

УДК 697.004

В. Ф. ПАШКОВ, С. Е. АНТОНЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ С РУЧНОЙ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ БАЛАНСИРОВКОЙ

Основными элементами систем отопления являются терморегуляторы и балансировочные клапаны, позволяющие уменьшить расход тепла системой отопления на 30–35 %. Но они имеют повышенное гидравлическое сопротивление. На основании экспериментальных данных показана энергетическая эффективность различных систем.

системы отопления, ручные и автоматические балансировочные клапаны, энергетическая эффективность

Перемещение теплоносителя в системах отопления осуществляется насосами, потребляющими электроэнергию. Основная часть потерь давления приходится на запорно-регулирующую арматуру, вид которой зависит от схемы.

В настоящее время в Украине применяются системы однотрубные и двухтрубные, с постоянным и переменным гидравлическим режимом, с ручной и автоматической балансировкой [1–3].

Работа выполнялась в рамках госбюджетной научно-исследовательской работы Д-1-01-13 «Организационно-экономические основы градостроительства, территориального и стратегического планирования».

Тепловой комфорт и соблюдение требований энергосбережения в помещении достигается при использовании систем отопления с автоматическим регулированием, основными элементами которых являются терморегуляторы и балансировочные клапаны. Автоматическая поддержка теплового комфорта в помещении должна обеспечиваться в рамках отклонения, которое нормируется санитарно-гигиеническими нормами [3], что свидетельствует о важности его обеспечения.

Вместе с этим только терморегуляторы позволяют максимально использовать для отопления помещений эпизодические тепlopоступления, что позволяет, в сочетании с другими средствами комплексного управления системой отопления, в осенне-весенний период экономить до 60–70 % тепловой энергии [4–6].

Вышеприведенные факты свидетельствуют о бесспорной эффективности систем с автоматическим регулированием в направлении обеспечения теплового комфорта и экономии тепловой энергии. Но вместе с этим следует обратить внимание на наличие повышенного гидравлического сопротивления в запорно-регулирующей арматуре автоматического действия, что в системах с насосной циркуляцией вызывает повышение потерь электрической мощности.

Целью данной работы является анализ энергетической эффективности систем отопления с ручным и автоматическим регулированием.

Исследования проводились на стенде «Системы регулирования микроклимата помещений» компании DANFOSS на следующих системах отопления:

- двухтрубная с постоянным гидравлическим режимом и автоматической балансировкой;
- двухтрубная с переменным гидравлическим режимом и автоматической балансировкой;
- двухтрубная с переменным гидравлическим режимом и автоматической балансировкой комбинированным клапаном АВ-QM ;
- двухтрубная с переменным гидравлическим режимом и ручной балансировкой;
- двухтрубная с постоянным гидравлическим режимом и ручной балансировкой;
- однотрубная проточно-нерегулируемая с автоматической балансировкой;

– однотрубная проточно-нерегулируемая с ручной балансировкой;

– однотрубная проточно-регулируемая с обводным участком и автоматической балансировкой.

Исследования проводились для трёх режимов работы циркуляционного насоса с частотой вращения 1 350, 1 950 и 2 420 об/мин.

При проведении эксперимента фиксировались расходы, потери давления и мощность насосов. Результаты исследований приведены на рис. 1.

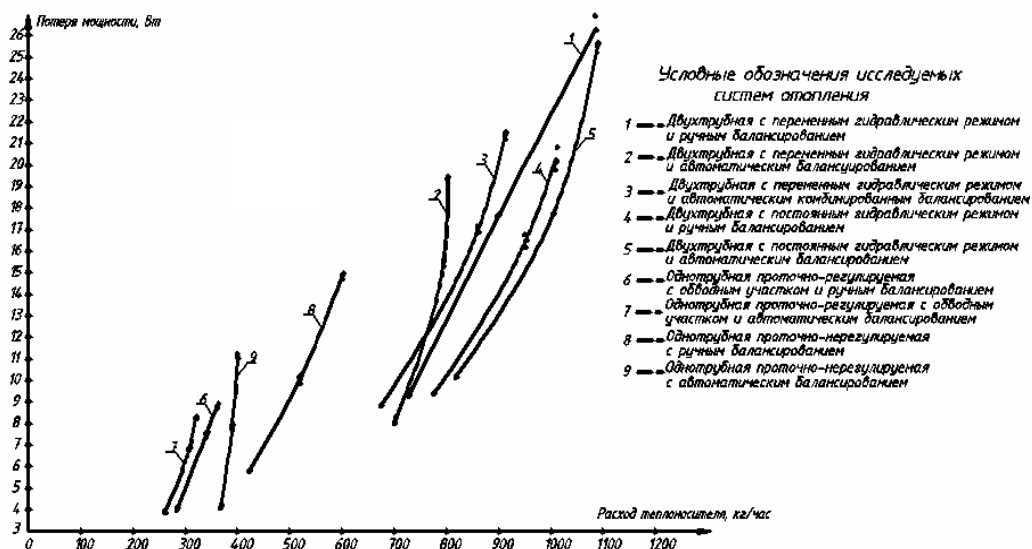


Рисунок 1 – График зависимости потерь электрической мощности от расхода для исследуемых систем отопления.

