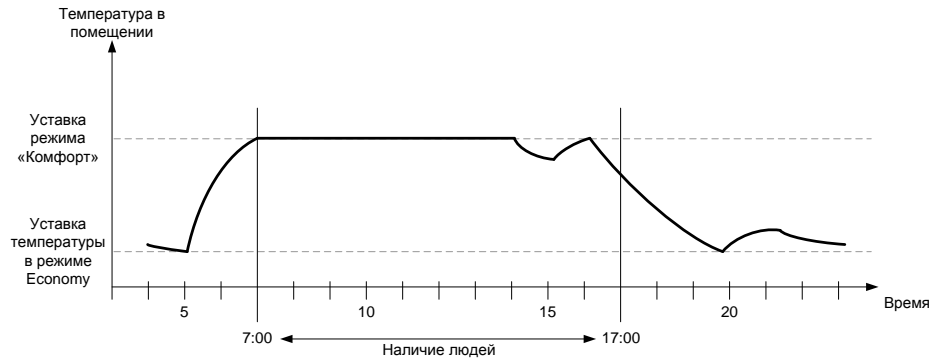


Рис. 3 График оптимального включения/выключения

Функция предиктивного управления отоплением использует динамическую модель здания в системе подачи и распределения тепла, которую всегда можно скорректировать в соответствии с текущими измеренными значениями температуры в помещении, температуры подачи и температуры наружного воздуха. Функция способна регулировать подачу тепла также в зависимости от других погодных факторов: солнечное излучение, ветер, осадки.

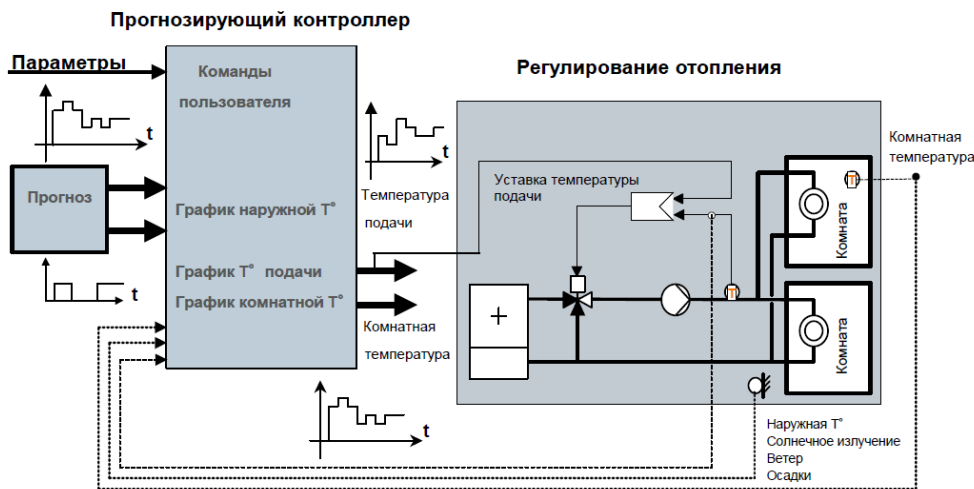


Рис. 4 Динамическая модель здания

Прогнозируется температура наружного воздуха, и рассчитывается кривая значений уставки температуры в помещении. Периодически (каждые 15 минут) проводится оптимизация расчетов на основе модели и прогноза. Цель расчетов – достижение необходимого уровня комфорта в помещении в течение следующих 64 часов при минимальном расходе тепла. Результатом расчетов является оптимизированная кривая для определения температуры подачи и связанная с ней кривая для определения температуры в помещении. Кривая показывает значения температуры, как минимум, на ближайшие 64 часа с учетом пониженного энергопотребления во время выходных и праздничных дней. Рассчитанное, таким образом, значение уставки температуры подачи используется до начала следующего цикла (т.е. примерно в течение 15 минут). Функция определяет также время включения подачи и распределения тепла. Оно начинается, когда предполагаемое значение температуры в помещении значительно превосходит соответствующее предполагаемое значение уставки для температуры в помещении.

Предиктивное управление отоплением фактически осуществляет управление насосом отопления и регулирующим клапаном. Дополнительно можно также использовать детекторы присутствия людей и оконные контакты в помещении.

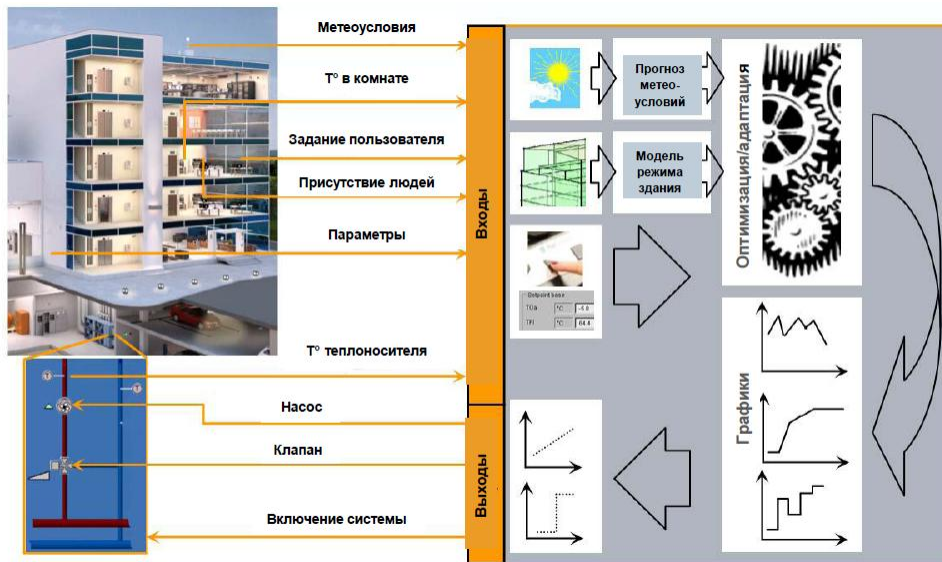


Рис. 5 Управление насосом отопления и регулирующим клапаном

Эта функция помогает снизить потери тепла на стадии его выработки, подачи и распределения, а также потребления. С ее помощью можно уменьшить эксплуатационные расходы.

Рекомендации для предиктивного управления отоплением.

- Желательно проводить измерение температуры в контрольном помещении. Использование системы с прогнозированием, но без регистрации температуры в помещении, приводит к увеличению стоимости настройки и энергозатрат. Температуру необходимо измерять в эталонной комнате и в помещении с наивысшей потребностью нагрева.
- Правильная адаптация значений в динамической модели здания возможна только при наличии процессов с отклонениями температуры в помещении от заданных режимов или в период фаз с различными значениями её уставок.
- Параметры модели здания необходимо правильно сконфигурировать. Это особенно важно, если функция используется без датчика температуры в помещении.
- Термостатические радиаторные вентили не допустимы в эталонной комнате.

Опыт использования функции предиктивного управления отоплением в странах Евросоюза показывает возможность экономии тепловой энергии до 13%, причём, не только без ухудшения температурного комфорта в помещениях, но и с улучшением комфорта. Помимо тепловой энергии снижается потребление электроэнергии за счёт значительного сокращения времени работы насосов отопления. Именно путём модернизации технологий зданий можно достичь существенного энергосбережения, и в этом смысле предиктивное управление является надёжным инструментом модернизации технологий отопления.