

УДК 62.69

А.О. КАРТАШОВА**Д.О. КОРТЯЕВА****К.Е. КУЛЯСОВА****А.А. ЦЫНАЕВА****ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СПЛИТ-СИСТЕМЫ В РЕЖИМЕ ПОДОГРЕВА***STUDY OF SPLIT-SYSTEM IN HEATING MODE*

Проведено исследование работы теплового насоса для нужд отопления помещений общественного здания (учебного корпуса СГАСУ). Цель работы заключалась в определении параметров работы теплового насоса и влияния его работы на параметры микроклимата отапливаемого помещения, в сравнении параметрами эффективности сплит-системы в режиме теплового насоса с характеристиками отопительных установок централизованного теплоснабжения в осенний и весенний периоды. В качестве теплового насоса была задействована сплит-система, работающая в режиме подогрева; был выполнен анализ изменения состояния рабочего тела (фреона-R410A), применяемого в данной сплит-системе.

В результате исследований выявлено, что применение теплового насоса (сплит-системы, работающей в режиме подогрева) более эффективно (по сравнению с традиционными отопительными установками) позволяет поддерживать оптимальные параметры микроклимата помещения. С помощью проведенных испытаний выявлено, что использование сплит-системы в качестве отопительной установки позволяет снизить инерционность системы обеспечения микроклимата помещения. Это ведет к поддержанию комфортных условий для пребывания человека при изменении внешних условий эксплуатации, характерных для осенне-весеннего периода, и свидетельствует о более высокой эффективности использования сплит-систем в осенний и весенний периоды; применение сплит-систем возможно как в жилых, так и в общественных зданиях. Кроме того, был получен график изменения температуры в помещении до и после работы сплит-системы.

Ключевые слова: сплит-система, тепловой насос, рабочее тело (сплит-системы), параметры микроклимата.

In this article there is a study of the heat pump for heating the premises of a public building (academic building of Samara State University of Architecture and Civil Engineering). The aim of the work was to determine the parameters of the heat pump and the impact of his work on the microclimate parameters of heated space. As the heat pump was activated split-system, operating in the heating mode; analysis was performed changing the state of the working fluid (Freon-R410A) used in this split-system.

The studies revealed that the use of the heat pump (split system, operating in heating mode) allows you to maintain optimum parameters of the indoor environment. With the help of the tests revealed that the use of split-system as a heating system reduces the inertia of the system to ensure the indoor environment. This leads to maintain a comfortable environment for human habitation when the external operating conditions typical of the autumn-spring period, and demonstrates the effectiveness of the use of split systems, the use of which may in residential and public buildings. Furthermore, was prepared a graph of the room temperature before and after the operation of a split system.

Key words: split-system, heat pump, working fluid, microclimate parameters.

Известно, что каждый второй житель России для отопления дома использует в три раза больше топлива, чем европейский гражданин. Почему же так происходит? На пороге XXI в. мы понимаем, что проблема системы отопления жилых зданий стоит остро. На большей территории России преобладает континентальный климат с четко выраженными всеми четырьмя временами года [1]. В весенне-осенний период погода неустойчива [1]. Теплые дни сменяются неделями, когда заметно холодает и требуется наличие отопления, затем снова становится тепло. При работе централизованного отопления при потеплении температура воздуха в помещениях возрастает [2-5] и создаются некомфортные условия, поэтому потребители открывают окна, что говорит о нецелесообразности использования такой системы в переходный (осенне-весенний) период года. В этой связи целесообразнее рассмотреть эффективность использования тепловых насосов для нужд отопления в данный период года. Современные сплит-системы работают в двух режимах [6,9]: в режиме охлаждения и в режиме обогрева (тепловой насос, использующий теплоту наружного воздуха). В данном исследовании мы решили выяснить, выгоднее ли в переходный период года использовать тепловые насосы для обогрева помещений, чем централизованные системы отопления. Рассмотрим преимущества и недостатки теплового насоса.

Преимущества теплового насоса [7, 8]:

1) *Экономичность.* В настоящее время системы отопления, работающие от теплового насоса, приходят, в некоторой степени, на смену жидко-топливных и газовых бойлеров, работающих на ископаемом топливе. Таким образом, можно снизить потребление невозобновляемых ресурсов и уменьшить поступление в атмосферу углекислого газа. В данном случае предполагается использовать сплит-системы в режиме обогрева в качестве тепловых насосов для экономии электрической энергии и тепловой энергии за счет снижения инерционности системы отопления потребителя в осенне-весенний период [2-5]. Так, например, использование масляного радиатора, работающего от электрической энергии, при потреблении 1 кВт электрической энергии позволяет вырабатывать до трех раз меньше тепловой энергии, чем при использовании теплового насоса [10].

2) *Экологичность.* В исследуемой установке с тепловым насосом обогрев помещения осуществляется воздухом, подогретым теплом от низкопотенциального источника. В качестве источника низкопотенциального тепла используется окружающая среда.

