

ВІДГУК

офіційного опонента доктора фізико-математичних наук, професора, член-кореспондента НАН України Никифоровича Євгена Івановича про дисертаційну роботу Шитікової Ірини Геннадіївни «Математичне моделювання та оптимізація конструкції теплообмінника змієвикового типу», подану до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми дисертації

У зв'язку з підвищенням вартості енергоносіїв, що відбувається в Україні і світі, набули актуальності роботи, пов'язані з енергозбереженням в системах виробництва, транспортування та використання енергоносіїв і, зокрема, теплової енергії. Витрати теплоти на опалення та гаряче водопостачання житлових та промислових об'єктів складають суттєву частину споживання теплової енергії. Сучасні системи гарячого водопостачання і опалення, як промислових підприємств, так і житлово-комунального сектору, відзначаються дуже низькими термічними і, особливо, ексергетичними коефіцієнтами корисної дії. Таке становище викликане двома основними причинами: низьким температурним рівнем процесів і дуже малою часткою корисно використаної теплової енергії від витраченої на приготування гарячої води.

Тому ефективно використання енергозберігаючих технологій та розробка нових конструкцій з можливістю використання альтернативних (в даному випадку геотермальних) джерел є дуже актуальною задачею, яка відповідає Енергетичній стратегії України на період до 2030 року (затвердженій розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 липня 2006 р.)

Метою дисертаційної роботи є розробка математичних моделей, чисельних методів розрахунку процесу тепломасообміну та оптимізація ефективних рішень конструкції теплообмінних апаратів для незалежної системи опалення та гарячого водопостачання.

Об'єкт дослідження □ процеси складного теплообміну в підігрівально-акумуляторній установці (ПАУ) з трьохконтурним теплообмінником змієвикового типу

Предмет дослідження – є математичні моделі і методи моделювання трьохконтурних теплообмінників змієвикового типу для незалежних систем опалення та гарячого водопостачання.

Наукова новизна міститься в наступних положеннях:

Розроблено статичні та динамічні математичні моделі теплообмінників змієвикового типу для незалежних місцевих систем опалення та гарячого водопостачання від індивідуального теплового пункту з підігрівальною акумуляторною установкою, за допомогою яких виконується розрахунок конструктивних параметрів теплообмінних апаратів змієвикового типу.

Встановлено температурні залежності від конструктивних параметрів, які отримані шляхом проведення експериментів на науково-дослідному стенді і стали основою розрахунку оптимальних конструкцій теплообмінних апаратів для реальних систем гарячого водопостачання і опалення.

Отримала подальший розвиток запропонована в роботі базова конструкція теплообмінника змієвикового типу з метою підвищення його теплоефективності за рахунок зменшення металоємності контурів і визначення оптимальної довжини установки яка складає $2,2 \square 3$ м.

Методи досліджень, які використані в дисертаційній роботі

Для розв'язання поставлених задач було застосовано методи математичного моделювання систем з розподіленими параметрами для формалізації задач оптимізації параметрів теплообмінного апарату; методи математичної обробки результатів чисельного та натурального експериментів; метод синтезу програмно-апаратних спеціалізованих моделюючих пристроїв для підвищення ефективності розв'язання задач моделювання і оптимізації конструкції.

Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація виконана у 2012-2016 роках відповідно до науково-дослідницької роботи та дослідно-конструкторської роботи Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору, де виконувалися науково-технічні роботи за темами: «Розробка обчислювальних технологій моделювання нестационарних фізичних процесів» 2013-2015рр., (№ держреєстрації 0112U007538); «Дослідження асиміляційного потенціалу поверхневих вод геологічного середовища та приземної атмосфери в умовах техногенезу» (2014-2016рр., № держреєстрації 0113U004982).

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів висновків і рекомендацій

Достовірність і обґрунтованість наукових результатів, методів, висновків і рекомендацій зумовлені коректним використанням основних положень аналітичної динаміки, а також підтверджується результатами експериментальних досліджень з використанням імітаційного та натурального моделювання.

Наукове і практичне значення результатів, отриманих в дисертаційній роботі

Наукове і практичне значення результатів, отриманих в дисертаційній роботі, полягає в тому, що розроблені моделі, методи й науково-технічні рішення є ефективним практичним інструментарієм проектування підігрівально-акумуляторних установок з теплообмінниками змієвикового типу.

