

Міністерство освіти і науки України
Департамент екології та природних ресурсів Полтавської ОДА
Муніципалітет м. Фільдерштадт, Німеччина
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний університет ім. І. Сікорського»
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
Національний університет «Львівська політехніка»
Харківський національний автомобільно-дорожнього університет
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
Національний університет цивільного захисту України
Вінницький національний технічний університет
Одеський державний екологічний університет
Сумський технічний університет
Universität für Bodenkultur Wien
The University of Stuttgart
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Kazakh National Technical University named after K.I.Satbaev
«Todor Kableshkov» University of Transport
South West University «Neofit Rilski»
Slovak University of Technology in Bratislava (STU)
ТОВ «Хайсенс Україна» (HISENSE, КНР)
ДП Україна ГЕРЦ (HERZ, Австрія)
ТОВ «СИСТЕМЕЙР» (SYSTEMAIR, Швеція)
ТОВ «РЕХАУ» (REHAU, Німеччина)
ПП «Вент-Сервіс»
ТОВ «НЬЮФОЛК НКЦ»

ЗБІРНИК ТЕЗ



**I МІЖНАРОДНА НАУКОВО-
ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
"СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ
ТЕПЛОЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ ТА
ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ"**

**ПОЛТАВА
21-22 ВЕРЕСНЯ 2023**

УДК 620.9:502.17](06)

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, к. т. н., проф. Юрій ГОЛІК.

«Сучасні проблеми теплоелектроенергетики та захист довкілля. 2023»: Збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми теплоелектроенергетики та захист довкілля» (21-22 вересня 2023 року, Полтава). Полтава: НУПП, 2023. 87 с.

Учасники конференції – міжнародні експерти, почесні гості, науковці, шкільна й студентська молодь та освітяни – розглядають проблеми енергозбереження, альтернативної енергетики та охорони навколишнього природного середовища, ведуть пошук спільних науково-методичних та практичних підходів, шляхів вирішення проблем освіти в теплоенергетиці та технологіях захисту довкілля, тенденцій та перспектив розвитку цих галузей науки, зокрема в умовах воєнного стану.

Матеріали подано мовами оригіналів. За викладення, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.

Оргкомітет конференції.

© Національний університет
«Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка», 2023 рік

*Кузьменко О. А., магістрант,
Кутний Б. А., д. т. н., проф.
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

ГЕНЕРАЦІЯ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ МАРСІАНСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Створення самодостатньої колонії на марсіанській поверхні пов'язане зі значними труднощами. Основною вимогою є надійне джерело енергії, щоб зігріти електроніку та людей у холодній марсіанській погоді, уможливити наукові дослідження, виробляти паливо з місцевих ресурсів для зворотних польотів тощо. Дотепер двома джерелами енергії, що використовуються для марсіанських місій, були сонячне світло та радіоактивний розпад.

Низка роботизованих зондів, відправлених для дослідження поверхні Марса, успішно використовували сонячні батареї для своїх потреб, такий підхід буде важко масштабувати для підтримки людського житла. Основною проблемою використання сонячної енергії для підтримки місії є її нестабільність: сонячні панелі забезпечують енергією лише тоді, коли є сонячне світло. Це знайома проблема на Землі і головна перешкода для ширшої інтеграції відновлюваних джерел енергії в електромережу. На Марсі проблема перебоїв є більш згубною: величезні глобальні пилові бурі накривають планету, як правило, раз на рік від 35 до 70 або більше марсіанських днів (сол) [1]. Ці пилові бурі, як правило, мають непрозорість, або оптичну глибину, щонайменше 1 – це означає, що сонячний потік у верхніх шарах атмосфери послаблюється до менш, ніж $e^{-1} = 0,37$ (37%) від свого початкового значення, коли він досягає поверхні. Крім того, оскільки Марс знаходиться далі від Сонця, ніж Земля, він отримує лише половину середнього сонячного освітлення. Ця переривчастість, спричинена багатомісячними пиловими бурями, у поєднанні зі звичайними добовими коливаннями сонячного потоку, вимагала б значних обсягів зберігання енергії. Атомна енергетика є привабливою альтернативою сонячній енергії з ряду причин. Її вихідна потужність є постійною в часі, що означає менший ризик тривалого дефіциту енергії, який може бути небезпечним для людського екіпажу. Вона також важить менше, ніж сонячна енергія, якщо врахувати умови експлуатації на Марсі – дослідження НАСА 2016 року показало, що для досягнення потужності системи розщеплення вагою 9000 кг знадобиться близько 18000 кг обладнання для генерації сонячної енергії. [2] Це було зроблено на основі відносно невеликої системи, розрахованої на забезпечення 21 кВт пікової потужності для кількох астронавтів, або

