

УДК: 621.331.69

ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ПРОМИВКА ЯК ОДИН ІЗ СПОСОБІВ ВИРІШЕННЯ (ОГЛЯД)

Долінський А.А., академік НАН України, Коник А.В., канд. техн. наук,
Радченко Н.Л., канд. техн. наук., Демченко В.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. М.Капніст, 2а, Київ, 03057, Україна

<https://doi.org/10.31472/ttpe.4.2019.4>

В статті проведено огляд проблеми забезпечення населення країни тепловою енергією, приведено статистику втрат тепла. Обґрунтовано необхідність пошуку нових шляхів підвищення ефективності роботи теплових мереж. Проаналізовано проблему забруднення систем опалення та сучасні методи її вирішення. Результати стали основою при створенні нового обладнання, яке су-міщає в собі пневмогідроімпульсний, хімічний методи та кавітаційні ефекти.

В статье рассмотрена проблема обеспечения населения страны тепловой энергией, приведена статистика потерь тепла. Обоснована необходимость поиска путей повышения эффективности работы тепловых сетей. Проанализирована проблема загрязнения систем отопления и современные методы ее решения. Результаты стали основой при создании нового оборудования, которое совмещает пневмогидроимпульсный, химический методы и кавитационные эффекты.

The article reviews the problem of providing the population of the country with heat. heat loss statistics are presented. The necessity of finding new ways to improve the efficiency of thermal networks is substantiated. The problem of pollution of heating systems and modern methods of its solution are analyzed. The results became the basis for the creation of new equipment that combines pneumohydropulse, chemical methods and cavitation effects.

Бібл. 13, табл. 1, рис. 2.

Ключові слова: система опалення, дискретно-імпульсний ввід енергії, гідродинамічний метод, гідропневматичний, пневмогідроімпульсний метод, вода.

Вступ

Забезпечення промисловості і населення країни тепловою енергією є однією із найважливіших складових діяльності як центральної, так і місцевої влади. Разом з тим, тепла енергетика та сфера споживання теплової енергії України сьогодні перебувають в кризовому стані, оскільки до 80% теплових мереж знаходяться в аварійному стані. Цей фактор негативно впливає на рівень енергетичної і національної безпеки країни в цілому. Серед головних факторів, які впливають на ситуацію що склалася: незадовільний технічний стан об'єктів теплової енергетики, недосконала система ціноутворення, відсутність необхідних інвестиційних коштів для модернізації основних фондів теплової енергетики та житлового фонду. Все це не дозволяє реалізовувати сучасні технології в даній сфері, в результаті якість забезпечення населення тепловою енергією є наднизькою. Виникає проблема надмірних втрат при виробництві, транспортуванні і розподілі тепла. Так, наприклад, згідно джерел, втрати теплової енергії лише під час транспортування в централізованих мережах теплопостачання досягають 45...60 %, а низький рівень теплоізоляції збільшує ці втрати ще на 15...20% [1]. В результаті споживач отримує меншу частину теплової енергії, а враховуючи стан застарілих чавунних радіаторів, які працюють з радянських часів

і за роки експлуатації фактично 100% відпрацьовані, то теплові втрати є колосальними. Тому на сьогодні важливим завданням є пошук шляхів підвищення ефективності роботи теплових мереж. Наразі, на законодавчому рівні прийнято низку нормативних документів, які стимулюють комунальні підприємства і споживачів проводити заходи по економії тепла. Серед найбільш вагомих варто відмітити: наказ Державного комітету України з питань житлово-комунального господарства № 76 від 17.5.2005р. п. 2.8.8.б «щодо теплових мереж промивання систем, ревізії арматури, усунення постійних і періодичних засмічень каналів, відновлення зруйнованої або заміна недостатньої теплової ізоляції труб у камерах, підземних каналах і підвалах (технічних приміщень), Наказ №71 від 14.02.07р. Міністерства палива та енергетики України (зареєстрований в МЮ України 05.03.07р. № 197/13464) «Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых установок и сетей», Наказ Міністерства палива та енергетики України і ЖКГ України № 620/378 від 10.12.08р. (зареєстрований в МЮ України 31.12.08р. № 1310/16001) «Об утверждении Правил подготовки тепловых хозяйств к отопительному периоду». Прийняті документи розраховані на реалізацію в кілька термінів. Перший – до 2-х років передбачає першочергові заходи, котрі направлені, головним чином, на оптимізацію роботи діючих нині

теплових мереж. Другий – до 5-ти років і розрахований на більш кардинальні заходи, що включають проведення модернізації і реконструкції аварійних систем теплопостачання. Виконання цих програм стало підґрунтям для започаткування ряду наукових та практичних робіт в даному напрямку [1-8].

