



Фото: ГК «МорАрх», mor-arch.ru

О рациональности применения термостатов в системах водяного отопления

Инженеры всегда должны руководствоваться рациональностью и комплексным подходом к выбору основных материалов и технических решений. Однако при этом необходимо соблюдать требования, предъявляемые государственными строительными нормативными документами. К системе отопления, как к одной из основных инженерных систем здания, предъявляются свои особые требования:

1. Санитарно-гигиенические и эксплуатационно-физические (поддержание заданной температуры воздуха и внутренних поверхностей ограждений помещений, ограничение температуры на поверхности отопительных приборов, предотвращение образования конденсата на стенах и их промерзания).
2. Экономические (оптимальные капитальные вложения, экономный расход тепловой энергии при эксплуатации).
3. Архитектурно-строительные (соответствие интерьеру помещения, компактность, увязка со строительными конструкциями и пр.).
4. Производственно-монтажные (сокращение трудовых затрат и ручного труда и пр.).
5. Эксплуатационные (эффективность действия в течение всего периода работы, надёжность, безопасность, бесшумность при переменных нагрузках).

Система отопления должна полностью удовлетворять этим требованиям, как в комплексном подходе, так и в отдель-

ных её элементах, которые не должны снижать общее качество её работы.

Согласно обязательному требованию Свода Правил 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», пункт 6.4.9, в жилых и общественных зданиях у отопительных приборов необходимо устанавливать автоматические терморегуляторы. Это и есть термостатические клапаны (ТСК) с термостатическими головками (ТСГ). Таким образом, данные устройства становятся необходимым элементом в центральных системах водяного отопления для каждого отопительного прибора.

Чтобы оценить рациональность применения данных устройств, следует обратиться к приведённому выше перечню требований, предъявляемых к системе отопления.

Оценка рациональности применения ТСК с ТСГ по всем пяти пунктам является достаточно долгой и кропотливой работой, поэтому в данной статье рассматривается только экономическая целесообразность их применения.

Требования к системе отопления: санитарно-гигиенические, эксплуатационно-физические, экономические, архитектурно-строительные, производственно-монтажные и эксплуатационные

Рецензия эксперта на статью получена 25.05.2018 [Expert review on the article was received on May 25, 2018].

УДК 697.441

О рациональности применения термостатов в системах водяного отопления

В. И. Прохоров, д.т.н., профессор; **С. М. Усиков**, к.т.н., Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

В статье оценён возможный экономический эффект от применения термостатических клапанов в системах водяного отопления с точки зрения топливосбережения. На конкретной системе определён срок окупаемости данных устройств с учётом неучтённых в расчёте теплопоступлений. Предложены корректировки в СП 60.13330.2016.

Ключевые слова: система отопления, термостатические клапаны, топливосбережение, теплопоступления, эксплуатация.

UDC 697.441

On the rationality of using thermostats in water heating systems

V. I. Prokhorov, Doctor of Technical Sciences, Professor; **S. M. Usikov**, PhD, Moscow State (National Research) University of Civil Engineering (NRU MGSU)

The possible economic effect of the use of thermostatic valves in the systems of water heating in terms of fuel economy. On a specific system, the payback period of these devices is determined, taking into account the heat input unaccounted for in the calculation. Adjustments are proposed in SP 60.13330.2016.

Keywords: heating system, thermostatic valves, fuel saving, heat input, operation.

Описание объекта исследования

Для проведения исследования в качестве рассматриваемого объекта был выбран жилой девятиэтажный дом на 72 квартиры, общей жилой площадью 3952 м², расположенный в городе Москве. Проектная мощность системы отопления жилой части здания составляет 224 104 Вт. Температура воздуха, согласно техническому заданию, принята в жилых помещениях равной 21 °С (в угловых — 23 °С), в кухнях — 19 °С.

В здании предусмотрена горизонтальная коллекторная поквартирная двухтрубная система водяного отопления. У отопительных приборов установлены термостатические клапаны типа RA-N Ду 15 мм с термостатическими головками фирмы Danfoss типа RA 2994.

Исходные данные и результаты расчёта

Основной задачей ТСГ является изменение проходного сечения ТСК с целью увеличения, или уменьшения потока теплоносителя, поступающего в отопительный прибор, вследствие чего изменяется теплоотдача отопительного прибора. Если подробно не вдаваться в конструкцию самой ТСГ, то можно сказать, что ТСГ реагирует на температуру воздуха в отапливаемом помещении, и при выходе её значения из заданного диапазона начинает в автоматическом режиме изменять теплоотдачу отопительного прибора способом индивидуального количественного регулирования, тем самым возвращая значение температуры воздуха помещения в требуемый диапазон.

