

УДК 697.34

Ф.А.СТОЯНОВ, д-р техн. наук, С.Ю.АНДРЕЕВ
*Харьковский государственный технический университет
строительства и архитектуры*

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ДИАМЕТРОВ ТРУБОПРОВОДОВ В ОТОПИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Разработан алгоритм решения задачи выбора оптимальных диаметров трубопроводов в отопительных системах различных типов.

В качестве примера рассмотрим следующие типы отопительных систем (ОС):

зависимые ОС с подмешиванием теплоносителя на отопительной котельной;

зависимые ОС с подмешиванием теплоносителя на теплораспределительных станциях (ТРС);

независимые ОС с установкой теплообменников на котельной;

независимые ОС с установкой теплообменников на ТРС.

Цель работы: для различных типов ОС найти оптимальные значения диаметров d_k , $k=1, 10$ трубопроводов, обеспечивающих минимум годовых приведенных затрат Z , грн./год (здесь k – номер трубопровода на рис.1). Математическую постановку этой задачи можно представить следующим образом [1].

Найти

$$\min Z(d_k), \quad (1)$$
$$d_k \in \Omega$$

где Ω – область определения целевой функции Z , которая описывается рядом зафиксированных типоразмеров труб N_k , приведенных в табл.1, где каждому N_k соответствует диаметр d_k . Учитывая это, задачу (1) представим в следующем виде.

Найти

$$\min Z(N_k). \quad (2)$$

Целевую функцию Z рассчитываем с учетом потерь с уходящими газами и гидравлических потерь в котельных установках, затрат на работу дутьевых вентиляторов в каждом котле, тепловых и гидравлических потерь в трубопроводах и др. Поиск экстремума в задаче (2) осуществляем методом покоординатного спуска. Ниже приведены результаты решения оптимизационной задачи (2) для ОС различных типов.

Зависимая ОС с подмешиванием теплоносителя на котельной (схема на рис.1, а, в).

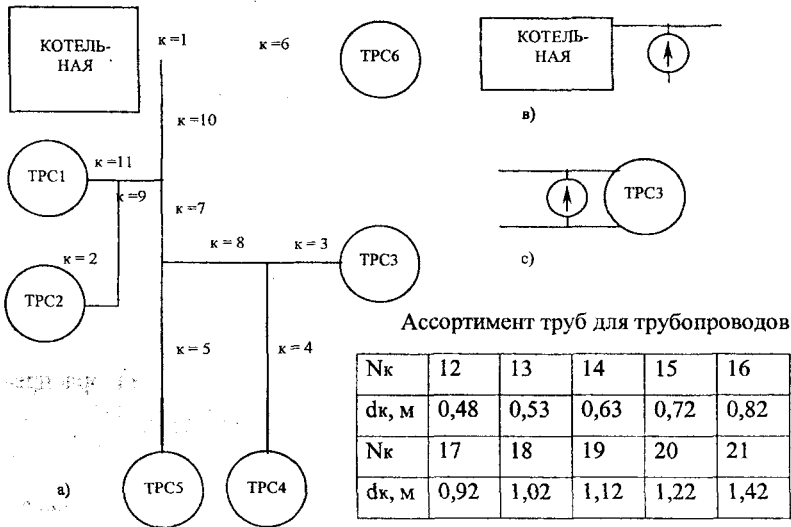


Рис.1 – Схема зависимой ОС

Для этой схемы ОС расход теплоносителя в магистральных теплопроводах задан и зафиксирован, т.е. отпуск теплоты регулируется только за счет изменения температуры теплоносителя на выходе из котельной в соответствии с температурным графиком. Заданный расход теплоносителя в магистральных теплопроводах обеспечивается уменьшением расхода подмешивания теплоносителя по мере включения котлов в процессе управления ОС. Результаты решения оптимизационной задачи (2) для рассматриваемого варианта приведены на рис.2. Здесь показаны зависимости оптимальных значений диаметров трубопроводов N_k (см. таблицу) и скоростей теплоносителя $V_{k,опт}$ для k участков от величин расходов теплоносителя в них G_k . Заметим, что оптимальные значения скоростей $V_{k,опт}$ для каждого участка одинаковые.

Зависимая ОС с подмешиванием теплоносителя на ТРС (схема на рис.1, а, с).

Для этой схемы ОС расход теплоносителя в магистральных теплопроводах является переменной величиной и зависит от количества задействованных котлов. Постоянный и зафиксированный расход у потребителя обеспечивается подмешиванием теплоносителя на ТРС.

Результаты решения оптимизационной задачи для рассматриваемого варианта ОС представлены на рис.3.