Аналіз літературних джерел свідчить, що більшість проектів і науково-технічних робіт спрямована на пошук шляхів модернізації і реконструкції теплових мереж, тобто, на виконання п'ятирічного плану [1-6]. П'ятирічний план передбачає комплексний підхід, що включає модернізацію та реконструкцію мереж, а також технічні удосконалення теплового пункту (теплова енергія постачається з тепломережі), котельні (будинки має власну котельню) та всіх елементів системи теплопостачання. Основними заходами модернізації системи опалення є: встановлення автоматичних терморегуляторів на кожному опалювальному приладі; встановлення автоматичних балансувальних клапанів на стояках з обмеженням температури минаючого теплоносія; заміна елеватора в теплому пункті будівлі на насос і регулятор теплового потоку за погодними умовами з регулятором перепаду тиску; модернізація теплового пункту, яка, в свою чергу, включає: заміну теплопункту залежного підключення до тепломережі (з гідроелеватором) теплопунктом незалежного підключення (з теплообмінниками); заміну старих теплообмінників; запірно-регулювальної арматури та герметизацію стиків з метою ліквідації нещільності системи та зменшення втрат теплоносія; застосування автоматичного регулювання (регулятори тиску, перепаду тиску теплоносія, теплового потоку в залежності від погодних умов, спеціально програмованих таймерів тощо); модернізація систем опалення спрямована, головним чином, на багатоквартирні житлові будинки та громадські будівлі, які в переважній більшості оснащені системами центрального водяного опалення - однотрубними, з нижньою або верхньою розводкою та з елеватором у теплому пункті. Найчастіше ці будівлі приєднані до централізованої тепломережі. Існуючі системи опалення старих будівель мають ряд конструктивних недоліків, які не дають можливості економити. Системи центрального опалення виготовлені зі сталевих труб, які вичерпали свій термін експлуатації – приблизно 25 років та на сьогодні є фактично забрудненими різноманітними нашаруваннями. Тому в будівлях, зведених до 1980 року, рекомендується перевірка стану трубопроводів і, при можливості, – їх заміна або ж промивка.

В рамках виконання п'ятирічних програм напрацьована велика теоретична та практична база [1-6]. Однак, через недостатнє фінансування, їх складно реалізувати, а тому вони залишаються у перспективі. В майбутньому виконання таких п'ятирічних програм дозволить підвищити рівень надійності та безпеки постачання тепла споживачам, зменшити витрати на техобслуговування, на споживання енергоносіїв, скоротити обсяги викидів CO₂, зменшити споживання тепла на власні потреби котельні та втрати тепла в теплових мережах. Головним недоліком при реалізації програм є потреба у залученні значних капіталовкладень та обмеженість часу на їх виконання. Тому з року в рік місцева влада вдається лише до першочергових заходів, котрі передбачають оптимізацію роботи старих спрацьованих теплових мереж. Термін оптимізація включає цілий комплекс заходів. Зокрема, проведення періодичної діагностики стану теплових мереж, прочистки дренажу, відновлення (нанесення) антико-розійного, тепло- і гідроізоляційного покриттів на доступних ділянках, заходи по підвищенню рН мережевої води, водопідготовку води котлової, організацію електрохімзахисту трубопроводів, відновлення гідроізоляції стиків плит перекриття, установку сильфонних компенсаторів, використання покращених марок сталей трубопроводів. Однак, в реальних умовах нині провадиться лише невелика частина цих заходів: заміна на аварійних ділянках трубопроводів сталевих труб на попередньо ізольовані мережі, що дає можливість уникати теплових втрат, здійснюється встановлення будинкових приладів обліку теплової енергії та заміна застарілих систем радіаторів в житлових будинках за рахунок споживача. [7,8]. У випадку чавунних радіаторів та трубопроводів, їх термін експлуатації подовжується за рахунок проведення промивки радіаторів або ж всієї системи, до повернення повної прохідної здатності, з наступною перевіркою під тиском. Такі заходи є найбільш доступними та дієвими.