Полученные результаты позволили определить, какая из исследуемых систем отопления имеет наибольшие потери электрической мощности на свое функционирование.

Результаты эксперимента и проведенные на их основе расчеты свидетельствуют о следующем:

– самые большие величины единичных потерь электрической мощности характерны для однотрубных систем отопления;

– среди однотрубных наиболее энергозатратной по данным исследования оказалась однотрубная проточно-нерегулируемая с автоматическим балансированием клапаном АВ-QM;

– среди двухтрубных систем наибольшие величины единичных потерь электрической мощности характерны для двухтрубной системы с переменным гидравлическим режимом и автоматической балансировкой.

На графике (рис. 2) единичных потерь электрической мощности двухтрубные системы имеют средние показатели при минимальном и максимальном расходе, в то время как однотрубные системы характеризуются более выраженным контрастом – потери электрической мощности являются минимальными при малых затратах теплоносителя, а с увеличением расхода наблюдается рост единичных потерь электрической мощности.

По графику зависимости потерь мощности от расхода теплоносителя, который построен непосредственно по данным экспериментальных измерений, видно, что однотрубные системы отопления характеризуются меньшим расходом теплоносителя, проходящего через систему, при том же количестве оборотов циркуляционного насоса, что объясняется наличием более высокого гидравлического сопротивления в циркуляционном кольце. Следовательно, как было упомянуто выше, единичные потери электрической мощности у них будут более высокими, чем в двухтрубных системах. Вместе с этим для однотрубных систем характерно увеличение количества нагревательных приборов из-за наличия различных температурных напоров, что в целом делает их более материалоёмкими.

При минимальном расходе разница единичных потерь между однотрубными и двухтрубными системами по графику единичных потерь электрической мощности составляет:

$$\Delta_{1-2\min} = \frac{1,1537 - 1,1339}{1,1537} \cdot 100 \% = 1,7 \approx 2 \%, \quad (1)$$

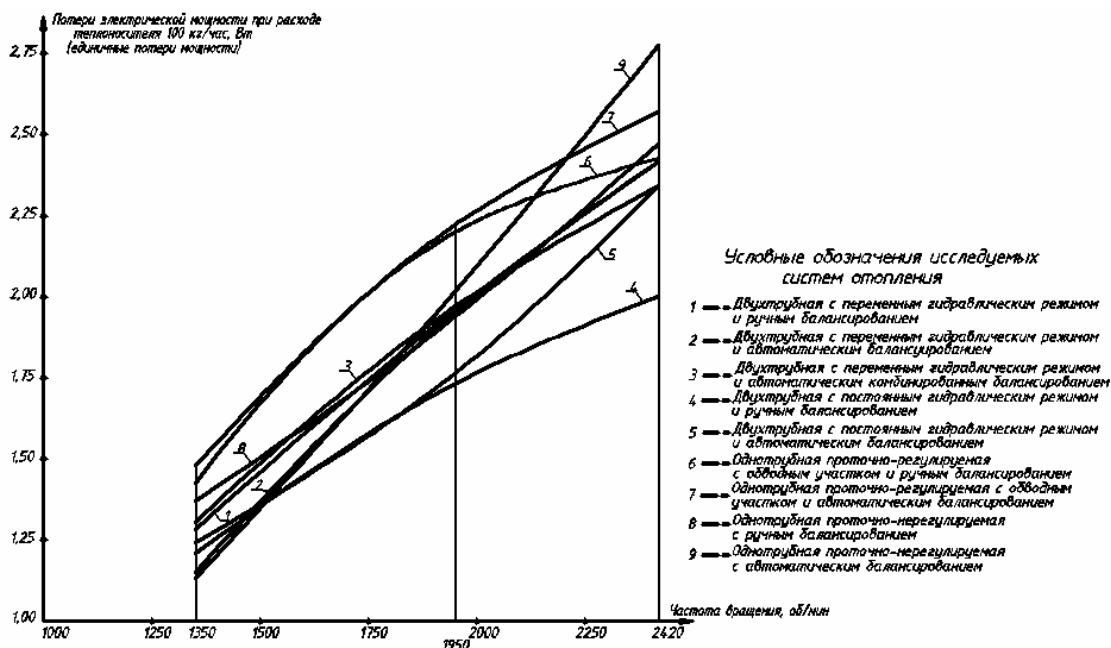


Рисунок 2 – График зависимости единичных потерь электрической мощности от частоты вращения.

