

УДК 004.519.217

С.Г. Антощук, д-р техн. наук,
Н.И. Бабич

СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПОДДЕРЖАНИЯ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ В ОБИТАЕМОМ ПОМЕЩЕНИИ

Аннотация. Рассмотрены способы и средства для повышения энергоэффективности систем, направленных на поддержание комфортных условий в обитаемых помещениях. Показано, как с учетом влияния основных параметров воздушной среды на человека автоматизировать такие системы.

Ключевые слова: энергоэффективность, кондиционирование, тепловой баланс, автоматизация процессов

N.I.Babich,
S.G. Antoshuk, ScD

MEANS OF INCREASING THE EFFICIENCY IN THE PROCESS AUTOMATION SUPPORT COMFORT IN LIVING SPACE

Abstract. This article discusses the ways and means to improve the energy efficiency of the direction-represented in the maintenance of comfortable conditions in the inhabited areas. We show how to view the mutual influence of the main parameters of air quality impact on the automation of such systems.

Keywords: energy efficiency, air conditioning, heat balance, process automation.

М.І. Бабич,
С.Г. Антощук, д-р техн. наук

ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПІДТРИМКИ КОМФОРТНИХ УМОВ У ЖИТЛОВОМУ ПРИМІЩЕННІ

Анотація. Розглянуті способи і засоби для підвищення енергоефективності систем, які здатні підтримувати комфортні умови в житлових приміщеннях. Показано, як з урахуванням впливу основних параметрів повітряного середовища на людей виконувати автоматизацію таких систем.

Ключові слова: енергоефективність, кондиціювання, тепловий баланс, автоматизація процесів

Введение

В настоящее время в области создания энергосберегающих систем поддержания комфортных условий в обитаемых помещениях проявляются такие проблемы.

С одной стороны, задача автоматизации процессов поддержания теплового комфорта в обитаемом помещении (своего рода профилактика и не больше, никаких лечебных целей на данном этапе), а с другой, – повышение энергоэффективности при автоматизации этих процессов.

Следует отметить, что производство, передача и эффективное использование именно тепловой энергии являются необходимыми условиями для обеспечения регулируемых микроклиматических условий комфортной и полноценной жизнедеятельности современного человека в обитаемом помещении. На сегодняшний день известно, что на поддержания теплового комфорта уходит практически 4 % (или приблизительно $6,4 \cdot 10^9$ кВт·ч

в год.) всей производимой в Украине электроэнергии.

Следовательно, задача повышения энергоэффективности таких систем представляется весьма актуальной.

В большинстве существующих систем микроклиматизации обитаемых помещений одним из основных способов экономии энергии является непосредственно рациональное регулирование температуры, так как понижение температуры воздуха на один градус экономит 6 % энергии на отопление. Главной задачей таких систем является поддержание параметров воздушной среды в диапазонах, указанных нормативными документами. Этим недовольно большое количество людей, использующих системы, построенные на этом принципе. Недостатком таких систем является то, что регулирование происходит по нескольким каналам без учета взаимного влияния параметров воздушной среды.[1]

В данной статье предложены и рассмотрены средства, с помощью которых можно значительно снизить энергозатраты на под-

© Бабич Н.И., Антощук С.Г., 2012

держание теплового комфорта в обитаемом помещении.

Изначально был проведен анализ основных параметров воздушной среды, влияющих на комфортные условия пребывания человека в обитаемом помещении, по степени их управляемости. Результаты анализа представлены на рис. 1.

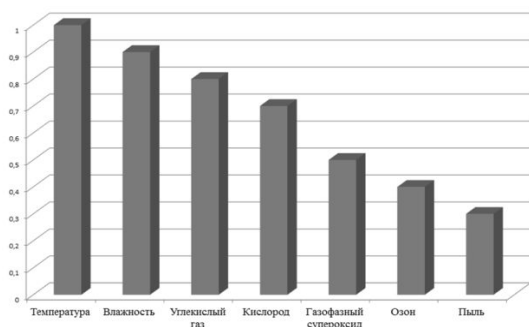


Рис. 1. Весовые значения основных параметров воздушной среды по степени их управляемости

По результатам анализа было установлено, что комфортные условия могут быть обеспечены тремя основными показателями: температурой; относительной влажностью; газовым составом воздуха.

