

КИЇВСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

ТОРГОВНИКОВА Олена Михайлівна

ГНУЧКА ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА АБОНЕНТСЬКОГО
ВВОДУ З СУМІЩЕНИМ ТЕПЛОВИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Спец.05.23.03 -Теплопостачання,вентиляція,кондиціонування
повітря,газопостачання та освітлення

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ-1993

Робота виконана в Київському інженерно-будівельному інституті.

Науковий керівник: кандидат технічних наук,
професор А.Я.Ткачук

Офіційні опоненти: доктор технічних наук,
професор О.Ф.Редько,

кандидат технічних наук,
доцент Г.Г.Шинько.

Провідна установа: Український державний науково-дослідний і проектний інститут по тепlopостачанню, газопостачанню та комплексному благоустрою міст і селищ України "Укрдінжпроект".

Захист відбудеться "___" _____ 1993р. в _____ год. _____ кв.
на засіданні спеціалізованої ради К 068.05.08
у Київському інженерно-будівельному інституті за адресою:
252037, м.Київ, Повітрянофлотський проспект, 31, ауд. _____
З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці КІВІ.

Автореферат розісланий "___" _____ 1993р.

Вчений секретар спеціалізованої ради, професор В.Ф.Накорчевська

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00803077 (P)



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи.

Існуючі системи теплопостачання мають, як правило, неоднорідне теплове навантаження. Витрати сітьової води у двотрубній тепловій сіті залежать від величини поточного теплового навантаження по гарячому водопостачанню і температури зовнішнього повітря. Щоб запобігти гідравлічній розрегульовці системи теплопостачання, завищують витрати сітьової води, що спричиняє перевитрати електричної і теплової енергії. В технологічних схемах абонентських вводів, які застосовані в наш час, поверхня нагріву для кожного ступеню водонагрівачів гарячого водопостачання постійна. Це приводить до недостатньої подачі теплоти на опалення при низьких температурах зовнішнього повітря і обумовлює необхідність завищування величини теплообмінної поверхні водонагрівачів.

Все вищевикладене визначає актуальність постановки і проведення роботи по розробці, дослідженню та впровадженню технологічної схеми абонентського вводу з суміщеним тепловим навантаженням, яка адаптується до змін теплового навантаження по гарячому водопостачанню і температури зовнішнього повітря.

Робота виконувалась відповідно до плану НДОКР Держкомітету по житлово-комунальному господарству України, тема N 193 "Розробка, дослідження та впровадження нових, більш ефективних і економічних систем централізованого гарячого водопостачання".

Метою роботи являється розробка, дослідження та впровадження гнучкої технологічної схеми абонентського вводу з суміщеним тепловим навантаженням, яка забезпечує надійну та керовану роботу системи опалення, стійку до змін поточного теплового навантаження по гарячому водопостачанню і коливань температури зовнішнього повітря.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі задачі:

-розробити гнучку технологічну схему абонентського вводу з суміщеним тепловим навантаженням;

- скласти математичний опис гнучкої технологічної схеми;
- розробити алгоритм розрахунку, виконати його програмну реалізацію стосовно IBM PC/AT і провести чисельне дослідження гнучкої технологічної схеми;
- визначити розрахункові режими для теплового розрахунку водонагрівачів гарячого водопостачання;
- виконати експериментальне дослідження гнучкої технологічної схеми;
- розробити інженерну методику проектування гнучкої технологічної схеми.

Наукова новизна роботи полягає в науково-технічному обґрунтуванні, розробці та математичному моделюванні гнучкої технологічної схеми абонентського вводу з суміщеним тепловим навантаженням, яке забезпечить надійну і керувану роботу системи опалення.

І практична цінність роботи визначається:

- розробкою гнучкої технологічної схеми абонентського вводу з суміщеним тепловим навантаженням;
- впровадженням гнучкої технологічної схеми абонентського вводу, яка забезпечує економію електричної і теплової енергій, зниження величини теплообмінної поверхні водонагрівачів гарячого водопостачання та підвищення стійкості системи опалення;
- розробкою інженерної методики проектування гнучкої технологічної схеми з використанням ЭОМ.

Результати дисертаційної роботи впроваджені у виробництво на ряді об'єктів Державного комунального підприємства "Дніпропетровськтеплокомуненерго" і використовуються проектними інститутами "Дніпроцивільпроект", "Запорізький Промбудпроект" і ДПІ "Придніпровський Промбудпроект" при проектуванні систем тепlopостачання.

