

ІННОВАЦІЙНІ ГІДРОДИНАМІЧНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НАВЧАЛЬНИХ КОРПУСІВ ТА СТУДЕНТСЬКИХ ГУРТОЖИТКІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У доповіді представлено результати комплексного дослідження та практичної реалізації енергоефективних систем теплопостачання на основі гідродинамічних кавітаційних теплогенераторів (ГдКТ). Деталізовано фізичну сутність робочих процесів перетворення механічної енергії приводу в теплову енергію теплоносія. Обґрунтовано наукову новизну розроблених у ВНТУ конструкцій робочих органів («ротор-статор») та запропоновано методику інтеграції таких установок у теплові пункти будівель із використанням баків-акумуляторів теплоти. Проаналізовано економічний ефект від впровадження технології в інфраструктуру університету.

Ключові слова: керована кавітація, гідродинамічна теплогенерація, енергоефективність, тепловий акумулятор, локальне теплопостачання, енергетична автономність.

Abstract

The report presents the results of a comprehensive study and practical implementation of energy-efficient heat supply systems based on hydrodynamic cavitation heat generators (HCG). The physical essence of the working processes of converting mechanical energy of the drive into thermal energy of the coolant is detailed. The scientific novelty of the designs of working bodies ("rotor-stator") developed at VNTU is substantiated and a method for integrating such installations into heat points of buildings using heat accumulator tanks is proposed. The economic effect of introducing the technology into the university infrastructure is analyzed.

Keywords: controlled cavitation, hydrodynamic heat generation, energy efficiency, heat accumulator, local heat supply, energy autonomy.

Вступ та актуальність теми

Забезпечення сталого теплопостачання об'єктів бюджетної сфери в умовах енергетичної нестабільності вимагає відходу від традиційного спалювання вуглеводнів. Навчальні заклади характеризуються значною нерівномірністю споживання теплової енергії та високими втратами в застарілих магістральних мережах. Гідродинамічна кавітація є інноваційним інструментом, що дозволяє створювати локальні, екологічно чисті та високоефективні системи нагріву, які працюють виключно на електричній енергії, забезпечуючи високу ступінь автоматизації та безпеки.

Мета і завдання дослідження

Метою роботи є підвищення енергетичної ефективності та автономності систем опалення та гарячого водопостачання (ГВП) навчальних корпусів і гуртожитків ВНТУ шляхом впровадження кавітаційних теплогенераторів із оптимізованими робочими параметрами.

Завдання:

Дослідження гідродинамічних режимів роботи ГдКТ для досягнення максимального тепловиділення.

Розроблення методики поєднання ГдКТ із системами акумуляції теплоти для оптимізації витрат за нічним тарифом.

Оцінювання стабільності роботи системи при тривалій експлуатації на реальних об'єктах.

Сутність та деталізація робочих процесів у ГдКТ

Фізична ідея розробки базується на використанні ефекту контрольованої кавітації як основного механізму теплогенерації. На відміну від класичних насосів, де кавітація є небажаною через ерозію, у ГдКТ вона штучно інтенсифікується у спеціально спроектованій зоні потоку теплоносія.

Механіка процесу включає три ключові складові:

Динамічне розрідження: Ротор пристрою, оснащений системою профільованих каналів та насадок, обертається з кутовою швидкістю до 3000 об/хв. При проходженні рідини через ці канали виникає різкий спад тиску нижче критичної позначки, що веде до масового утворення кавітаційних бульбашок.

Адіабатне стиснення (схлопування): При виході з ротора рідина потрапляє в зону підвищеного тиску статора. Каверни миттєво руйнуються. У момент колапсу бульбашки газ всередині неї

стискається адіабатно, що викликає локальний стрибок температури та потужне ударне зростання тиску.

Енергетична трансформація: Енергія мікроударних хвиль та теплота стиснення дисипують у потік теплоносія. Завдяки надмалим зазорам між статором та ротором (1.5-2.0 мм) додатково виникає інтенсивне зсувне тертя, яке трансформує в теплоту енергію в'язкого опору рідини.

Наукова новизна та технічні рішення

Оптимізація геометрії: Науковцями НДЛ гідродинаміки ВНТУ встановлено, що максимальна інтенсивність теплогенерації досягається при збігу частоти перекриття каналів ротора з власною резонансною частотою коливань кавітаційної зони.

Математичне моделювання: Розроблено уточнену модель теплового балансу, яка враховує частку енергії, що вивільняється при схлопуванні бульбашок та акустичних ефектах під час колапсу каверн.

Конструктивне виконання: Застосування спеціальних зносостійких сплавів дозволило нівелювати негативний вплив кавітаційної ерозії на термін служби робочих органів.

Практична реалізація та впровадження у ВНТУ

Система теплопостачання, запропонована для гуртожитків та навчальних корпусів, може працювати за принципом **автоматизованого теплового вузла:**

Акумуляція теплоти: Встановлюються вертикальні баки-акумулятори великої ємності. У період з 23:00 до 07:00 (нічний тариф) ГдКТ працює на повну потужність, нагріваючи теплоносій до 75-80°C.

Споживання: У денний час накопичена енергія використовується для потреб опалення та ГВЗ, що дозволяє виключати основне обладнання в пікові години навантаження на енергосистему.

Економічний ефект: Як показують розрахунки впровадження такої системи на базі одного гуртожитку дозволяє зменшити річні витрати на енергоносії на 35-40%.

Висновки

Гідродинамічні кавітаційні теплогенератори, розроблені у ВНТУ, є високоефективною альтернативою традиційним нагрівачам. Завдяки детальному вивченню фізики кавітаційних процесів вдалося створити установки з високим термічним ККД. Подальші перспективи впровадження пов'язані зі створенням інтелектуальної системи керування тепловим навантаженням університету, що інтегрує відновлювані джерела енергії та гідродинамічну генерацію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Федоткін І.М., Тарасов В.О. Механізм виникнення надлишкової енергії при кавітації та особливості робочих процесів в енергогенераторі Ф-101. Науково-технічна інформація. 2010. № 1. С. 51-60.
URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NTI_2010_1_13.

2. Бауман, К. В., Коц І.В. Кавітаційна технологія виготовлення бітумних емульсій : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2013. 128 с.

3. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка : підручник. О. М. Яхно, О. В. Узунов, О. Ф. Луговський В. А. Ковальов, А. В. Мовчанюк, І. В. Коц, О. П. Губарев ; за ред. О. М. Яхна. Вінниця: ВНТУ, 2017. 711 с.

Тарновецька Вікторія Вікторівна— студентка групи СМ-24б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tarnoveckav@gmail.com;

Коц Іван Васильович— канд. техн. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: ivan.kots.2014@gmail.com

Tarnovecka Viktoriya V. — student of group SM-24b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tarnoveckav@gmail.com;

Kots Ivan V. — PhD, Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ivan.kots.2014@gmail.com