

УДК 658.264

В. І. АБЄЛЄШОВ, канд. техн. наук, доцент

Харківська національна академія міського господарства, м. Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ АСПЕКТІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Работа посвящена исследованию некоторых вопросов усовершенствования систем централизованного водяного отопления путём анализа основных проблем, тенденций и направлений их развития на современном этапе.

Работа посвящена исследованию некоторых вопросов усовершенствования систем централизованного водяного отопления путём анализа основных проблем, тенденций и направлений их развития на современном этапе.

Постановка проблеми у загальному вигляді

Вимоги ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів в різних галузях економіки значною мірою стосуються опалення будівель, яке споживає значну кількість енергії.

В сучасних умовах одним з пріоритетних напрямів вирішення проблем житлово-комунального господарства є застосування ефективних енергозберігаючих технологій у галузі опалювальної техніки.

Характерною особливістю життєзабезпечення великих міст України є наявність розгалужених систем централізованого водяного теплопостачання, які склалися впродовж десятиліть; їх складність структури і значна протяжність викликають помітні втрати теплоти.

Одним із способів підвищення їх ефективності є зниження витрат теплоти кінцевими споживачами. Але в більшості випадків реалізація ефективних енергозберігаючих заходів і комерційний облік фактично спожитої теплоти утруднені, що пояснюється конструктивними особливостями існуючих систем централізованого водяного опалення житлових будівель.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій

Аналітичний огляд спеціальної літератури [1–8] з даної проблеми дозволяє зробити деякі висновки про стан, основні проблеми, тенденції і напрями розвитку опалювальної техніки на сучасному етапі. В наш час найбільшого розповсюдження набули системи централізованого водяного опалення; досвід експлуатації показав їх високі гігієнічні та експлуатаційні властивості. Але слід зазначити, що в даний час відсутні чіткі єдині концепції і рішення по конструюванню систем централізованого водяного опалення житлових будівель. Невирішеною остаточно проблемою залишається порівняльний аналіз основних показників різних конструкцій систем централізованого водяного опалення за їх однакових умов функціонування в житлових будівлях.

Формулювання цілей статті

Метою даної публікації є спроба забезпечити певний інформаційний супровід рішення проблем застосування деяких ефективних енергозберігаючих заходів у галузі опалювальної техніки на сучасному етапі її розвитку.

Викладення основного матеріалу дослідження

Разом з додатковою теплоізоляцією зовнішніх огорожувальних конструкцій житлових будівель [1] одним з методів енергозбереження є реконструкція існуючих систем централізованого водяного опалення. У технологічному аспекті процес реконструкції систем опалення полягає в забезпеченні ефективності, надійності, довговічності, економічності і складається з наступних основних етапів: діагностика існуючих систем опалення; визначення можливості її реконструкції; виконання проекту реконструкції систем з урахуванням нормативної документації [2–4, 8] і сучасних тенденцій розвитку опалювальної техніки [5–7].

Діагностика існуючих систем опалення житлових будівель включає комплекс заходів щодо визначення доцільності їх реконструкції відповідно до певних критеріїв.

На рівень температури в опалювальних приміщеннях впливає ряд факторів: теплові втрати через зовнішні огорожувальні конструкції будівлі, надходження теплоти від опалювальних приладів та додаткових джерел. При покращенні теплоізоляційних властивостей приміщень зростає питома частка теплових надходжень від неорганізованих джерел теплоти: побутової техніки, людей, освітлювальних приладів, інсоляції тощо. В сучасних будівлях ця частка може сягати 20–30 %, порівняно з 5–6 % в будівлях, споруджених 30–40 років тому.

Одним із способів економії енергії є забезпечення можливості гідравлічного і температурного регулювання систем централізованого водяного опалення в широкому діапазоні, яке може бути здійснене як в індивідуальному тепловому пункті, так і в поквартирній системі опалення.

Індивідуальне автоматичне регулювання витрати теплоти опалювальними приладами дозволяє враховувати специфічні умови різних приміщень будівлі і дає можливість споживачу самостійно встановлювати необхідне значення температури внутрішнього повітря відповідно до індивідуальних запитів. Воно може доповнювати центральне і місцеве автоматичне регулювання відпуску теплоти і здійснюватися за допомогою ручних кранів або автоматичних регуляторів. Застосування автоматичних регуляторів дозволяє найефективніше вирішувати проблему забезпечення необхідного теплового режиму в приміщеннях. Основні чинники, що викликають необхідність індивідуального автоматичного регулювання витрати теплоти опалювальними приладами наведені в таблиці.

