

УДК 658.24

А.А.АЛЕКСАХИН, канд. техн. наук

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н.Бекетова

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ДВУХТРУБНУЮ МИКРОРАЙОННУЮ СИСТЕМУ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Приведены результаты вычислений площади поверхности теплопередачи теплообменных аппаратов для нагрева горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд на индивидуальных тепловых пунктах зданий. Выполнена оценка изменения величины теплообменной поверхности подогревателей и расхода сетевой воды при переходе от четырехтрубной системы теплоснабжения микрорайона к двухтрубной.

Наведено результати обчислень площі поверхні теплопередачі теплообмінних апаратів для нагріву гарячої води для господарсько-побутових потреб на індивідуальних теплових пунктах будівель. Здійснено оцінку зміни величини теплообмінної поверхні й витрат мережної води при переході від чотиритрубної системи теплопостачання микрорайону до двотрубної.

The results of calculations of the surface area of heat transfer of heat exchangers for heating hot water for domestic use by an individual heating unit buildings. The estimation of change of the heat transfer surface heaters and heating water flow in the transition from the district heating system of four-to-pipe

Ключевые слова: централизованное теплоснабжение, водонагревательная установка, индивидуальный тепловой пункт, теплообменник горячего водоснабжения, площадь поверхности теплопередачи

Для сложившейся в крупных городах Украины системы централизованного теплоснабжения характерна четырехтрубная микрорайонная сеть и наличие центрального теплового пункта (ЦТП) с водонагревательной установкой (ВНУ) для приготовления горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд микрорайона. Переход на двухтрубную микрорайонную сеть предусматривает устройство в каждом из зданий индивидуального теплового пункта (ИТП) с ВНУ, обеспечивающей подогрев воды для отдельного здания, демонтаж сети теплопроводов горячего водоснабжения. Тем самым достигается снижение тепловых потерь микрорайонной сетью. Теплообменную поверхность водоподогревателей определяют из уравнения теплопередачи по максимальной нагрузке горячего водоснабжения $Q_{h,max}$ [1]

$$F = Q_{h,max} / K \cdot \Delta t_{cp} , \quad (1)$$

где K – коэффициент теплопередачи; Δt_{cp} – средняя логарифмическая разность температур нагреваемой воды и греющего теплоносителя.

Тепловой расчет пластинчатых теплообменных аппаратов, широко используемых в последнее время при проектировании ВНУ, можно

выполнять по известным методикам [2-4], требующих для своей реализации достаточного объема исходных данных.

Целью настоящей работы является, используя ряд упрощений и допущений, оценить изменение площади теплопередающей поверхности водоподогревателей при переходе на схему с приготовлением горячей воды на ИТП зданий.

Максимальный расход теплоты на горячее водоснабжение можно определить по формуле [5]

$$Q_{h,max} = (a + b) \cdot m \cdot c \cdot (t_2 - t_x) \cdot (K_q + K_{ТП}) / T, \quad (2)$$

где a, b – суточная норма потребления горячей воды в жилых и общественных зданиях соответственно; $c = 4187$ Дж/(кг·°C) – удельная теплоемкость воды; t_2, t_x – температура горячей и холодной воды соответственно; K_{mn} – коэффициент, зависящий от типа системы горячего водоснабжения и особенностей исполнения; T – временной интервал, с; K_q – коэффициент часовой неравномерности водопотребления; m – число жителей.

Для наиболее часто встречающихся систем с полотенцесушителями и неизолированными стояками при наличии наружных распределительных сетей горячего водоснабжения от ЦТП $K_{mn} = 0,35$ [5], без наружных распределительных сетей горячего водоснабжения $K_{mn} = 0,3$ [5]. Значения коэффициента часовой неравномерности расходования воды в зависимости от числа жителей приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Коэффициенты часовой неравномерности водопотребления [6]

Число жителей	150	250	350	500	700	1000	3000	6000	≥10000
K_q	5,15	4,3	4,1	3,75	3,5	3,27	2,85	2,7	2,6

Как следует из формулы (2), расход теплоты на горячее водоснабжение, с одной стороны, при увеличении числа жителей растет, с другой стороны, рост числа жителей обуславливает уменьшение коэффициента часовой неравномерности и снижение расхода теплоты. Ориентировочные значения тепловой нагрузки горячего водоснабжения для жилых зданий с некоторой усредненной планировкой (4 квартиры на лестничной клетке при заселенности квартир 14 жителей) приведены в табл. 2.

Значения коэффициента теплопередачи теплообменного аппарата определяют из соотношения

$$K = \left(\frac{1}{\alpha_1} + \delta_{CT} + \delta_3 + \frac{1}{\alpha_2} \right)^{-1}, \quad (3)$$

где α_1, α_2 – коэффициенты теплообмена, соответственно, между греющей и нагреваемой средой и стенками аппарата; $\delta_{ст}, \delta_3$ – термическое сопротивление стенки канала и отложений на стенках соответственно.

Таблица 2 – Характеристики систем горячего водоснабжения жилых зданий

Показатель	Значение для здания (этажность/число секций)								
	5/3	5/4	9/3	9/4	9/6	12/4	12/6	16/1	16/2
Ориентировочное число жителей	210	280	378	504	756	672	1008	224	448
Максимальный расход теплоты на горячее водоснабжение, МВт	0,288	0,356	0,395	0,571	0,846	0,722	1,007	0,302	0,57
Площадь теплообмена ВНУ, м ²	7,68	9,48	10,53	15,23	22,56	19,26	26,85	8,06	15,2

Термическое сопротивление стенок каналов пластинчатых теплообменников изменяется в пределах $(0,047-0,063) \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, термическое сопротивление отложений на стенках теплообменных аппаратов для горячего водоснабжения в соответствии с [2] составляет $0,00048 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. В диапазоне изменения коэффициентов теплообмена $(4-12) \cdot 10^{-3} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ при указанных условиях коэффициент теплопередачи изменяется в пределах $1200-1500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$. В расчетах принято значение $1300 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$. Для одноступенчатой схемы присоединения теплообменников горячего водоснабжения к тепловым сетям средняя логарифмическая разность температур для условий нагрева воды от 5 до 60⁰С и значениях температур сетевой воды в точке излома графика температур составляет 28,85⁰С. Результаты расчетов теплопередачи водоподогревателей, предназначенных к установке на индивидуальных тепловых пунктах зданий, приведены в табл. 2.