3) *Энергосбережение.* Тепловой насос является прибором, расходующим электричество до трех-четырёх раз меньше, нежели обычный электрический котел [10]. Прибор выделяет тепловую энергию с помощью низкопотенциального тепла вторичных энергетических ресурсов. Применяя тепловые насосы, мы экономим 70 % традиционных энергетических ресурсов. В некоторых случаях, когда прокладка газовой магистрали оказывается достаточно затратной, использование этих насосов эффективнее стандартных систем отопления и кондиционирования. Данный прибор долговечен, универсален [7, 8, 10].

4) *Исключительность.* С помощью теплового насоса мы можем организовать строительство дома и работу его систем практически в любой климатической зоне.

5) *Надежность и большой срок эксплуатации.* Срок эксплуатации тепловых насосов до 20 лет. Компрессоры данных систем имеют большой срок эксплуатации, содержат малое количество механических составляющие, а следовательно, эти системы очень надежны и долговечны.

6) *Безопасность.* В этих системах отсутствует открытое пламя, выхлопы, сажа, исключается возникновение утечки природного газа, разлива мазута, не требуется создание пожаробезопасных хранилищ мазута, угля, дров. Следовательно, система безопасна.

Недостатки теплового насоса:

1) Тепловые насосы, использующие в качестве низкопотенциального источника теплоты воздух окружающей среды, нельзя использовать при *сильноотрицательных температурах* наружного воздуха, так как мощности теплового насоса оказывается недостаточно для компенсации потерь тепла.

2) *Сравнительно высокая стоимость теплового насоса.*

Несмотря на некоторые недостатки, тепловые насосы становятся одним из востребованных видов установок для компенсации нужд тепловых потребителей, в том числе в России и других странах. Это можно связать с тем, что природные топлива являются исчерпаемыми, а тепловые насосы позволяют использовать тепло низкопотенциальных источников без сжигания топлива.

В переходный период года сплит-системе необходимо перейти из режима охлаждения воздуха помещения в режим его подогрева (режим работы теплового насоса). Принципиальная схема сплит-системы, работающей в режиме подогрева, представлена на рис. 1 [6-9]. Переход в режим теплово-

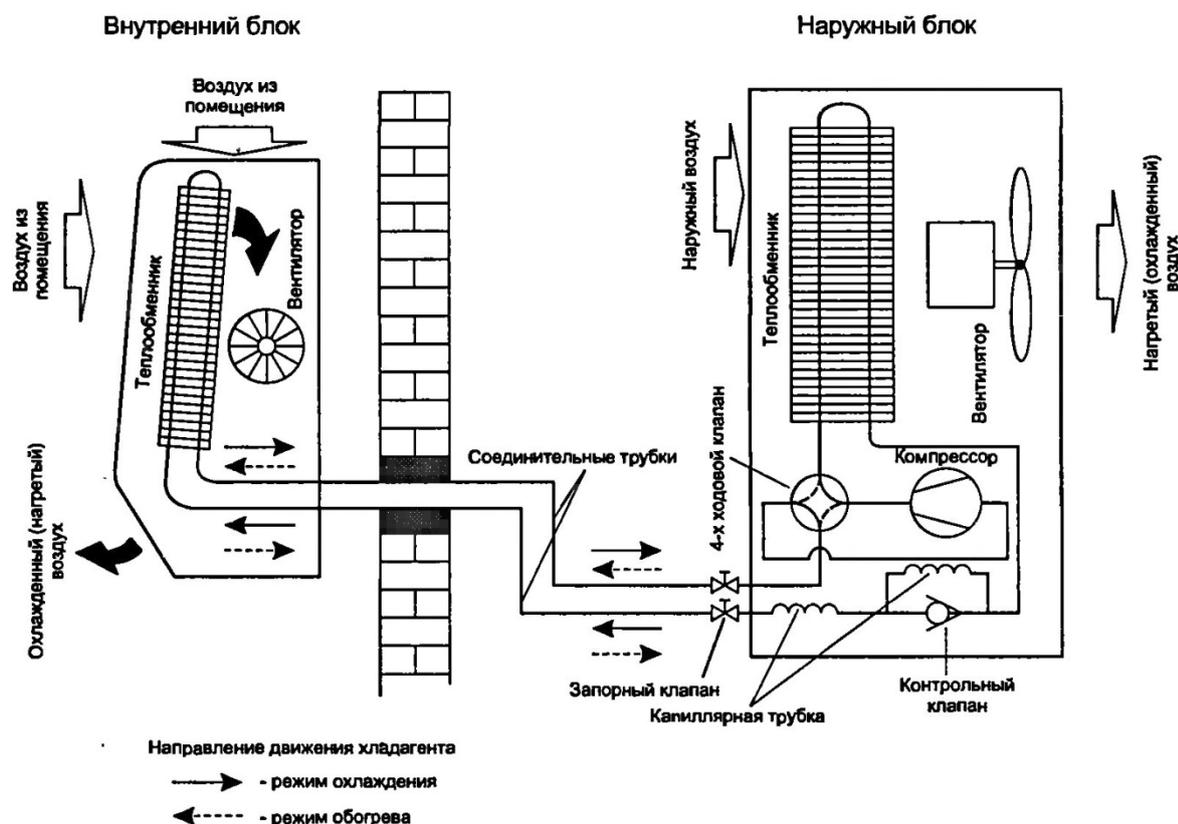


Рис. 1. Принципиальная схема сплит-системы

го насоса обеспечивается контрольным клапаном, необходимым для управления циркуляцией хладагента. В режиме теплового насоса работа контрольного клапана регулируется автоматически. Клапан изменяет направление движения хладагента нагнетаемым компрессором. Приводом клапана служит соленоид, на который подается напряжение 220 В.