а при максимальном расходе соответственно имеем:

$$\Delta_{1-2\max} = \frac{2,7779 - 2,4183}{2,7779} \cdot 100\% = 12,9 \approx 13\% . \quad (2)$$

При минимальном расходе разница единичных издержек между различными типами однотрубных составляет:

$$\Delta_{1-1\min} = \frac{1,4805 - 1,1339}{1,4805} \cdot 100\% = 23,4\% , \quad (3)$$

а при максимальном расходе соответственно имеем:

$$\Delta_{1-1\max} = \frac{2,7779 - 2,4282}{2,4282} \cdot 100\% = 14\% . \quad (4)$$

Аналогично для двухтрубных систем:

$$\Delta_{2-2\min} = \frac{1,3072 - 1,1537}{1,3072} \cdot 100\% = 11,74 \approx 12\% , \quad (5)$$

$$\Delta_{2-2\max} = \frac{2,4183 - 2,0033}{2,4183} \cdot 100\% = 17,2\% . \quad (6)$$

Наибольший перепад потерь единичной мощности наблюдается между началом отопительного сезона и расчетным минимумом температур. Наибольшая его величина приходится на однотрубную проточно-нерегулируемую систему с автоматическим балансированием, а наименьшая характерна для двухтрубной системы с постоянным гидравлическим режимом и ручной балансировкой.

ВЫВОДЫ

1. Двухтрубные системы имеют средние показатели электрической мощности при минимальном и максимальном расходе, в то время как однотрубные системы характеризуются более выраженным контрастом – затраты электрической мощности являются минимальными при малых расходах теплоносителя, а с увеличением расхода наблюдается её рост.

2. Однотрубные системы отопления характеризуются меньшим расходом теплоносителя, проходящего через систему, при том же количестве оборотов циркуляционного насоса, что объясняется более высоким гидравлическим сопротивлением в циркуляционном кольце, если единичные потери электрической мощности в этих системах будут более высокими, чем в двухтрубных.

3. Среди однетрубных систем отопления наиболее энергозатратной, по данным исследования, оказалась однетрубная проточно-нерегулируемая система с автоматическим балансированием клапаном АВ-QM.

4. Среди исследуемых двухтрубных систем отопления самые большие величины электрической мощности характерны для двухтрубной системы с переменным гидравлическим режимом и автоматическим балансированием.

5. При минимальном расходе теплоносителя разница единичных потерь между однетрубных и двухтрубных системах составляет около 2 %, а при максимальном расходе – 13 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пырков, В. В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика [Текст] / В. В. Пырков. – М. : ООО «Такие дела», 2010. – 304 с.
2. Отопление и вентиляция [Текст] : Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. I. Отопление / П. Н. Каменев, А. Н. Сканин, В. Н. Богословский [и др.]. – Изд. 3-е перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1975. – 483 с.
3. Пырков, В. В. Особенности современных систем водяного отопления [Текст] / В. В. Пырков. – К. : П ГП «Такие дела», 2003. – 176 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування [Текст]. – На заміну СНиП 2.04.05-91 ; чинний з 01 січня 2014 року. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 167 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Balancing of differential pressure in heating systems [Текст] / Danfoss. – Nordborg : Danfoss A/S, 2002. – 31 p.
6. Petitjean, R. Total hydronic balancing [Текст] / R. Petitjean. – Second edition. – Gothenburg : Tour & Andersson AB, 1994. – 530 p.

Получено 04.10.2013

В. Ф. ПАШКОВ, С. Є. АНТОНЕНКО
ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ З РУЧНИМ І
АВТОМАТИЧНИМ БАЛАНСУВАННЯМ
 Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Основними елементами систем опалення є терморегулятори і балансувальні клапани, що дозволяють зменшити витрати тепла системою опалення на 30–35 %. Але вони мають підвищений гідрравлічний опір. На підставі експериментальних даних показана енергетична ефективність різних систем. **системи опалювання, ручні і автоматичні клапани балансування, енергетична ефективність**

VALERY PASHKOV, SVETLANA ANTONENKO
THE ENERGY EFFICIENCY OF HEATING SYSTEMS WITH MANUAL AND
AUTOMATIC BALANCING
 Donbas National Academy of Engineering and Architecture

The basic elements of the heating system are heating thermostats and balancing valves which are help to reduce the expense of heat up to 30–35 %. But they have enhance able hydraulic resistance. On the basis of experimental data the efficiency of different heating systems with manual and automatic balancing of heating systems, manual and automatic balancing valves, and energy efficiency have been showed. **systems of heating, hand and automatic balancing valves, power efficiency**

Пашков Валерій Федорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: системи опалення – регулювання, енергоощадження, проектування.

Антоненко Світлана Євгенівна – асистент кафедри міського будівництва та господарства Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: електрохімічне зм'якшення води, нові матеріали і устаткування при проектуванні систем опалення.

Пашков Валерий Федорович – кандидат технических наук, доцент кафедры городского строительства и хозяйства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: системы отопления – регулирование, энергосбережение, проектирование.

Антоненко Светлана Евгеньевна – ассистент кафедры городского строительства и хозяйства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: электрохимическое умягчение воды, новые материалы и оборудование при проектировании систем отопления.

Pashkov Valery – PhD (Eng.), Associate Professor, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: heating systems – regulation, energy saving, design.

Antonenko Svetlana – the assistant, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: electrochemical softening the waters, new materials and the equipment at designing of systems of heating.