УДК 620.92

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛООБМІНУ В СОНЯЧНИХ ВОДОНАГРІВАЛЬНИХ УСТАНОВКАХ З ВІЛЬНИМ РЕЖИМОМ ЦИРКУЛЯЦІЇ РОБОЧОГО ТІЛА

Головко В. М.[1], д.т.н., проф., e-mail: golovkovm@ukr.net
Володарський В. Г.[2], аспірант, e-mail: vladislavvolodarsky@gmail.com
Інститут відновлюваної енергетики НАН України[1,2]
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»[1]

Актуальність дослідження. Зростання цін на паливо, глобальна енергетична криза та посилена увага до екологічних викликів стало необхідним для вирішення енергетичних проблем. У цьому аспекті вирішення енергетичних проблем шляхом підвищення ефективності використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної, є ключовим напрямком розвитку енергетичних технологій. Сучасний світ потребує не лише застосування відновлюваних джерел енергії, але й значного підвищення ефективності технічних засобів їх використання, де сонячна енергія виходить на передній план [1].

На теперішній час використання сонячної енергії зосереджується на виробництві фотоелектричної енергії, використанні сонячної теплової енергії та їх поєднання в комбінованих системах. Сонячні колектори, як теплообмінники, перетворюють сонячне випромінювання в теплову енергію, маючи високу ефективність, простоту конструкції та можливість використання в опаленні, гарячому водопостачанні, для процесів сушіння та ін.[2].

Особливої уваги заслуговують сонячні колектори з вільною циркуляцією теплоносія. Їх переваги включають енергонезалежність, екологічність, простоту обслуговування та довговічність. Однак їх ефективність залежить від інтенсивності теплообміну між теплоносієм та абсорбером. Тому інтенсифікація теплообміну є критичною для підвищення продуктивності системи [3].

Сучасні методи інтенсифікації теплообміну досліджують через потребу зниження вартості теплообмінного обладнання, що дозволяє зменшити їх розміри, та збільшити коефіцієнт теплопередачі.

Мета досліджень. Порівняння сучасних методів інтенсифікації теплообміну в сонячних колекторах з вільним режимом циркуляції теплоносія.

Основні матеріали досліджень. Основні дослідження інтенсифікації теплообміну в сонячних водонагрівачах з вільним режимом циркуляції теплоносія можна поділити по трьом напрямках:

- дослідження впливу різних теплоносіїв;
- зміна конструкції сонячного колектора;
- зрив приграничного шару.

Одним з найефективним методом першого напряму є інтеграція нанофлюїдів для покращеного теплообміну. Використання нанофлюїдів як теплоносія становить інноваційний підхід до підвищення ефективності теплообміну. Нанофлюїди — це рідини, збагачені наночастинками високотеплопровідних матеріалів, таких як метали чи оксиди металів. Додавання наночастинок до традиційних теплоносіїв значно підвищує їхню теплопровідність, що призводить до більш ефективного перенесення теплоти [4].

Перевагою цього методу є можливість суттєвого підвищення коефіцієнта теплопередачі без значних змін у конструкції колектора. Це може призвести до зменшення розмірів колектора або підвищення його продуктивності [8].

Проте, існують певні недоліки, а саме: вартість виробництва нанофлюїдів є вищою, ніж у традиційних теплоносіїв, що може вплинути на економічну доцільність методу. Крім того, питання хімічної стабільності та довговічності нанофлюїдів залишаються відкритими. Наночастинки можуть бути схильні до агрегації або осадження, що знижує ефективність теплообміну та може спричинити проблеми в експлуатації системи [8].

Іншим методом інтенсифікації теплообміну є встановлення скручених стрічок всередині труб сонячного колектора. Ці стрічки діють як турбулізатори, викликаючи турбулентність у потоці теплоносія. Турбулентний потік сприяє кращому перемішуванню та рівномірному розподілу температури, що підвищує коефіцієнти теплопередачі [5].

Переваги методу включають можливість регулювання ступеня турбулентності шляхом вибору різних типів скручених стрічок. Це забезпечує гнучкість в адаптації системи до конкретних умов експлуатації. Крім того, збільшується ефективна площа поверхні для теплопередачі завдяки витіюватій формі стрічок.

Недоліками є підвищена складність конструкції та процесу виробництва, що може призвести до збільшення витрат. Ефективність методу також залежить від швидкості потоку та властивостей теплоносія, що потребує додаткових оптимізаційних розрахунків.

Технологія вдування бульбашок повітря через потік води є ефективним методом інтенсифікації теплообміну. Введення бульбашок змінює гідродинаміку рідини, що сприяє кращому змішуванню та турбулентності. Це підвищує теплопередачу за рахунок зменшення термічного опору між теплоносієм та стінками колектора [6].

Недоліками цього метода можуть бути складності в контролі та регулюванні процесу вдування повітря. Неправильне дозування або розподіл бульбашок може призвести до нерівномірного потоку або навіть утворення повітряних пробок, що негативно вплине на роботу системи. Також необхідно враховувати можливість корозії через присутність повітря в системі [6].

Висновок. Порівняння різних методів інтенсифікації теплообміну в сонячних колекторах вказує на те, що кожен з них має свої переваги та недоліки. Вибір найбільш ефективного методу залежить від конкретних умов експлуатації, технічних можливостей та економічної доцільності. Спрощення конструкції та використання високотеплопровідних матеріалів може знизити витрати, але має обмеження щодо регулювання температури та довговічності. Інноваційні підходи, такі як використання нанофлюїдів або технології вдування повітря, пропонують значне підвищення ефективності, але вимагають ретельного дослідження та вирішення технічних задач. Важливою є також оцінка довгострокових переваг та можливих ризиків, пов'язаних з впровадженням кожного з методів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Lorand Szabo,”The history of using solar energy “, The 7 th international conference on modern power systems, (MPS2017).

2. Chenyuan Diao,”Solar Heating industry in china and Sweden”,university of Gavle,2014.

3. Soteris A. Kalogirou,” Solar Energy Engineering”, Second Edition, ISBN - 13:978-0-12-397270-5, 2014.

4. Smaisim, Ghassan & AbdulHussein, Widad & Abed, Azher. (2022). Enhancement of heat transfer from solar thermal collector using nanofluid. Open Engineering. 12. 968-976. 10.1515/eng-2022-0337.

5. Ameen, Braa & Al-hadithi, Mustafa. (2015). Heat Transfer Enhancement of Flat Plate Solar Collectors for Water Heating in Iraq Climatic Conditions. http://www.iasj.net. 18. 259-272.

6. Abbas, Sarah & Abdul Redha, Zeina & Rashid, Farhan. (2023). Thermal Performance of Flat Plate Solar Water Collector Using Air Bubble Injection. AIP Conference Proceedings. 2651. 050019-1. 10.1063/5.0133663.

7. Duffy J A, Beckman W A 2013 Solar Engineering of Thermal Processes, Fourth Edition

8. Sarafraz M.; Tlili I.; Baseer M.A.; Safaei M.R. 2019 Potential of Solar Collectors for Clean Thermal Energy Production in Smart Cities Using Nanofluids: Experimental Assessment and Efficiency Improvement.