

ВІДГУК

офіційного опонента Склабінського Всеволода Івановича
на дисертаційну роботу Алтухової Ольги Василівни

«Математичне моделювання, удосконалення та оптимізація пластинчастих теплообмінників»,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.06 - технічна теплофізика та промислова теплоенергетика

Актуальність теми.

Оптимізація теплообмінного обладнання є важливою науково-практичною задачею, адже дозволяє зекономити кошти, що у сучасній економіці є одним з важливих факторів при проектуванні енергетичного та іншого обладнання. У дисертаційній роботі розглянуто метод оптимізації пластинчастого теплообмінного обладнання (ПТО), яке є перспективним типом теплообмінного обладнання, та все більше впроваджується на різноманітних об'єктах енергетичної сфери. Повна техніко-економічна оптимізація теплообмінного обладнання потребує аналізу великої кількості можливих варіантів конструкцій та режимів роботи теплообмінників, тож удосконалення методів розрахунку та оптимізації дозволить скоротити кількість розрахунків, а отже й час їх проведення. Тому поставлена в дисертаційній роботі задача розвитку методів та алгоритмів розрахунку і оптимізації пластинчастих теплообмінників є актуальною науково-технічною задачею.

В дисертаційній роботі чітко сформульовані **мета і задачі** дослідження. Ретельне ознайомлення з дисертацією дозволяє стверджувати, що вони виконані.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в тому, що дисертантка отримала вперше наступні важливі результати:

– Запропоновано використання уточненого інтервального теплового розрахунку в пластинчастому теплообмінному апараті як комплексі теплообмінних поверхонь з використанням фрактального підходу. Це дозволило досягнути підвищення точності результатів теплового розрахунку до 10%.

– Проведено аналіз ступеню впливу похибки, допущеної у тепловому та гідравлічному розрахунках теплообмінника, на кінцеві результати його оптимізації, що є основою доведення необхідності використання уточнених методів розрахунку теплообмінного апарата.

– Виконано розрахунковими методами пошук оптимальної швидкості теплоносіїв у каналах пластинчастого теплообмінника в залежності від рівня цін на електроенергію та метал, та співвідношення між ними. Запропоновано універсальну формулу для визначення оптимальної швидкості теплоносія в каналах ПТО з урахуванням цих параметрів. Це дозволяє досягнути економії при проектуванні теплообмінників до 30%.

– Встановлено порядок та шаг перебору незалежних змінних, що забезпечує

найшвидший пошук екстремуму критерію оптимальності при проектуванні пластинчастих теплообмінників, що дозволило значно спростити задачі оптимізації.

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в наступному.

– Визначено оптимальні режимні параметри пластинчастих теплообмінників для ряду потужностей різних енергетичних установок: маслоохолоджувачі парових турбін з витратою мастила 10-250 кг/с; теплообмінники системи опалення потужностями від 100 до 2000 кВт; регенератори понадкритичного CO₂ циклу з потужностями 1-15 МВт; підігрівачі повітря системи знеліднення газотурбінного циклу з потужностями 1-20 МВт.

– Розроблений програмний продукт СПОТО для розрахунку і оптимізації ПТО може бути включений в системи автоматизованого проектування обладнання, він дозволяє проводити розрахункові експерименти та може бути використаний у наукових дослідженнях для пошуку шляхів подальшого удосконалення ПТО. У ньому вперше забезпечено можливість оцінки ефективності ПТО не лише на етапі проектування, але й в процесі експлуатації, модернізації, реконструкції, тобто на всіх етапах життєвого циклу.

– Результати роботи можуть бути використані при викладанні сучасних IT-методів проектування та оптимізації різноманітного теплообмінного обладнання.