А пробація роботи. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідались на науково-технічній конференції "Шляхи підвищення ефективності та надійності систем тепlopостачання і теплоспоживання" (Пен-

ва, 1989р.), науковому семінарі "Підвищення енергетичної ефективності систем теплопостачання та вентиляції будівель і споруд (Челябінськ, 1990 р.), Республіканській науково-технічній конференції "Проектування та експлуатація систем теплопостачання" (Пенза, 1990 р.), регіональному науково-технічному семінарі "Нові рішення в конструюванні, проектуванні та експлуатації систем теплопостачання" (Пенза, 1991р.), науковій конференції "Підвищення ефективності та якості будівництва в нових умовах господарювання" (Київ, 1992 р.), науково-технічних конференціях Київського та Дніпропетровського інженерно-будівельних інститутів (1991, 1992 рр.).

П у б л і к а ц і я. По темі дисертації опубліковано 8 друкованих робіт.

Ст р у к т у р а т а . о б с я г р о б о т и. Дисертація складається із вступу, чотирьох глав, загальних висновків, списку використаної літератури і додатку. Обсяг дисертації 150 сторінок, дисертація включає 7 таблиць і 41 малюнків. Бібліографія - 122 найменування.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Над вдосконаленням систем теплопостачання працювали В.М. Братенков, М.К. Громов, М.М. Грудзінський, М.М. Зінгер, О.О. Іонін, Б.І. Лівчак, Ю.Я. Соколєв, О.М. Тарадай, В.С. Фаліков, О.В. Хлудов, Б.М. Хлибов, С.О. Чистович, М.М. Чистяков, В.Л. Якимов та інші.

Аналіз літератури і патентних матеріалів свідчить про те, що суттєве підвищення функціональної надійності та економічності систем теплопостачання в умовах неоднорідного теплового навантаження може бути досягнуто за рахунок удосконалення технологічних схем абонентських вводів. Проведені дослідження показали, що для існуючих технологічних схем характерні некомпенсовані відхилення в подачі теплоти в систему опалення, які залежать від величини водорабору в системі гарячого водопостачання і температури зовнішнього повітря. Перспек-

тивним шляхом вирішення цієї задачі є розробка технологічної схеми абонентського вводу з сумішним тепловим навантаженням, яка забезпечить стійкість по відношенню до впливу змін поточного теплового навантаження по гарячому водопостачанню та коливань температури зовнішнього повітря.

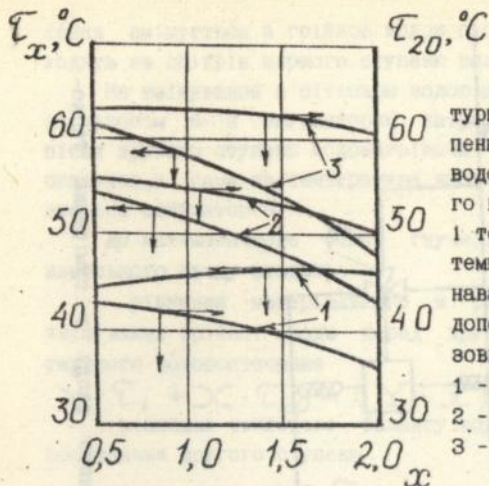
У двосхідчастій послідовній схемі і двосхідчастій змішаній схемі з обмеженням максимальних витрат теплоносія на загальному вводі у вузлі змішування перед системою опалення мають місце витрати ексергії, рівні

$$\Delta e = c \cdot T_0 \cdot \left[\ln \left(1 - Y + Y \cdot \frac{T_2}{T_1} \right) + Y \cdot \ln \frac{T_1}{T_2} \right], \quad (1)$$

де T_1 і T_2 - температура змішаних теплоносіїв, К; T_0 - температура зовнішнього середовища, К.

У випадку, коли температура грієної води після ступеню водонагрівачів гарячого водопостачання, передвключеного відносно системи опалення, вища за температуру води після системи опалення, двосхідчаста послідовна схема має більший ексергетичний коефіцієнт корисної дії в порівнянні з двосхідчастою змішаною схемою з обмеженням максимальних витрат теплоносія на загальному вводі. Із зниженням температури зовнішнього повітря температура води після системи опалення росте скоріше, ніж температура грієної води після ступеню водонагрівачів гарячого водопостачання, передвключеного відносно системи опалення. Із зростанням поточного теплового навантаження по гарячому водопостачанню різниця між вказаними температурами збільшується (див. мал. 1).

