

ЕНЕРГЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТІВ БУДІВНИЦТВА НА МАРСІ

Мета дослідження – з'ясувати технічні та технологічні аспекти будівництва на Марсі для забезпечення енергоефективності та стійкості будівель до умов Марсу.

Будівництво на Марсі є складним та вимагає використання інноваційних технологій та матеріалів. Особливості проєктів будівництва на Марсі включають забезпечення безпеки для людей, раціональне використання ресурсів та енергії, а також забезпечення життєдіяльності.

Одним з ключових аспектів є використання місцевих ресурсів, як-от ґрунт та каміння, для будівництва. Це допоможе зменшити витрати на транспортування матеріалів з Землі та забезпечити сталість будівництва на Марсі. Також можливе використання 3D-друку для виготовлення будівельних матеріалів на місці.

Важливу роль для енергетичних особливостей будівництва на Марсі відіграє місце розташування. Від місця будівництва залежать кліматичні умови на поверхні, середня температура Марса -40°C , але влітку на екваторі температура може піднятися до 20°C . Температурна різниця на Марсі велика, взимку температура може опускатися до -127°C , але влітку в межах екватора може доходити до 27°C , а взимку падає до -50°C [1]. Чим ближче до екватора, тим будуть більш комфортні умови як для проживання, так і для будівництва.

Для вибору місця будівництва Марсіанської колонії також важливим є наявність вологи в ґрунті, щоб в подальшому мати джерело питної води, у верхніх кількох десятках сантиметрів поверхні Марса, виміряна з орбіти гамма-спектрометром Mars Odyssey (GRS). Екваторіальний Марс (близько 45 градусів на північ і південь) містить від 2 до 7 мас.% H_2O , а полярні області містять набагато більше. GRS фактично виміряв водень (H), але ці концентрації були перетворені в H_2O . Насправді велика частина води може бути у формі OH, зв'язаної в мінералах [2].

Рельєф є не менш важливою частиною, будівництво в скелястій місцевості має енергетичні переваги в тому, що буде додатковий захист від сонячної радіації, метеоритів та пилових бурь, якщо будівництво буде відбуватися на рівнинній місцевості та за допомогою роботів, то будемо мати економію енергії в порівнянні зі скелястою місцевістю.

Радіація також є проблемою від якої потрібний захист, через тонку атмосферу та відсутність планетарного магнітного поля. В якості захисту від радіації можна використати реголіт марсу. Встановлено, що галактичні

космічні промені на поверхні Марса становили 24000 ± 4500 мкР/добу, в порівнянні із земними 360 мкР/добу [3]. Відносний рівень радіації на Марсі становить: $24000 \div 360 = 66,5$ разів. У таку кількість разів рівень радіації на Марсі більший, ніж на Землі [3].

Коефіцієнт ослаблення радіації в матеріалі можна визначити за формулою: $K_{осл} = 2^{\frac{\delta}{\delta_2}}$

де δ_2 – товщина матеріалу, який ослабляє рівень радіації у 2 рази. Зокрема для ґрунту, який еквівалентний Марсіанському $\delta_2 = 14$ см. Звідки можна розрахувати товщину ґрунту, необхідну для отримання заданого ослаблення рівня радіації: $66,5 = 2^{\frac{84,8}{14}}$ Таким чином, для захисту від сонячної радіації необхідно мінімум 85. Якщо в ґрунті будуть кристали льоду це покращить показники захисту від променевої радіації.

Для отримання електроенергії пропонується використовувати компактні реактори по типу Kilopower, бо їх можна доставити відразу декілька одиниць, і вони будуть давати достатню кількість електроенергії – до 10 кВт. Також можна використовувати сонячні панелі, але вже на більш пізній стадії будівництва через потребу в частішому обслуговуванні [4].

Будівля буде обов'язково потребувати утеплення. Найкращим варіантом буде насип з ґрунту Марса, тому що він має низький коефіцієнт теплопровідності що дорівнює 0,07 Вт/(м·К). Іншим варіантом буде використання аерогелю, наприклад Cryogel x201, при температурі -50 °С теплопровідність становить 0,013 Вт/(м·К) [5]. Також потрібно не забувати про потребу регулювання температурного режиму, задля забезпечення нормальних умов проживання.

Будівництво на Марсі потребує складних інженерних рішень щодо джерела енергії, місця розташування, захисту від радіації та пилових бурь. Кліматичні умови на Марсі, такі як морози та пилові бурі, також потребують уваги при проектуванні будівель та обладнання.

Література

1. Скільки градусів на Марсі вдень і вночі? URL: <http://poradum.com/poradi-dlya-domu/skilki-gradusiv-na-marsi-vden-i-vnochi.html> (дата звернення 23.04.23)
2. Jeffrey Taylor G.. How Much Water is Inside Mars? URL: <http://www.psr.d.hawaii.edu/July12/water-inside-Mars.html> (дата звернення 23.04.23)
3. Sielaff A.C. and Smith S.A.. Habitability of Mars: How Welcoming Are the Surface and Subsurface to Life on the Red Planet? URL: <https://www.mdpi.com/2076-3263/9/9/361/htm> (дата звернення 23.04.23)
4. Космічний реактор Kilopower пройшов наземні тести URL: <https://habr.com/ru/articles/412165/> (дата звернення 23.04.23)
5. Cryogel X201 Ortam Sıcaklığı Alti ve Kriyojenik Uygulamaları için Esnek Endüstriyel Yalıtım URL: <http://www.ayvazyalitim.com/urunler/4-cryogel-x201-ortam-sicakligi-alti-ve-kriyojenik-uygulamalari-icin-esnek-endustriyel-yalitim.html> (дата звернення 23.04.23)