

Система погодного регулирования для элеваторного узла

А.А. Кузнецов, В.Д. Козлов

ФГБОУ ВО Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, Саранск

Аннотация: В данной статье предложена схема элеватора с погодным регулированием и приведены сравнительные результаты исследования температуры обратного трубопровода с регулированием и без регулирования. Элеватор с погодным регулированием корректирует температуру относительно температуры наружного воздуха, в то время как тепловой пункт с классическим элеватором возвращает воду в магистраль с постоянной, более высокой температурой. Оценка экономии от реализации мероприятия элеватор с погодным регулированием в здании административного корпуса №10 в натуральном выражении составила 71,13 Гкал, а в денежном 124,828 тыс.руб.

Ключевые слова: элеватор, погодное регулирование, система отопления, контроллер, насос, клапан, датчик, температура, тепловая энергия, тариф.

И по сей день энергетические затраты остаются значительной и немаловажной статьёй расхода в сфере жилищно-коммунального хозяйства, да и в целом в российском бюджете. В связи с этим актуальным вопросом является повышение энергетической эффективности жилых и административных зданий [1-3].

В последнее время при реконструкции, проектировании и модернизации системы теплоснабжения инфраструктуры городов все большее внимание уделяется вопросам экономного расходования энергетических ресурсов. В правовом поле для поддержки мероприятий, снижающих расход энергоресурсов, в ноябре 2009 года был принят закон Российской Федерации 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» [4, 5]. Данный закон показывает новую систему отношений в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, а также экономические, организационные и правовые основы стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Многолетний опыт сотрудников УНЦ «Мордовский центр энергосбережения», занимающихся вопросами энергосбережения в сфере

ЖКХ показывает, что отсутствие возможности регулирования температуры теплоносителя в соответствии с изменениями температуры наружного воздуха является одной из основных причин неэффективного использования энергетических ресурсов как жилыми, так и административными зданиями.

Значительный перерасход потребления тепла старыми зданиями МГУ им. Н. П. Огарева оборудованными элеваторами по оценке специалистов, составляет около 25-30%.

Большие резервы экономии имеются в учебных и административных корпусах, в первую очередь так как в них имеются промежутки отсутствия людей в отапливаемых помещениях, при которых возможно задавать заниженные параметры обеспечения теплом без нарушения комфорта в рабочее время. Т.е. при настройках системы регулирования, например, в учебном корпусе, возможно сразу запрограммировать экономичный режим потребления тепла этим объектом на период каникул, выходных и праздничных дней [6-8].

Основной задачей энергосбережения для многих объектов является устранение осенне-весенних «перетопов», возникающих из-за подачи на объект теплоносителя на цели подготовки горячей воды с заведомо завышенной температурой при положительных температурах наружного воздуха, выше так называемой точки «срезки» температурного графика [9].

Одновременно с нерациональным использованием тепла происходит рост тарифа на тепловую энергию. Анализ динамики изменения в промежутке с 2012 г по 2020 г показал увеличение тарифа на тепловую энергию для университета на 40,5 % (рис. 1).