Структура й обсяг дисертаційної роботи. Роботу виконано в Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут". Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації складає 165 сторінок, з яких 11 таблиць та 30 рисунків, 102 найменування використаних літературних джерел. У додатках наведено документи, що підтверджують впровадження результатів дослідження.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи Алтухової Ольги Василівни опубліковані в 22 наукових працях, у тому числі 6 публікацій у наукових фахових виданнях України. Всі основні положення дисертаційної роботи висвітлені в наукових публікаціях. Вклад авторки у вирішення питань, що виносяться на захист, є основним. У цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

Запитання та зауваження, які виникли при розгляді дисертаційної роботи та автореферату:

1. С. 15. Зустрічається вираз «інтервальний тепловий розрахунок», але у подальшому відсутні пояснення щодо необхідності та обґрунтованості «уточнення» такого розрахунку. Необхідність такого уточнення підтверджено тільки розрахунками. Виникає питання щодо необхідності порівнянь з фізичними експериментами.

2. С. 15-16. Зустрічається вираз «оптимальна швидкість води». У подальшому відсутні пояснення чому методика розрахунку прив'язати до такого

теплоносія як вода та чи можна переносити результати дисертаційної роботи на ПТО х теплоносіями з іншими фізичними властивостями.

3. З тексту роботи не зовсім зрозуміло чи є у роботі нові підходи у пошуках критеріїв оптимальності розрахунків ПТО адже це складна та важлива складова САПР.

4. Відсутні узагальнюючі пояснення як класифікація (по функціональним, конструктивним та інш. ознакам) теплообмінного обладнання чітко пов'язана з особливостями різних розрахункових методів ПТО.

5. Відсутні пояснення щодо можливості спрощення розрахунку ПТО у разі неповного використання усіх рівнів ієрархії елементів синтезатора та чи є «повірочний» розрахунок одним з імовірних напрямів такого спрощення.

6. З тексту роботи не зрозуміло і відсутні пояснення щодо можливого впливу на визначення коефіцієнтів теплопередачі використання різних схем комплексів апаратів (приклад схем на рис.3.2)

7. Є формули, наприклад ф. (38, 39), без пояснень чи є це доробками дисертантки.

8. С. 68 – порівнюються алгоритм розрахунку з гілкою, що починається з перевірки виконання умови $A_p=1$, з аналогічними алгоритмами із англійських літературних джерел та робиться не зовсім обґрунтований висновок щодо універсальності цього методу. З цих міркувань незрозуміло у чому полягає обмеженість схемних рішень.

9. С. 98. Є гіпотетичні вислови, наприклад, при описі процесу валідації вказано, що «...нинішніми комп'ютерними засобами змоделювати повністю пластинчастий теплообмінник повністю неможливо.» Таке твердження без пояснень і доказів є тільки гіпотезою.

10. На с. 101 є опис результатів різних солверів, але не зрозуміло чи є це порівняння з результатами фізичних вимірів, чи це тільки порівняння з іншими методами розрахунків.

11. З тексту роботи не зрозуміло чи порівнювалися чисельні дані таблиць 4.1 та 4.2 та дані у додатку «Г» з результатами розрахунків по інших методиках та з результатами промислових випробувань.

Висновок.

Зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертаційна робота Алтухової Ольги Василівни “Математичне моделювання, удосконалення та оптимізація пластинчастих теплообмінників” має наукове та практичне значення і за ступенем обґрунтування викладення науково-теоретичних і практичних досліджень, достовірністю та новизною наукових результатів і висновків, рівнем аналізу результатів відповідає вимогам п.п. 9, 11,12 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого постановою Кабінету

Міністрів України від 24 липня 2013 року №567, а здобувачка Алтухова Ольга Василівна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика.

Офіційний опонент
завідувач кафедри «Хімічна інженерія»
Сумського державного університету
доктор технічних наук, професор
13.04.2021

 Всеволод Склабінський

Підпис В.Склабінського ЗАСВІДЧУЮ
Декан ф-ту ТеСЕТ СумДУ

 Олександр Гусак



Склабінського В.І.
Підпис Гусака О.І.
засвідчую
на. гусак відділу кадрів
О.І. Гусак



Відгук надійшов
у Раду: 13.04.2021
Вчений секретар: *Гусак*