

УДК 697.34

Ю.Н. ХАРИТОНОВ

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, Николаев, Украина

ПОСТРОЕНИЕ ИЕРАРХИИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

На основе рассмотренных направлений исследований в области разработки теоретических основ организации и управления проектами реконструкции сложных технических систем предложены различные подходы к построению иерархий реконструкции элементов систем теплоснабжения: подход построения иерархий по комплексному показателю эффективности, подход построения по квазидинамическому структурно-параметрическому показателю. Предложен минимаксный критерий, обеспечивающий получение максимальной эффективности реконструируемой системы при минимуме остатка предложенного ресурса на реконструкцию. Показан пример применения указанного критерия при проведении работ по реконструкции одного из районов города.

энергетика, управление проектами, реконструкция, система теплоснабжения

1. Постановка проблемы

Анализ существующей структуры и основных показателей сложных технических систем, в частности, систем теплоснабжения (СТ) крупных промышленных комплексов и городов Украины, указывает на необходимость их модернизации и реконструкции [1]. Ввиду относительно высокой доли систем теплоснабжения в составе топливно-энергетического комплекса Украины, актуальность проблемы по модернизации и реконструкции нашла свое отражение в ряде законодательных, нормативно-правовых документов, широком спектре научных публикаций, посвященных решению отдельных задач ее составляющих. Одним из направлений в решении данной проблемы является разработка и создание научных основ организации и управления проектами реконструкции СТ.

Обзор публикаций и выделение нерешенных проблем. Современные исследования в данной области сфокусированы на следующих основных направлениях: развитие методических основ, информационных баз и программных комплексов для решения задач по развитию энергоснабжения территорий, населенных пунктов, промышленных предприятий; разработка экономических механизмов и

структур управления энергоснабжением; разработка стратегии и методов совершенствования СТ в условиях перехода к новым экономическим методам хозяйствования и многое другое [2, 3].

При этом анализ публикаций по данной проблематике указывает на то, что остаются нерешенными вопросы рационального выбора последовательности реконструкции элементов системы теплоснабжения.

Целью исследований является определение критериев, обеспечивающих построение иерархии реконструкции элементов систем теплоснабжения.

2. Решение проблемы

Рассмотрим систему теплоснабжения состоящую в общем случае из n -го количества тепловых районов, включающих в свой состав m локальных систем теплоснабжения, состоящих из произвольного числа источников тепловой энергии – И, систем транспортировки тепла – Т и числа потребителей тепла – П.

Каждая из локальных систем теплоснабжения может характеризоваться различного рода относительными показателями, обеспечивающими формирование представительного набора сочетаний исходных данных:

$$m_i = \{\bar{b}_0, \bar{b}_1, \bar{b}_2, \dots, \bar{b}_i\}, \quad \bar{b}_i \in m_i,$$

где \bar{b}_i – относительный показатель эффективности систем теплоснабжения.

Тогда с учетом известных (или определенных) коэффициентов весомости данных показателей, в общем случае исходную комплексную характеристику эффективности каждой из систем можно представить зависимостью:

$$\Theta_i = \prod_{i=1}^n \gamma_i \bar{b}_i,$$

где γ_i – коэффициент весомости показателя \bar{b}_i .

Произведя соответствующие вычисления по каждой из m локальных систем теплоснабжения можно, на основе значений величины Θ_i построить иерархию возможной последовательности реконструкции по значению показателя Θ :

$$\Theta_1 < \Theta_2 < \Theta_3 < \dots < \Theta_i < \Theta_{i+1}$$

Построение последовательности реконструкции по данной зависимости возможно при условиях постоянства значений γ_i и \bar{b}_i , т.е.:

$$\frac{d\gamma_i}{d\tau} = 0;$$

$$\frac{d\bar{b}_i}{d\tau} = 0.$$

В реальных условиях значения коэффициента весомости γ_i и показателя \bar{b}_i находятся во временной зависимости: $\gamma_i(\tau) = \text{var}$; $\bar{b}_i(\tau) = \text{var}$, что должно учитываться при решении вопросов последовательности реконструкции по параметру $\Theta_i(\tau)$ – квазидинамическому структурно-параметрическому показателю:

$$\Theta_i(\tau) = \int_0^T \left(\prod_{i=1}^n \gamma_i(\tau) \bar{b}_i(\tau) \right) d\tau.$$