Таблиця

Основні чинники, що викликають необхідність індивідуального автоматичного регулювання витрати теплоти опалювальними приладами

Класи чинників	Чинники
Обурюючі дії на температуру внутрішнього повітря	Побутові і технологічні виділення теплоти Дія сонячної радіації Дія вітру і фільтрації зовнішнього повітря під впливом температурного тиску
Невідповідність статичних і динамічних характеристик опалювальних приміщень режиму подачі теплоти в будівлю	Невідповідність фактичних втрат теплоти приміщеннями їх проектним значенням Різна здатність акумулювати теплоту огорожувальними конструкціями окремими приміщеннями будівлі Різні співвідношення швидких і повільних втрат теплоти в окремих приміщеннях будівлі
Неточності розрахунку, монтажного і експлуатаційного регулювання, несправності системи опалення	Невідповідність фактичної площі поверхні опалювальних приладів їх необхідній величині Невідповідність надходження витрати і температури теплоносія в окремі опалювальні прилади їх необхідним значенням
Можливість зміни температури внутрішнього повітря в окремих приміщеннях будівлі за бажанням споживачів	Неоднакові значення комфортних температур внутрішнього повітря для окремих людей в різних умовах їх перебування в приміщеннях (робота, відпочинок, сон) Різні технологічні вимоги в приміщеннях виробничих будівель

Оптимальний мікроклімат в приміщеннях можна забезпечити встановленням термостатичних регуляторів перед кожним опалювальним приладом, які автоматично підтримують задану температуру окремих приміщень, забезпечують необхідну подачу теплоносія в опалювальний прилад, що дає можливість значної економії теплової енергії (індивідуальне регулювання теплоти в окремих приміщеннях у наших умовах експлуатації систем опалення дозволяє заощаджувати набагато більше енергоресурсів, ніж в країнах Західної та Центральної Європи).

Встановлення термостатичних регуляторів може суттєво зменшити витрати енергоресурсів у багатоквартирних будинках, обладнаних будинковим і поквартирними лічильниками теплоти або автономними даховими котельнями.

Встановлення індивідуальних термостатичних регуляторів в багатоквартирних будинках надає значну економію (до 26 % за рік) енергоресурсів і коштів на опалення. Заощадити відразу понад 25 % теплової енергії або газу можна, якщо застосувати термостатичні регулятори в будинках з індивідуальним обліком теплоти. Після реалізації заходів по збереженню теплоти (утеплення стін, герметизації або заміни вікон і дверей тощо) економія коштів на опалення, порівняно з часом до встановлення термостатичних регуляторів може сягати 50–80 %.

В Україні такий напрямок економії енергоресурсів має значні перспективи, оскільки паливо постійно дорожчає і, за прогнозами, його вартість підвищуватиметься стрибкоподібно, що зумовлено як зовнішніми, так і внутрішніми факторами. Слід зазначити, що встановлення автоматичних термостатичних регуляторів на кожному опалювальному приладі житлових і громадських будівель передбачене будівельними нормативами ще у 1994 році.

Розглядаючи проблеми підвищення ефективності і економічності систем центрального опалення, слід зазначити недосконалість існуючої в сучасних умовах «карткової» системи розподілу теплоти, заснованої на подачі споживачу наперед певної її кількості. У сучасних умовах ринкової економіки необхідно забезпечити такий розподіл теплоти, при якому кожен споживач відбиратиме з системи центрального опалення потрібну йому кількість теплоти для створення в приміщеннях бажаних температурних умов в межах зони теплового комфорту і навіть вище. Реалізація такої системи розподілу теплоти можлива тільки при масовому застосуванні індивідуальних автоматичних регуляторів опалювальних приладів.

Теоретичні дослідження теплових і гідравлічних режимів водяних центральних систем водяного опалення, обладнаних пристроями індивідуального автоматичного регулювання показують, що традиційні системи опалення з елеваторним приєднанням до теплових мереж в цих умовах працюють стійко.

