

$$X < 100; Y < 100; Z < 100; U < 100; V < 100; W < 10;$$

$$X > 20; Y > 20; Z > 20; U > 20; V > 20; W > 20.$$

\$max (Profit).

Здесь максимум отыскивается методами нелинейного математического программирования [2].

В результате решения этой задачи находим значения $Q_{пк,1}$, $Q_{пк,2}$, $Q_{пк,3}$, $Q_{пк,4}$, $Q_{пк,5}$ и $Q_{пк,6}$, обеспечивающие максимум целевой функции η . Эти результаты для различных $Q_{пк}$ приведены в таблице.

Зависимости $Q_{пк,i}, i = \overline{1,6}$, Гкал/ч, от $Q_{пк}$, Гкал/ч

$Q_{пк}$, Гкал/ч	$Q_{пк,1}$, Гкал/ч	$Q_{пк,2}$, Гкал/ч	$Q_{пк,3}$, Гкал/ч	$Q_{пк,4}$, Гкал/ч	$Q_{пк,5}$, Гкал/ч	$Q_{пк,6}$, Гкал/ч	η
40	40	0	0	0	0	0	93,25
100	33,35	33,34	33,31	0	0	0	93,7
160	45,1	45,1	45,1	24,5	0	0	93,74
200	51,14	51,14	51,14	46,57	0	0	93,75
240	60,6	60,6	60,6	57,8	0	0	93,5
30	53,66	53,66	53,66	49,69	44,65	44,65	93,47
360	62,4	62,4	62,4	59,6	56,58	56,58	93,27
420	71,79	71,79	71,79	69,69	67,47	67,47	92,9
480	81,43	81,43	81,43	79,73	78	78	92,306
540	91,19	91,19	91,19	89,78	88,33	88,33	91,52
600	100	100	100	100	100	100	90,55

Аналогичные задачи решены для выбора рациональных значений нагрузок на отдельные турбины и парогенераторы.

1. Лысак Л.В. Рациональное управление городской теплофикационной системой // Науковий вісник будівництва. Вип.14. – Харків: ХДТУБА, 2001. – С. 221-226.

2. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. – М.: Мир, 1975. – 536 с.

Получено 12.07.2001

УДК 658.264

Н.А.ШУЛЬГА, канд. техн. наук, О.М.ГЕРАСИМОВА,

А.А.АЛЕКСАХИН, канд. техн. наук

Харьковская государственная академия городского хозяйства

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПOTЕРЬ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Рассматривается влияние условий проведения тепловых испытаний на точность определения теплопотерь.

Тепловые испытания проводят на тепловых сетях с целью нормирования теплопотерь через изоляцию трубопроводов. По результатам этих испытаний определяют фактические тепловые потери через теплоизоляцию за любой период работы сетей. Испытания осуществляют на участках трубопроводов с различными типами прокладки и конструкциями изоляции, характерными для данной сети.

Во время проведения испытаний на основании расчетов определяют циркуляционное кольцо от источника теплоты с характерными участками теплопроводов и в соответствии с величиной материальной характеристики теплосети рассчитывают расход теплоносителя на время испытаний [1]. Потребителей теплоты при этом отключают, что увеличивает ее непроизводительные потери. Стремясь сократить сроки проведения тепловых испытаний, часто увеличивают расход теплоносителя на испытываемом участке по сравнению с расчетным значением. Однако поскольку величину тепловых потерь трубопроводами устанавливают по формуле (1), то увеличение расхода сопряжено с уменьшением разности температур теплоносителя в начале (t^H) и конце (t^K) расчетных участков, что, естественно, приводит к росту погрешности измерений:

$$Q = C \cdot G \cdot (t^H - t^K), \quad (1)$$

где C – удельная теплоемкость теплоносителя; G – расход теплоты.

Количественной оценкой точности результатов измерения является абсолютная и относительная погрешность. Так как в первом приближении можно принять $\frac{\Delta U}{U} = \frac{dU}{U}$ (U – измеряемая величина), а,

как известно, $\frac{dU}{U} = d(\ln U)$, то относительная ошибка одного измерения определяется полным дифференциалом от логарифма измеряемой величины.

При условии постоянной теплоемкости теплоносителя погрешность определения величины теплопотерь по формуле (1) в соответствии с [2] находим из выражения

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta G}{G} + \frac{2 \cdot \Delta t}{t^H - t^K}, \quad (2)$$

где ΔG – абсолютная погрешность измерения расхода теплоносителя; Δt – абсолютная погрешность измерения температуры.