В даній статті запропоновано аналіз одного із найбільш простих і дієвих способів підвищення ефективності роботи теплових мереж – промивання трубопроводів і радіаторів. Цей захід знайшов своє застосування як для випадку централізованого опалення, так і для приватних будинків. Нині існує багато різновидів промивання для різних типів систем опалення. Тому основним завданням став пошук оптимального, який би не вимагав значних капіталовкладень, був універсальним для різних типів систем і ефективним та дієвим як для всієї системи, так і для локально забруднених зон. По результатам огляду джерел літератури було

встановлено, що найбільш затребуваними методами за показниками якості очистки є пневмогідроімпульсний та хімічний, а тому в основу роботи запропонованої конструкції обладнання, закладено суміщену дію цих двох методів та механізмів ДІВЕ. Дія цих трьох факторів дозволяє інтенсифікувати в часовому інтервалі процес видалення нашарувань різного походження та досягти більш глибокого ступеню очистки, при цьому, не руйнуючи стінки трубопроводів і радіаторів. Реалізація запропонованої конструкції на кінцевому етапі роботи дозволить підвищити коефіцієнт теплопередачі всієї системи та ефективніше використовувати енергоресурс суттєво заощадивши, при цьому, кошти. В основу роботи запропонованого обладнання покладено кавітаційні механізми, які виникають при накладенні високочастотних гідродинамічних коливань на потік води збагаченої очищаючими хімічними речовинами. Конструкція має вузли, що генерують високочастотні гідродинамічні коливання суміщені з активною дією напружень зсуву, а також включає ємності для вакуумування і змішування.

Однією з найважливіших складових ефективної роботи будь-якої системи опалення є якість теплоносія - води, яка циркулює в системі. Згідно норм, перед подачею в міську систему опалення вода проходить спеціальні етапи підготовки: груба фільтрація, відстоювання, пом'якшення та інші необхідні заходи. У випадку приватних будинків, найчастіше використовується свердловинна (артезіанська) вода з додаванням різноманітних інгібіторних присадок. Перед пуском системи проводиться хімічний аналіз води за наступними показниками: рН, загальна лужність, загальна жорсткість, сухий залишок, каламутність. Зокрема, показник рН та присутність мінеральних солей відповідає за ступінь ураження корозією; жорсткість – за накопичення нашарувань на

внутрішніх елементах системи опалення. В старих системах опалення застосовувалися, головним чином, сплави зі сталі та міді, а в сучасних установках частіше зустрічаються з'єднання алюмінію. Кожен матеріал має свою власну стійкість до рН та діапазон його безпечної експлуатації [9]. З огляду на перелічені факти, введено поняття показника стабільності води, який характеризує здатність води відкладати або розчиняти карбонат кальцію, при цьому, він не характеризує швидкість або обсяг утворення кристалічної фази. Також, часто використовується, поняття термостабільності води в системах водопостачання, при експлуатації охолоджуючих систем, систем гарячого водопостачання та теплопостачання. Під поняттям термостабільності розуміють здатність води при її нагріванні в системі водопостачання виділяти і відкладати на поверхнях трубопроводів або теплообмінників солі жорсткості, зокрема, карбонат кальцію. Ці поняття використовуються у водопідготовці при визначенні індексів Ланжельє і Різнера. Індекс Ланжельє оцінює термостабільність розчину при 25°C, за формулою, що заснована на визначенні ступеню насичення розчину карбонатом кальцію. Нестабільність розчину призводить або до утворення накипу, або до корозії: $LSI = pH - pH_s$. Індекс Різнера враховує те, що шар накипу на поверхні металу може перешкоджати корозії. ґрунтуючись на коефіцієнтах розрахунку індекса Ланжельє, Різнером було запропоновано формулу розрахунку стабільності розчину: $2pH_s - pH$, яка вказує на здатність розчину до корозії [10]. В таблиці 1 наведено значення індексів Різнера і Ланжельє.