Поддержание комфортной температуры в обитаемом помещении обеспечивается системой кондиционирования. Пока не рассматриваем систему отопления, работающая в холодный период года, тем более, что в настоящее время есть системы кондиционирования, которые могут обеспечивать помещение теплом при очень низких наружных температурах. Стоит так же отметить, что система кондиционирования в режиме обогрева осушает воздух, тем самым уменьшает относительную влажность воздуха.

Поддержание необходимого уровня относительной влажности (для обитаемых помещений это 40–60 %) обеспечивается за счет увлажнителей воздуха. Они могут быть как автономными, так и "врезаться" в систему приточной вентиляции.

Для поддержания нормируемого газового состава воздуха, т.е. поддержания уровня концентрации CO_2 в обитаемом помещении, необходима система вентиляции.

Таким образом, для поддержания комфортных условий необходима работа всех трех систем.

Следует отметить, что каждая из них в отдельности, кроме положительного эффекта, имеет ряд определенных недостатков.

Недостатком системы приточно-вытяжной вентиляции является то, что в зимний период, подогретый наружный воздух имеет низкое влагосодержание и, когда он попадает в квартиру, относительная влажность резко падает. В летний же период с приточным наружным воздухом поступает дополнительное тепло.

Из этого следует, что, хоть система вентиляции и помогает поддерживать нормируемые параметры газовой смеси, но без кондиционирования и увлажнения уровень комфорта будет довольно низким.

Недостаток системы кондиционирования – отсутствие воздухообмена, из-за чего при явном ощущении прохлады жарким летом катастрофически неприятна сама атмосфера в помещении.

Работа только системы увлажнения малоэффективна в большинстве случаев. Если отсутствует вентиляция в помещении, то дополнительная влага от увлажнителя будет приводить к ощущению дискомфорта.

Таким образом, идеальным и, в то же время бюджетным решением для обитаемого помещения будет такой вариант:

настенный кондиционер – для поддержания комфортной температуры;

бытовой увлажнитель воздуха – для поддержания комфортного уровня относительной влажности;

компактный вентилятор приточной установки и система вытяжек в санузлах или на кухне – для обеспечения воздухообмена и поддержания допустимого уровня концентрации CO_2 .

Для решения задачи понижения энергозатрат в такой системе предложены следующие меры.

Исключив необходимость в n -кратном проветривании, указанном нормативными документами, можно улучшить показатели энергоэффективности. Проветривать только в том случае, если уровень концентрации CO_2 превышает допустимую норму в 0,5 %,

при этом используя для проветривания вентилятор приточной вентиляции, а не кондиционер. Предложено учитывать в алгоритмах управления такой параметр, как наружная температура. Иными словами, если температура в помещении выше, чем температура окружающей среды, а поставлена задача охладить воздух в помещении, то целесообразно воспользоваться тем же вентилятором приточной вентиляции и проветрить помещение, тем самым понижая уровень CO₂ и уменьшая температуру внутри помещения без затрат энергии на охлаждение.

Последовательность работы всей автоматизированной системы представлена на рисунках 2 и 3.



Рис. 2. Использование вентилятора приточной вентиляции

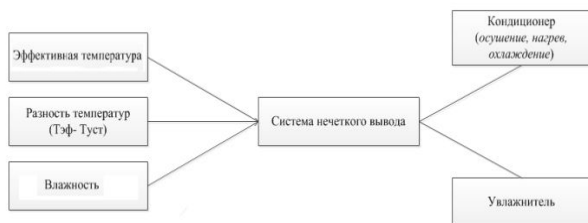


Рис. 3. Использование кондиционера и увлажнителя

Самая большая сложность при разработке системы заключается непосредственно в комплексном учете температуры и относительной влажности. Именно для этого в системе предложено использовать два исполнительных механизма – кондиционер и увлажнитель.

Процесс управления увлажнителем заключается в последовательном включении и отключении его посредством реле на определенное автоматизированной системой время.