Во время использования сплит-системы [6, 9] в качестве теплового насоса [7-9] на теплообменнике наружного блока может скапливаться конденсат, который необходимо отводить, так как существует опасность замерзания конденсата, а следовательно, и уменьшения прочности оборудования наружного блока (рис. 1) при работе системы в режиме теплового насоса в холодный период времени.

Поскольку в Российской Федерации в большинстве районов страны температура наружного воздуха в холодный период года отрицательная [1], следует правильно эксплуатировать сплит-систему, которая оборудуется системой автоматического управления теплотреблением [2-5]. При низких температурах вырабатываемое системой количество тепла, используемое для обогрева помещения, снижается. Использование сплит-системы при отрица-

тельных температурах сопряжено с целым рядом трудностей.

Исходя из этого можно сделать вывод, что сплит-систему, работающую в режиме обогрева (теплового насоса), целесообразнее использовать только в переходный период года при отсутствии сильноотрицательных значений температур наружного воздуха. Так как при температуре ниже нуля для получения тепла требуется сжимать фреон до более высокого давления, то компрессор испытывает большие нагрузки, что может привести к его поломке. Поэтому сплит-системы снабжены автоматикой, которая не допускает включение системы при сильноотрицательных температурах наружного воздуха.

Принцип работы тепловых насосов [7-10] аналогичен принципу работы холодильных машин, однако тепловой насос передает тепло, забираемое от более холодного источника к более нагретому.

Работа тепловых насосов осуществляется следующим образом (рис. 2). С помощью теплоты холодного источника в испарителе (И) рабочее тело с низкой температурой кипения, например фреон или аммиак, переходит из жидкого состояния в парообразное. Далее рабочее тело идет на компрессор

(К), где повышаются его давление и температура. Затем фреон в парообразном состоянии поступает в охладитель (О) (рис. 2), в котором он охлаждается и конденсируется, передавая свою теплоту охлаждающей жидкости (газу, воздуху). Получившийся конденсат дросселируется в редукционном вентиле (РВ), его температура и давление уменьшаются. При работе сплит-системы в режиме теплового насоса в качестве охлаждающей жидкости в охладителе используется воздух помещения, подаваемый вентилятором на теплообменник (см. рис. 1) [7-11].

В данной установке в качестве хладагента используется фреон R410A [13], цикл работы в р-h диаграмме показан на рис. 3. В точке 1 температура фреона равна температуре наружного воздуха (4 °С[1]). В точке 2 температура фреона равна температуре, выставленной на сплит-системе для подогрева (30 °С).

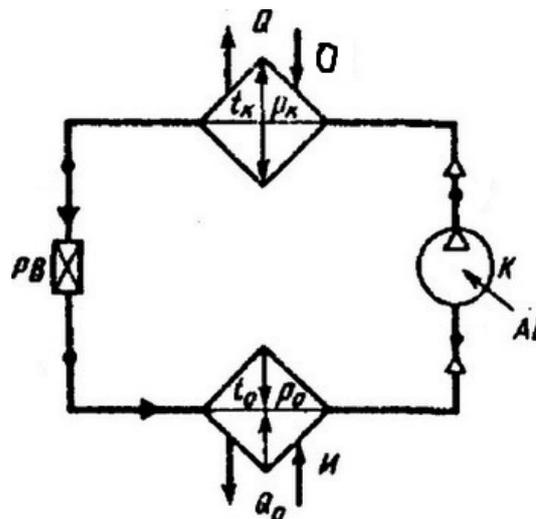


Рис. 2. Схема парокомпрессорной холодильной установки: О – охладитель; К – компрессор; AL – привод; И – испаритель; РВ – редуцирующий вентиль