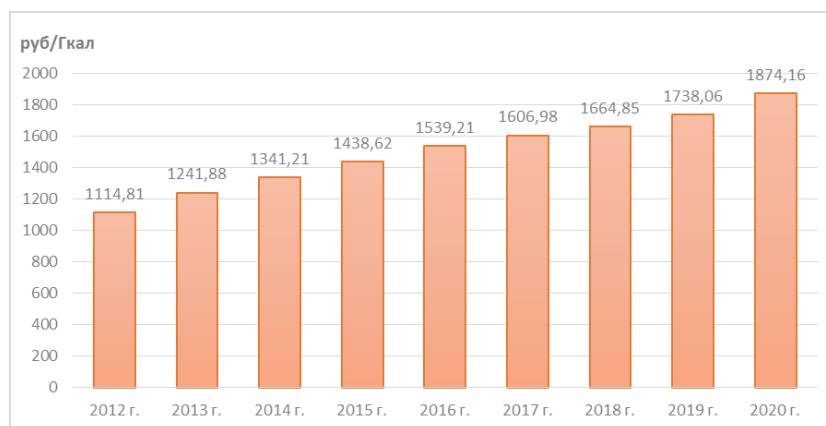


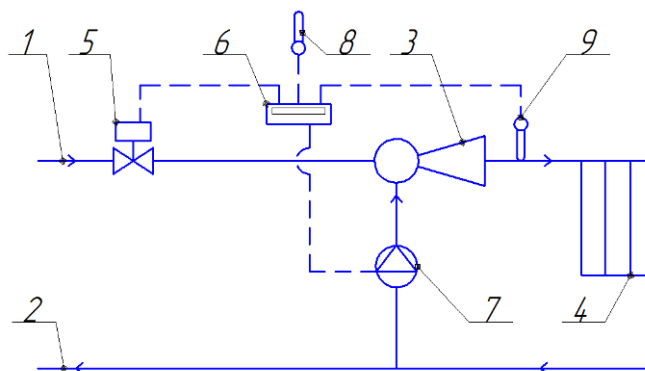
Рис. 1 – Динамика изменения тарифа на тепловую энергию в период с 2012 г. по 2020 г.

Экономии тепла в системах теплоснабжения здания до 20-25% можно достичь за счет замены элеваторных узлов на блочные автоматизированные тепловые пункты [6, 10]. Не секрет, что данный тип теплового пункта при минимальных эксплуатационных затратах обеспечивает тепловой комфорт в помещении. Это связано с тем, что при изменении температуры наружного воздуха в течении суток нет необходимости регулирования параметров теплоносителя (расхода сетевой воды и тепловой нагрузки системы отопления) в источнике теплоснабжения, а весь процесс корректировки происходит на месте использования тепловой энергии.

Сдерживающим фактором глобальной замены элеваторных узлов является большая стоимость блочных автоматизированных тепловых пунктов. Так для административного корпуса №10 МГУ им. Н. П. Огарева, расположенного по адресу г. ул. Демократическая 69, ООО "Нео-Терм" было представлено коммерческое предложение «Блочный автоматизированный тепловой пункт тепловой мощностью 0,149 Гкал/ч», стоимость которого составила 426, 733 тыс. руб.

Кардинальным решением в сложившейся ситуации, является не замена, а модернизация ИТП с элеваторным узлом с возможностью погодного регулирования.

Предлагаемая принципиальная схема элеваторного узла с погодным регулированием представлена на рис. 2.



1 – подающая линия тепловой сети; 2 – обратная линия тепловой сети; 3 – элеватор; 4 – местная система отопления; 5 – регулятор температуры; 6 – контроллер; 7 – насос; 8 – датчик температуры воздуха на улице; 9 – датчик температуры теплоносителя.

Рис. 2. – Принципиальная схема элеватора с погодным регулированием

В предлагаемой схеме, регулирование температуры теплоносителя в местной системе отопления осуществляется за счет ограничения расхода теплоносителя через двухходовой клапан и одновременно подмеса возвращаемой из местной системы отопления сетевой воды при помощи циркуляционного насоса и подачи уже разбавленной воды снова в местную систему отопления. Основных частей в данной схеме три – насос, двухходовой клапан и контроллер. За счет наличия контроллера, который постоянно и через заданные промежутки времени снимает показания с датчиков наружного воздуха и температуры теплоносителя, происходит обработка принятой информации в соответствии с определенной программой

(температурным графиком) и формирование сигнала, для закрытия или открытия механизма двухходового клапана.

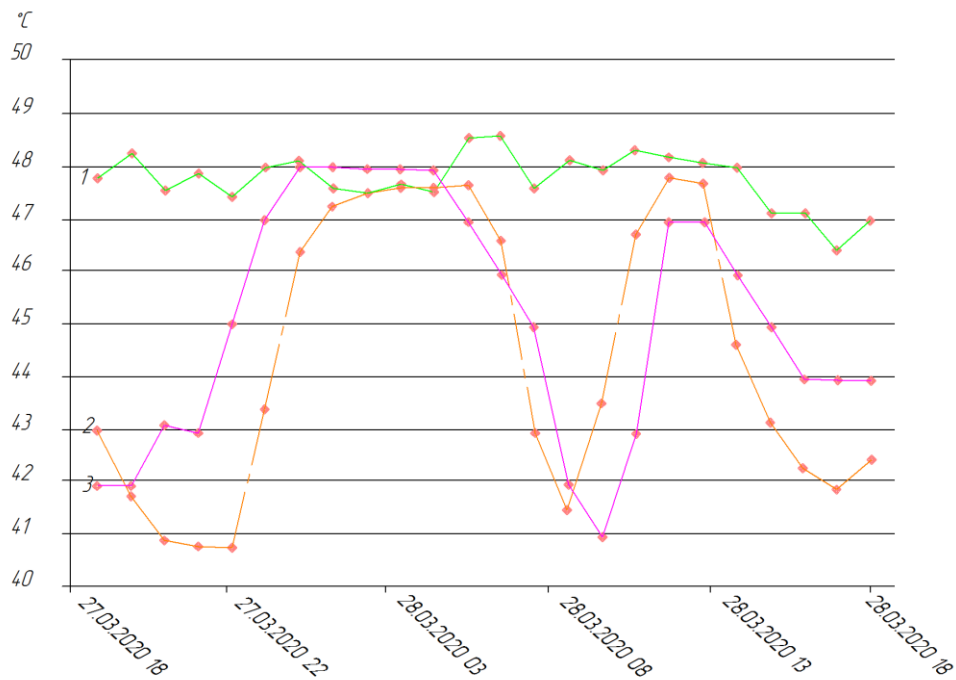
Данная схема позволяет успешно регулировать (а именно снижать) отпуск тепловой энергии не только в диапазоне излома, но и во всем температурном диапазоне наружного воздуха, что достигается путем верного подбора и настройки соответствующего оборудования. Кроме этого, она совмещает достоинства схем с элеваторным и насосным смешением.