Це обумовлює доцільність розробки схеми, яка забезпечує подачу на підмішування до сітьової води грієної води після ступеню водонагрівача гарячого водопостачання, передвключеного відносно системи опалення, або води після системи опалення, а саме теплої води, температура якої при даних температурі зовнішнього повітря і тепловому навантаженні по гарячому водопостачанню вище.

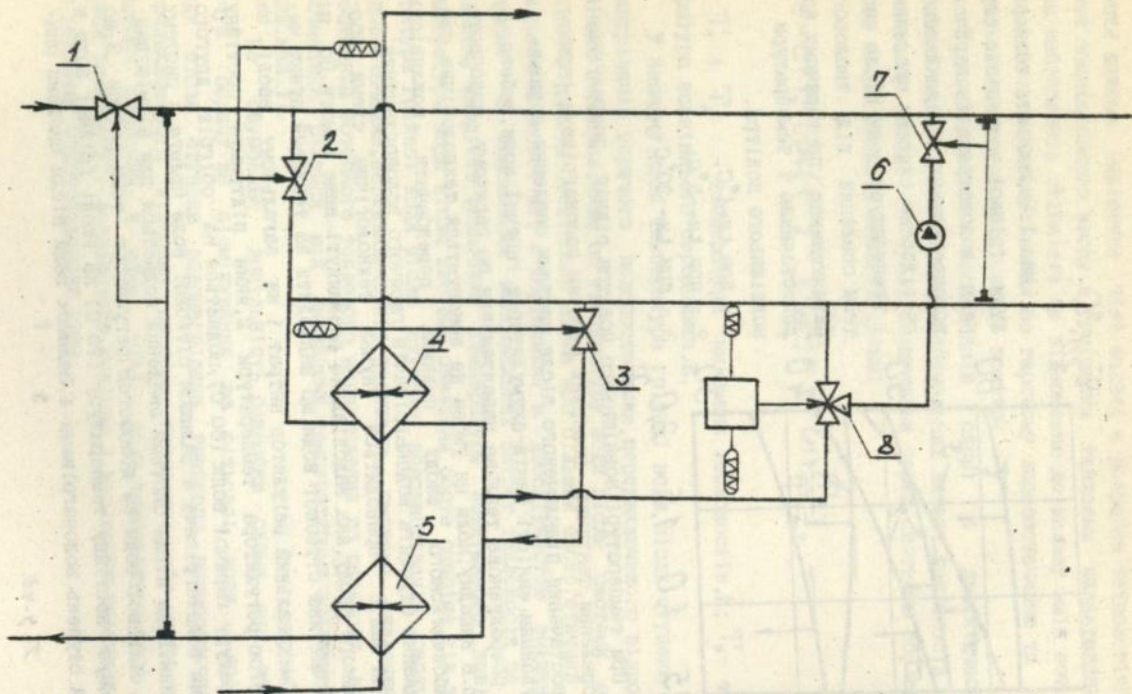


Мал.1 Залежність температури грійної води після ступеню водонагрівачів гарячого водопостачання, передвключеного відносно системи опалення, і температури води після системи опалення від теплового навантаження по гарячому водопостачанню і температури зовнішнього повітря.

- 1 - при $t_n = -4^\circ\text{C}$;
- 2 - при $t_n = -5^\circ\text{C}$;
- 3 - при $t_n = -20^\circ\text{C}$

При температурі зовнішнього повітря, рівній розрахунковій на опалення, фактична поверхня ступеню водонагрівача гарячого водопостачання, підключеного після системи опалення, повинна, з врахуванням ємкості баків-акумуляторів гарячої води, забезпечувати розрахункове теплове навантаження по гарячому водопостачанню. В випадку, коли ця умова не виконується, технологічна схема абонентського вводу повинна передбачати можливість об'єднання ступенів водонагрівачів гарячого водопостачання.

