

О. О. Рубаненко, д.т.н., доц., І.О. Гунько, к.т.н., доц.

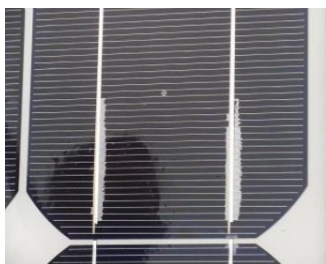
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

З кожним роком частка електричної енергії виробленої електричними станціями, що працюють на відновлюваних джерелах енергії зростає. Проте, швидкі темпи розбудови ФЕС вимагають розв'язку низки технічних задач. Так, зокрема, нестабільність генерування ФЕС, із-за залежності від погодних умов, може призвести до погіршення показників якості електричної енергії. До того ж аналіз іноземних джерел та опитування інженерів з питань експлуатації ФЕС вітчизняних генеруючих компаній, підтверджує факт, що все частіше пошкоджуються фотоелектричні модулі (ФЕМ) таких станцій [1]. Це в свою чергу призводить до недовідпуску генерованої потужності ФЕС, необхідності заміни обладнання на нове, що приносить збитки її власнику, та збільшує термін окупності такої станції. Отже дане питання є **актуальним** та потребує додаткових досліджень.

Результати

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що у різних (за виробником) фото електричних модулів (ФЕМ) існують однотипні дефекти. Це такі дефекти, як: пошкодження cell (пробій напівпровідникового переходу, перегорання cell); пошкодження busbar (погіршення контакту в місці з'єднання селу з busbar та корозія провідного матеріалу); пошкодження клемного терміналу – junction box; пошкодження алюмінієвого каркасу (корозія алюмінію, вигинання каркасу, пересихання та розтріскування герметика та ущільнень); пошкодження захисного скла (розтріскування, абразивний вплив пилу у повітрі на прозорість скла) [2,3].

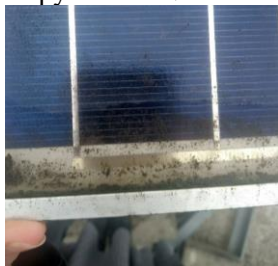
Старіння скла починається практично відразу ж після його виготовлення. Вплив атмосфери активізує цей процес. Випадання «кислих» дощів, вплив на поверхню скла поверхневих газів, що містяться у повітрі, все це приводить до інтенсивного старіння скла, що неминуче несе за собою зміну їхніх властивостей, а саме прозорості та міцності. У дійсності ж вода, що конденсується й тривало втримується на поверхні скла, інтенсифікує так званий процес вилугування. Він полягає у постійному «вимиванні» іонів металу спочатку з поверхневого шару, що приводить до перерозподілу іонів у глибинних шарах скла й, у свою чергу, сприяє більш сильному розчиненню іонів металу з поверхні. Внаслідок цих процесів відбувається руйнування кремній-кисневих зв'язків, що веде до збільшення пористості поверхні скла й ще більш активної її взаємодії з атмосферою. В остаточному підсумку процес стає незворотним. Різні види пошкоджень елементів ФЕМ показані на рисунку 1.



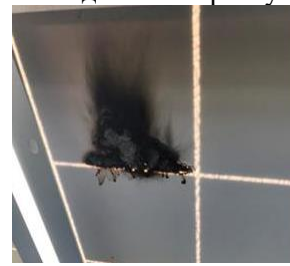
а) розшарування EVA-плівки



б) пошкодження каркасу ФЕМ



в) пошкодження герметика ФЕМ та склопакету



г) зростання опору та нагрів контактів в місці з'єднання cells між собою

Рисунок 1 – Види пошкоджень елементів ФЕМ

На рисунку 2 показано результати аналізу пошкоджень ФЕМ. На рис. 2 показано відсотковий розподіл пошкоджень елементів ФЕМ: k1 – cell, k2 – busbar, k3 – junctionbox, k4 - алюмінієвий каркас з герметиком, k5 - захисне скло, k6 - кабель, що з'єднує cells з клемним терміналом.

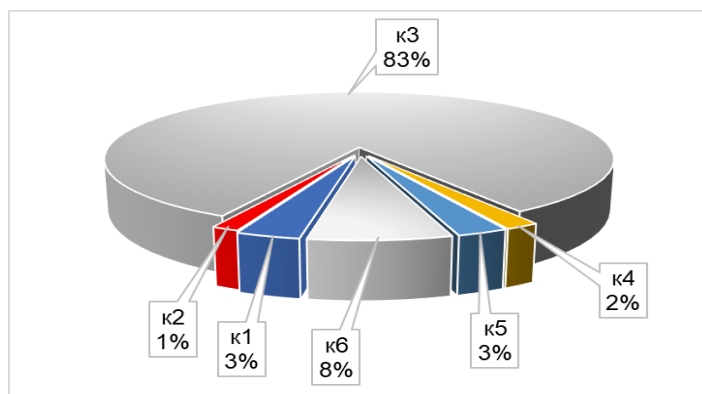


Рисунок 2 – Діаграма пошкоджуваності складових ФЕМ

Висновки

Статистика пошкоджуваності фотоелектричних модулів свідчить про те, що найчастіше пошкоджується клемний термінал (junction box) майже 83,3 %. Також досить часто спостерігається перегорання cells, пошкодження діода Шоттки, погіршення контакту в місці з'єднання cells та busbar, погіршення герметичності каркасу, пошкодження кабелю та інші.

Список літературних джерел

1. M. Cosovic, O. Rubanenko and S. L. Gundebommu, "Analysis of the distributed power generation with focus on power plant technical conditions," *2021 20th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)*, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/INFOTEH51037.2021.9400702.
2. M. Belik, "Evaluation of long term degradation process of monocrystalline Si photovoltaic panels," *Renewable Energy and Power Quality Journal*, vol. 18, pp. 551-555, 06/01 2020.
3. M. Belik, O. Rubanenko, "Determination PV Module Technical Condition", *Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ)*.№ 19: 604-608., 2021