

СЕКЦІЯ 6: ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

ФОТОЕЛЕКТРИЧНО – ВОДНЕВА СИСТЕМА ДЛЯ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ СПОЖИВАЧІВ ПІД ЧАС ВІДКЛЮЧЕНЬ ВІД МЕРЕЖІ

¹Гребенюк М.О., магістрант, ^{1,2}Гаєвський О.Ю. д-р. ф.-м. наук, проф.

¹КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії; ²Інститут відновлюваної енергетики НАН України

Вступ. Постачання електроенергії в багатьох регіонах України може бути обмежене і здійснюватися за графіком планових та аварійних відключень під час воєнного стану. Нестабільне енергопостачання є суттєвою проблемою для більшості секторів економіки та житлового сектору.

Мета роботи. Розрахунок параметрів системи гібридного живлення (СГЖ) на основі фотоелектричної та водневої генерації для забезпечення безперебійного живлення споживачів [1] під час довготривалих відключень мережевого живлення (до 72 год).

Матеріали та результати досліджень. Розрахунковий об'єкт знаходиться у м. Херсон і має забезпечувати безперебійне цілодобове живлення споживача потужністю 2 кВт. Об'єкт містить у своєму складі гібридну фотоелектричну систему (настановна потужність 30 кВт) з блоком акумуляторних батарей (АВ) та водневу систему з електролізера (ЕЗ) заданої потужності, паливного елемента (FC), сховища водню (ST). Задачею даної роботи є моделювання роботи та прогнозування зміни усіх параметрів такої СГЖ на досліджуваному інтервалі. В якості прикладу розглядалась робота на протязі грудня, як місяця з найменшою добовою інсоляцією. Ітераційним процесом визначається зміна всіх параметрів системи. Пріоритетність використання резервного джерела живлення: 1) – АВ, 2) – ST через FC. Для прогнозування зміни параметрів СГЖ необхідно оцінити добовий небаланс енергії. Для оцінки добового небалансу енергії використовувались системи рівнянь балансу потужності для часових інтервалів 15 хв. (таймфреймів) [2]. Для різних режимів роботи СГЖ вони виглядають, наприклад, наступним чином:

$$1. P_{pv} > P_{load}, P_{pv} - P_{load} = \begin{cases} P_{ab}, & \text{поки } SoC < 1 \\ P_{ez}, & \text{поки } SoT < 1 \end{cases} \quad (1.1)$$

$$2. P_{pv} < P_{load}, D_1 = P_{load} - P_{pv} = \begin{cases} P_{ab}, & \text{поки } SoC > 0.1 \\ P_{fc}, & \text{поки } SoT > 0 \end{cases} \quad (1.2)$$

де, потужності: P_{pv} , P_{load} , P_{ab} , P_{ez} , P_{fc} – потужності фотогенерації, навантаження, перетікань потужності в АВ, ЕЗ і FC відповідно на кожному таймфреймі; SoC (E_{AB}), SoT (E_{ST}) – відсотки заряду АВ і заповнення ST відповідно, D_1 – дефіцит потужності. В результаті визначався дефіцит енергії фотоелектричної генерації на таймфреймах, який має бути перекритий енергією з АВ або з ST через FC. Надлишкова енергія генерації, спрямовувалась на заряд АВ та виробіток водню електролізером ЕЗ для заповнення ST.

На базі рівнянь балансу типу (1.1), (1.2) в пакеті MATLAB були проведені ітераційні розрахунки для визначення параметрів СГЖ на часовому інтервалі 72 години, на якому підсумковий баланс має бути нульовим. В результаті моделювання роботи системи було підтверджено (рисунок 1), що СГЖ з параметрами: акумуляторна підсистема 12 кВт·год, номінальні потужності EZ 7 кВт, FC – 2,4 кВт та ємність ST 2,5 кг буде надавати безперебійне живлення на навантаження 2 кВт на проміжку в 72 години. Орієнтовна вартість всього обладнання СГЖ за світовими цінами 2023 року [3] склала би 1 729 983 грн.

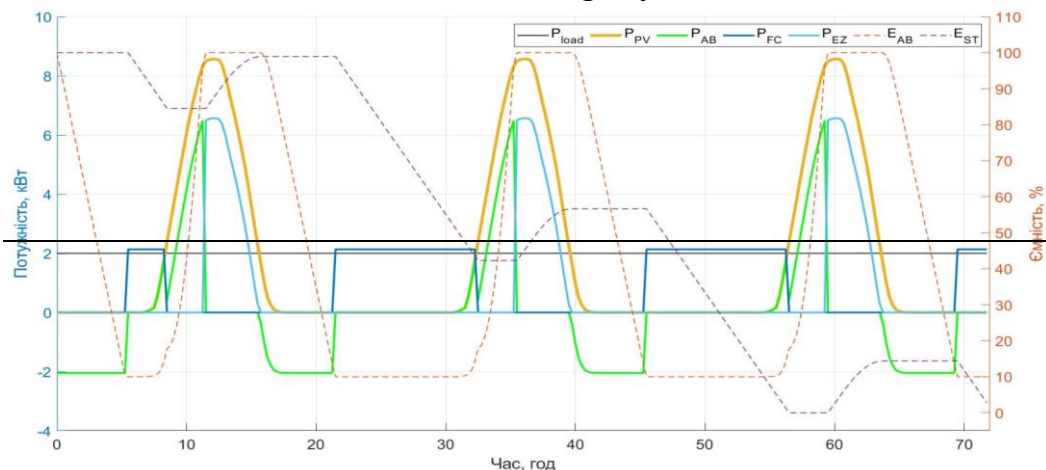


Рисунок 1 – Часові профілі потужності компонент СГЖ та відсотку заповненої ємності АВ і ST відключенні від мережі з на інтервалі 3 доби

Висновки. На основі рівнянь балансу енергії змодельована робота резервної фотоелектричної станції із водневим акумулювання енергії, яка здатна жити задане навантаження 2 кВт впродовж 72 годин в умовах аварійного відключення споживача від мережі. Запропонована методика оптимізації компонентного складу такої системи, яка дозволяє масштабувати її на різноманітні варіанти фотоелектрично-водневих резервних систем, розрахованих на роботу за різними сценаріями відключень. Оцінено вартість обладнання такого типу СГЖ. Попри високу вартість аналогічні проекти в найближчому майбутньому ставатимуть актуальними завдяки очікуваному зниженню цін на фотоелектричні та водневі компоненти, підвищенню технологій їх виробництва, а також технології зберігання водню.

Перелік посилань:

1. Samy M. M., Mosaad M. I., Barakat S. Optimal economic study of hybrid PV-wind-fuel cell system integrated to unreliable electric utility using hybrid search optimization technique. *Int. Journ. Hydrogen Energy*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.07.258> (дата звернення: 12.09.2023).
2. О. Ю. Гаєвський, Г.М. Гаєвська, В.Ю. Іванчук. Резервна фотоелектрична станція в умовах періодичних відключень споживачів від електромережі // *Відновлювана енергетика*. 2023. No 1(71). с. 27 – 61.
3. Optimal sizing of renewable energy storage: A techno-economic analysis of hydrogen, battery and hybrid systems considering degradation and seasonal storage / T. S. Le та ін. *Applied Energy*. 2023. Т. 336. С. 9 та 12. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.120817> (дата звернення: 26.08.2023).