На мал.2 приводиться гнучка технологічна схема абонентського вводу, яка задовільняє розглянуті вище вимоги. По цій схемі частина сільової води, що надходить на тепловий пункт через обмежувальний регулятор витрат 1 на загальному вводі за допомогою регулятора температури 2, який підтримує постійну температуру гарячої води (60°C), подається на обігрів другого ступеню водонагрівача 4. Залишок сільової води прямує в систему опалення. Вода після системи опалення подається для підмішування до сільової води за допомогою регулятора температури 3, що підтримує постійну температуру (70°C) на вході грійної води в другий ступень водонагрівача 4. Залишок води після системи опалення



Мал.2 Гнучка технологічна схема абонентського вводу з суміщеним тепловим навантаженням

лення змішується з грієною водою після другого ступеню і надходить на обігрів першого ступеню водонагрівача.

На змішування з сітьовою водою, що йде в систему опалення, насосом 6 в регулятор витрат 7 подається грієна вода після другого ступеню водонагрівача або вода після системи опалення, а саме та, температура якої вища. Для цього використовується регулятор 8.

До математичного опису гнучкої технологічної схеми абонентського вводу входять:

- рівняння матеріального і теплового балансів у вузлі змішування грієної води перед другим ступенем водонагрівача гарячого водопостачання

$$Y \cdot \tau_1 + X \cdot \tau_{20} = (Y + X) \cdot 70 \quad ; \quad (2)$$

- рівняння теплового балансу водонагрівача гарячого водопостачання другого ступеню

$$(Y + X) \cdot Q_{\text{отж}} \frac{70 - \tau_x}{\tau_{10}^p - \tau_{20}^p} = x \cdot Q_{\text{нт}} \cdot \frac{t^h - t^c}{t^h - t^c} \quad ; \quad (3)$$

- рівняння теплопередачі опалювальних приладів системи опалення

$$\tau_{20} = 18 + (\tau_{\text{нр}}^p - 18) \cdot \left(\frac{\tau_{10} - \tau_{20}}{\tau_{10}^p - \tau_{20}^p} \right)^{0,75} - (\tau_{\text{нр}}^p - \tau_{20}^p) \cdot \frac{\tau_{10} - \tau_{20}}{\tau_{10}^p - \tau_{20}^p} \quad ; \quad (4)$$

- рівняння теплового балансу водонагрівача гарячого водопостачання першого ступеню

$$Q_{\text{отж}} \cdot \frac{\tau_z - \tau_2}{\tau_{10}^p - \tau_{20}^p} = x \cdot Q_{\text{нт}} \cdot \frac{t^h - t^c}{t^h - t^c} \quad ; \quad (5)$$

де

$$\tau_z = \begin{cases} X \cdot \tau_x + (1 - X) \cdot \tau_{20}, & \tau_x \geq \tau_{20}, \\ (Y + X) \cdot \tau_x + (1 - Y - X) \cdot \tau_{20}, & \tau_x < \tau_{20}; \end{cases} \quad (6)$$

- рівняння матеріального і теплового балансів у вузлі змішування перед системою опалення

$$Y \cdot \tau_c + (1-Y) \cdot \tau_1 = \tau_{10} \quad ; \quad (7)$$

де

$$\tau_c = \begin{cases} \tau_x, & \tau_x \geq \tau_{20}, \\ \tau_{20}, & \tau_x < \tau_{20}; \end{cases} \quad (8)$$

- рівняння теплопередачі водонагрівача гарячого водопостачання другого ступеню

$$x \cdot Q_{hm} \cdot \frac{t^h - t_n}{t^h - t^c} = \kappa_2 \cdot F_2 \cdot \Delta t_{cp2} \cdot 10^3; \quad (9)$$

- рівняння теплопередачі водонагрівача гарячого водопостачання першого ступеню

$$x \cdot Q_{hm} \cdot \frac{t_n - t^c}{t^h - t^c} = \kappa_1 \cdot F_1 \cdot \Delta t_{cp1} \cdot 10^3; \quad (10)$$

Отримана система рівнянь доповнюється системою обмежень:

$$\begin{aligned} 0 \leq Y \leq Y_{\max}; & \quad t_n < \tau_x; \\ 0 \leq \bar{Q}_0 \leq 1; & \quad t_n < \tau_z; \\ t^c \leq t_n \leq t^h; & \quad t^c < \tau_2; \end{aligned} \quad (11)$$

і умовою оптимізації:

$$F_1 + F_2 \rightarrow \min;$$

Алгоритмізація задачі математичного моделювання гнучкої технологічної схеми абонентського вводу була виконана шляхом подавання математичного опису у вигляді системи нелінійних рівнянь з трьома "базовими" перемінними:

- температурою нагріваної води на вході до другого ступеню водонагрівача;

- витратою грієної води на другому ступеню в долях витра-

ти сітьової води;

- відносним тепловим навантаженням в системі опалення.

