

заинтересовать жильцов многоквартирных домов утеплять свои квартиры, а, следовательно, снижать свои затраты на теплоснабжение и затраты государства на топливно-энергетические ресурсы.

Выводы

Цена тепла за 1 м² для разных видов зданий различна;

Действующий в г. Харьков тариф наиболее приемлем для 9-12ти этажных панельных зданий;

Жители 5ти этажных панельных домов переплачивают по действующему тарифу порядка 10%;

Жители 16ти этажных панельных домов недоплачивают по действующему тарифу порядка 20-30%;

Действующий тариф не соответствует истинной стоимости отопления ряда других типов зданий: «сталинок», современных многоэтажек, 2-4х этажных, кирпичных индивидуального проекта и других.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Щекин Р.В., Корневский С.М., Бем Г.Е., Скороходько Ф.И., Чечик Е.И., Соболевский Г.Д., Мельник В.А., Корневская О.С. Справочник по теплоснабжению и венти-

ляции, изд.4, переработанное и дополненное. В двух томах. Киев, Будівельник, 1976. 678 С.

2. Закон України «Про теплопостачання».
3. Закон України «Про енергозбереження».
4. Постанова Кабінету міністрів України «Про забезпечення єдиного підходу до формування тарифів на житлово-комунальні послуги» від 1 червня 2011 р. № 869, м. Київ.
5. ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки»
6. Тарадай А.М., Яременко М.А., Чернокрылюк В.В., Есин Е.С. Основные направления модернизации систем теплоснабжения для решения задачи снижения потребления природного газа в Украине // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ.- 2014. – Вип.77.- С. 120-123.
7. Тарадай А.М., Кириленко И.Г., Редько А.Ф., Яременко М.А. Тенденция развития централизованного и децентрализованного теплоснабжения // Науковий вісник будівництва.- Харьков: ХГТУСиА, ХОТВ АБУ. - № 45, 2008.- С. 182-186.
8. Редько А.Ф., Тарадай А.М., Кириленко И.Г., Яременко М.А. Анализ работы систем учета расхода тепловой энергии в Харьковском регионе // Науковий вісник будівництва.- Харьков: ХГТУСиА, ХОТВ АБУ. - № 46, 2008.- С. 233-241.

УДК 697.34

Стоянов Ф.А., Стоянов Л.Ф., Збараз Л.И., Журавлев Ю.В., Корсун В.Е.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ КОНФИГУРАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕПЛОПРОВОДОВ

В настоящее время одним из главных путей повышения экономичности сложных технических систем является разработка и применение компьютерных технологий для их оптимального проектирования и управления [1-5]. В качестве такой технической системы в работе рассматривается сеть магистральных отопительных трубопроводов.

Формальная постановка оптимизационной задачи для этой системы выглядит следующим образом. Определить температурный график и конфигурацию магистральной системы отопления, при

которых годовые приведенные З, гривен/год, будут минимальны. Расчет З, гривен/год, проводится в соответствии с алгоритмом, изложенным в [1÷3]. При расчете З учитывались тепловые и гидравлические потери в трубопроводной системе.

Математическая постановка этой задачи имеет вид.

Найти
$$\min Z(G, t_1(10\text{ C}), t_1(-25\text{ C}), t_2(10\text{ C}), t_2(-25\text{ C}), r_{к,под}, r_{к,отв}, \delta_{к,под}, \delta_{к,отв}). \quad (1)$$

Здесь приведены исходные данные (рис. 1; рис. 2, блок 2, $t_2(10\text{ C}), t_2(-25\text{ C}),$

$Q(t_{нв})$ и др.), и параметры управления оптимизационной задачи первого уровня ($t_1(10\text{ C}), t_1(-25\text{ C}), G, r_{к,под}, r_{к,отв}, \delta_{к,под}, \delta_{к,отв}$); $G, \text{ кг/с}$ – расход теплоносителя на выходе из котельной; $t_2(10\text{ C}), t_2(-25\text{ C})$ – температура теплоносителя на входе в котельную для $t_{нв} = 10\text{ C}$ и $t_{нв} = -25\text{ C}$ (рис. 1); $t_1 = 10\text{ C}, t_1 = -25\text{ C}$ – температура теплоносителя на выходе из котельной; $t_{нв}, \text{ C}$ – температура наружного воздуха; $r_{к,под}, r_{к,отв}, \kappa=1,9, \text{ м}$ – диаметры подводящего и отводящего трубопроводов; $\delta_{к,под}, \delta_{к,отв}, \kappa=1,9, \text{ м}$ – толщины изоляции трубопроводов.