Зокрема, впровадження результатів роботи може дозволити:

- використовувати синтезований алгоритм імітаційного моделювання для аналізу теплообмінних апаратів в різних режимах роботи і оптимізації їх конструктивних параметрів;

- на основі розробленого методу ідентифікації параметрів моделей теплообмінника в стаціонарних режимах роботи оптимізувати їх базові значення;

- на основі побудованого дослідно-експериментального стенду отримувати реальні температурні залежності при використанні різних конструкцій, матеріалів і первинних носіїв тепла.

Отримані результати досліджень впроваджені у науковій і проектно-конструкторській діяльності: при модернізації житлового фонду, публічному акціонерному товаристві «Центренерго» Трипільська ТЕС (акт впровадження від 11.05.2016); при розробці методики дослідження теплообмінних процесів, міжгалузевої регіональної корпорації «Теплоенергія» (акт впровадження від 15.05.2013); 4-ма патентами на корисну модель.

Результати дослідження доцільно використовувати у підприємствах та науково-дослідних організаціях, зв'язаних з проектуванням і розробкою ефективних енергозберігаючих теплообмінних апаратів у житлово-комунальному господарстві.

Публікації та апробація результатів дисертаційної роботи

Основні результати дисертаційної роботи викладені в 17 друкованих наукових працях, в тому числі 9 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у науковому фаховому виданні іноземної держави, 3 - матеріалів у збірниках наукових праць міжнародних науково-практичних конференцій в Україні, 4 патенти України на корисні моделі.

Основні теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на науково-технічних конференціях 2012-2014 рр.

Структура роботи, оцінка змісту й оформлення дисертації.

Дисертація містить всі необхідні структурні частини – вступ, чотири розділи з висновками в кінці кожного розділу, загальні висновки, список використаних джерел та додатки, що містять акти впровадження результатів роботи.

У вступі переконливо обґрунтована актуальність дисертаційної роботи, визначені найзначніші наукові школи, які займалися розв'язанням задач розрахунку і оптимізації теплообмінних процесів у багатоконтурних теплообмінних апаратах, сформульовано мету та завдання роботи, визначено новизну, описано теоретичну і практичну цінність отриманих наукових результатів, показано апробацію роботи.

У першому розділі наведена класифікація та розглянуті типові конструкції існуючих теплообмінних апаратів, обґрунтовано вибір багатоконтурного теплообмінника змієвикового типу з акумулюючою ємністю як основний об'єкт дослідження. Поряд з його конструктивними та експлуатаційними перевагами вагоме значення має те, що, у зв'язку з енергетичною кризою в Україні, актуальним постає питання енергоресурсозбереження, зокрема, за рахунок геотермальних джерел, що є одним із завдань даної роботи.

В кінці розділу чітко сформульовані мета і основні завдання, які необхідно виконати для її досягнення.

У другому розділі описаний синтез статичних і динамічних математичних моделей запропонованих конструкцій теплообмінних апаратів, який базується на основних законах термодинаміки. Розроблена статична модель є основою розрахунку базових параметрів теплообмінних апаратів, а розроблені динамічні моделі використовуються в імітаційному моделюванні тепломасообмінних процесів при варіюванні режимів і параметрів теплообмінних апаратів.

У третьому розділі вирішуються питання імітаційного моделювання нестационарних режимів роботи теплообмінних апаратів змієвикового типу. Крім того, запропонована чисельна процедура параметричної ідентифікації статичних моделей теплообмінних апаратів з метою уточнення отриманих базових значень розрахункових конструктивних параметрів. Дана чисельна процедура входить до складу програмного забезпечення системи імітаційного моделювання разом з іншими програмними процедурами і розробленими математичними моделями в стаціонарних і нестационарних режимах роботи теплообмінних апаратів.

Крім можливості чисельного рішення диференціальних рівнянь у частинних похідних з фіксуванням значень досліджуваних параметрів,

система імітаційного моделювання дозволяє графічно відображати процеси змішування і пересування теплообмінних мас води як в кожному контурі, так і в акумулюючому баку, що є дуже важливим при проектуванні теплообмінних апаратів.