Тоді:

$$\begin{cases} R_1(t_n, Y+X, \bar{Q}_0) = \kappa_1 \cdot F_1 \cdot \Delta t_{cp1} - x \cdot Q_{nm} \cdot \frac{t_n - t^c}{t^h - t^c} \leq \xi \\ R_2(t_n, Y+X, \bar{Q}_0) = \kappa_2 \cdot F_2 \cdot \Delta t_{cp2} - x \cdot Q_{nm} \cdot \frac{t^h - t_n}{t^h - t^c} \leq \xi \\ R_3(t_n, Y+X, \bar{Q}_0) = \tau_1 \cdot (1-Y) + \tau_c \cdot Y - \tau_{10} \leq \xi \end{cases} \quad (12)$$

де ξ - задана погрішність обчислень.

Рішення системи (12) здійснювалось методом вкладених ітерацій. Програмна реалізація задачі розрахунку гнучкої технологічної схеми при перемінних теплових режимах виконана в системі "Паскаль 6" стосовно до ПЕОМ IBM PC/AT.

Проведені численні дослідження гнучкої технологічної схеми показали, що при $\tau_{20} = \tau_{20}^p = 70^\circ\text{C}$, $Y=0$. При цьому гнучка технологічна схема абонентського вводу, яка приведена на мал.2, трансформується в односхідчасту з підключенням другого і першого ступенів водонагрівачів гарячого водопостачання по грійній воді після системи опалення. В цьому випадку $\tau_{10} = \tau_1 = \tau_{10}^p$. При $\tau_x \geq \tau_{20}$ схема, яка приведена на мал.2, трансформується в двосхідчасту послідовну, а при $\tau_x < \tau_{20}$ - в двосхідчасту змішану схему з обмеженням максимальних витрат теплоносія на загальному тепловому ввіді. За рахунок цього забезпечується адаптація гнучкої технологічної схеми абонентського вводу до змін поточного теплового навантаження по гарячому водопостачанню і коливань температури зовнішнього повітря. Одночасно підвищується стійкість системи опалення, особливо при зниженні температури зовнішнього повітря як за рахунок подачі на підмішування теплоносія з більшою температурою і, відповідно, зниження втрат ексергії, так і в результаті відключення другого ступеню водонагрівачів гарячого водопостачання при температурі зовнішнього повітря, рівної розрахун-

ковій на опалення. В результаті відпадає необхідність резервування системи тепlopостачання по витраті сільової води і поверхні нагріву водонагрівачів гарячого водопостачання, стабілізується гідравлічний режим в двотрубній тепловій сіті, аменшується теплообмінна поверхня водонагрівачів гарячого водопостачання.

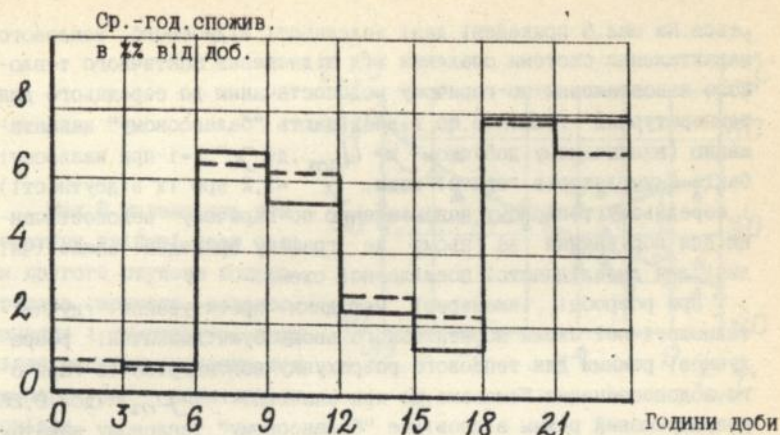
Експериментальні дослідження гнучкої технологічної схеми абонентського вводу з суміщеним тепловим навантаженням виконувались на спеціально реконструйованому центральному тепловому пункті. В ході експериментальних досліджень визначались витрати і температури сільової води на загальному вводі і після насосу підмішування, витрати холодної і гарячої води в системі гарячого водопостачання, витрати сільової води і води після системи опалення, яка подавалась на другий ступень водонагрівача гарячого водопостачання. Вимірювались температура сільової води на виводі до котельної, температура грійної води на виході і вході другого ступеню водонагрівача гарячого водопостачання та на вході першого ступеню, а також температури холодної води і температури води, що нагрівається, на виході з першого ступеню, на вході і виході з другого ступеню.