Иерархия реконструкции (последовательность этапов работ) определяется комплексным функционалом, учитывающим не только показатели эффективности, но и ресурсную составляющую:

$$R = R_e + R_p,$$

$$R_p = \sum_{i=1}^i \bar{R}_i n_i + \sum_{j=1}^j \bar{R}_j m_j + \sum_{k=1}^k \bar{R}_k p_k,$$

$$R_u = \sum_{i=1}^i \bar{R}_i n_i; \quad R_m = \sum_{j=1}^j \bar{R}_j m_j;$$

$$R_n = \sum_{k=1}^k \bar{R}_k p_k$$

где R_e – ресурс на поддержание эксплуатации не реконструируемой часть системы;

R_p – ресурс на реконструкцию;

$\bar{R}_i, \bar{R}_j, \bar{R}_k$ – относительное количество ресурсов, необходимых для реконструкции соответствующих элементов системы;

n_i, m_j, p_k – число элементов, подвергающихся реконструкции по источнику, транспорту и потребителю энергии, соответственно.

В общем случае на отдельных этапах реконструкции требуются различные объемы ресурсов, тогда можно записать:

$$R_p = \int_0^{\tau} \left(\sum_{i=1}^i \bar{R}_i(\tau) n_i(\tau) + \sum_{j=1}^j \bar{R}_j(\tau) m_j(\tau) + \sum_{k=1}^k \bar{R}_k(\tau) p_k(\tau) \right) d\tau.$$

При известных значениях ресурса R на реконструкцию можно сформировать матрицу совокупных затрат для различных сочетаний системной реконструкции:

$$R_p - (R + \Delta),$$

где Δ – остаток свободных ресурсов.

Исходя из принципа рациональности можно рекомендовать в качестве критерия выбора последовательности реконструкции систем теплоснабжения модифицированный критерий минимума свободных ресурсов (см. табл. 1):

$$\Delta = \min \Delta \wedge \Theta_i(\tau) \Rightarrow 1,$$

$$I = f(\Delta, \Theta),$$

где I – иерархия этапа реконструкции.

Таблица 1

Квазидинамический структурно-параметрический показатель	Совокупные затраты			$\Delta \min$	Иерархия этапов, I
	$\sum_{i=1}^i \bar{R}_i n_i$	$\sum_{j=1}^j \bar{R}_j m_j$	$\sum_{k=1}^k \bar{R}_k p_k$		
$\max \Theta_1(\tau)$	3_i^1	3_j^1	3_k^1	$\Delta \min_1$	1
$\max \Theta_2(\tau)$	3_i^2	3_j^2	3_k^2	$\Delta \min_2$	2
...
$\max \Theta_i(\tau)$	3_i^∇	3_j^∇	3_k^∇	$\Delta \min_i$	g

Указанный критерий позволяет определиться с последовательностью выполнения этапов реконструкции.

При определении значений $\min \Delta \wedge \Theta_i(\tau) \Rightarrow \max$ следует считать, что ресурс R может использоваться дискретно только при условиях полного завершения

работ по реконструкции любого из элементов системы теплоснабжения.

Разработанные подходы были применены при реализации комплексной программы реконструкции системы теплоснабжения (рис.1, 2.) одного из городов.



Рис. 1. Комплексный показатель эффективности системы теплоснабжения



Рис. 2. Иерархия выполнения реконструкции системы теплоснабжения (1, 2, 3...9 – последовательность этапов выполнения реконструкции)

Из приведенных данных на рис. 1 и 2 видна существенная разница в выполнении этапов реконструкции при принятых различных критериях. Так в случае выбора иерархии проведения реконструкции по комплексному показателю начальным объектом реконструкции (этапом) необходимо было бы принять систему теплоснабжения с показателем 0,43, а при учете предложенного модифицированного критерия минимума свободных ресурсов эта система должна быть реконструирована лишь на третьем этапе.

Выводы

1. Предложенный критерий минимума свободных ресурсов при максимуме квазидинамического структурно-параметрического показателя эффективности обеспечивает эффективное построение иерархии реконструкции элементов системы теплоснабжения.

Литература

1. Дормачев Д.Б. Исследование энергетической эффективности систем централизованного теплоснабжения как единого комплекса: Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.03. – Иркутск: РГБ, 2005.
2. Энергетика России в переходный период. Проблемы и научные основы развития и управления / Под ред. А.П. Меренкова. – Новосибирск: Наука, 1996. – 359 с.
3. Системы поддержки принятия решений для исследования и управления энергетикой / Под ред. Меренкова А.П., Массель Л.В. – Новосибирск: Наука, 1997. – 210 с.

Поступила в редакцию 30.04.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.К. Чернов, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Николаев.