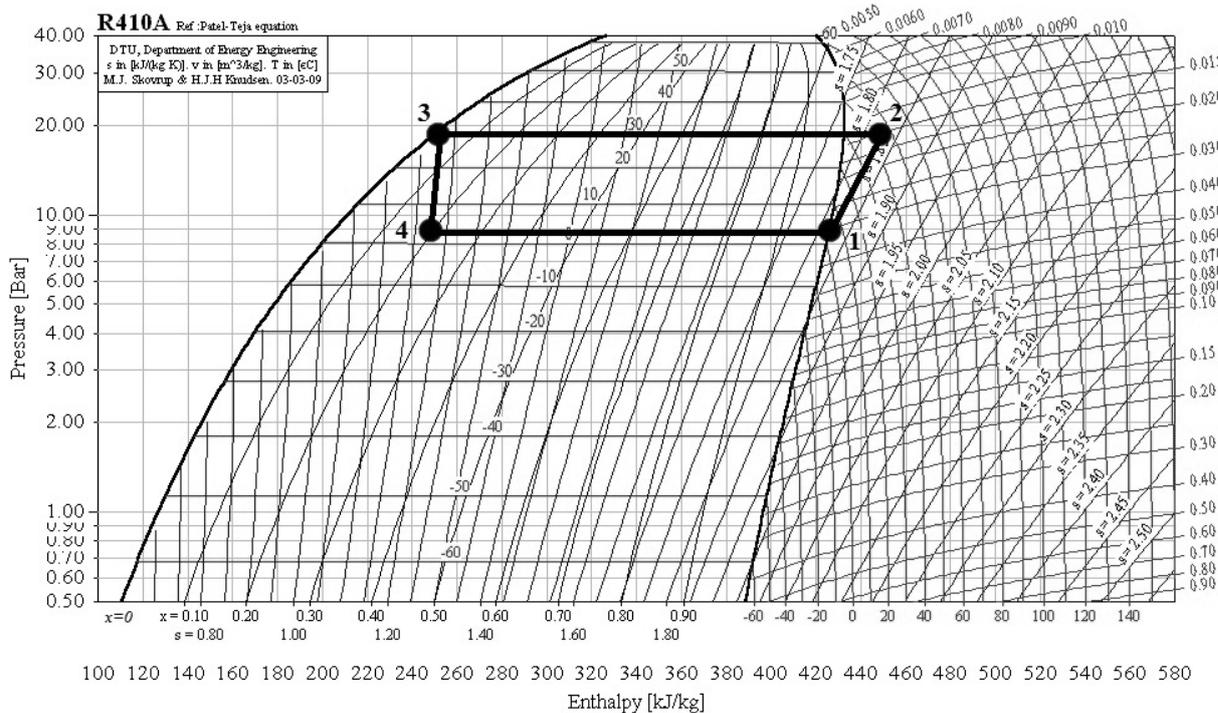


Рис. 3. Диаграмма состояния фреона R410A [14]:
 1-2 – адиабатическое сжатие фреона; 2-3 – процесс охлаждения в конденсаторе при постоянном давлении;
 3-4 – процесс снижения давления от давления конденсации до давления испарения;
 4-1 – процесс испарения в испарителе при постоянном давлении

Измерения температуры в помещении выполнялись с помощью пирометра с термопарой, представленного на рис. 4. Для данного прибора погрешность составляет менее 3 %.

Мы определяли температуру для того, чтобы узнать, равномерно ли нагревается помещение и

какая температура поддерживается в помещении при выключенной сплит-системе и при ее работе. До проведения экспериментальных изысканий помещение, которое оборудовано сплит-системой, работающей в режиме теплового насоса, разбивается на элементы так, как показано на рис. 5.

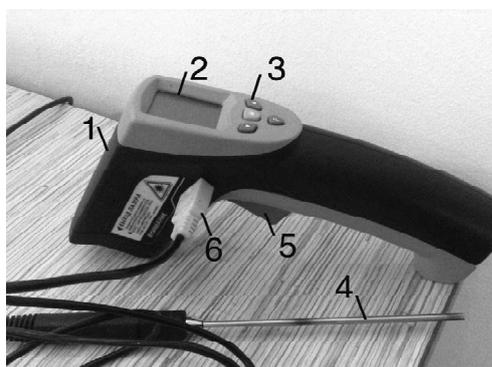


Рис. 4. Пирометр с термопарой:
1 – пирометр; 2 – экран пирометра;
3 – кнопки управления пирометром; 4 – термопара;
5 – кнопка включения лазера; 6 – подключение термопары

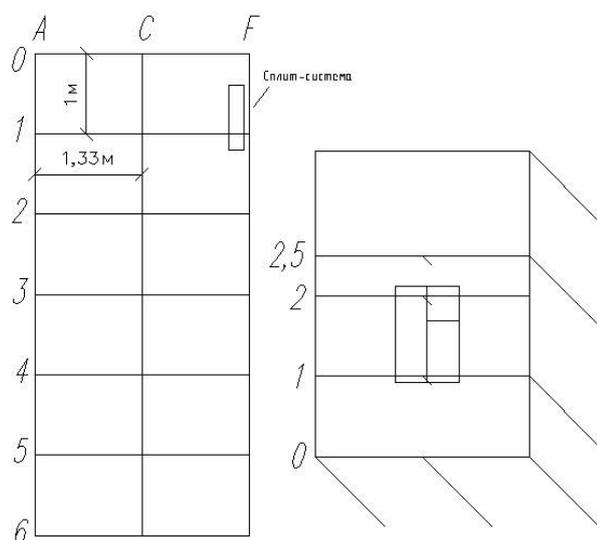


Рис. 5. Расположение измерительных точек

Измерение температуры начали производить из левого угла помещения у пола. Затем их повторяли, увеличивая высоту до 1 м, 2 м и 2,5 м. И так для каждой из точек (A0 - A6, C0 - C6, F0 - F6). Сначала замеряли температуру при выключенной сплит-системе, затем включили сплит-систему, установив необходимую температуру нагрева потока воздуха в 30 °С, выполнили измерения температуры воздуха в помещении в соответствии со схемой эксперимента, представленной на рис. 5. Для повышения точности исследований каждое измерение проводилось четыре раза. Погрешность измерений рассчитывается в соответствии с нормативными документами (ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002), а экспериментальные исследования проводились по ГОСТ 8.010-2013 ГСИ. Полученные результаты экспериментальных исследований сводятся в таблицу, далее строится диаграмма

изменения температуры по всему объему помещения. Результаты измерений температуры воздуха внутри помещения при отключенной сплит-системе представлены на рис. 6-8. В соответствии с данными, представленными на рис. 6, на высоте 1 м наблюдается достаточно низкая температура в т. 0, так как исследуемая точка находится у окна, через которое происходит инфильтрация наружного воздуха. Температуры в остальных точках распределены относительно равномерно.