На мал.3 приведені експериментальні дані по режимах вживання гарячої води, усередненні по тригодинних інтервалах.

На мал.4 приведені розрахункові і експериментальні дані залежності відносних витрат сільової води, подаваної на обігрів другого ступеню водонагрівачів гарячого водопостачання, від температури зовнішнього повітря, а на мал.5-аналогічна залежність для температури грійної води після другого ступеню водонагрівача гарячого водопостачання і температури води після системи опалення.

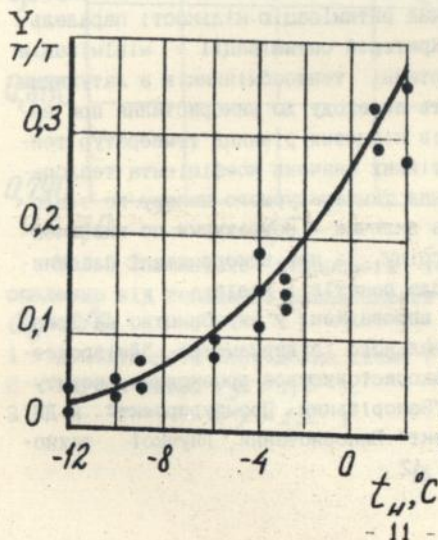
Порівняння експериментальних даних з розрахунковими показало адекватність математичної моделі і можливість її використання при проектуванні та керуванні технологічним процесом.

Використання гнучкої технологічної схеми абонентського вводу стабілізує температурний режим в приміщеннях, що опалю-



Мал.3 Внутрішньодобова нерівномірність споживання гарячої води

— (робочі дні);
- - - (вихідні дні)



Мал.4 Залежність відносних витрат сітрової води, що подається на обігрів другого ступеню водонагрівача гарячого водопостачання, від температури зовнішнього повітря

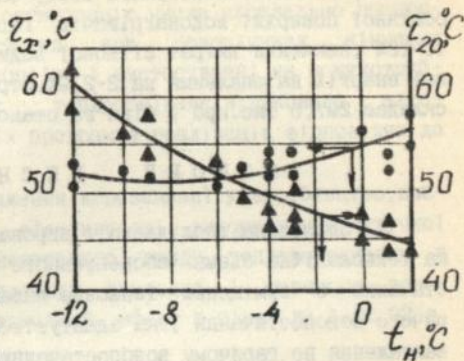
ються. На мал.6 приведені дані залежності відносного теплового навантаження системи опалення від відношення фактичного теплового навантаження по гарячому водопостачанню до середнього для температурних графіків, що відповідають "балансовому" навантаженню (визначеному добутком $\chi \cdot Q_{hm}$, де χ -1-при наявності баків-акумуляторів гарячої води; χ -1,2 при їх відсутності) і середньому тепловому навантаженню по гарячому водопостачанню. Для порівняння на цьому ж графіку приведені аналогічні дані для двосхідчастої послідовної схеми.

При розробці інженерної методики проектування гнучкої технологічної схеми абонентського вводу були визначені розрахункові режими для теплового розрахунку водонагрівачів гарячого водопостачання. Показано, що при значенні ρ_m до 0,25 розрахунковий режим відповідає "балансовому" тепловому навантаженню, коли недоподача теплоти на опалення не допускається. При значеннях $\rho_m > 0,25$ розрахунковий режим відповідає максимальному тепловому навантаженню по гарячому водопостачанню при можливості тимчасової недоподачі теплоти в систему опалення.

