

К вопросу эффективного управления технологическими процессами индивидуального теплового пункта

Шульга Н.А., Бобух А.А., Ковалев Д.А., Харьковская национальная академия городского хозяйства

Для повышения эффективности управления системами теплоснабжения [1] актуальными являются задачи получения и использования математических моделей для экономии тепловой энергии. Для решения задачи получения математических моделей в тепловой сети Московского теплового района г. Харькова был проведен пассивный эксперимент, в результате которого были получены соответствующие массивы информации, в частности для технологических процессов индивидуального теплового пункта (ИТП), которые были обработаны по методу наименьших квадратов (как наиболее простом для массивов, имеющих одинаковую точность).

Известно [2], что от количества независимых параметров теплоносителя зависит точность математической модели, чем больше параметров, тем выше точность, однако с технологической точки зрения для управления технологическим процессом наиболее простой в реализации является линейная математическая модель, как правило, для двух независимых параметров, но при этом точность таких математических моделей будет понижаться. Поэтому для определения необходимого количества параметров теплоносителя для разработанных математических моделей был проведен анализ на соответствие по критериям Фишера ($F_{расч} > F_{табл}$ т.е. $281,6 > 10,13$) и Стьюдента (табл.) как математических зависимостей, так и их параметров. Анализ по критериям Стьюдента (t -крит. расч. и t -крит. табл.) разработанной математической модели, позволяет утверждать, что рациональным количеством независимых параметров по степени их влияния на зависимость температуры смешанного теплоносителя ($T_{см}$) на выходе ИТП являются три параметра (температура наружного воздуха ($T_{н.в}$), температура теплоносителя в обратном трубопроводе ($T_{обр}$) и расход теплоносителя в подающем трубопроводе ($F_{под}$)).

С учетом полученных результатов выполнены расчеты максимальных ($T_{см.расч.}^{max}$) и минимальных ($T_{см.расч.}^{min}$) значений смешанного теплоносителя, в которые подставлены значения соответствующих параметров ($T_{н.в}$, $T_{обр}$, $F_{под}$) из массива экспериментальных данных:

$$T_{см.расч.}^{min} = f(T_{н.в}^{max} = 8,5^0\text{C}; \text{ при } T_{обр.} = 35,48^0\text{C} \text{ и } F_{под}^{min} = 17,958 \text{ м}^3/\text{ч})$$

$$Y_1(T_{см.расч.}^{\min}) = 7,329 - 0,179 \cdot X_2 + 2,1 \cdot X_3 - 0,923 \cdot X_4 =$$

$$= 7,329 - 0,179 \cdot 8,5 + 2,1 \cdot 35,48 - 0,923 \cdot 17,958 = 63,74^{\circ}\text{C}, \quad (1)$$

Средние значения параметров и значения критериев Стьюдента для математической модели ИТП с СО

Наименование	$T_{н.в.}$ °С, X_2	$T_{обр.}$ °С, X_3	$F_{под.}$ М ³ /ч X_4
Средние значения параметров	-0,095	37,311	18,258
<i>t</i> -крит расч	5,29	10,31	2,85
<i>t</i> -крит табл	2,35		

т.е. $T_{см.расч.}^{\min} = 63,74^{\circ}\text{C}$, при фактическом значении $T_{см.факт.}^{\min} = 64,04^{\circ}\text{C}$.

$$T_{см.расч.}^{\max} = f(T_{н.в.}^{\min} = -15,1^{\circ}\text{C}; T_{обр.} = 43,78^{\circ}\text{C} \text{ и } F_{под.}^{\min} = 19,259 \text{ М}^3/\text{ч})$$

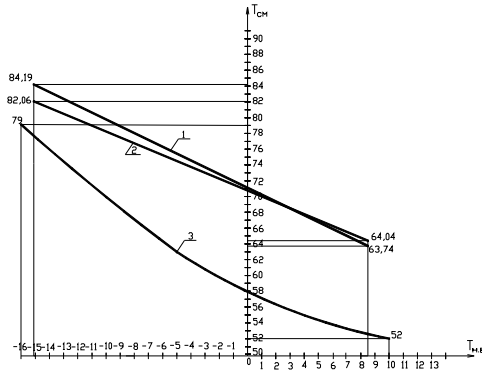
$$Y_1(T_{см.расч.}^{\max}) = 7,329 - 0,179 \cdot X_2 + 2,1 \cdot X_3 - 0,923 \cdot X_4 =$$

$$= 7,329 - 79 \cdot (-15,1) + 2,1 \cdot 43,78 - 0,923 \cdot 19,259 = 84,19, \quad (2)$$

т.е. $T_{см.расч.}^{\max} = 84,19^{\circ}\text{C}$, при фактическом значении $T_{см.факт.}^{\max} = 82,06^{\circ}\text{C}$.

Рассчитанные по формулам (1) и (2) значения $T_{см.расч.}^{\min}$ и $T_{см.расч.}^{\max}$ и фактические $T_{см.факт.}^{\max}$ и $T_{см.факт.}^{\min}$ значения из массива экспериментальных данных, а также значения утвержденного температурного графика ($T_{темн.граф.}$) представлены на плоскости $T_{см.} = f(T_{н.в.})$ в виде графиков (рисунок) для анализа и наглядности.

Анализ вышеприведенных графиков (рисунок) показывает, что полученные $T_{см.факт.}$ и $T_{см.расч.}$ не совпадают со значениями температурного графика и находятся выше его значений, т.е. можно утверждать, что в момент проведения экспериментов в ИТП был значительный перетоп, который приводит к перерасходу тепловой энергии. Разработанная математическая модель может быть использована для управления температурой смешанного теплоносителя $T_{см}$ (управляемого параметра) изменением расхода горячего теплоносителя $F_{под}$ (управляющего параметра) на входе ИТП с коррекцией по температуре наружного воздуха $T_{н.в.}$ и температуре теплоносителя в обратном тру-



Графики изменения $T_{CM} = f(T_{н.в.}, T_{обр}, F_{под})$:

1 – $T_{CM,расч.}$; 2 – $T_{CM,факт.}$; 3 – $T_{темн.граф.}$

бопроводе $T_{обр}$, что позволит уменьшить расход тепловой энергии, что приведет к ее значительной экономии.

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети / Соколов Е.Я. – М.: МЭИ, 2001. – 360 с.

2. Ефимова М.Р. Общая теория статистики/ Ефимова М.Р., Петрова Е.В., Румянцев В.Н. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 416 с.