

УДК 621.316.1.05

**СИСТЕМА КОМПЕНСАЦІЇ СТРУМУ ОДНОФАЗНОГО
ЗАМИКАННЯ НА ЗЕМЛЮ В МЕРЕЖАХ 6-35 КВ
СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

О.В.Остапчук¹, В.І.Міхалін²,

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, пр. Перемоги 37, м. Київ,
Україна, 03056 e-mail: O.Ostapchuk@kpi.ua*

Розглянуто динаміку розвитку сонячних електростанцій, що працюють у розподільних мережах напругою 6-35 кВ. Виконано оцінку впливу інверторів на характер протікання струму однофазного замикання на землю та запропоновано універсальну систему зменшення впливу наслідків аварійного режиму.

Ключові слова: *сонячні електростанції, інвертор напруги, однофазне замикання на землю, вищі гармонійні складові.*

**THE SYSTEM FOR A SINGLE-PHASE GROUND FAULT
CURRENT COMPENSATION FOR 6-35 KV NETWORK
SOLAR POWER PLANTS**

O.Ostapchuk¹, V.Mikhalin²,

*Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 37, Prospekt
Peremohy, Kyiv, Ukraine, 03056.*

The article presents the development of solar power plants which are connected to the distribution networks with nominal operating voltage from 6 to 35 kV. The effect of inverters on a single-phase ground fault was evaluated and a

universal system for reducing the impact of negative consequences of the emergency mode was proposed.

Keywords: solar power plant, voltage inverter, single-phase ground fault, higher harmonics.

ORCID: ¹0000-0003-3397-2423, ²000-0002-4216-5706.

Останні декілька років в загальній структурі виробництва електричної енергії відбувається впевнене зростання частки енергії, виробленої з відновлювальних джерел. Загальний розподіл енергії відновлюваних джерел за видами генерації та процес їх розвитку за останні 5 років показані на рис. 1. Серед «зелених» джерел енергії найбільш розповсюдженими є сонячні електростанції (СЕС), (близько 60% від загальної генерації), з яких близько 300 одиниць підключені у розподільну мережу напругою 6-35 кВ [1].

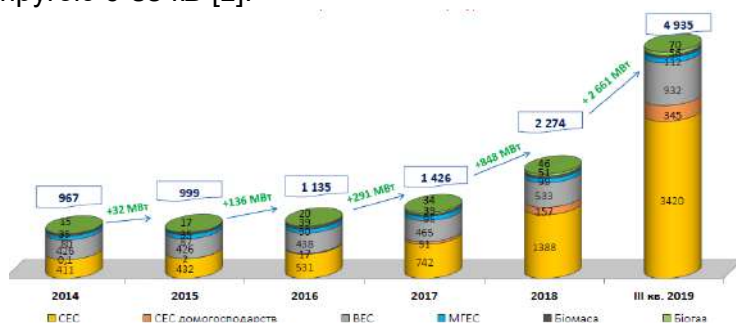


Рис. 1. Встановлена потужність об'єктів відновлюваної електроенергетики, що працюють за «зеленим» тарифом, МВт.

Розміщення цих об'єктів обумовлене сприятливими умовами за сонячною інсоляцією, наявністю вільних територій, можливістю підключення в існуючу інфраструктуру мережі тощо. Таким чином на сьогодні в 5

областях нашої країни: Одеській, Миколаївській, Херсонській, Дніпропетровській та Запорізькій зосереджено 66 % від загальної потужності СЕС [2].

Особливістю режиму роботи таких систем є значна частка однофазних замикань на землю (ОЗЗ) у загальній структурі пошкоджень (близько 80 %). Через цю обставину нейтраль є ізольованою і ОЗЗ не створює значних струмів та може існувати досить тривалий час. Вказаний режим є досить небезпечним саме через довготривалу дію перенапруг на непошкоджених фазах, особливо під час виникнення ОЗЗ через переміжну дугу.

Струм ОЗЗ визначається за виразом

$$I_z = \sqrt{I_p^2 + I_a^2 + I_{в.г.}^2},$$

де I_p – реактивна складова струму, що залежить від значень ємності відносно землі усієї гальванічно з'єднаної мережі; I_a – активна складова струму, що залежить від значень активної провідності відносно землі (має місце в розвинених кабельних мережах і складає близько 5%); $I_{в.г.}$ – складова вищих гармонійних (ВГ), що спричинена наявністю нелінійних навантажень та нелінійністю вольт-амперної характеристики дуги.

При оцінці значень струму для виконання практичних розрахунків часто використовують тільки першу складову, а іншими нехтують. Проте широке використання інверторів на СЕС може призвести до збільшення рівня ВГ у кривій напруги. Розрахунки показують, що навіть незначний їх вміст у кривій напруги суттєво спотворює криву струму ОЗЗ.

Для зменшення негативної дії складових струму ОЗЗ є доцільним використовувати систему автоматичної компенсації повного струму. В ній за допомогою інвертора

створюється напруга, яка накладається у протифазі (рис. 2).

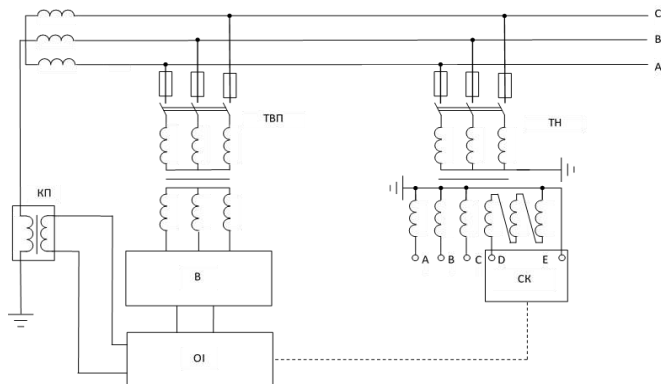


Рис.2. Функціональна схема системи автоматичної компенсації при роботі в розподільній мережі: КП – компенсуючий пристрій; СК – система керування; В – випрямляч; ОІ – однофазний інвертор напруги; ТВП – трансформатор власних потреб; ТН – вимірювальний трифазний трансформатор напруги.

Необхідний вигляд кривої напруги забезпечується роботою системи керування, що підключена до вимірювального трансформатора. Обмеження у застосуванні викликане тільки потужністю і вартістю інвертора напруги.

Висновки: Запропонована система дозволяє зменшити наслідки аварійного режиму при ОЗЗ за рахунок мінімізації складових аварійного струму.

Література:

1. Статистика сонячних батарей в Україні. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://greentechtrade.com.ua/statystyka-sonyachnyh-batarej>
2. Енергоефективність та «зелена» енергетика України: здобутки 5 останніх років та наступні цілі [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://saee.gov.ua/uk/documents/3229>