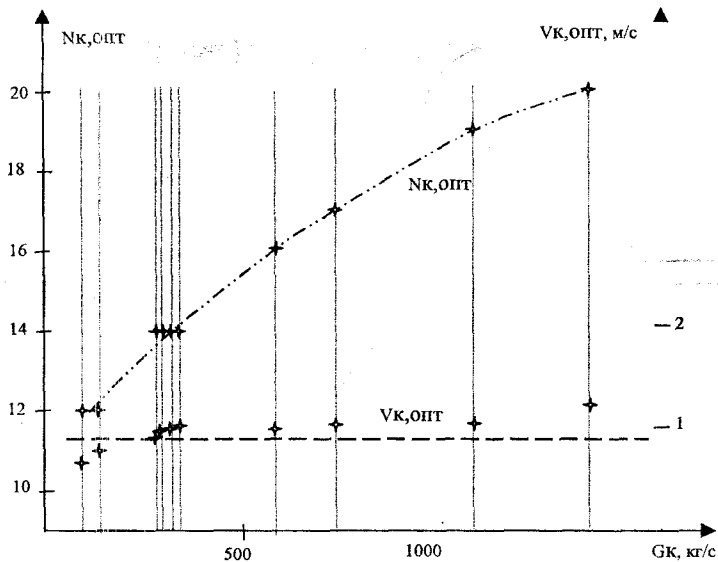


Рис.2 – Зависимости $N_{K,OPT}$ и $V_{K,OPT}$, м/с от G_K , кг/с (зависимая ОС, подмешивание теплоносителя на котельной)

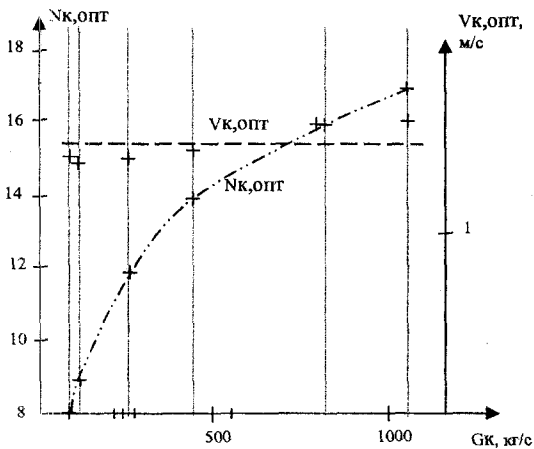


Рис.3 – Зависимости $N_{K,OPT}$ и $V_{K,OPT}$, м/с от G_K , кг/с (зависимая ОС, подмешивание на ТРС)

Независимая ОС с установкой теплообменников на котельной (схема на рис.4, а, в).

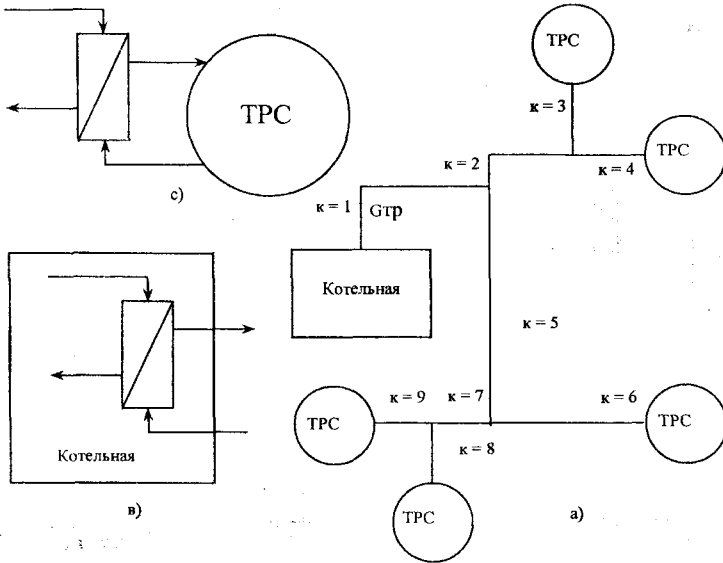


Рис.4 – Схема зависимой ОС

Для этой схемы ОС расход теплоносителя в магистральных теплопроводах задан и зафиксирован и определяется расходом через внешний контур теплообменника, установленного на котельной. В то же время расход теплоносителя через внутренний контур котельной является переменным и зависит от количества задействованных котлов. Результаты решения оптимизационной задачи (2) для рассматриваемого варианта ОС приведены на рис.5. Здесь представлены зависимости оптимальных значений диаметров трубопроводов $N_{k,опт}$ (см. таблицу) и скорости теплоносителя в них $V_{k,опт}$ от величин расходов теплоносителя G_k .

Независимая ОС с теплообменниками, установленными на ТПС (схема на рис.4, а, с).

Для этой ОС расход теплоносителя в магистральных теплопроводах является переменным и зависит от количества работающих котлов. Результаты решения оптимизационной задачи (2) для рассматриваемого варианта приведены на рис.6.