Таким чином, підготовлена до циркуляції в системі опалення вода повинна відповідати показнику рН, мати знижений вміст мінералів та вилучені кисень, азот і окис вуглецю.

Таблиця 1. Зведена таблиця значень індексів Різнера і Ланжельє

Індекс Ланжельє	Індекс Різнера	Характеристика розчину
3	3	Надзвичайно високий показник утворення накипу
2	4	Дуже високий показник утворення накипу
1	5	Значення показника утворення накипу
0,5	5,5	Тенденція до утворення накипу
0,2	5,8	Незначне утворення накипу
0	6	Стабільний розчин
-0,2	6,5	Дуже легкий ступінь корозії
-0,5	7	Легка ступінь корозії
-1	8	Тенденція до утворення корозії
-2	9	Дуже висока корозія
-3	10	Надзвичайно висока корозія

Незалежно від типу опалювальної системи параметрів теплоносія та режимів роботи, необхідний щорічний профілактичний огляд та чистка, оскільки, за опалювальний сезон в системі трубопроводів і радіаторах відбувається накопичення різноманітних нашарувань, утворення кристалічних наростів і накипу. Найвизначнішими ознаками присутності забруднень є зниження пропускної спроможності трубопроводів, що сприяє зростанню витрат на тепло і електроенергію, зниження тиску в трубі, загальне зниження температури при теплопередачі. Сумарна дія цих факторів скорочує термін експлуатації системи в цілому, оскільки, призводить до руйнування стінок труб внаслідок утворення іржі і накопичення забруднень в місцях з'єднань. З іншого боку, підвищення температури води на стінках системи веде до утворення нашарувань солей кальцію, магнію і їх нагромадження в трубах у вигляді кристалічних наростів, що викликає зростання термічного опору теплового потоку і знижує теплопровідність всієї системи. Практичний досвід показує, що за 10 років експлуатації системи трубопровід забивається на 50%. при цьому, нашарування товщиною в 1...2 мм знижує продуктивність системи на 10...15 %. Нашарування мають теплопровідність 2,3 Вт/(м•К), металева поверхня має теплопровідність 58 Вт/(м•К). Таким чином, теплопровідність нашарувань в 25 разів менше теплопровідності металевої поверхні і відповідно термічний опір нашарувань в 25 разів вище за термічний опір металевої поверхні. Тому, нагромадження нашарувань, які покривають металеву поверхню нагріву, суттєво зменшує теплопередачу між водою і металевою поверхнею [11].

Статистика показує, що найбільш проблемними зонами є нижня частина секцій радіатора, труби в теплообміннику котла, місця з'єднань та ділянки

трубопроводу – основний елемент системи опалення, що сполучає всі вузли і має, порівняно, невелику площу перерізу. Після кількох опалювальних сезонів внутрішня поверхня труби і місця з'єднань мають вигляд товстостінного профілю. Його основна частина складається з бруду, іржі, слизу та сухого залишку, що випадає з води при підвищенні температури. Вирішують цю проблему шляхом заміни радіаторів, елементів трубопроводу та теплообмінника, що потребує значних капіталовкладень. Превентивним заходом є щорічна промивка системи із застосуванням одного з доступних методів.

Розглянемо показники економічної ефективності застосування промивання. З одного боку промивання системи опалювання економічно доцільніше, ніж капітальний ремонт і дозволяє експлуатацію очищеної системи опалювання на 10...15 років довше. З іншого боку, знижуються фінансові витрати на оплату енергоносії від 20 % до 60 %. Виходом в цій ситуації є застосування промивки системи в усій будівлі або в окремій гілці розгалуженої опалювальної системи. Можливо очистити окремо взятий радіатор, як наприклад, з перевіркою водовимірювальних приладів під тиском. В межах повноважень ЖКГ пропонувати мешканцям проводити промивання «брудних» радіаторів, і в комплексі виконувати перевірку на протікання під тиском. Це дозволить за тих самих витрат підвищити температуру в приміщеннях мешканців і зменшити тепловтрати. Перевірка ефективності виконаного очищення від сольових нашарувань в радіаторах виконується шляхом зважування. Різниця маси радіатора до промивання і після показує кількість видалених нашарувань. При цьому, варто відмітити, що кожен видалений міліметр в товщині нашарувань підвищить тепловіддачу на