На высоте 2 м (рис. 7) наблюдается минимальная температура в сечении С, так как исследуемая точка находится у окна, через которое происходит инфильтрация наружного воздуха. Температуры в остальных точках распределены относительно равномерно. В соответствии с данными экспериментальных исследований, представленных на рис. 8, на высоте $h=1$ м в сечении F зафиксирована достаточно низкая температура. Это объясняется тем, что данная точка находится вблизи окна. Температуры в остальных точках распределены относительно равномерно (со средним изменением температуры воздуха менее 0,5 °С).

Результаты измерений температуры воздуха внутри помещения с работающей сплит-системой представлены на рис. 9-11.

Из рис. 9 видно, что температура воздуха возрастает, что обусловлено работой сплит-системы в режиме обогрева помещения. Наибольшие значения температуры наблюдаются вблизи сплит-системы. Рис. 10 показывает, что температура достаточно велика в сечении С вблизи отопительного прибора (т. 0). В сечении F помещения наиболее высокие температуры наблюдаются в точках т. 0, т. 2 и т. 3 (рис. 11). Точка т. 0 расположена вблизи отопительного прибора. Точки т.2, т.3 находятся вблизи выхода струи подогретого воздуха из створа сплит-системы на некотором удалении от оконного проема.

Инерционность отопительной установки зависит от оборудования системы и влияет на параметры микроклимата помещения [2-5]. В этой связи быстроедействие в поддержании комфортных условий микроклимата при изменении внешних условий (уменьшении или увеличении температуры наружного воздуха) для отопительной установки, работающей от централизованного теплоснабжения [12], будет отличаться от быстрогодействия сплит-системы, работающей в режиме теплового насоса. Это достаточно убедительно доказывается при рассмотрении динамического уравнения таких установок. Динамическое уравнение для системы с отопительной уста-



Рис. 6. Изменение температуры в помещении в сечении А при выключенной сплит-системе

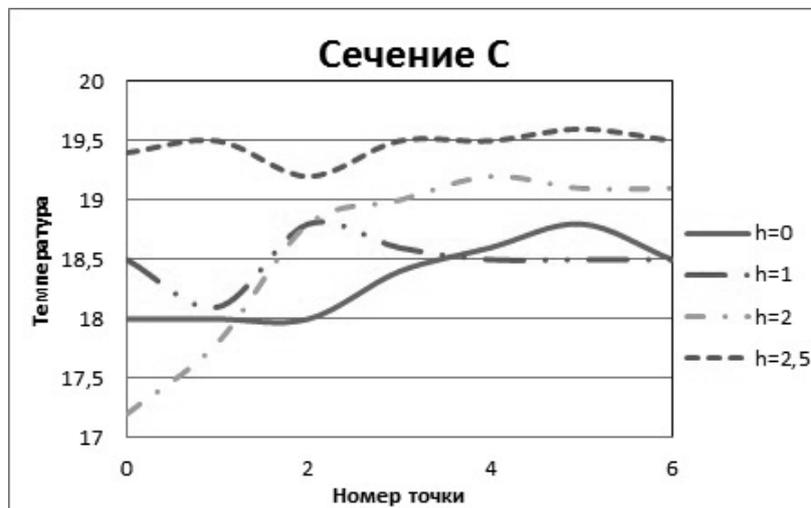


Рис. 7. Изменение температуры в помещении в сечении С при выключенной сплит-системе

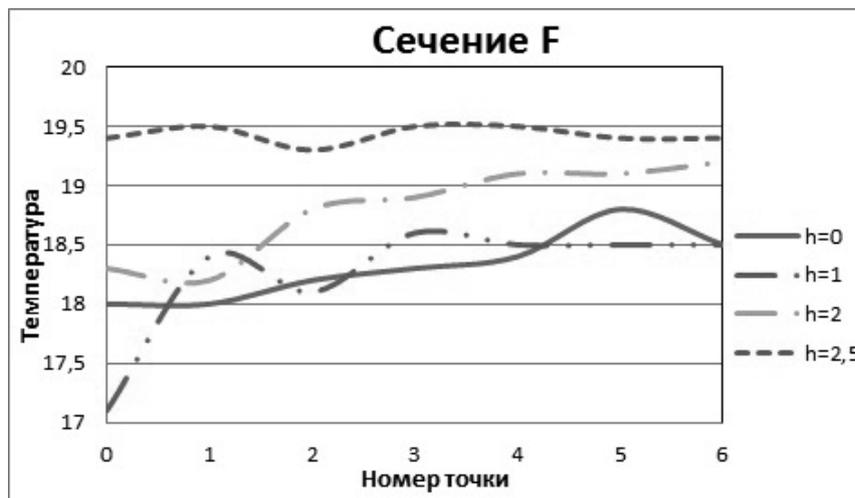


Рис. 8. Изменение температуры в помещении в сечении F при выключенной сплит-системе