Такая схема была реализована в административном корпусе №10 МГУ им. Н. П. Огарева и показала себя с положительной стороны.

Показания температуры горячей воды снимались с тепловычислителей, установленных в административном корпусе №10, оборудованном элеватором с погодным регулированием, и в соседнем здании учебного корпуса №16 с классическим элеватором.

Испытания проводились во время отопительного периода, с 27.03.2020 г. по 28.03.2020 г. На основе полученных результатов были построены графики температур теплоносителя на обратном трубопроводе на исследуемых объектах, что показано на рис. 3.

Из полученных графиков видно, что температура в классическом элеваторе колеблется в незначительных и завышенных пределах за счет того, что происходит возвращение в магистраль воды с постоянной, более высокой температурой. В то время как в элеваторе с погодным регулированием наблюдается значительное изменение температуры теплоносителя относительно температуры наружного воздуха, что позволяет значительно снижать теплопотери и «перетопы».



1 - без регулирования; 2 - с регулированием; 3 - график тепловой нагрузки согласно температуре наружного воздуха.

Рис. 3. – Графики изменения температуры теплоносителя, снятые с обратного трубопровода в тепловом пункте в сравниваемых зданиях

Оценка экономии от реализации использования элеватора с погодным регулированием в натуральном и денежном выражении проводилась следующим образом. Сначала рассчитывали фактическую часовую тепловую нагрузку административного корпуса №10 на систему отопления $q_{ч}$, Гкал/ч, по формуле:

$$q_{ч} = \frac{Q}{z \cdot 24},$$

где Q – годовое потребление тепловой энергии по данным бухгалтерии, Гкал ($Q=375$ Гкал/год); z – продолжительность отопительного периода ($z=205$ сут).

$$q_{ч} = \frac{375}{205 \cdot 24} = 0,076 \text{ Гкал / ч.}$$

Далее рассчитали часовую нагрузку отопления при организации дежурного режима, который предполагает снижение температуры воздуха в помещениях здания до $t_g^o = 18^\circ\text{C}$:

$$q_u^o = q_u \frac{(t_g^o - t_n^{cp})}{(t_g - t_n^{cp})},$$

где t_n^{cp} – средняя температура наружного воздуха за отопительный период ($t_n^{cp} = -4,3^\circ\text{C}$); t_g – расчетная температура воздуха в помещениях ($t_g = 18^\circ\text{C}$).

$$q_u^o = 0,076 \cdot \frac{(18 - (-4,3))}{(22 - (-4,3))} = 0,0644 \text{ Гкал / ч.}$$

Затем определяли годовой расход и экономию тепловой энергии при организации дежурного режима с 8-ми часовым рабочим днем:

$$Q_o = (q_u \cdot 8 + q_u^o \cdot 16) z_p + q_u^o \cdot z_g \cdot 24,$$

где z_p – количество рабочих дней в отопительном периоде ($z_p = 143 \text{ дн}$); z_g – количество выходных и праздничных дней в отопительном периоде ($z_g = 62 \text{ дн}$).

$$Q_o = (0,076 \cdot 8 + 0,0644 \cdot 16) \cdot 143 + 0,0644 \cdot 62 \cdot 24 = 330,12 \text{ Гкал},$$

$$\Delta Q_o = Q - Q_o,$$

$$\Delta Q_o = 375 - 330,12 = 44,88 \text{ Гкал},$$

Общую экономию тепловой энергии за счет организации автоматизированного теплового пункта ΔQ , Гкал, рассчитывали по формуле:

$$\Delta Q = \Delta Q_o + k \cdot Q,$$

где k – коэффициент эффективности регулирования тепловой нагрузки в осенне-весенний период.