Соответственно, в процессе автоматического регулирования ТСГ может компенсировать теплоизбытки в помещении,



Фото: ООО «Галан», <http://ufa.talant.ru>

например, полностью «отключая» отопительный прибор (то есть полностью перекрывая поток теплоносителя, протекающего в нём), таким образом используя дополнительные теплопоступления и снижая потребление тепловой энергии системой отопления.

Согласно обязательному требованию СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», пункт 6.4.9, в жилых и общественных зданиях у отопительных приборов необходимо устанавливать автоматические терморегуляторы. Это и есть термостатические клапаны с термостатическими головками

Среди таких теплопоступлений стоит отдельно отметить следующие:

- от солнечной радиации;
- от электрооборудования (компьютеры, телевизоры, стиральные машины, электроплиты, утюги, пылесосы);
- от людей;
- от освещения.

Данные теплопоступления в помещение могут поступать одновременно, либо по отдельности. Вполне вероятен и такой случай, что теплопоступления могут покрывать теплопотребность помещения, и тогда отопительный прибор полностью «отключится» от циркуляции теплоносителя, но в помещении всё равно будет продолжаться рост температуры. Наиболее продуктивно экономия тепловой энергии при использовании ТСК с ТСГ будет наблюдаться при одновременном поступлении приведённых выше видов теплопоступлений. Далее приведены основные положения по определению величин данных теплопоступлений на рассматриваемом объекте.

Солнечная радиация

Для определения поступления теплоты от солнечной в нашем примере радиации были использованы данные о среднемесячном облучении вертикальных и горизонтальных поверхностей, согласно [1].

Общая поверхность остекления жилой части рассматриваемого здания составляет 468 м² (220 м² ориентировано на восток, 248 м² на запад). Теплопоступление через несветопрозрачные ограждения и кровлю в данной работе учтены не были, поскольку тепловая волна от теплопринимающей поверхности приходит в помещение с таким запозданием, что её учёт становится нецелесообразным.



Итак, согласно расчёту, в отапливаемые помещения жилой части дома может ежегодно поступать около 178 ГДж/год тепловой энергии от солнечной радиации.

От электрооборудования

Пусть в каждой квартире в течение четырёх часов работает один персональный компьютер (средней мощностью 210 Вт) и один телевизор (средней мощностью 120 Вт). Электроплита на кухне также при работе будет выделять значительное количество теплоты. Предположим, что она будет работать раз в сутки в течение получаса, с использованием двух конфорок (общей мощностью 2 кВт). Теплопоступление от остального оборудования условно не учитываем, считая их включение кратковременным (медленнее времени срабатывания ТСГ — 40 минут [2]).

Если учесть, что вся электрическая энергия данного оборудования переходит в тепловую, то общие теплопоступления в жилой части здания в течение отопительного сезона составят 123 ГДж/год.

От освещения

В силу активного распространения энергосберегающих светодиодных или люминесцентных ламп тепловыделение от освещения значительно уменьшилось и в данном исследовании не учитывается. Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» бытовые тепловыделения могут быть определены исходя из удельной величины бытовых тепловыделений на 1 м² площади жилых помещений. Исходя из предложенной величины, при жилой площади здания в 2400 м² в здании за отопительный сезон выделяется порядка 345 ГДж/год тепловой энергии.

Предположим, что при проектировании бытовые тепловыделения не были учтены в тепловом балансе здания, а все теплопоступления в квартирах могут быть скомпенсированы изменением теплогидравлического режима системы отопления с помощью автоматического регулирования ТСГ. Тогда общая экономия тепловой энергии за отопительный сезон составит 425 ГДж/год.

регающее оборудование и материалы, м³ (при стоимости газа 4,14 руб/м³ составит 98 498 м³); $Q_{p,n}$ — низшая теплота сгорания газа, кДж/м³ (принята 38 000 кДж/м³); $\eta_{п.д.т}$ — коэффициент эффективности производства и доставки тепла потребителю (в первом приближении принимаем для современных условий 0,75); $Q_{г.эк}$ — годовая экономия теплоты, достигнутая исходя из полной компенсации непредвиденных расчётом теплопоступлений в помещения, с помощью установки ТСК с ТСГ (425 млн кДж/м³).