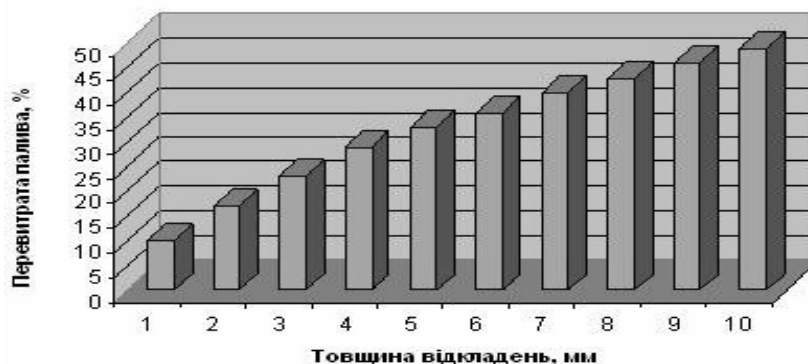


Рис. 1. Залежність перевитрати палива від товщини карбонатних та залізоокисних нашарувань на поверхнях теплообміну в котлі [12].

20-25 % по відношенню до тепловіддачі радіатора з сольовими нашаруваннями до промивання. Процес промивки на сьогоднішній день може реалізовуватись кількома методами, в залежності від місця і степені забруднення та конструктивних особливостей системи: механічний, хімічний, гідродинамічний, гідрохімічний, пневмогідроімпульсний та електрогідроімпульсний.

Детально розглянемо методи промивки, які найчастіше використовуються, визначимо особливості застосування, переваги, недоліки.

1. Хімічний метод промивки нині є найбільш затребуваний, оскільки, забезпечує швидко і високоефективну очистку. Він дозволяє швидко і просто видалити нашарування з стінок труб та радіаторів, без демонтажу елементів системи опалення. Принцип дії побудований на введенні в систему рідкого реагенту (кислий або лужний розчин), який при взаємодії з нашаруваннями та накипом переводить їх у розчинний стан з наступним вимиванням залишків із системи. В якості реагентів використовуються композиційні органічні і неорганічні кислоти, наприклад, на основі ортофосфорної кислоти, розчину їдкого натру з різноманітними присадками та інше. До складу обладнання входить спеціальна ємність, система шлангів, насос та реагент. В ході очистки реагент вводиться в систему опалення, де циркулює протягом кількох годин очищаючи її. Головним недоліком методу є проблема подальшої утилізації токсичних промивних розчинів, які залишаються після промивки системи.

Проблему усувають застосовуючи в якості реагенту побутові засоби, наприклад, лимонну кислоту, каустичну соду, сироватку, біорідини тощо. Так, наприклад, в основі складу біорідини БИЗ-1 молочна кислота, яка в результаті бродильних процесів гідролізується до моносахаридів. При цьому, в ній постійно генерується більше 30 органічних кислот (лимонна, шавлева, мурашина і т.д.), які і створюють ефект руйнування нашарувань. Серед відомих також дисперсна промивка, котра представляє собою реагент, що проникає в структуру нашарувань та послаблює механічні зв'язки між молекулами, не вступаючи в реакцію з металом самої системи.

2. Гідродинамічний метод проводиться за допомогою обладнання, оснащеного спеціальними насадками, які створюють тонкі струмені води за рахунок тиску понад двісті атмосфер. Це дозволяє видалити зі стінок нагар, накип, іржу, жири. Недоліком є висока вартість обладнання.

