

## АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛООБМІНУ В СОНЯЧНОМУ КОЛЕКТОРІ

Зайцев Р.В., Мінакова К.О.

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»,  
м. Харків*

Раніше [1] обговорювалася гібридна система для сонячного колектора (PVT system), яка, завдяки використанню плівкових сонячних елементів на основі гетеросистеми CdS/CdTe, дозволяє досягти більшої ефективності, ніж гібридні системи на основі кремнієвих сонячних елементів [2]. Для плівкових, як і для кремнієвих, сонячних елементів в такій системі необхідний ефективний відвід тепла від сонячних елементів до теплообмінника, а також ефективний теплообмін в самій системі. У зв'язку з розвитком PVT систем, питання збільшення ефективності теплообміну в системах сонячних колекторів набуває нової актуальності. Зазвичай, коефіцієнт поглинання сонячної енергії враховує такі фактори, пов'язані з його конструкцією [3]:  $\gamma = \varepsilon_{gl} \cdot \varepsilon_{sc} \cdot m_{pol} \cdot D_{gl}$ , де  $\varepsilon_{gl}$  – ступінь чорноти скла (зазвичай становить 0,93-0,94);  $\varepsilon_{sc}$  – ступінь чорноти теплоприймаючого шару (selectivecoating) (зазвичай наноситься селективне покриття з високим коефіцієнтом поглинання і низьким коефіцієнтом відбиття,  $\varepsilon_{sc} = 0,92-0,96$ );  $m_{pol}$  – коефіцієнт, що враховує забруднення скла (навіть при ледь помітному для ока забрудненні скла  $m_{pol} = 0,80-0,90$ );  $D_{gl}$  – коефіцієнт пропускання скла, який залежить від якості скла, його товщини і кута падіння сонячних променів на поверхню  $D_{gl} = \exp(-A_{\lambda} \cdot \delta_{gl})$ ;  $A_{\lambda}$  – показник поглинання склом сонячного випромінювання.

Однак, втрати при теплообміні в PVT системах не обмежуються захисним склом, а процесами теплообміну в самому колекторі часто нехтують і не враховують ряд факторів, які також призводять до значного зниження його ефективності. В роботі проведено аналіз таких факторів: вторинне перевипромінювання, радіаційний теплообмін, конвекційний теплообмін, режими протікання рідини, коефіцієнти теплопередачі.

Наприклад, кількість енергії, яка перевипромінюється, буде істотно зменшуватися з ростом товщини скла, що покриває сонячний колектор. Однак, поряд з цим, зростання товщини скла призведе до збільшення втрат сонячного випромінювання, яке приходить. При загальноприйнятих товщинах скла 4 мм температурна залежність буде визначатися температурною залежністю показника поглинання  $\varepsilon(\lambda)$ . У зв'язку з тим, що при дожинах хвиль  $> 5$  мкм всі криві поглинання однотипні, для низьких температур здатність скла перевипромінювати прагне до величини масивного тіла, тобто  $\varepsilon_{gl} = 0,93$ . Це означає, що звичайне скло має відносно високу прозорість для сонячного випромінювання, але погану теплоізоляцію (коефіцієнт теплового опору дорівнює 1). Тому, наприклад, більш доцільно використовувати два шари скла невеликої товщини з повітряним зазором між ними.

На підставі аналізу факторів, що впливають на теплообмін, можна проводити відповідний аналіз реальних систем для їх подальшої оптимізації. Запропоновані методики дозволять проводити оптимізацію як існуючих, так і розроблюваних PVT систем для збільшення їх ефективності.

### Література:

- [1] M.V. Kirichenko, R.V. Zaitsev, D.S. Lobotenko et al., Conception of flexible thin-film solar battery for autonomous hybrid thermophotoenergy unit (II International YSF on Applied Physics. – Kharkiv: NTU"KhPI", 2016. – P. 11).
- [2] P. Affolter, W. Eisenmann, H. Fechner et al., PVT ROADMAP (European guide for the development and market introduction of PV-Thermal technology, 2010)
- [3] B.J. Huang, Performance rating method of thermosyphon solar water heaters - SolarEnergy, 1993. – 50(5) – P. 435-440.