У ряді випадків замість встановлення терморегуляторів перед опалювальними приладами водяних систем опалення доцільно застосування кімнатних електричних довідників з автоматичними регуляторами температури внутрішнього повітря. Система опалення в цьому випадку може розраховуватися на базове навантаження, відповідне зниженій розрахунковій температурі внутрішнього повітря, наприклад, 12°C. Пікові витрати теплоти покриваються за допомогою електричних довідників, які дозволяють також регулювати температуру внутрішнього повітря за бажанням споживачів. Застосування індивідуальних терморегуляторів вельми ефективно у водяних і повітряних системах опалення.

Класифікація індивідуальних терморегуляторів:

- 1) за способом дії: прямої і непрямой дії;
- 2) за функціональним призначенням: стабілізуючі і програмовані;
- 3) за гідравлічним опором: малого і підвищеного гідравлічного опору;
- 4) за розташуванням первинного перетворювача: дистанційні і недистанційні;
- 5) за виконавчим механізмом: дво позиційної і безперервної дії;
- 6) за виглядом первинного перетворювача: абсорбційні, газові, паро-рідинні, рідинні, твердо-рідинні, з твердим наповнювачем, з еластичним наповнювачем, ділатометричні, діметалеві, металеві із змінним модулем пружності, ртутні контактні термометри, напівпровідникові термічні опори (манометричні, механічні, електричні).

Критерії визначення необхідних параметрів індивідуальних терморегуляторів для різних умов: різна теплова стійкість приміщень будівель; теплоємність опалювальних приладів; характер дій обурення; необхідна точність регулювання.

Щоб забезпечити якісне регулювання температури у приміщенні, слід застосовувати термостатичні регулятори з високими технічними характеристиками та мінімальною реакцією

на негативні фактори (наприклад, на вплив температури теплоносія та опалювального приладу, перепади тиску), динамічні характеристики яких відповідатимуть стабільності регулювання, а час закривання буде оптимальним для конкретного типу опалювального приладу і теплової характеристики приміщення. Сьогодні споживачі надають перевагу регуляторам зарубіжного виробництва, оскільки надійних вітчизняних наразі немає.

Необхідно звернути увагу на те, що термостат – це не запірна, а лише регулювальна арматура, тому встановлення термостату не ліквідує необхідність встановлення шарових кранів для відключення окремих опалювальних приладів.

Принциповою особливістю теплового режиму приміщень будівель при індивідуальному автоматизованому регулюванні є те, що, оскільки температура настройки терморегуляторів в різних приміщеннях неоднакова, то відбувається перетікання теплоти через внутрішні огорожувальні конструкції будівлі (які в даному випадку є каналами перенесення теплоти), що знижує потенційно можливу глибину індивідуального регулювання. Важливим чинником, що визначає ефективність індивідуального регулювання, є різниця величин тепловіддачі включених і відключених опалювальних приладів, яка залежить від виду, схеми системи опалення, діаметрів трубопроводів та інших чинників. У традиційних вертикальних однострубних проточно-регульованих системах водяного опалення залишкова тепловіддача стояків вельми значна і досягає 30–50 % при діаметрах трубопроводів 20 і 25 мм (при діаметрах трубопроводів 10 і 15 мм вона в 2 рази менше). Найбільша глибина регулювання досягається в системах водяного опалення з одномісним приєднанням опалювальних приладів. Численні експериментальні дослідження показали, що економія теплоти за рахунок індивідуальних автоматизованих регуляторів складає не менше 10–20 %. Дослідження показали, що системи централізованого водяного опалення, обладнані індивідуальними автоматизованими регуляторами, працюють стійко. Особливості теплового і гідравлічного режимів автоматизованих систем опалення залежать від типу системи опалення, способу приєднання системи опалення до теплової мережі, методу автоматизованого регулювання.

Особливості режимів систем централізованого водяного опалення при елеваторній схемі: підвищення температури води в зворотному трубопроводі; відсутність впливу автоматики на витрати води з теплової мережі (при виключенні 80 % опалювальних приладів витрата води в теплової мережі знижується тільки на 5 %). Із збільшенням кількості відключених опалювальних приладів (при двох позиційному регулюванні) або ступеня прикриття регулюючих органів (при використанні приладів безперервної дії) коефіцієнт зменшення елеватора зменшується.

У однострубних системах опалення зменшення коефіцієнта зменшення елеватора відбувається в основному за рахунок зниження величини гравітаційного тиску. Гідравлічний опір в однострубних системах опалення при відповідному підборі характеристик регулюючих органів може зберігати в процесі індивідуального регулювання практично постійне значення.