Стоит отметить, что если в проекте были учтены бытовые тепловыделения, при расчёте тепловой нагрузки системы отопления, то общая экономия тепловой энергии за отопительный сезон может составить всего 80 ГДж/год. Срок окупаемости в таком случае составит 35 лет.

По результатам расчёта видно, что срок окупаемости установки терморегуляторов составляет более пяти лет даже с учётом того, что проектировщик не учёл бытовые тепловыделения, заложенные в нормативах. В случае учёта данной величины срок окупаемости данных применения ТСК с ТСГ становится сравним со сроком эксплуатации системы отопления при её качественном обслуживании (25–40 лет).

Стоит учесть, что в исследовании выбраны такие условия теплового баланса помещений, что теплопоступления в помещения поступают разновременно, и применение регуляторов позволяет полностью их компенсировать снижением теплоотдачи отопительных приборов. В действительности данные теплопоступления могут поступать единовременно, и тогда даже полное отключение отопительного прибора не позволит скомпенсировать весь избыток теплоты.

Кроме того, термостатические головки имеют определённую характеристику — зону пропорциональности, которая для выбранного типа ТСГ составляет 2°C. Это означает, что клапан терморегулятора закроется полностью, когда температура в помещении превысит поддерживаемую температуру на 2°C. Такая точность регулирования ТСГ может привести также к неполной компенсации теплоизбытков.

Отметим, что процессы реагирования ТСГ на изменение температуры воздуха, регулирования теплоотдачи отопительных приборов и изменения температуры воздуха в помещении обладают большой инерционностью [5]. В дальнейшем следует изучить это подробнее, чтобы точно определить способность такого решения своевременно и эффективно экономить тепловую энергию и поддерживать комфортную температуру в помещении.



Фото: ООО «Текс»», <http://tektor-stroy.com>

От людей

Пусть в каждой однокомнатной квартире проживает один человек, который присутствует в ней только 12 часов и всё это время отдыхает. Предположим, что в каждой двухкомнатной квартире проживают двое человек разного пола, один из которых находится в квартире круглосуточно, выполняя лёгкую работу в течение 14 часов и 10 часов отдыхает, а второй присутствует в квартире только 12 часов и все это время отдыхает. В трёхкомнатных квартирах, предположим, проживает двое взрослых людей разного пола и ребёнок школьного возраста.

Расчёт теплопоступлений от человека выполнен согласно [3]. Общие теплопоступления от людей в течение года, таким образом, составят 124 ГДж/год.

Во всей жилой части здания установлены ТСК с ТСГ в количестве 192 шт. Средняя рыночная стоимость в настоящее время (апрель 2017 года) составляет 1300 руб. за ТСК RA-N и 1130 руб. за ТСГ RA 2994. Средняя рыночная стоимость классического латунного крана двойной регулировки КРДП составляет 162 руб.

Срок окупаемости применения ТСК с ТСГ по энергосбережению $T_{ок}$ [год], определяемый с применением топливно-го эквивалента [4], составит:

$$T_{ок} = \frac{G_T Q_{p,n} \eta_{п.д.т}}{Q_{г.эк}} = \frac{98\,498 \times 38\,000 \times 0,75}{425\,000\,000} = 6,6 \text{ года.}$$

где G_T — количество топлива, которое можно закупить на ту сумму денег, что предполагается потратить на энергосбе-

Таким образом, если говорить об энергоэффективности применения ТСК с ТСГ, то она должна быть подтверждена для каждой конкретной конструкции системы отопления. Возможно, обязательное требование пункта 6.4.9 Свода Правил 60.13330.2016 о необходимости применения терморегуляторов предусматривает не только энергосберегающую функцию, но и заботится о комфорте пребывания людей в отапливаемых помещениях. Однако, как указывалось, в связи с большой инерционностью процесса регулирования и изменения температуры воздуха это следует дополнительно изучить.

Кроме того, согласно пункту 6.4.9 Свода Правил 60.13330.2016, допускается не устанавливать терморегуляторы при техническом обосновании. Это говорит о том, что есть необходимость создания методики «технического обоснования необязательности применения терморегуляторов».