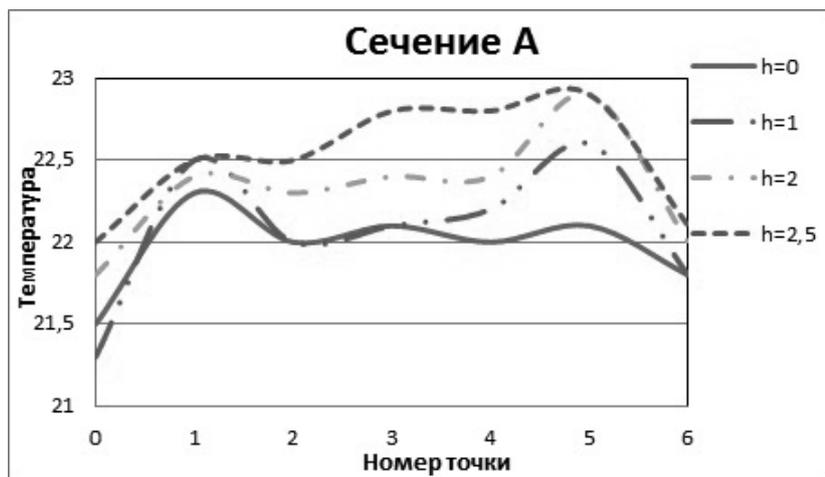


Рис. 9. Изменение температуры в помещении в сечении А при работающей сплит-системе

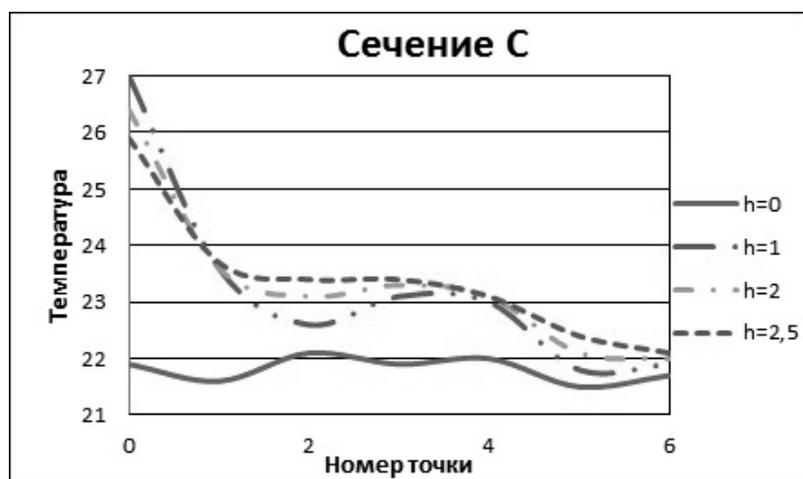


Рис. 10. Изменение температуры в помещении в сечении С при работающей сплит-системе



Рис. 11. Изменение температуры в помещении в сечении F при работающей сплит-системе

новкой централизованного теплоснабжения при отсутствии теплопоступлений от солнца записывается в следующем виде:

$$\rho_{in} \cdot c_p V \frac{dt_{in}}{d\tau} = k_h \cdot F_h (1 - k_v - k_{fl}) \cdot [(t_1 g + t_2 (1 - g)) - t_{in}] - k \cdot F \cdot (t_{in} - t_{out}) - c_p \cdot G_{inf} \cdot (t_{in} - t_{out}), \quad (1)$$

где ρ_{in} - плотность внутреннего воздуха, кг/м³; c_p - теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К); V - объем, м³; t_{in} ; t_{out} - температура воздуха внутри и снаружи соответственно, °С; τ - время действия в с; k_v - коэффициент затрат на подогрев вентилируемого воздуха; k_h - характеристика приборов системы отопления, Вт/(м²·К); F_h - площадь поверхности приборов отопления, м²; t_1, t_2 - температура горячей воды в системе теплоснабжения, °С; k - характеристика ограждения, Вт/(м²·К); F - площадь ограждения, м²; g - характеристика подмешивания; G_{inf} - параметры инфильтрации воздуха, кг/с; k_{fl} - характеристика теплопередачи пола, Вт/(м²·К).

Уравнение для системы с обогревом помещения от теплового насоса (сплит-системы в режиме обогрева) без теплопоступлений от солнца записывается как

$$\rho_{in} \cdot c_p V \frac{dt_{in}}{d\tau} = c_p \cdot G_h \cdot (t_h - t_{in1}) \cdot (1 - k_v - k_{fl}) - k \cdot F \cdot (t_{in} - t_{out}) - c_p \cdot G_{inf} \cdot (t_{in} - t_{out}), \quad (2)$$

где G_h - расход воздуха, прокачиваемого через теплообменник внутреннего блока сплит-системы, кг/с; t_h - температура горячего воздуха, °С; t_{in1} - температура воздуха в помещении до обогрева, °С.