Індивідуальне регулювання в однострубних системах опалення з верхньою розводкою мало позначається на температурному режимі ділянок стояків, розташованих на верхніх поверхах, але істотно впливає на температурний режим ділянок стояків, розташованих на нижніх поверхах. У двох трубних системах опалення коефіцієнт зменшення елеватора зменшується унаслідок зростання гідравлічного опору системи опалення при відключенні окремих опалювальних приладів або частковому прикритті регулюючих органів. Відключення навіть 50 % опалювальних приладів мало позначається на гідравлічному опорі системи опалення і на роботі елеватора. При повному відключенні навіть 75–80 % опалювальних приладів елеватор ще буде стійкий працювати. При збільшенні кількості відключених опалювальних приладів більше 80 % гідравлічний опір системи опалення різко зростає, коефіцієнт зменшення елеватора зменшується, і елеватор припиняє підмішувати воду із зворотного трубопроводу системи. Проте якщо врахувати, що частина опалювальних приладів в будівлі (наприклад, сходові клітки) не обладналися терморегуляторами, то в реальних умовах експлуатації припинення елеватором

підмішування води із зворотного трубопроводу системи є маловірогідним. Перевагою застосування індивідуального автоматизованого регулювання є те, що при його застосуванні відбувається вирівнювання розподілу теплоносія між опалювальними приладами відповідно до фактичної потреби в теплоті окремих приміщень і забезпечується корисне використання прихованих надходжень теплоти в тепловому балансі будівель.

Але оснащення будівель індивідуальними терморегуляторами через цілий ряд чинників не виключає необхідності здійснення управління на вищих ієрархічних рівнях.

При відключенні 50 % опалювальних приладів витрата теплоти знижується на 10–20 %. Але результати теоретичних розрахунків і експериментальних досліджень показують, що відключення 50 % опалювальних приладів може відбуватися при перевищенні подачі теплоти над її потребою на 20–50 %. Система індивідуального автоматизованого регулювання не в змозі повністю відпрацювати обурення по подачі теплоти. Тому поєднання індивідуального автоматизованого регулювання з місцевим автоматизованим регулюванням на введенні в будівлю або груповим автоматизованим регулюванням в ЦТП дає можливість створення оптимальних умов функціонування систем опалення при роботі терморегуляторів.

Однак для економії теплоти в системах опалення однієї лише установки термостатів недостатньо. Термостат дозволяє регулювати теплове навантаження відповідно фактичному тепловому балансу приміщення, особливо значний ефект економії теплоти досягається у перехідний період, коли у теплий час достатньо частими є перетопи. Однак у випадку відсутності обліку теплової енергії встановлення термостатів у більшій мірі забезпечує комфортні умови в приміщенні, ніж економію енергії, яка складає всього приблизно 5–8 %. При підключенні опалювальних приладів кожного окремого помешкання через колектори централізованого водяного опалення можливе встановлення поквартирних лічильників теплоти. Вони дозволяють проводити розрахунки з власниками кожного помешкання з урахуванням показників лічильника теплоти на введенні (для комерційного обліку теплової енергії) в житлову будівлю шляхом співставлення показників загального і квартирних лічильників теплоти. Це надає можливість встановити, яку частку спожитої теплової енергії повинен оплачувати кожний мешканець.

Слід зазначити, що з встановленням лічильників теплоти пов'язано багато проблем різного характеру. Слід мати на увазі, що процедура сплати спожитої теплової енергії за показниками лічильника теплоти повинна бути встановлена на державному рівні.

В даний час в існуючих житлових будівлях (особливо підвищеної поверховості) широко застосовуються вертикальні однотрубні системи централізованого водяного опалення, які в порівнянні з двотрубними системами мають менші довжину і масу труб, дозволяють уніфікувати окремі вузли і деталі, скоротити витрати праці на монтаж. Крім того, порівняно стійкий гідравлічний режим функціонування однотрубних систем дозволяє відмовитися від складних робіт по пуску і налазці при їх прийманні в експлуатацію.