Однако авторы статьи считают, что навязывание применения того или иного оборудования проектировщикам недопустимо, а применение его должно быть всегда конкретно технически обоснованным. Следовательно, есть необходимость создания методики «технического обоснования применения терморегуляторов», а в первом допущении конструкции системы не навязывать их в качестве дополнительного оборудования.

Нельзя не заметить и важный эксплуатационный недостаток, приводящий в ряде случаев к потере экономической эффективности применения ТСК с ТСГ.

В летний период все клапаны будут автоматически закрыты. В то же время требуется ежегодная промывка систем отопления. Чтоб промыть систему, термостатические головки необходимо снимать



❖❖ Осевой клапан Danfoss RA-N Ду15 мм

и ставить заглушку. А после промывки — всё восстанавливать. Эти трудозатраты необходимо учесть при расчёте технико-экономических расчётов. Кроме трудозатрат при обходе квартир сотрудниками управляющих компаний, неизбежно возникнут юридические вопросы их про-

Авторы данной статьи считают, что навязывание применения того или иного оборудования проектировщикам недопустимо, а применение его должно быть всегда конкретно технически обоснованным. Следовательно, есть необходимость создания методики «технического обоснования применения терморегуляторов»



никновения в квартиры для работы. Эти вопросы на практике не решены.

На основании исследования можно сделать следующие выводы:

1. В каждом конкретном случае, при проектировании системы отопления следует учитывать рациональность применения любого технического решения с точки зрения пяти основных требований к системе отопления.
2. Срок окупаемости применения ТСК с ТСГ по энергосбережению может быть ориентировочно определён исходя из величины теплоизбытков, которые потенциально можно скомпенсировать снижением теплоотдачи отопительных приборов в помещении.
3. Справедливость требования пункт 6.4.9 СП 60.13330.2016 о необходимости применения терморегуляторов должна ещё раз быть осмыслена и подтверждена исследованиями.
4. Есть необходимость продолжения изучения процесса регулирования теплоотдачи отопительных приборов терморегуляторами с учётом теплового баланса здания в целом, конструкций ограждающих конструкций, процессов жизнедеятельности в помещениях и типа отопительных приборов. ●

❖❖ Термостатическая головка Danfoss типа RA 2994



1. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях нормативы по теплозащите и тепловое электроснабжению. — М.: НИИСК РААСН, 1999. 51 с.
 2. ГОСТ 30815-2002. Терморегуляторы автоматические отопительных приборов систем водяного отопления зданий. — М.: ФГУП ЦНС, 2002. 38 с.
 3. Тертичник Е.И. Вентиляция. — М.: Изд-во АСВ, 2015. 608 с.
 4. Прохоров В.И. Энергосбережение и энергоэффективность: стратегия и реализация // Журнал С.О.К., 2011. №10. С. 92-94.
 5. Пухал В.А. Исследование инерционности отопительных приборов // Современные проблемы науки и образования, 2014. №5. С. 269.
- References — see page 91.

On the rationality of using thermostats in water heating systems. Pp. 54–57.

V. I. Prokhorov, Doctor of Technical Sciences, Professor; **S. M. Usikov**, PhD, Moscow State (National Research) University of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. MGSN [Moscow City Building Code] 2.01–99. *Jenergoberezhenie v zdaniyah normativy po teplozashchite i teplovodojelektrosnabzheniju* [Energy saving in buildings standards for thermal protection and heat and power supply]. Moscow. NIISF RAASN [Scientific Research Institute of Building Physics and Fencing Structures of the Academy of Construction and Architecture of the USSR]. 1999. 51 p.
2. GOST [State industry standard of Russia] 30815–2002. *Termoreguljatory avtomaticheskie otopitel'nyh priborov sistem vodjanogo otoplenija zdaniy*. Moscow. FGUP CNS [“Center of the regulation and standardization methodology in construction”, JSC]. 2002. 38 p.
3. Tertichnik E.I. *Ventiljacija* [Ventilation]. Moscow. Izd-vo ASV [Publishing House of the Association of Construction Universities: “Izdatelstvo ASV”, LLC]. 2015. 608 p.
4. Prohorov V.I. *Jenergoberezhenie i jenergoeffektivnost': strategija i realizacija* [Energy saving and energy efficiency: strategy and implementation]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.)* [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2011. No. 10. Pp. 92–94.
5. Puhkal V.A. *Issledovanie inercionnosti otopitel'nyh priborov* [Research inertness of heating devices]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [“Modern problems of science and education” Magazine]. 2014. No. 5. P. 269.