Анализируя структуру динамических уравнений (1) и (2), следует отметить, что системы будут иметь различный уровень инерционности. Согласно результатам численных и физических экспериментов [2-5], инерционность отопительной установки, работающей от системы централизованного теплоснабжения, составляет порядка двух-трех часов. В соответствии с полученными экспериментальными исследованиями работы сплит-системы в режиме теплового насоса в качестве отопительной установки изменение параметров микроклимата помещения происходит менее чем за один час.

Системы обеспечения микроклимата помещений могут работать не только от тепловых насосов [10], использующих низкопотенциальные источники тепла, но и от возобновляемых источников энергии [15, 16]. И, как показывает анализ эффективности городской инфраструктуры [17], существует необходи-

мость внедрения энергоэффективных технологий [12, 15, 16] в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

Выводы. Проведенные исследования показали, что использование в осенне-весенний период для обогрева помещения отопительной установки со сплит-системой, работающей в режиме теплового насоса, уменьшает инерционность отопительной системы. Это способствует поддержанию необходимых и оптимальных параметров воздуха в помещениях и свидетельствует об эффективности использования тепловых насосов. При выключенной сплит-системе минимальная температура в помещении составляет 16,3 °С, максимальная температура доходит до 19,6 °С. При включенной сплит-системе самые низкие температурные значения получены на минимальной высоте (температура составляет 21,3 °С), а самые высокие температурные значения выявлены в области выхода струи горячего воздуха из сплит-системы на высоте 1 м от пола в точке F на расстоянии 3 м от окна (29,8 °С). Исходя из полученных данных, можно сказать о том, что в осенне-весенний период использование сплит-системы, работающей в режиме теплового насоса, оказывается эффективнее традиционных отопительных установок.

Коллектив авторов выражает глубокую признательность студентам группы Т-12 Факультета ИСПОС, принимавшим участие в проведении экспериментальных исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gismeteo. Прогноз погоды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gismeteo.ru>. – Погода в Самаре (дата обращения: 22.10.2014).
2. Ковальногов Н.Н., Ртищева А.С., Цынаева, Е.А. Автоматизированная система оптимального управления отоплением учебного заведения // Проблемы энергетики. Известия ВУЗов. 2007. №3-4. С. 100-107.
3. Цынаева Е. А., Ковальногов Н.Н. Влияние параметров температурного графика центрального регулирования отпуска теплоты на эффективность использования автоматизированных систем управления теплотреблением // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2007. № 1 (37). С. 55-58.
4. Ковальногов Н.Н., Цынаева Е.А. Автоматизированная система управления теплотреблением общежитий УлГТУ // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2006. № 1 (33). С. 56-59.
5. Цынаева Е.А., Цынаева А.А. Численное моделирование динамических режимов эксплуатации систем оптимизации теплотребления зданий // Инновационные пути модернизации базовых отраслей промышленности, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей природной среды: сборник трудов I Межотраслевой научно-практической конференции моло-

дых ученых и специалистов, 27-28 марта 2012 г., Харьков / УкрГНТЦ «Энергосталь». Харьков, 2012. С. 245–247.

6. Коляда В.В. Кондиционеры. Принципы работы, монтаж, установка, эксплуатация: Рекомендации по ремонту. М.: СОЛОН-Пресс, 2002. 240 с.

7. Emerson Climate Technologies [Электронный ресурс] / Emerson Climate Technologies // Industrial Heat pumps – 2011. – Режим доступа: <http://www.emersonclimate.com>. (дата обращения: 01.12.2014).

8. Emerson Climate Technologies [Электронный ресурс] / Emerson Climate Technologies // Tips & Tricks for Using EnergyPlus. – 2013. – Режим доступа: <http://www.emersonclimate.com>. (дата обращения: 01.12.2014).

9. Лабораторный практикум: Метод. указания к выполнению лабораторных работ / сост. А.А. Цынаева, Е.А. Цынаева, Д.Л. Жуховицкий; СГАСУ. Самара, 2013. 94 с.

10. Healy, P.F., Ugursal, V.I. Performance and economic feasibility of ground source heat pumps in cold climate [Электронный ресурс] / P.F. Healy, V.I. Ugursal // International Journal of Energy Research. – 1997. – august. – Режим доступа: <http://www.onlinelibrary.wiley.com>. (дата обращения: 01.12.2014).

11. Основные компоненты холодильного контура. Цикл парокомпрессионной холодильной машины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.prof2.ru>. – Основные компоненты холодильного контура. Цикл парокомпрессионной холодильной машины (дата обращения: 22.10.2014).

12. Пат. 2340834 С1 Российская Федерация, МПК8 F24D 3/00, G05D 23/00. Способ выбора места установки регулирующего устройства в автоматизированных системах управления отоплением / А.А. Цынаева, Н.Н. Ковальногов, Е.А. Цынаева; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Ульяновский государственный технический университет. № 2007117218/28; заявл. 08.05.07; опубл. 10.12.08., Бюл. № 34. 7 с.

13. Metroclimat [Электронный ресурс]: Кондиционеры GeneralFujitsu. – Режим доступа: <http://metroklimat.ru>. (дата обращения: 24.10.2014).