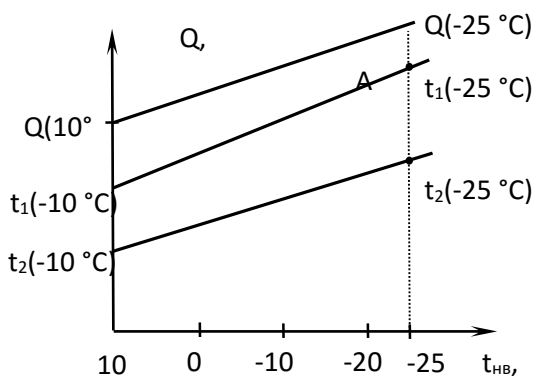


Рис. 1. Зависимость $Q, \text{ МВт}, t_1$ и $t_2, \text{ }^\circ\text{C}$, от $t_{нв}, \text{ }^\circ\text{C}$

Решение оптимизационной задачи (1) в единой постановке с одновременным исследованием всех информационных связей практически невозможно из-за большого количества (более 40) параметров управления, а также сложности целевой функции и системы ограничений. Поэтому была проведена декомпозиция общей оптимизационной задачи на две локальные задачи на различных иерархических уровнях. Схема декомпозиции приведена на рис. 2.

На первом уровне решается задача выбора оптимального температурного графика (рис. 2, блоки 2÷6). Постановка этой задачи имеет вид.

Найти

$$\min Z(G, t_1(10\text{ C}), t_1(-25\text{ C})). \quad (2)$$

Исходные данные для решения этой задачи приведены на рис. 2, блок 3, а параметру управления в блоке 4. Величина Z , гривен/год, рассчитывалась по формуле (1), а результаты решения показаны на рис. 3 и 4.

Поиск оптимального решения осуществляется следующим образом. Задаемся начальными значениями температуры теплоносителя, тепловой нагрузки и расхода $t_2(10\text{ C}), t_2(-25\text{ C}) Q(10\text{ C}), Q(-25\text{ C}), G_{нач} = 1700 \text{ кг/с}$. Эти величины соответствуют реальным в рассматриваемой технической системе. Несложно определить

$$t_1(10^\circ\text{C}) = \frac{Q(10^\circ\text{C})}{G_{нач} \cdot C} \cdot t_2(10^\circ\text{C}) \cdot t_1(-25^\circ\text{C}) = \frac{Q(-25^\circ\text{C})}{G_{нач} \cdot C} \cdot t_2(-25^\circ\text{C}) \quad (3)$$

Далее, зная начальные значения $r_{к,под,нач}, r_{к,отв,нач}, \delta_{к,под,нач}, \delta_{к,отв,нач}, \kappa=1,9, G_{нач}$, а также величины t_1 и t_2 (2), можем рассчитать тепловые и гидравлические потери в трубопроводах, а затем определить величину годовых приведенных потерь Z , гривен/год [6].

Тогда, варьируя расходом G , получаем график, представленный на рис. 3. Данные на рис. 3 аппроксимируем с применением программного вычислительного комплекса EUREKA (файл approx). Задача решается методом наименьших квадратов [8], а ее постановка выглядит следующим образом

$$Z(G)=f(x)=a_0+a_1 \cdot x+a_2 \cdot x_2; \quad (4)$$

$$F(1500) = 10783112;$$

$$F(1597) = 10625700;$$

$$F(1650) = 10695100;$$

$$F(1700) = 10764800;$$

$$\text{\$Substlevel} = 0;$$

$$a_0 = 45566220; a_1 = -43630; a_2 = 13,62$$

Для поиска оптимального решения применяется тот же комплекс (файл linprog) [7].

$$\text{Profit} = 45566220 - 43630 \cdot x + 13,62 \cdot x_2;$$

$$\text{\$min(Profit)}.$$

Результаты решения:

$$G_{опт}^I = x_{опт} = 1601 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

$Z_{\min} = 10,626 \cdot 106$ гривен/год, а далее по формулам (2), определяем $t_{1,опт}^I(10^\circ\text{C})$ и $t_{1,опт}^I(-25^\circ\text{C})$ (здесь I – номер итерации).