С кондиционером все обстоит гораздо сложнее. Исходя из вышесказанного о том, что использование тепловой энергии является

необходимым условием для обеспечения комфортных условий, следовало бы учесть тот факт, что тепло – это энергия, которая перемещается из более теплой области в более холодную. Более всего энергии в доме используется на отопление и охлаждение обитаемых помещений.

Так как кондиционер (по принципу работы) не производит холод или тепло, то в зависимости от выбранного режима, кондиционер либо переносит тепло из помещения на улицу (охлаждение), либо с улицы в помещение (обогрев). Чтобы охладить воздух в обитаемом помещении, необходимо отвести тепло, полученное в результате охлаждения.

Для переноса тепловой энергии кондиционер потребляет электроэнергию. Но следует отметить, что кондиционер переносит приблизительно от 3 до 7 раз больше энергии, чем потребляет в зависимости от текущих условий. К примеру, соотношение выделенной тепловой энергии к затраченной электроэнергии при работе обычного бытового обогревателя равно приблизительно 1:1. Соответственно за счет использования кондиционера в качестве исполнительного механизма при обогреве воздушной среды внутри обитаемого помещения потребление электроэнергии в среднем в 3–4 раза меньше [2].

Исходя из проделанного анализа, предложено разработать модель управления тепловым балансом обитаемого помещения для обеспечения комфортных условий при уменьшении энергозатрат.

За основу было взято уравнение теплового баланса для обитаемого помещения:

$$Q - G_{cg} (t_B - t_H) - \frac{(t_B - t_H)F}{R_{ПР}} = 0, \quad (1)$$

где Q – теплопритоки от системы отопления помещения, Дж; G – воздухообмен помещения, м³/ч; c – теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К); g – плотность воздуха, кг/м³; t_B, t_H – температура внутреннего и наружного воздуха, °С; F – площадь, м²; $R_{ПР}$ – приведенное сопротивление теплопередачи, (м²·°С)/Вт.

Используя разработанную ранее модель автоматизации процессов поддержания комфортных условий в обитаемом помещении [3], выразим из нее $t_e(t_{воз})$

$$t_B = \frac{t_{эф}}{1,04 + 0,47 \frac{H}{100\%}} + 2,31 + 2,84 \frac{H}{100\%}. \quad (2)$$

На основе анализа и изученной информации были проведены преобразования и многие расчеты, которые позволили создать универсальную математическую модель управления тепловым балансом. С ее помощью можно учитывать взаимное влияние относительной влажности и температуры воздуха

$$Q = \left(\frac{t_{эф}}{1,04 + 0,47 \frac{H}{100\%}} + 2,31 + 2,84 \frac{H}{100\%} - t_H \right) \times \left(G_{cg} + \frac{F}{R_{IP}} \right) \quad (3)$$

При моделировании были подобраны параметры для среднестатистического обитаемого помещения и разработана соответствующая программа. Результаты расчета заносятся в таблицу (рис. 4) и выводятся в виде графиков зависимостей теплопритоков от температуры и влажности (рис. 5). По полученным данным можно более эффективно проследить возможность экономии тепловой энергии, а соответственно и энергозатрат при переходе от одного значения к другому. В работе эмпирическим методом были установлены комфортные параметры для 3-х основных режимов человеческой деятельности – “Сон”, “Умственный труд”, “Физический труд” [3]. На рис. 5 представлены графики зависимости количества теплоты от относительной влажности и эффективной температуры для режима “Сон”. Именно по графикам можно хорошо проследить взаимное влияние температуры и относительной влажности. А учитывая теплопотери при различных комбинациях этих параметров, можно проследить возможность экономии энергозатрат.

Измерив, необходимые параметры из правой части уравнения теплового баланса,

получаем значение теплопотерь или теплопритоков в левой. Если необходимо изменить температуру в помещении, высчитываем, какое необходимо количество теплоты (Q) затратить на данный процесс. Зная принцип работы кондиционера, можно данный процесс автоматизировать. А так как в системе используется увлажнитель, то по заданному алгоритму система находит оптимальный способ поддержания комфортных условий, т.е. выбирает то, что экономически выгоднее, – регулировать температуру или относительную влажность.