3. Пневмогідроімпульсний метод здійснює видалення накипу і забруднень за рахунок дії багатократних імпульсів. Кінетична імпульсна хвиля створює у воді кавітаційні бульбашки з газопарової суміші,

які виникають внаслідок проходження через рідину акустичної хвилі високої інтенсивності під час напівперіоду розрідження. Рухаючись з потоком води в зону з підвищеним тиском або під час напівперіоду стиснення, кавітаційна бульбашка схлопується, створюючи ударну хвилю. Утворені завихрення води і повітря відривають нашарування зі стінок труб, а наступна хвиля повітряно-водяної суміші виносить забруднення. Реалізується даний метод за допомогою спеціальних водяних пневмопістолетів, які являють собою зручні і компактні механізми, що дозволяють видалити внутрішні відкладення з відстані до 50 м та проводити промивання окремих компонентів опалювальних систем.

4. Електрогідроімпульсний метод побудований на використанні енергії електричного розряду у воді. Для генерації електричного імпульсу використовується спеціальний апарат. До нього підключається коаксіальний кабель, на протилежному кінці якого утворюється розряд, ударна хвиля від якого руйнує накип на внутрішній поверхні. Після цього система промивається чистою водою для видалення відокремлених сторонніх часток. Ефективність методу досить висока і немає потреби розбирати систему для промивання [11].

5. Гідропневматичний метод. Реалізується за рахунок повітря, що подається під високим тиском в систему опалення компресором, при цьому, всередині трубопроводів створюються турбулентні потоки, які викликають відрив наростів і вимивання бруду, що накопичився. Турбулентні потоки проходять по контуру не постійно, а періодично у формі короткочасних імпульсів. Створюються імпульси за допомогою пневмопістолета. Підключення компресора в контур виконується через зворотний клапан для запобігання потрапляння води в компресор. Подача повітря під тиском здійснюється через патрубок одного з радіаторів або ж через шланг замість заглушки [11,12].

6. Механічний метод простий та орієнтований на промивання від бруду в основному радіаторів, і в меншій мірі, від накипу на внутрішній поверхні труб. Метод використовується для видалення «м'яких» забруднень за допомогою гнучкого троса і шланга з напором води. Основним недоліком є те, що для його реалізації секції радіаторів необхідно попередньо демонтувати і промивання проводити в іншому місці [3,11].

На основі здійсненого аналізу літературних джерел обрано найбільш високоефективними пневмогідроімпульсний і хімічний методи. Для підтвердження даних, проведено комплекс експериментальних досліджень порівняння пневмогідроімпульсного, хімічного,

механічного та гідродинамічного методів. Результати показали, що оптимальним є суміщення дія двох методів – пневмогідроімпульсного і хімічного. Використання їх компоновки дозволяє суттєво інтенсифікувати процес промивання та зробити його універсальним для різних типів систем опалення. Для підвищення ефективності їх дії при розробці конструкції запропоновано також додатково використовувати дію механізмів ДІВЕ. Використання впливу кавітації дозволяє посилити ефект турбулізації потоку [13,14] під час промивки, підвищуючи ефективність видалення нашарувань.