14. ООО «АВИСАНКО» Термодинамические диаграммы i -lgP для хладагентов [Электронный ресурс] / Брошюра для специалистов холодильной промышленности. – 2003. – Режим доступа: <http://www.avisanco.ru>. (дата обращения: 24.10.2014).

15. Пат. 2509959 С1 Российская Федерация, МПК F24F 3/00. Система обеспечения микроклимата / А.А. Цынаева, В. Н. Ковальногов, Е.В. Школин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ульяновский государственный технический университет. № 2012137320/12; заявл. 31.08.12; опубл. 20.03.14., Бюл. № 8. 6 с.

16. Пат. 2519907 С2 Российская Федерация, МПК F24F 5/00. Система обеспечения микроклимата / А.А. Цынаева, В. Н. Ковальногов, Е.В. Школин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ульяновский государственный технический университет. № 2012137321/12; заявл. 31.08.12; опубл. 20.06.14., Бюл. № 17. 6 с.

17. Цынаева А.А., Визгалина А.А., Никитин М.Н. Экономика городской инфраструктуры Самары: состояние и проблемы // Экономические аспекты управления

строительным комплексом в современных условиях: сборник материалов II Международной (очной) научно-практической конференции / СГАСУ. Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова; Люблинский католический университет имени Иоанна Павла II. Самара, 2014. С. 51-58.

18. Цынаева Е.А. Анализ эффективности автоматизированной системы управления теплотреблением общежития УлГТУ // Материалы V школы-семинара молодых ученых и специалистов академика В. Е. Алемасова «Проблемы теплообмена и гидродинамики в энергомашиностроении». Казань, 2006. С. 256-261.

19. Ковальногов Н.Н., Ртищева А.С., Сечкин О.В., Мердеев И.М., Абрамов В.М., Ковальногова Ю.Н., Цынаева Е.А. Исследование эффективности автоматизированной системы управления отоплением высшего учебного заведения // Вестник УлГТУ. 2005. № 4. С. 45-48.

20. Ковальногов Н.Н., Цынаева Е.А. Исследование эффективности систем управления отоплением зданий // Тезисы докладов и сообщений VI Минского Международного форума по тепло - и массообмену. Минск, 2008. Т2. С. 263-264.

21. Цынаева Е.А. Моделирование динамических режимов автоматизированных систем управления теплотреблением // Материалы VI школы-семинара молодых ученых и специалистов академика В.Е. Алемасова «Проблемы теплообмена и гидродинамики в энергомашиностроении». Казань, 2008. С. 405-409.

22. Цынаева Е.А., Цынаева А.А. Анализ автоматизированных систем управления теплотреблением зданий // Материалы I Международной молодежной научной конференции «Гражданская авиация: 21 век». Ульяновск, 2009. С.46-47.

23. Цынаева Е.А., Цынаева А.А. Моделирование динамических режимов и исследование // Материалы V Международной научно-технической конференции «Современные научно-технические проблемы транспорта». Ульяновск, 2009. С.71-73.

24. Цынаева Е.А., Цынаева А.А. Эффективность автоматизированных систем управления теплотреблением зданий // Материалы II Международной молодежной научной конференции «Гражданская авиация: 21 век». Ульяновск, 2010. С. 46-47.

25. Цынаева Е.А., Цынаева А.А. Оптимизация теплотребления зданий и сооружений агропромышленного комплекса // Материалы 3-й Международной научно-практ. конф. «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». Ульяновск, 2011. Т. 2. С. 332-333.

26. Цынаева А.А., Цынаева Е.А. Моделирование динамических режимов эксплуатации систем оптимизации теплотребления зданий // XI Международная научно-практическая конференция КТ-2012: тезисы докладов научно-практической конференции, ноябрь 2012 г. Самара: СамГТУ, 2012. С. 237-240.

© Карташова А.О., Кортяева Д.О.,
Кулясова К.Е., Цынаева А.А., 2015

Об авторах:

КАРТАШОВА Алия Олеговна

студентка гр. Т-12 факультета ИСПОС
Самарский государственный архитектурно-строительный
университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

КОРТЯЕВА Дарья Олеговна

студентка гр. Т-12 факультета ИСПОС
Самарский государственный архитектурно-строительный
университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

КУЛЯСОВА Ксения Евгеньевна

студентка гр. Т-12 факультета ИСПОС
Самарский государственный архитектурно-строительный
университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

ЦЫНАЕВА Анна Александровна

доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции
Самарский государственный архитектурно-строительный
университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
E-mail: a.tsinaeva@rambler.ru

KARTASHOVA Alinya O.

Student of the Faculty of Engineering Life Support Systems
Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

KORTYAEVA Daria O.

Student of the Faculty of Engineering Life Support Systems
Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

KULYASOVA Ksenia E.

Student of the Faculty of Engineering Life Support Systems
Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

TSYNAEVA Anna A.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Heat
and Gas Supply and Ventilation Chair
Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: a.tsinaeva@rambler.ru

Для цитирования: *Карташова А.О., Кортяева Д.О., Кулясова К.Е., Цынаева А.А.* Исследование работы сплит-системы в режиме подогрева (тепловой насос) // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. Вып. № 1(18). С. 90-99.