Так как автоматизированная система учитывает взаимное влияние температуры и относительной влажности, то задав в программе (рис. 4) необходимые параметры на входе модели, получаем соответствующие значения тепловой энергии на выходе. Вручную задаем один из трех режимов человеческой деятельности – система в автоматическом режиме определяет необходимый алгоритм работы для поддержания необходимых комфортных условий, понижая или увеличивая попеременно и относительную влажность, и температуру.

Например, по результатам проведенного моделирования можно сделать выводы, что комфортные условия, связанные с тепловыми ощущениями человека, будут одинаковыми при 60 %-ой влажности и эффективной температуре 20 градусов и при 40 %-ой влажности и эффективной температуре 22 градуса (рис. 5). Разница же в том, что в первом случае экономится 251 Дж тепловой энергии, при достижении теплового баланса. А это составляет приблизительно 8,5 % экономии энергозатрат. Таким образом, на повышение относительной влажности необходимо затратить меньше электроэнергии, чем на охлаждение воздуха в помещении в данном случае (для этой цели используется увлажнитель, потребляющий значительно меньше энергии, чем кондиционер и, тем более, система отопления).

Таким образом, использование данных средств и подходов для автоматизации дает возможность значительно уменьшить энергозатраты на поддержание комфортных условий в обитаемом помещении.

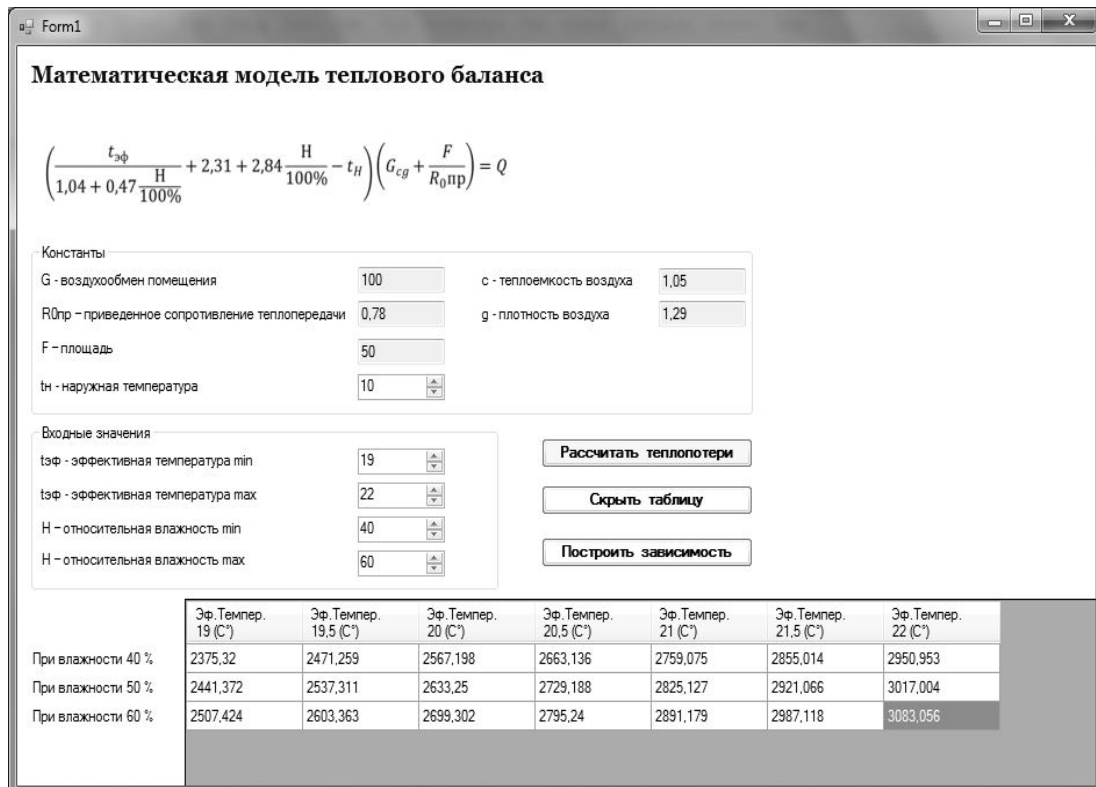


Рис. 4. Результаты моделирования (табличное представление)