Висновки

В статті проаналізовано проблему забезпечення населення країни тепловою енергією, оскільки, до 80% теплових мереж перебувають в аварійному стані. Приведені дані і фактори, що впливають на ситуацію незадовільного технічного стану об'єктів теплової енергетики, приведені дані статистики втрат при виробництві і транспортуванні тепла. Обґрунтовано актуальність проведення робіт в напрямку пошуку шляхів підвищення ефективності їх роботи. На основі аналізу літературних даних та проведених експериментальних досліджень порівняння відомих методів промивки було встановлено, що суміщення пневмогідроімпульсного і хімічного методів дозволяє суттєво інтенсифікувати та скоротити в часі процес промивки. Використання кавітаційних ефектів, що виникають при накладанні високочастотних гідродинамічних коливань суміщених з дією напруження зсуву на потік води збагаченої очищаючими хімічними речовинами дозволяє в кілька раз інтенсифікувати цей процес. В лабораторії створено стенд для промивки систем опалення, який реалізує перелічені механізми оснащений вузлом, який генерує високочастотні гідродинамічні коливання суміщені з активною дією напружень зсуву та включає ємності для вакуумування, змішування, комплекс вимірювального обладнання.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Пырков В. В.* Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. Київ: «Такі справи», 2007. 252с.
2. *Панек А.* Применение средств автоматизации Danfoss в тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения зданий: Пособие. Москва: ТОВ «Данфосс», 2009. 74 с.
3. *Паиков Ф.* Обоснование целесообразности реконструкции систем отопления донбасская национальная академия строительства и архитектур. Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. 2010. Т.83. №3 С.222-226.
4. *Сафіулїна К. Р.* Энергозбереження в університетських містечках: Посібник для студ. вищих закл. освіти. Київ: ТОВ «Поліграф плюс», 2010. 328 с.
5. *Панек А.* Энергосберегающие мероприятия при реконструкции систем отопления и охлаждения. Реализованные проекты Данфосс: Каталог предложений. Киев: ТОВ «Данфосс», 2017. 44 с.
6. *Денисюк С.П.* Энергетична ефективність України. Крайні проектні ідеї Проект «Професіоналізація та стабілізація енергетичного менеджменту в Україні». Київ: КПП ім. І.Сікорського, 2016. 79 с.
7. *Перекрест А.Л.* Оптимізація процесу теплоспоживання навчального закладу. Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2012. Т.105. №11 С.2-8.
8. *Богоявленська О.* Програма Оптимізації системи теплозабезпечення м. Олександрії Кіровоградської області. Кіровоград: ТОВ Перспектива, 2017. 29 с.
9. *Рябчиков Б.Е.* Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. Москва: ДеЛи принт, 2004. 328 с.
10. *Коник А.В.* Технологические параметры воды и их влияние на керамические поверхности. Вода, обработанная методом дискретно-импульсного ввода энергии. Международный НПЖ Керамика: Наука и жизнь. 2015. Т3. №28 С. 41-48.
11. *Гершкович В.Ф.* Пособие по проектированию систем водяного отопления к СНиП 2.04.05-91 «отопление, вентиляция и кондиционирование». Киев: Укрархстройинформ, 2001. 36 с.
12. *Можаровська О. А.* Проверка котловой воды. Как качество воды влияет на работу котла. Семинар «Инновационные технологии и оборудование для очистки промстоков и водоподготовки» (2018) [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<https://simvolt.ua/perevrka-kotlovo-vodi>.
13. *Долинский А.А. Иваницкий Г.К.* Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. Теплофизические основы ДИВЭ. Киев: Наукова думка, 2008. 381 с.
14. *Иваницкий Г.К.* Разрушение капель эмульсии в адиабатно вскипающих потоках. Пром. теплотехника. 1999. Т. 21. №4/5 С.10 - 15.

PROBLEMS DURING OPERATION OF HEATING SYSTEMS AND CLEANING AS A WAY OF THEIR DECISION (REVIEW)

Dolinskyi A.A., Konyk A.V., Radchenko N.L., Demchenko V. V.

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, 2a, M.Kapnist Str., Kyiv, 03057, Ukraine

<https://doi.org/10.31472/ttpe.4.2019.4>

The article deals with the problem of providing the population with thermal energy. Today, it is one of the important components of the central and local authorities. Now thermal energy and the sphere of thermal energy consumption in Ukraine are in a crisis condition (up to 80% of emergency networks). As a result, it negatively affects the level of energy and national security of the country as a whole. It is shown that among the main factors influencing the situation are unsatisfactory technical condition of thermal energy objects, imperfect system of pricing, lack of necessary investment funds for modernization to fixed assets of thermal energy and housing stock. As a result, this does not allow the implementation of modern technology in this area. Therefore, the quality of the population's supply of heat is very low. The data on statistics on excessive losses in the production and transportation of heat is given. This is explained by the fact that heat losses during transportation in centralized networks reach 45...60%, while the low level of thermal insulation increases them by another 1...20%. So the consumer receives a smaller portion of the thermal energy, and if you take into account the state of the old cast iron radiators that are triggered, then you can imagine how huge the heat loss is. In connection with this now, an important task is find ways to improve the efficiency of heat networks. The article gives a literary review of recent research and publications in which the solution to this problem was initiated. It has been established that the modernization and reconstruction of heat networks requires high financial costs, and so now the authorities are working to improve the efficiency of the old heating networks.