$$\Delta Q = 44,88 + 0,07 \cdot 375 = 71,13 \text{ Гкал}.$$

Таким образом экономия в денежном выражении составила 124,828 тыс. руб.:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta Q \cdot T \cdot 10^{-3},$$

$$\Delta \mathcal{E} = 71,13 \cdot 1754,94 \cdot 10^{-3} = 124,828 \text{ тыс. руб.}$$

При этом срок окупаемости мероприятия составил 1,3 года, что определяли по формуле:

$$T_{ок} = \frac{Z}{\Delta \mathcal{E}},$$

где Z – капитальные вложения в продукт ($Z = 162,5 \text{ тыс. руб.}$), руб.

$$T_{ок} = \frac{162,5}{124,828} = 1,3 \text{ года.}$$

Таким образом ожидаемый эффект от использования элеваторного узла с погодным регулированием может составить до 19 % потребляемой тепловой энергии административным корпусом №10. В денежном выражении данная экономия тепловой энергии при тарифе 1754,94 руб/Гкал составит – 124,828 тыс.руб. Капитальные затраты при этом составляют – 162,5 тыс. руб., что меньше в несколько раз, чем при использовании блочного автоматизированного теплового пункта.

В целом, эффективность от внедрения элеваторного узла с погодным регулированием можно оценить значительным уменьшением потреблением тепла зданием и уменьшением платы за потребляемую тепловую энергию.

Литература

1. Свидерская О. В. Основы энергосбережения. М.: ТетраСистемс, 2009. 176 с.
2. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. 7-е изд. М.: МЭИ, 2001. 472 с.
3. Кузнецов А.А., Миндров К.А. Система отопления пола жилых и производственных помещений // Инженерный вестник Дона, 2018, №4. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5448.



4. Варфоломеев Ю.М., Кокорин О. Я. Отопление и тепловые сети. М.: Инфра-М, 2007. 480 с.
5. Гавриленко А.В., Кирсанов А.Л. Основные направления энергосбережения в региональной экономике // Инженерный вестник Дона, 2011, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2011/340.
6. Пыркков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. К.: И ДП «Такі справи», 2007. 252 с.
7. Guelpa E. Optimal operation of large district heating networks through fast fluid-dynamic simulation // Energy. 2016. Vol. 102. pp.586-595.
8. Georgiadis M.C., Kikkinides E.S., Pistikopoulo E.N.. Energy Systems Engineering// WILEY-VCH, Weinheim-2008. 337 p.
9. Ионин А.А., Хлыбов Б.М., Братенков В.Н. Теплоснабжение. М.: Стройиздат, 1982. 336 с.
10. Сотникова О.А., Мелькумов В.Н. Теплоснабжение. М.: Ассоциации строительных вузов, 2009. 296 с.

References

1. Sviderskaya O. V. Osnovy energosberezheniya [Basics of energy saving]. М.: TetraSistems, 2009. 176 p.
 2. Sokolov E.Ya. Teplofikatsiya i teplovye seti [Heating and heating networks]. 7-e izd. М.: MEI, 2001. 472 p.
 3. Kuznetsov A.A., Mindrov K.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5448.
 4. Varfolomeev Yu.M., Kokorin O. Ya. Otoplenie i teplovye seti [Heating and heating networks]. М.: Infra-M, 2007. 480 p.
 5. Gavrilenko A.V., Kirsanov A.L. Inzhenernyj vestnik Dona, 2011, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2011/340.
-



6. Pyrkov V.V. Sovremennye teplovye punkty. Avtomatika i regulirovanie [Modern heating points. Automation and regulation]. K.: II DP «Taki spravi», 2007. 252 p.
7. Guelpa E. Optimal operation of large district heating networks through fast fluid-dynamic simulation. Energy. 2016. Vol. 102. pp.586-595.
8. Georgiadis M.C., Kikkinides E.S., Pistikopoulo E.N.. Energy Systems Engineering. WILEY-VCH, Weinheim-2008. 337 p.
9. Ionin A.A., Khlybov B.M., Bratenkov V.N. Teplosnabzhenie [Heat supply]. M.: Stroyizdat, 1982. 336 p.
10. Sotnikova O.A., Mel'kumov V.N. Teplosnabzhenie [Heat supply]. M.: Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov, 2009. 296 p.