

ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ
КОМБІНОВАНОЇ ФОТОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ
Кузякін О.О., Саприкін Р.І., Мінакова К.О., Кіріченко М.В., Зайцев Р.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із ефективних підходів до зниження вартості електроенергії, що виробляється фотоенергетичними системами, є створення установок, здатних працювати за умов високої концентрації сонячного випромінювання. За такого підходу забезпечується суттєве зменшення площі напівпровідникових структур, відповідальних за перетворення сонячної енергії в електричну, що, своєю чергою, знижує вартість активних матеріалів та підвищує загальну ефективність системи. У якості базового матеріалу для створення високоефективних фотоелементів традиційно застосовується арсенід галію, який демонструє найвищі показники перетворювальної ефективності серед відомих напівпровідників. Зокрема, у роботі показано, що багатокаскадні сонячні елементи на основі цього матеріалу здатні досягати коефіцієнта корисної дії (ККД) 39,2% за стандартних умов освітлення АМ1 та 47,1% при концентрації сонячного випромінювання, що у 143 рази перевищує природний рівень.

З метою забезпечення стабільної роботи фотоелементів за умов інтенсивного опромінення, розроблено конструкцію теплообмінного блоку з вдосконаленим радіатором, яка реалізує перехідний режим течії охолоджувального агента. Така конструкція забезпечує високий коефіцієнт тепловіддачі між теплоносієм і верхньою пластиною радіатора – на рівні приблизно 10 000 Вт/(м²·К) за швидкості потоку у міжпластинному просторі близько 2,1 м/с. Запропоноване технічне рішення дозволяє ефективно відводити теплове навантаження від поверхні сонячних елементів при роботі в умовах 400-кратної концентрації сонячного випромінювання. Розрахунки показали, що навіть за температури охолоджувальної рідини на вході 48 °С та її витрати 8,6 л/хв, температурний режим арсенід-галієвих елементів залишається в межах, допустимих для ефективного функціонування. Додатково, моделювання підтвердило, що модернізація конструкції теплообмінного блоку шляхом централізації входу теплоносія та реалізації двох симетричних виходів на протилежних краях сприяє підвищенню рівномірності температурного поля на робочій поверхні елементів, що позитивно впливає на їхню довготривалу стабільність та ефективність.

Виконано оцінювання прогнозованих встановлених енергетичних показників функціонування теплоелектричної фотоенергетичної установки. За умов стандартного сонячного спектра АМ1 та 400-кратного підсилення сонячного потоку, для сонячних елементів із коефіцієнтом корисної дії 30%, розрахункові значення параметрів становлять: електрична потужність – 650 Вт, тепла потужність – 2370 Вт, сумарна встановлена корисна потужність – 3020 Вт. Загальна енергетична ефективність установки при цьому досягає рівня 87%, що свідчить про високий потенціал поєднання фотоелектричного та теплового каналів перетворення енергії у висококонцентраційних умовах експлуатації.