В качестве примера в таблице приведены данные, иллюстрирую-

щие влияние величины расхода теплоносителя на погрешность определения тепловых потерь подающим и обратным трубопроводами тепловой сети на участке длиной 1000 м, диаметром 630 мм при подземной прокладке и нормативных теплопотерях.

Нормативные потери теплоты для подающего трубопровода определяют при разности температур сетевой воды и наружного воздуха $\Delta t_n = 70^\circ\text{C}$, для обратного трубопровода – $\Delta t_o = 45^\circ\text{C}$ по формулам

$$\begin{aligned} Q_n &= q_{\text{нп}} \cdot L \cdot \beta; \\ Q_o &= q_{\text{но}} \cdot L \cdot \beta, \end{aligned} \quad (3)$$

где L – длина участка; β – коэффициент, учитывающий дополнительные потери тепла опорами, арматурой и компенсаторами (принято $\beta = 1,15$ [1]).

Нормативные удельные теплопотери для указанных условий составляют $q_{\text{нп}} = 154 \text{ Вт/м}$, $q_{\text{но}} = 121 \text{ Вт/м}$.

Разность температур сетевой воды на участке устанавливаем по формуле

$$t^{\text{н}} - t^{\text{к}} = \frac{Q}{G \cdot C}.$$

Относительная погрешность измерения расхода принята 0,5%, абсолютная погрешность измерения температуры – 0,1 $^\circ\text{C}$.

Влияние величины расхода сетевой воды на испытываемом участке на погрешность определения тепловых потерь трубопроводами

Расход, т/ч	50	75	100	125	150
Подающий трубопровод					
$t^{\text{н}} - t^{\text{к}}, ^\circ\text{C}$	3,045	2,03	1,52	1,218	1,015
$\Delta Q / Q, \%$	6,6	9,9	13,18	18,15	19,75
Обратный трубопровод					
$t^{\text{н}} - t^{\text{к}}, ^\circ\text{C}$	2,39	1,6	1,2	0,96	0,8
$\Delta Q / Q, \%$	8,4	12,6	16,76	21	25

В соответствии с данными таблицы погрешность определения величины теплопотерь уменьшается при снижении расхода теплоносителя в испытываемом кольце. Так, при расходе 50 т/ч погрешность определения теплопотерь по формуле (2) не превосходит 9%. При увеличении расхода до 150 т/ч она возрастает более чем в два раза.

Таким образом, увеличение расхода теплоносителя в испытываемом кольце сверх расчетного может приводить к заметной потере точности и должно учитываться при нормировании фактических теплопо-

терь на основании данных тепловых испытаний.

1. Методические указания по определению тепловых потерь в водных тепловых сетях: РД 34.09.255-97. Служба передового опыта ОРГРЭС. Департамент науки и техники. - М., 1998. - 27 с.

2. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. - М.: Энергия, 1969. - 392 с.

Получено 02.07.2001

УДК 697

В.А.МАЛЯРЕНКО, д-р техн. наук, **Ю.И.ЧАЙКА**, канд. техн. наук
Харьковская государственная академия городского хозяйства

ТЕПЛОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Рассматривается взаимосвязь теплового состояния ограждающих конструкций зданий и сооружений, их оптимального проектирования и эксплуатации с вопросами ресурсо- и энергосбережения. Сформулированы требования и даны рекомендации по проектированию зданий с возможно более низким уровнем энергопотребления.

Задачи теплового проектирования. К основным эксплуатационным характеристикам гражданских и промышленных зданий относятся долговечность, надежность и экономичность, которые во многом обусловлены особенностями тепловлажностного состояния их конструктивных элементов. Необходимость исследования тепловлажностного состояния возникает при проектировании, в процессе эксплуатации, при модернизации и переводе зданий в другие режимы эксплуатации, интенсификации технологических процессов и т.д. На каждом этапе ставятся конкретные задачи, выбираются объекты исследования и сам процесс приобретает специфичность. Так, если на стадии проектирования нужно проводить многофакторный эксперимент по отработке оптимальной с точки зрения тепловлажностного состояния конструкции стен, перекрытий, покрытий, окон и т.д., то при отладке и эксплуатации требуется определить тепловлажностное состояние конструкции в различных режимах работы, а также оптимизировать эксплуатационные характеристики с учетом ограничений, являющихся следствием геометрических особенностей, теплофизических и прочностных характеристик данной конструкции. Однако независимо от того, на какой стадии изучается тепловлажностное состояние объекта, исследование охватывает широкий круг задач, основные из которых – тепловой расчет, в результате которого находят температурные поля и сопротивление теплопередаче, и влажностный расчет, по которому оценивают влажностное состояние ограждающих конструкций, а так-