приблизно 1,2 Вт на кілограм для сонячної системи і 2,3 Вт на кілограм для ядерної системи.

Нічні температури на Марсі, за даними марсохода Opportunity, сягають -98°C , тому навіть тимчасова втрата енергії в такому середовищі може швидко стати небезпечною для життя, оскільки системи опалення виходять із ладу. Це підкреслює ще одну перевагу ядерної енергетики: навіть у разі відключення електрики пасивне тепло реактора або радіоізоотопів можна було б використовувати для обігріву середовища проживання.

Атомна електростанція на Марсі виглядала б зовсім інакше, ніж електростанція на Землі. Вона була б невеликою, модульною і автономною, і замість великої парової турбіни на ній, ймовірно, використовувався б термоелектричний генератор для перетворення тепла від нерозщеплюваних радіоізоотопів, найчастіше Pu-238, безпосередньо в електрику. Радіоізоотопні термоелектричні генератори (РТГ) вже довели свою ефективність у кількох космічних місіях, включаючи космічні апарати «Піонер» і «Вояджер» та нещодавній марсохід «Марсіанська наукова лабораторія» (Curiosity). [3] Однак, НАСА також оцінює продуктивність свого прототипу системи «Kilopower», в якій замість плутонію буде використовуватися ядро з розщеплюваного урану, а замість радіоізоотопних термоелектричних генераторів (РТГ) – двигун Стірлінга, щоб забезпечити 1-10 кВт потужності на кожен реактор [4]. Однак, оскільки радіоізотопи, що розщеплюються, несуть у собі невід'ємний ризик розплавлення, конструкція РТГ може все ж таки переважати з міркувань безпеки.

Висновок. Нестабільність сонячної енергії, особливо в умовах екстремальних погодних явищ, таких як тривалі пилові бурі, робить її менш привабливою на Марсі. Для забезпечення адекватного резервного живлення знадобиться значне сховище енергії. Ядерна енергетика, з іншого боку, могла б забезпечити як безперервне живлення, так і постійне джерело прямого тепла. Отже, з точки зору надійності, ядерна енергетика здається більш придатною для забезпечення енергією невеликої колонії на Марсі. Однак це не означає, що ядерна енергетика обов'язково є найкращою технологією для позаземних планетарних аванпостів – вона викликає низку проблем із безпекою та охороною довкілля.

Література

1. Joseph Appelbaum and Dennis J. Flood, *Solar Radiation on Mars* URL: <http://large.stanford.edu/courses/2017/ph240/black1/docs/nasa-tm-102299.pdf>
2. M. A. Rucker, *Solar vs. Fission Surface Power for Mars* URL: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20160002628/downloads/20160002628.pdf>
3. M. Jiang, *An Overview of Radioisotope Thermoelectric Generators* URL: <http://large.stanford.edu/courses/2013/ph241/jiang1/>
4. Marc A. Gibson and Steven R. Oleson *NASA's Kilopower Reactor Development and the Path to Higher Power Missions* URL: <http://large.stanford.edu/courses/2017/ph240/black1/docs/nasa-tm-2017-219467.pdf>