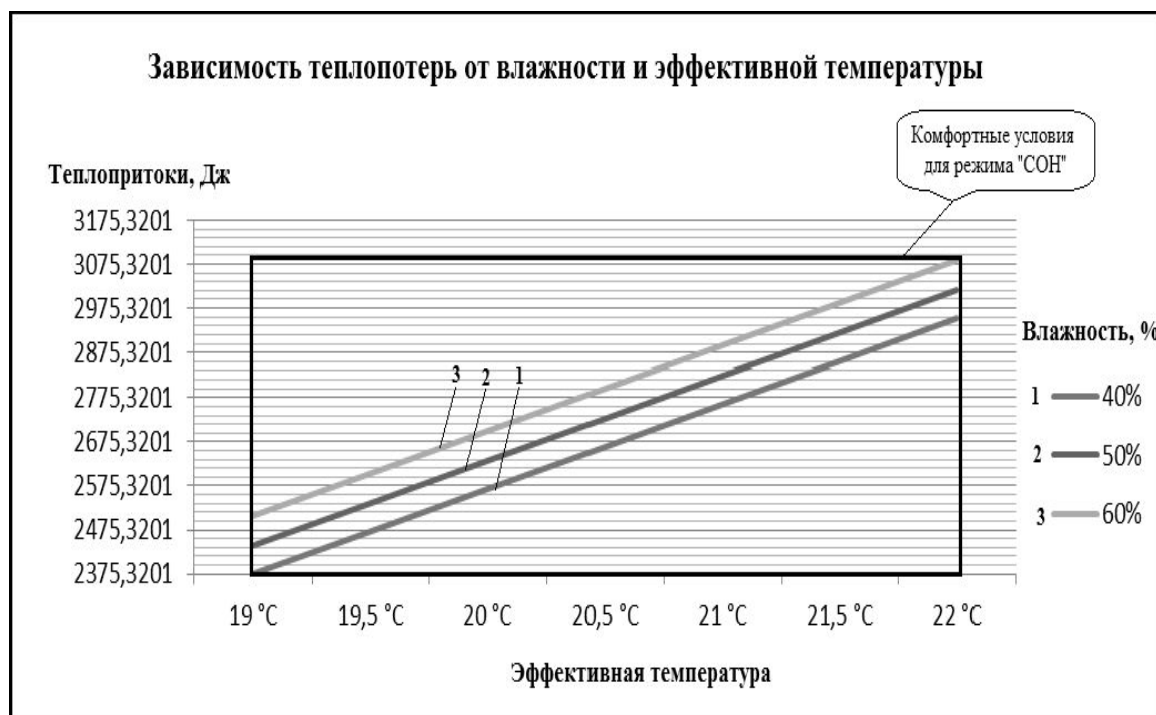


Рис. 5. Результаты моделирования (графическое представление)

Список использованной литературы

1. Бондарь Е.С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Е.С. Бондарь – 2003. – С. 54–59.
2. [Электронный ресурс] http://js.com.ua/articles/princip_rabot_rondicionera
3. Модель автоматизации процессов поддержания теплового комфорта в обитаемом помещении / Бабич Н.И., Антощук С.Г., Панов В.Г., Бурдыка Л.Ф. // Холодильна техніка і технологія. – 2012. – № 1 (135). – С. 14–19.

Получено 25.02.2012

References

1. Bondar E.S. Automation systems, ventilation and air conditioning. – 2003. – P. 54–59 [in Russian].
2. [Internet resource] http://js.com.ua/articles/princip_rabot_rondicionera.
3. Babich N.I., Antoshuk S.G., Panov V.G., Burdyka L.F. Model of process automation subholding of thermal comfort in the crew room / Refrigeration equipment and technology. – 2012. – № 1 (135). – P. 14–19 [in Russian].



Бабич
Николай Иванович,
ассистент, Одесск. нац. поли-
техн. ун-та,
E-mail:
babich.tiger@gmail.com



Антощук
Светлана Григорьевна,
д.т.н., проф., зав. каф.
Информац. систем Одесск.
нац.политехн.ун-та,
E-mail: asg@ics.opu.ua