Тогда температурный график будет иметь вид $G_{опт}^I = 1601 \text{ кг/с}; t_{1,опт}^I = 125,9 \text{ }^\circ\text{C};$

$t_{2,опт}^I = 73 \text{ }^\circ\text{C}$ (для $t_{нв} = -25^\circ\text{C}$).

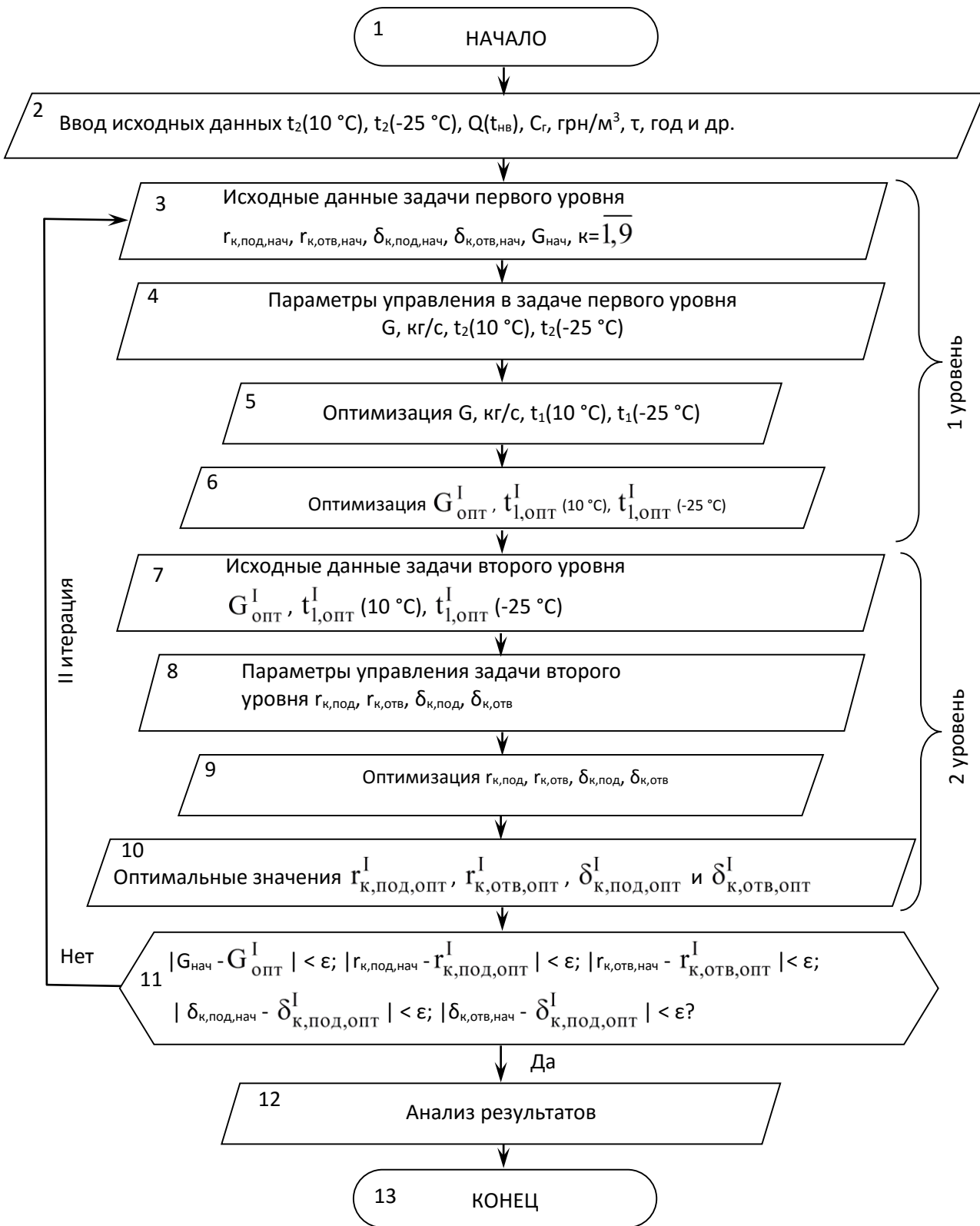


Рис. 2. Структурная схема декомпозиции общей оптимизационной задачи

Далее переходим к решению задачи второго уровня (рис. 1, блоки 7 ÷ 11), где определяются $g_{к,под,опт}$, $g_{к,отв,опт}$, $\delta_{к,под,опт}$, $\delta_{к,отв,опт}$, обеспечивающие минимум величины Z , гривен/год. Постановка этой задачи выглядит следующим образом.

Найти
 $\min Z(g_{к,под}, g_{к,отв}, \delta_{к,под}, \delta_{к,отв})$. (4)

Исходные данные для решения этой задачи представлены в структурной схеме

Таблица 1 - Результаты решения оптимизационной задачи второго уровня

| к | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $g_{к,опт,под}$ | 0,273 | 0,194 | 0,108 | 0,194 | 0,194 | 0,133 | 0,159 | 0,133 | 0,108 |

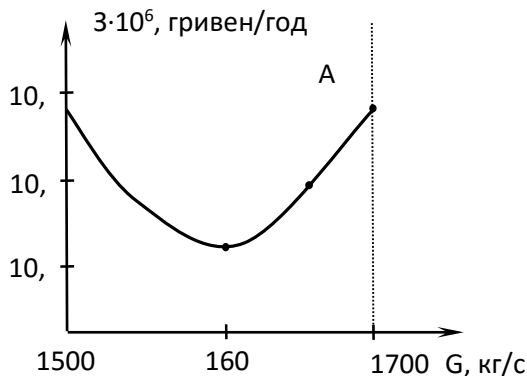


Рис. 3. Зависимость Z , гривен/год, от G , кг/с

Аналогичная задача решается для поиска $g_{к,отв,опт}$ и $\delta_{к,под,опт}$, $\delta_{к,отв,опт}$. Далее сравниваются начальные и оптимальные значения $g_{к,под}$, $g_{к,отв}$, $\delta_{к,под}$, $\delta_{к,отв}$ и G_k (рис. 2, блок 11).

Если разница между этими величинами меньше заранее заданной сколь угодно малой величины ϵ , процесс решения оптимизационных задач первого и второго уровня можно считать завершенным и необходимо проанализировать полученные результаты. Если же величина ϵ превышает заранее заданную, то процесс поиска решения продолжается переходом к решению оптимизационной задачи первого уровня на второй итерации (рис. 2, блок 3), где вместо величин $g_{к,под,нач}$, $g_{к,отв,нач}$, $\delta_{к,под,нач}$, $\delta_{к,отв,нач}$ принимаются значения $g_{к,под,опт}^I$, $g_{к,отв,опт}^I$, $\delta_{к,под,опт}^I$, $\delta_{к,отв,опт}^I$, $G_{опт}^I$. Итерации

на рис. 2, блок 7, то есть они являются результатами решения оптимизационной задачи первого уровня. Параметрами управления являются $g_{к,под}$, $g_{к,отв}$, $\delta_{к,под}$, $\delta_{к,отв}$.

Задача решается с применением одного из методов нелинейного математического программирования, метода Нелдера-Мида [7]. Результаты решения для $k=9$ представлены в табл. 1.

продолжаются до тех пор, пока не будет выполнено условие, показанное на рис. 2, блок 11.