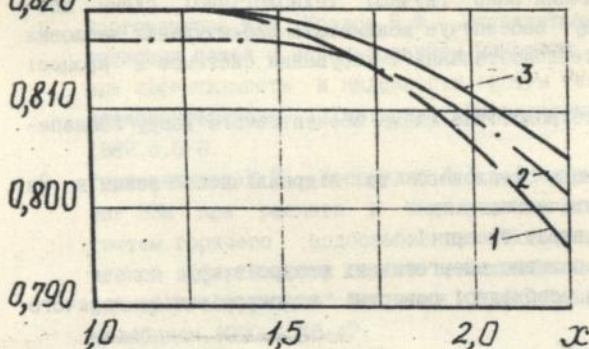
Інженерна методика розрахунку гнучкої технологічної схеми абонентського вводу передбачає оптимізацію кількості паралельнопрацюючих водонагрівачів. Критерій оптимізації - мінімізація витрат латуні при використанні теплообмінників з латунними трубками. Показана доцільність переходу до використання при виконанні теплових розрахунків кінцевих різниць температур теплоносіїв замість умовно постійних значень коефіцієнта теплопередачі і середнього значення температурного напору по теплообміннику. Інженерна методика включає розрахунки по визначенню вимагаємої поверхні нагріву, а при використанні пластинчастих теплообмінників - числа пакетів і ходів:

Результати дослідження впроваджені у виробництво на ряді об'єктів Державного комунального підприємства "Дніпропетровськтеплокомуненерго" і використовуються проектними інститутами "Дніпроцивільпроект", "Запорізький Промбудпроект" і ДПІ "Придніпровський Промбудпроект". Використання гнучкої техно-

Мал.5 Залежність температури грієної води після другого ступеню водонагрівача гарячого водопостачання і температури води після системи опалення від температури зовнішнього повітря



$Q_{об}$
 $0,820$



Мал.6 Залежність відносного теплового навантаження по опаленню від теплового навантаження по гарячому водопостачанню. ($t_n = -15^\circ\text{C}$)

- 1 - двохсідчаста послідовна схема ($\chi = 1,2$);
- 2 - гнучка схема ($\chi = 1,0$);
- 3 - "-----"----- ($\chi = 1,2$)

логічної схеми абонентського вводу забезпечує зменшення теплообмінної поверхні водонагрівачів гарячого водопостачання на 10-12% ,зниження витрат сітьової води на 8-10%,економію теплової енергії на опалення на 2-2,9%.Отриманий економічний ефект складає 297,5 тис.крб (ціни за станом на 1.10.1992 р.).

О С Н О В Н І В И С Н О В К И

1.Розроблена,досліджена і впроваджена в виробництво гнучка технологічна схема абонентського вводу системи тепlopостачання в суміщених теплових навантаженнях опалення та гарячого водопостачання ,яка адаптується до змін теплового навантаження по гарячому водопостачанню і температури зовнішнього повітря.Визначено,що її використання ефективне при значеннях $0,1 < \rho_m < 0,4$.

2. Математичний опис гнучкої технологічної схеми абонентського вводу забезпечує можливість проектування теплових пунктів систем тепlopостачання і керування системою в процесі експлуатації.

3. Гнучка технологічна схема абонентського вводу забезпечує:

- стабілізацію теплового та гідравлічного режимів в системі тепlopостачання;
- зниження втрат енергії;
- економію паливно-енергетичних ресурсів;
- зменшення необхідної поверхні водонагрівачів гарячого водопостачання;
- підвищення рівня комфортності приміщень,що опалюються.

4. Експериментальні дослідження гнучкої технологічної схеми абонентського вводу підтвердили адекватність математичного опису і показали,що розроблена схема стійко функціонує в широкому діапазоні змін теплового навантаження по гарячому водопостачанню і температури зовнішнього повітря.

5. Розроблена інженерна методика розрахунку гнучкої технологічної схеми абонентського вводу системи тепlopостачання

в суміщеним тепловим навантаженням опалення і гарячого водопостачання, що передбачає оптимізацію числа паралельно працюючих водонагрівачів, використання при розрахунках кінцевих різниць температур теплоносіїв і застосуванні як кожухотрубних, так і пластинчастих теплообмінників; виконана алгоритмізація розрахунків і їх програмна реалізація відповідно до ПЕОМ ІВМ РС/АТ.

