



Теплоенергетика та енергозбереження

УДК 536.248.2

ВИКОРИСТАННЯ ДВОФАЗНИХ КОНТУРІВ ТЕПЛОПЕРЕНОСЕННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ОХОЛОДЖЕННЯ ПОТУЖНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ДАТА-ЦЕНТРІВ

В. В. Кізіленко, Г. О. Горбенко

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"*

Одним із сучасних технологічних секторів, що швидко зростають та споживають велику кількість енергії, є комп'ютерні сервери і дата-центри (центри обробки даних, ЦОД). У період з 2005 по 2010 рр. обсяг електроенергії, споживаної ЦОД у всьому світі, зріс приблизно на 56%. За останніми даними, на частку ЦОД припадає 1,3% світового і 2% американського споживання електроенергії. Швидкість обчислень залежить від температурного режиму електронного обладнання. Тому гостро стоїть завдання створення ефективних систем охолодження [1].

Традиційно електроніка охолоджувалася кондиціонованим повітрям. При цьому до 50% від енергії, споживаної ЦОД, припадає на систему кондиціонування. В останні десятиліття у зв'язку з різким зростанням потужності електронного обладнання швидко впроваджуються альтернативні системи охолодження: рідинні, двофазні, імерсійні.

Завданням цього дослідження є огляд наявних методів охолодження, що використовуються в ЦОД. Постановка завдання розробки нових систем охолодження на базі двофазних контурів теплопереносу.

Основні виклики, які висуває сучасне електронне обладнання до систем охолодження:

- одинична потужність електронних пристроїв становить до 1000 Вт;
- підвищені робочі температури високотемпературних чипів, понад 120⁰С;
- щільність теплових потоків від підкладки чипів до 100 – 300 Вт/см²;
- потужність тепла, що розсіюється від окремої ІТ-стійки, може перевищувати 100... 300 кВт;
- сумарна теплова потужність дата-центрів – сотні й тисячі кВт за великої об'ємної щільності тепловиділення в приміщенні.

Завдання, які стоять перед системами охолодження:

- підвищення коефіцієнтів теплопередачі від чипів до теплоносія;
- мінімізація термічного опору теплопереносу від джерела тепла до навколишнього середовища;
- підвищення енергоефективності дата-центрів (DOU);
- використання методів природного охолодження (фрікулінгу), холодоресурсу доквілля, без витрати води в більшу частину пори року;



– можливість вторинного використання теплової енергії від ЦОД для обігріву будівель.

Альтернативи повітряним кондиціонерним системам охолодження є:

– системи рідинного охолодження на базі однофазних контурів теплопереносу (з чиллерами або без них);

– системи двофазного охолодження на базі двофазних контурів теплопереносу (2f-MPL);

– системи імерсійного (занурювального) охолодження в поєднанні з однофазними та двофазними контурами теплопереносу.

Кожна з цих систем має переваги та недоліки. Системи рідинного охолодження дають змогу зменшити DOU до 1,05...1,1. Системи з використанням 2f-MPL ще більш економічні, а також мають низку очевидних переваг:

– низький термічний опір теплопереносу від джерела тепла до навколишнього середовища;

– мала витрата теплоносія;

– низька електрична потужність, споживана на власні потреби (насосами, компресорами);

– можливість реалізації вбудованого холодильного циклу (без чиллера);

– ширша можливість роботи в режимі фрікулінгу та утилізації тепла, що відводиться, на завдання обігріву будівель.

Однак технології двофазного охолодження ЦОД поки що набули обмеженого поширення з огляду на новизну завдання, що потребують наукового системного підходу до його вирішення.

Кафедра "Аерокосмічної теплотехніки" ХАІ та "Центр технічної фізики" понад 30 років виконували дослідження та розроблення систем забезпечення теплового режиму з 2f-MPL для космічних апаратів, що завершилися запуском у 2020 та 2021 роках потужних телекомунікаційних супутників [2]. Рекомендується використати досвід розроблення космічних двофазних систем під час виконання пілотних проєктів систем охолодження ЦОД. Зокрема:

– використання методології багатокритеріальної оптимізації параметрів системи;

– регулювання температури і тиску в контурах теплопереносу з використанням гідроаккумулятора з тепловим регулюванням.

Перелік використаної літератури

1. Research and Technologies for next-generation high-temperature data centers – State-of-the-arts and future perspectives [Text] / Y. Zhang, K. Shan, X. Li, H. Li, S. Wang // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2023. – Vol. 171. – P. 112991. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112991>

2. Retrospective Review of a Two-Phase Mechanically Pumped Loop for Spacecraft Thermal Control Systems [Text] / G. A. Gorbenko, P. G. Gakal, R. Yu. Turna, A. M. Hodunov // Journal of Mechanical Engineering. – 2021. – Vol. 24. – P. 27-37. doi: <https://doi.org/10.15407/pmach2021.04.027>