У четвертому розділі представлена натурна модель дослідно-експериментального стенду теплообмінника змієвикового типу з акумулюючою ємністю. Наведено опис експериментальної установки, методику дослідження і обробки експериментальних даних. З точки зору універсального засобу оптимізації, що дозволяє конструювати оптимальний теплообмінний апарат для кожного конкретного об'єкта (групи однотипних об'єктів), або вибрати найкращий апарат із заданого типорозмірного ряду запропонований стенд є ефективним практичним інструментом отримання оптимальних параметрів і конструкцій підігрівально-акумуляторної установки з багатоконтурним теплообмінником змієвикового типу як для незалежної системи опалювання, так і для системи гарячого водопостачання.

Ідентичність змісту автореферату й основних положень дисертації.

Автореферат є ідентичним переліку основних наукових положень і висновків дисертаційної роботи. Текст автореферату повністю характеризує рівень наукової новизни і практичної цінності досліджень здобувача, а також показує його особистий внесок у вирішення наукової проблеми, визначеної в роботі.

Відповідність дисертації встановленим вимогам ВАК України

Дисертаційна робота Шитікової І.Г. на тему « Математичне моделювання та оптимізація конструкції теплообмінників змієвикового типу » , за оформленням відповідає вимогам ВАК України, що пред'являються до дисертаційних робіт. Дисертація написана сучасною науково-технічною мовою, послідовно, логічно і грамотно. Стиль викладу матеріалів дисертаційної роботи забезпечує без ускладнень доступність їх сприйняття.

Зауваження до дисертаційної роботи та автореферату

1. Однією з новаторських ідей даної роботи є використання в запропонованих теплообмінниках геотермальних вод. Однак, як правило, геотермальні джерела знаходяться далеко від житлових масивів. Виникає проблема збереження температури геотермальних вод при передачі її на великі відстані. Необхідно було б вказати можливі шляхи вирішення цієї проблеми, хоча б на прикладі Ісландії.

2. Використання геотермальних вод призводить до утворення наростів на внутрішніх стінках робочих ємностей. У роботі необхідно було б оцінити трудомісткість процедури очищення і її періодичність.
3. Одним з основних параметрів процесу теплообміну є площа дотичних робочих середовищ, зокрема, площа змієвиків, яка залежить відразу від трьох параметрів - діаметра трубки, діаметра змієвика і його кроку. Виникає питання, який з них є першочерговим.
4. У роботі немає обґрунтування спрощення рівняння Нав'є - Стокса до одновимірного випадку з точки зору адекватності розроблених динамічних моделей реальним процесам.
5. З точки зору практика - проектувальника було б доцільно, щоб отримані на дослідницько-експериментальному стенді результати були оформлені у вигляді номограм для вибору оптимальних режимів роботи при заданих параметрах конструкції або ж, навпаки, вибору оптимальних параметрів конструкції при заданих режимах роботи.
6. У розділі 4.6 проведено аналіз ефективності розроблених теплообмінних апаратів, але було б цікаво порівняти їх ефективність з іншими відомими теплообмінними апаратами.
7. Зі змісту роботи не зрозуміло, який з двох теплообмінних апаратів, з паралельним чи послідовним розташуванням змієвиків, має перевагу і в яких випадках.
8. В авторефераті слід було б дати пояснення до деяких рисунків (зокрема, рис.5-рис.7)
9. З автореферату не зрозуміло, які саме параметри статичних моделей підлягають розрахунку як базові конструктивні.
10. З автореферату не зрозуміло, яка температура первинного «гріючого» носія вважається достатньою для роботи теплообмінників змієвикового типу.
11. В дисертаційній роботі і авторефераті є незначна кількість синтаксичних, орфографічних та граматичних помилок

Висновки

Дисертаційна робота за змістом є закінченим науковим дослідженням і цілком відповідає вимогам «Паспорту» спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

1. Сукупність наукових положень сформульованих та обґрунтованих в дисертаційній роботі має практичну цінність, що підтверджується актами про впровадження.

2. Дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні, відповідає вимогам до дисертаційних робіт п.п. 9,11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 № 567, а її автор, Шитікова Ірина Геннадіївна, заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент, д.ф.- м.н., професор

член-кореспондент НАН України,

заслужений діяч науки і техніки України

завідувач відділу завідувач відділу моделювання
гідротермічних процесів Інституту гідромеханіки

НАН України;



Є.І. Никифорович