В однотрубних системах водяного опалення теплоносій по одному трубопроводу подається до всіх опалювальних приладів, охолодившись до деякої температури в одному приладі, даний теплоносій поступає в інший прилад; вода послідовно перетікає із одного опалювального приладу до іншого. Але їх особливістю є неможливість регулювання тепловіддачі кожного опалювального приладу (або групи опалювальних приладів), наприклад, в окремій квартирі, а також застосування поквартирних лічильників теплоти. Ці енергозберігаючі заходи можуть бути здійснені тільки при реконструкції системи централізованого водяного опалення шляхом улаштування одно- або двотрубних поквартирних систем опалення.

У двотрубних системах водяного опалення теплоносій подається по одному подавальному трубопроводу паралельно до всіх опалювальних приладів системи, в яких вода охолоджується і повертається в генератор теплоти по іншому трубопроводу, не надходячи в інші опалювальні прилади. Кожний опалювальний прилад приєднаний до загальних подавальних і зворотних

трубопроводів індивідуально, при цьому всі опалювальні прилади паралельні та рівноправні відносно один до одного.

Головною експлуатаційною перевагою двотрубних систем опалення є можливість незалежного регулювання тепловіддачі окремих опалювальних приладів.

Горизонтальні двотрубні системи водяного опалення раніше використовувалися тільки при спеціальному обґрунтуванні, коли застосування однокрубної системи опалення було неможливе з яких-небудь технічних причин.

Але останніми роками саме двотрубні системи водяного опалення настійно рекомендуються до застосування [5–8]. Горизонтальні схеми систем водяного опалення застосовують в будівлях великої протяжності та при необхідності забезпечення індивідуального обліку теплоти і регулювання поквартирних систем опалення. Магістралі горизонтальних схем прокладають у зручних місцях, звичайно у допоміжних приміщеннях. Горизонтальні системи можуть бути однокрубними і двотрубними.

У зв'язку з розвитком створення будівель з вільним плануванням приміщень широко використовуються горизонтальні двотрубні колекторні системи водяного опалення.

Для визначення ефективного варіанту реконструкції системи опалення з урахуванням приведених вище критеріїв виконаний порівняльний аналіз 3 альтернативних варіантів систем опалення на основі типових рішень для 9 і 16 поверхових житлових будівель, спроектованих інститутом «Харківпроект»:

1) однокрубна вертикальна система централізованого водяного опалення;

2) двотрубна горизонтальна поквартирна система централізованого водяного опалення з установкою термостатичних регуляторів перед кожним опалювальним приладом і квартирним лічильником теплоти для її комерційного обліку;

3) однокрубна горизонтальна поквартирна система централізованого водяного опалення з установкою термостатичних регуляторів перед кожним опалювальним приладом і квартирним лічильником теплоти для її комерційного обліку.

Тепловий, конструктивний і гідравлічний розрахунки, порівняння техніко-економічних показників виконані для систем опалення із сталевих водогазопровідних труб з сучасними опалювальними приладами 3 типів: чавунними секційними радіаторами типу KIRAN 92/500, сталевими панельними радіаторами типу PURMO, конвекторами типу «Універсал».

Довжина однокрубної вертикальної системи централізованого водяного опалення складає 70–75% в порівнянні з довжиною двотрубної системи. Порівняльний аналіз показників питомої металоемності дозволяє зробити висновок про те, що він у першого варіанту в середньому менше на 35 %, чим у другого варіанту і на 25 %, чим у третього варіанту. Це пояснюється тим, що при існуючому плануванні квартир в типовій секції житлового будинку горизонтальна поквартирна прокладка трубопроводів систем централізованого водяного опалення приводить до збільшення їх протяжності, отже, і до підвищення показника питомої металоемності.

Матеріаломісткість опалювальних приладів різна. Найбільшу матеріаломісткість мають чавунні секційні радіатори. Матеріаломісткість систем водяного опалення з чавунними секційними радіаторами приблизно на 40 % вище за матеріаломісткість систем опалення з конвекторами і на 20 % вище із сталевими панельними радіаторами.

Аналіз гідравлічних опорів варіантів систем водяного опалення показав, що в порівнянні з першим варіантом, гідравлічний опір другого і третього варіантів значно вище, а між собою приблизно однаково. Це пояснюється збільшенням довжин розрахункових циркуляційних кілець систем опалення.

Не дивлячись на більш нижчі показники питомої матеріаломісткості першого варіанту системи водяного опалення в порівнянні з другим і третім варіантом, можливість регулювання тепловіддачі кожного опалювального приладу (або групи опалювальних приладів), встановленого в окремому приміщенні (або окремій квартирі), а також улаштування

поквартирних лічильників теплоти, забезпечують економію енергії і оплату за її фактичне споживання.