Выполнено сравнение величин суммарной площади поверхности водоподогревателей ИТП зданий и площади поверхности одной общемикрорайонной ВПУ, используемой при четырехтрубной системе (F_0). Значение F_0 найдено при условии, что подогревательная установка присоединена к тепловым сетям по широко применяемой при проектировании ЦТП двухступенчатой смешанной схеме. В расчетах принято, что температура нагрева воды на первой ступени равна 25⁰С, коэффициенты теплопередачи в аппаратах ступеней одинаковы и равны $1300 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$. Численность населения принята 10000 чел.

($Q_{h,max} = 8,67$ МВт). В нагрузке горячего водоснабжения учтены также расходы теплоты для школы (0,15 МВт), детского комбината (0,25 МВт), общественно-торгового центра (0,012 МВт). Максимальный расход теплоты на отопление равен 15,69 МВт. В расчетах получено, что площадь поверхности теплообмена микрорайонной ВНУ равна 395,3 м² (134,3 м² – на первой ступени и 261 м² – на второй). Характеристики вариантов застройки микрорайонов и расчетная площадь поверхности теплообменников горячего водоснабжения для ИТП зданий приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение вариантов расчетов площади поверхности ВНУ

Номер варианта	Число зданий жилой группы (этажность/число секций)									Общее число жителей, чел	Суммарная площадь ВНУ для ИТП, F, м ²	F/F ₀
	5/3	5/4	9/3	9/4	9/6	12/4	12/6	16/1	16/2			
1	1	35	-	-	-	-	-	-	-	10010	350,5	0,89
2	-	14	-	6	4	-	-	-	-	9968	325,3	0,82
3	-	-	-	20	-	-	-	-	-	10080	315,6	0,8
4	-	-	-	6	-	-	7	-	-	10080	290,3	0,73
5	-	-	-	-	-	6	4	1	4	10080	302,9	0,77

При вычислениях учтена тепловая потребность указанных ранее общественных зданий. Для всех вариантов застройки суммарная площадь поверхности теплообменников ИТП заметно меньше площади аппаратов на ЦТП, причем для застройки жилой группы пятиэтажными зданиями площадь аппаратов индивидуальных тепловых пунктов наибольшая, что объясняется увеличением коэффициента часовой неравномерности. Общее уменьшение площади теплообмена для ИТП объясняется использованием на них одноступенчатой параллельной схемы присоединения, для которой характерно увеличение расхода теплоносителя из тепловой сети для нужд горячего водоснабжения. Для двухступенчатой смешанной схемы присоединения ВНУ, принятой в наших расчетах, общий расход сетевой воды равен сумме расхода через вторую ступень установки (39,44 кг/с) и расхода для отопления зданий микрорайона (46,84 кг/с). При определении максимальной отопительной нагрузки не учитывались возможные отличия для кон-

кретных проектов зданий. Результаты расчетов расхода сетевой воды для вариантов приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Расход сетевой воды для вариантов исполнения микрорайонов

Номер варианта	1	2	3	4	5
Расход сетевой воды на горячее водоснабжение, кг/с	89,7	83,29	80,79	91,14	77,54
Общий расход сетевой воды для теплоснабжения (отопление + горячее водоснабжение), кг/с	136,54	130,13	127,63	138	124,4
Соотношение расходов сетевой воды при двухтрубной G_1 и четырехтрубной G_2 системе (G_1/G_2)	1,58	1,51	1,48	1,6	1,44

Выводы.

1. При переходе с четырехтрубной системы централизованного теплоснабжения микрорайонов на двухтрубную и оборудовании индивидуальных тепловых пунктов зданий водоподогревателями горячего водоснабжения, присоединенных к тепловым сетям по одноступенчатой параллельной схеме следует ожидать, с одной стороны, уменьшение суммарной площади поверхности теплообмена подогревателей по сравнению с величиной площади общемикрорайонной установки при четырехтрубной системе теплоснабжения; с другой стороны – роста расхода сетевой воды для горячего водоснабжения.

2. Наибольшее снижение расчетной площади поверхности теплообменников горячего водоснабжения зафиксировано для вариантов застройки жилой группы зданиями с большими параметрами (этажность, число секций)

1. Тарадай А.М. Основы разработки пластинчатых теплообменников для систем теплоснабжения [Текст] / А.М. Тарадай. – Х.: Основа, 1998. –192 с.

2. Теплообменники пластинчатые. Методы тепловых и гидравлических расчетов [Текст]: Руководящий технический материал, РТМ 26-01-36-70. – 1979. – 256 с.

3. Зингер Н.М. Пластинчатые теплообменники в системах теплоснабжения [Текст]: / Н.М. Зингер, А.М. Тарадай, Л.С. Бармина. – М.: Энергоиздат, 1995. – 256 с.

4. Методические указания по тепловым и гидравлическим расчетам пластинчатых теплообменников (водонагревателей), применяемых в системах теплоснабжения [Текст]. –К.: 1998. – 49 с.

5. Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения [Текст] / Н.Н. Чистяков, М.М. Грудзинский, В.И. Ливчак и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 314 с.

Получено 23.10.2013