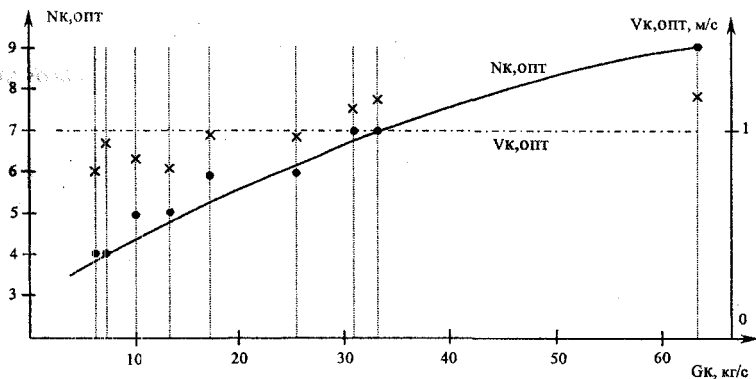


Рис.5 – Зависимости $N_{K,OPT}$ и $V_{K,OPT}$, м/с от G_K , кг/с (независимая ОС, теплообменник на котельной)

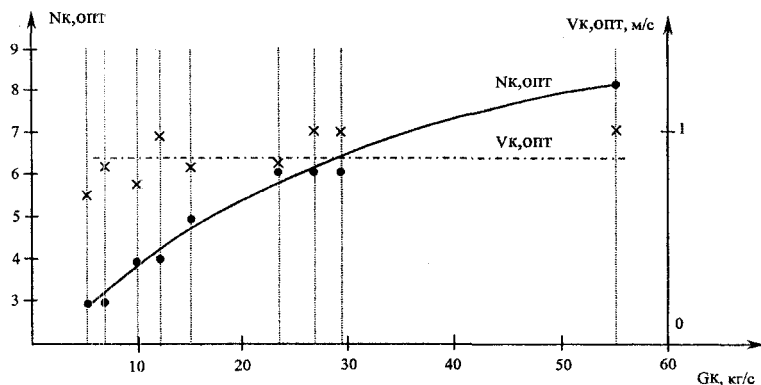


Рис.6 – Зависимости $N_{K,OPT}$ и $V_{K,OPT}$, м/с от G_K , кг/с (независимая ОС, теплообменник на ТРС)

Аналогичные исследования были проведены для шести ОС разных типов. Анализ результатов исследований позволяет сделать следующие выводы. В ОС с регулированием расхода на котельной (типа приведенных на рис.1, а, в; 4, а, в) оптимальная скорость теплоносителя в каждом из магистральных трубопроводов составляет $V_{K,OPT} \approx 1$ м/с. В случае регулирования на ТРС (рис.1, а, с; 4, а, с) оптимальная скорость теплоносителя изменяется в пределах $1 \leq V_{K,OPT} \leq 1,5$ м/с и определяется составом котлов в отопительной котельной, тепловой нагрузкой на отдельные котлы и расходом теплоносителя в сети потребителей.

1. Андреев С.Ю. Выбор оптимальных диаметров трубопроводов тепловых сетей при их реконструкции // Науковий вісник будівництва. – №9, 2000. – Харків: ХДТУБіА, ХОТВАБУ. – С. 195-198.

Получено 14.05.2002

УДК 515.2

А.В.МИРОШНИЧЕНКО, канд. техн. наук
Харьковская государственная академия городского хозяйства

ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАНАЛОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОМ ОБОРУДОВАНИИ

Предлагается графо-аналитический способ моделирования каналовых поверхностей с улучшенными гидравлическими характеристиками.

Переход к новым методам проектирования (САПР) во многом зависит от создания математических моделей сложных поверхностей. К таким поверхностям относятся проходные каналы центробежных насосов, вентиляторов, компрессоров, пылеотделителей, фильтров и других видов отопительно-вентиляционной техники. Они проектируются в виде трубы, постепенно расширяющейся к выходному отверстию и завернутой в виде «улитки» с плоской (пространственной) осью, постоянной (окружность, кривая) или переменной (коробовые кривые, квадрат, овал и т.д.) формой радиальных сечений.

Основными техническими данными, характеризующими работу отопительно-вентиляционного оборудования, являются: производительность, давление, обороты, мощность, КПД, которые зависят в определенной степени и от гидравлических потерь в проходных каналах, по которым проходят массы воздуха, горячей и холодной воды, пыли, пара. Гидравлические потери определяют экономичность систем и диапазон их работы.

«Идеальная» форма каналовой поверхности должна, во-первых, обеспечивать осесимметричный поток масс при выходе из рабочего колеса и тем самым создавать условия для установившегося осесимметричного движения потока в колесе и, во-вторых, преобразовывать кинетическую энергию потока в потенциальную, если канал имеет форму «улитки». Течение масс имеет сложный гидравлический характер, что затрудняет теоретическое определение потерь. Известно, что основные потери возникают из-за неравномерного поля скоростей, создаваемого местными сопротивлениями: внезапные расширения, сужения каналов, изломы, чрезмерно большая диффузорность каналов и т.д.