6. Результати дослідження впроваджені у виробництво, визначена оцінка економічної ефективності використання гнучкої технологічної схеми абонентського вводу тепlopостачання а суміщеним тепловим навантаженням опалення і гарячого водопостачання; отриманий економічний ефект в цінах на 1.01.92 р. складає 297,5 тис.крб.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Торговникова Е.М., Иродов В.Ф. Эксплуатационная наладка тепловых сетей с использованием микроЭВМ. - "Пути повышения эффективности и надежности систем теплоснабжения и теплопотребления" : Тез. докл. / Приволжский ДНТП. - Пенза, 1989, с. 8-9.
2. Торговникова Е.М., Копорудин А.Л., Розкин М.Я. Применение ЭВМ при расчете и эксплуатации водонагревателей систем горячего водоснабжения. - "Повышение энергетической эффективности систем теплоснабжения и вентиляции зданий и сооружений" : Тез. докл. / Урало-Сибирский ДНТП. - Челябинск, 1990, с. 46-47.
3. Торговникова Е.М., Копорудин А.Л. Проектирование и управление гибкими технологическими схемами горячего водоснабжения. - "Проектирование и эксплуатация систем теплоснабжения" : Тез. докл. / Приволжский ДНТП. - Пенза, 1990, с. 12-13.
4. Торговникова Е.М., Копорудин А.Л., Розкин М.Я. Комбинированная схема присоединения водонагревателей горячего

- водоснабжения. - "Новые решения в конструировании, проектировании и эксплуатации систем теплогазоснабжения": Тез. докл. / Приволжский ДНТП. - Пенза, 1991, с. 23-24.
5. Торговникова Е.М. Гибкая технологическая схема централизованного горячего водоснабжения. - "Повышение эффективности и качества строительства в новых условиях хозяйствования": Тез. докл. / Министерство высшего образования Украины. - Киев: УМК ВО, 1992, с. 8-9.
 6. Торговникова Е.М., Копорулин А.Л., Розкин М.Я. Комбинированная схема централизованного горячего водоснабжения. - Информационный листок N 100 - 92 / Республиканское информационное объединение "УкрНТИ". - Днепропетровск: ДИСИ, 1992.
 7. Торговникова Е.М., Ткачук А.Я., Меламед Б.М., Копорулин А.Л. Комбинированная схема присоединения водонагревателей горячего водоснабжения. - "Промышленное строительство и инженерные сооружения", 1992, N 3, 4, с. 31.
 8. Торговникова Е.М., Ткачук А.Я. Гибкая схема централизованного горячего водоснабжения. - "Известия ВУЗов. Строительство", 1992, N 7, 8, с. 94-96.

У М О В Н І П О З Н А Ч Е Н Н Я

- F - поверхня нагріву водонагрівача гарячого водопостачання, м²
в підрядковим індексом:
- "1" - першого ступеню;
 - "2" - другого ступеню;
- t - температура, °С,
в надрядковим індексом:
- "С" - води, що нагрівається, на вході до першого ступеню водонагрівача гарячого водопостачання;
 - "н" - води, що нагрівається, на виході з другого ступеню водонагрівача гарячого водопостачання;
- в підрядковим індексом:

- "л"-води, що нагрівається, на виході з першого ступеню водонагрівача гарячого водопостачання;

Q -тепловий потік, кВт,

з підрядковим індексом:

- "km"-середній для гарячого водопостачання;

- "amax"-максимальний для опалення;

\bar{Q}_b -відносне теплове навантаження по опаленню;

X-витрата води після системи опалення, що подається на другий ступінь водонагрівача гарячого водопостачання, в долях від витрат сітрової води;

X-відношення поточного теплового навантаження по гарячому водопостачанню до середнього;

Y-витрата сітрової води, що подається на другий ступінь водонагрівача гарячого водопостачання, в долях від витрат сітрової води;

T-температура, °C,

з підрядковим індексом:

- "1"- сітрової води на вході в тепловий пункт;

- "2"- сітрової води на виході із теплового пункту;

- "10"-води перед системою опалення;

- "20"-води після системи опалення;

- "np"-опалювального прибору;

- "x"- грієної води на виході з другого ступеню водонагрівача гарячого водопостачання;

- "z"- грієної води на вході до першого ступеню водонагрівача гарячого водопостачання.

Нерядковий індекс:

"p"-для розрахункових умов.

Піп. до друку 3/03.93

Формат 60x84¹/₁₆.

Папір друк. № 3. Спосіб друку офсетний. Умовн. друк. арк. 0,93.

Умовн. фарбо-відб. 1,16. Обл.-вид. арк. 1,0.

Тираж 100. Зам. № У-У3. Безплатно.

Фірма «ВІПОЛ»

252151, Київ, вул. Волинська, 60.

20

Безплатно

Ав 27.182