Анализируя результаты решения оптимизационной задачи, приведенные на рис. 3, можно сделать вывод, что сравнение экономических характеристик системы (годовых приведенных затрат Z , гривен/год, для начального и оптимального вариантов и для заданного расхода теплоносителя G) показало, что начальному варианту (прототипу) отвечают величины $G_{нач} = 1700$ кг/с и $Z_{мин} = 10,764 \cdot 10^6$ гривен/год, а оптимальному - $G_{нач} = 1601$ кг/с и $Z_{мин} = 10,628 \cdot 10^6$ гривен/год. Таким образом, ожидаемый экономический эффект от внедрения предложенной методик составляет 136800 гривен/год.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тарадай А.М., Кириленко И.Г., Редько А.Ф., Яременко М.А. Тенденция развития централизованного и децентрализованного теплоснабжения // Науковий вісник будівництва. - Харьков: ХГТУСиА, ХОТВАБУ. - № 45, 2008.- С. 182-186.
2. Стоянов Ф.А., Андреев С.Ю., Шевченко Л.П. Методы системного анализа в задачах оптимального проектирования централизованных систем теплоснабжения: Учебное пособие для ВУЗов.- Харьков: Золотые страницы, 2005,- 140 с.
3. Андреев С.Ю., Стоянов Ф.А., Андреев А.Ю., Шевченко Л.П. Оптимальное управление централизованными системами теплоснабжения с учетом транспор-

- тного запаздывания теплоносителя //Учебное пособие для ВУЗов.- Харьков: “Золотые страницы”, 2006.
4. Слесаренко А.П., Журавлев Ю.В. Управление тепловыми процессами при точном учете геометрической информации с помощью S-функций / Восточно-европейский журнал передовых технологий. - 2014.- №4/4(70).- С.23-28.
 5. Слесаренко А.П., Журавлев Ю.В., Жиленко В.Б. Разработка методологии моделирования формообразования поверхностей и тепловых процессов с помощью S-функций / Технологический аудит и резервы производства. - 2014.- №4/1(18).- С.48-53.
 6. Андреев С.Ю. Рациональные методы реконструкции городских систем теплоснабжения: Дис. канд. техн. наук (05.23.03)/ ХГТУСиА.- Харьков, 2003.- 163 с.
 7. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. - М.: Мир, 1975.- 536с.
 8. Бузовера Н.П. Об аппроксимации таблично заданной функции кубическим сплайном со сглаживанием. - М.: ЦАГИ, 1983. - 22 с.
 9. Андреев С.Ю. Рациональные методы реконструкции городских систем теплоснабжения. - Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. научно-тех. сб.- К.: Техніка. - № 27, 2001.- С. 216-222.
 10. Андреев С.Ю., Редько А.Ф. Рациональный выбор оборудования систем теплоснабжения // Пробл. машиностроения.- 2003.- Вып. 2.- С 531-533.

УДК 519.6

Беляев Н.Н.

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна*

Цыганкова С. Г.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

ОЦЕНКА АЭРОИОННОГО РЕЖИМА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ПРИ ИСКУССТВЕННОЙ ИОНИЗАЦИИ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ

Постановка проблемы. Известно, что обеспечение необходимого аэроионного состава воздушной среды в рабочих зонах является крайне важной задачей в области охраны труда [1, 2-4, 6-8]. Для решения этой задачи достаточно часто применяют искусственную ионизацию воздуха в помещениях. Однако, при этом возникает необходимость обоснования места размещения ионизаторов, с целью получения требуемого качества воздушной среды в рабочих зонах. Такое обоснование можно сделать путем применения специальных расчетных методов. Анализ литературных источников показывает, что сейчас в Украине существует определенный дефицит таких методов, что ставит важную задачу их разработки.

Анализ публикаций. Основным трендом создания методов расчета аэроионного режима в помещениях, в Украине

является применение аналитических моделей [2-4, 6-8]. Такие модели позволяют быстро рассчитать концентрацию аэроионов, однако, без учета аэродинамики воздушных струй в помещении, наличия в нем оборудования, мебели, источников выделения пыли и т.п. – т.е. комплекса факторов, который оказывает определяющее влияние на формирование концентрационного поля аэроионов в рабочих зонах. Для получения более обоснованной прогнозной информации необходимо применение CFD моделей [1].

Целью данной работы является создание CFD модели для прогноза аэроионного режима в помещениях и в рабочих зонах, позволяющей учитывать наиболее существенные физические факторы, определяющие формирование концентрационного поля аэроионов.