The article analyzes one of the approaches - this is the washing of radiators. In this direction, existing methods and approaches to the cleaning of heating systems are considered, and the most basic ones are defined, which allow to effectively carry out flushing of the system without its modernization and attracting additional capital investments. As a result of the spent statistical analysis and on the basis of the existing experimental base and cleaning plants, equipment has been created that allows the washing of closed or open heating as a whole or locally. It also effectively removes dirt from the

inside walls of the system. The equipment works by means of combined pneumohydropumps and chemical methods, as well as the main mechanisms of cavitation. The result before the use of such equipment will increase the heat transfer coefficient of the whole system and more efficiently use the energy resource, saving at the same time funds.

References 13, tables 1, figures 2.

Key words: heating system, cavitation, hydrodynamic method, hydropneumatic method.

1. *Pyrkov V.V.* [Modern thermal points. Automation and regulation]. Kyiv. [«Such cases»] 2007. 252 p. (in Rus.)

2. *Panek A.* [The use of Danfoss automation equipment in heat points of centralized heat supply systems for buildings: Benefit]. Moscow. [LLC «Danfoss»] 2009. 74 p. (in Rus.)

3. *Pashkov F.* [Justification of the feasibility of the reconstruction of heating systems Donbass National Academy of Building and Architecture]. [Messenger Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2010. V.83. No3. p. 222–226. (in Rus.)

4. *Safyulyna K. R.* [Energy saving in university cities: Benefit]. Kyiv, [«Polygraph plus»] 2010. 328 p. (in Ukr.)

5. *Panek A.* [Energy saving measures for the reconstruction of heating and cooling systems. Payback period. Realized Danfoss Projects: Offer Catalog]. Kyiv, [LLC «Danfoss»], 2017. 44 p. (in Rus.)

6. *Denysuk S.P.* [Efficiency of Ukraine. Best Project Ideas Project "Professionalization and Stabilization of Energy Management in Ukraine]. Kyiv, [KPI name. I. Sikorskogo], 2016. 79 p. (in Ukr.)

7. *Perekrest A.L.* [Optimization of the process of heat consumption an educational institution]. [Energy saving. Energy. Energy audit], 2012. V.105. №11. p.2–8. (in Ukr.)

8. *Bogoyavlens`ka O.* [Program optimization of the heating system Alexandria of the Kirovograd region]. [Kirovograd: Prospect], 2017. 29 p. (in Ukr.)

9. *Ryabchykov B.E.* [Modern methods to preparation of water for industrial and household use]. Moscow, [Dely prynt], 2004. 328 p. (in Rus.)

10. *Konyk A.V.* [Technological parameters of water and their effect on ceramic surfaces. Water treated by discrete-pulse energy input]. [International Scientific Practical Journal Ceramics: Science and Life], 2015. V.3. №28 p. 41–48. (in Rus.)

11. *Gershkovysch V.F.* [Manual on the design of water heating systems to sanitary norms and rules 2.04.05-91 «Heating, ventilation and air conditioning»]. Kyiv, [Ukrarhstroyinform], 2001. 36 p. (in Rus.)

12. *Mogarovs`ka O. A.* [Check the boiler water. How water quality affects the operation of the boiler. Seminar

"Innovative technologies and equipment for industrial wastewater treatment and water treatment"] (2018). [International Energy Agency]. Retrieved from <https://simvolt.ua/perevrka-kotlovo-vodi.-yak-yakst-vodi-vplivana-robotu-kotla-ru-2.html> (in Rus.)

13. *Dolinsky A.A. Ivanyckiy G.K.* [Heat and mass transfer and hydrodynamics in vapor-liquid dispersion media. Thermophysical basics of discrete-pulse energy input]. Kyiv, [Scientific thought] 2008. 381 p. (in Rus.)

14. *Ivanyckiy G.K.* [Destruction drops of an emulsion in adiabatic boiling a stream], [Industrial Heat Engineering,] 1999, V. 21, №4/5 p.10–15. (in Rus.)

Отримано 02.09.2019

Received 02.09.2019