Висновки

Підвищення рівня теплової ізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій житлових будівель відповідно до нормативних вимог [1] робить значний вплив на всі техніко-економічні показники систем централізованого водяного опалення. Так питома поверхня нагріву опалювальних приладів всіх даних варіантів систем опалення знижується приблизно на 25 % при збільшенні термічного опору зовнішньої стіни з 2,2 до 2,8 (м²•°К)/Вт.

Все більш очевидною стає необхідність встановлення поквартирних лічильників теплоти для її комерційного обліку з метою надання споживачу можливості оплати за фактичне, а не теоретичне використання теплоти на опалення. Приведений порівняльний аналіз деяких показників різних існуючих конструкцій систем централізованого водяного опалення житлових будівель за їх однакових умов функціонування засвідчив, що при їх реконструкції більш ефективним варіантом є застосування поквартирних горизонтальних двотрубних систем з улаштуванням термостатичних регуляторів перед кожним опалювальним приладом і квартирним лічильником теплоти. Практична цінність результатів виконаного дослідження полягає в можливості їх застосування в практиці проектування, капітального комплексного ремонту і реконструкції систем централізованого водяного опалення житлових будівель.

Перспективи подальших досліджень в даному напрямку

Для можливості визначення ефективності різних конструкцій систем централізованого водяного опалення житлових будівель, здійснення регулювання відпуску теплоти і її комерційного обліку необхідно мати вичерпну інформацію про характеристики будівель, систем опалення (опалювальних приладів, трубопроводів і арматури), обладнання індивідуальних теплових пунктів. Універсальним критерієм оцінки ефективності різних конструкцій систем опалення є, звичайно ж, вартісний вираз інвестицій. Але для повнішого аналізу ефективності альтернативних варіантів систем опалення можна як додаткові використовувати і інші критерії.

Наприклад:

- витрати теплоти і електроенергії на опалення, кВт;
- матеріаломісткість системи опалення, кг; величину гідравлічних втрат в системі опалення, Па;
- максимальні витрати теплоти будівлями, кВт•годину/м² чи кВт•годину/м³;
- питому вартість системи опалення (або опалювальних приладів) на 1 м² загальної площі будівлі, гривень/м²;
- питому матеріаломісткість системи опалення на 1 м² загальної площі будівлі, кг/м²;
- питомий тепловий потік зовнішньої поверхні опалювальних приладів Вт/м²;
- питоми гідравлічні втрати тиску на 1 м довжини системи опалення, Па/м.

Основним етапом розробки альтернативних варіантів систем опалення житлових будівель є облік і оцінка ефективності різних конструктивних рішень, що дозволить здійснювати техніко-економічний аналіз, зіставлення альтернативних варіантів і значно розширити область пошуку оптимальних рішень.

Список літератури

1. ДБН В.2.6.-31-2006 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.
2. ДБН В.2.2.-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.
3. СНиП 2.04.05-91 У* Отопление, вентиляция и кондиционирование (Опалення, вентиляція і кондиціонування).
4. СНиП 41-01-2003 РФ Отопление, вентиляция и кондиционирование.
5. Крупнов Б. А., Шарафудинов Н. С. Руководство по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст]: – Москва – Вена: ГЕРЦ Арматурен, 2006.

– 217 с.

6. Настольная книга проектировщика [Текст]: – Вена: ГЕРЦ Арматурен, 2008. - 196 с.

7. Покотилов В. В. Пособие по расчёту систем отопления [Текст]: – Вена: фирма «HERZ Armaturen», 2006. – 145 с.

8. Пособие по проектированию систем водяного отопления к СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [Текст]: – К.: Укрархстройинформ, 2001.

RESEARCH OF SOME ASPECTS OF PERFECTION OF SYSTEMS OF CENTRAL AQUATIC HEATING OF DWELLING-HOUSES

V. I. ABELESHEV, Cand. Tech. Sci.

Work is devoted to research of some questions of improvement of the systems of the centralized aquatic heating by the analysis of basic problems, tendencies and directions of their development on a modern stage.

Поступила в редакцию 21.09 2011 г.

«ТРИСТАР ЭНЕРГИЯ»