

ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ АПК

УДК 621.316.3

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЖИВЛЕННЯ

Сивенко М. М.¹, Мірошник О. О.¹, Мисловські Я.², Пазій В. Г.¹

¹Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,

²Політехніка Кошалінська (Польща)

Запропоновано вдосконалену системи електропостачання, що дозволить збільшити долю сонячних електростанцій в загальному виробництві електроенергії України.

Постановка проблеми. Зміна концепції розвитку сучасної енергетики обумовлена зростаючим інтересом до відновлюваних джерел енергії. Найбільш швидкими темпами серед малопотужних розподілених відновлюваних джерел енергії розвиваються сонячні фотоелектричні станції, що працюють як автономно, так і можуть бути інтегровані до промислової мережі, встановлена потужність яких коливається в діапазоні від декількох кіловат до ста мегават. Доля сонячних електростанцій в загальному виробництві електроенергії України складає близько 1%, хоча відповідно до зобов'язань перед Європейською енергетичною спільнотою до 2020 року повинна сягати 7% [1]. Сонячна енергетика – одна з галузей альтернативної (відновлюваної) енергії, що розвиваються найбільш динамічно. Вона заснована на перетворенні енергії, випромінюваної Сонцем, в інші види енергії, наприклад, в електрику або тепло. Сонячна енергетика – виключно екологічна, вона не робить ніякого впливу на навколишнє середовище. Її розвиток стимулюється як чисто економічними факторами (до таких можна віднести постійно зростаючі ціни на традиційні (вугілля, нафта, торф, газ) джерела енергії, зниження вартості обладнання для станцій, що працюють на поновлюваних (альтернативних) джерел енергетики при збільшенні їх продуктивності, що в цілому призводить до зниження собівартості виробленої електроенергії. У 2016 році "сонячна" електрика стала найдешевшою в порівнянні з іншими альтернативними способами електрогенерації, наприклад, хвильовими або вітровими станціями), і державною підтримкою (спеціальні програми, що заохочують будівництво сонячних станцій за рахунок застосування економічно привабливого зеленого тарифу для викупу виробленої електроенергії).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В 2005 р. світове виробництво кремнієвих перетворювачів сонячної енергії досягло 1,8 ГВт, а в 2030 р. Європа планує освоїти виробництво 200 ГВт сонячних модулів із значним зниженням вартості виробленої електроенергії. Разом з тим, існує проблема забезпечення електронних підприємств сировиною для виробництва фотоелектричних перетворювачів (ФЕП). Основним матеріалом виробництва ФЕП є монокристалічний кремній. До 2020 р. тільки для задоволення потреб сонячної енергетики у світі необхідно буде виробляти 500 тис. т (на \$75 млрд.) монокристалічного кремнію на рік (на даний момент часу потужність його виробництва в світі становить 25 тис. т/рік). Для

цього знадобиться додатково 50 тис. одиниць спеціального технологічного обладнання установок отримання полікристалічного кремнію та вирощування монокристалічного кремнію. Крім того, ККД фотоелементів, що виробляються в промислових масштабах, низький (в середньому, 16%, у кращих зразків сягає 20%) [2]. При промисловій генерації електроенергії за допомогою фотоелементів ціна за МВт год складає 250-450. Світові потужності сонячних електростанцій з концентраторами менші, ніж на фотоелементах. З 1984 р. до 1991 р. в Каліфорнії було побудовано дев'ять електростанцій з параболоциліндричними концентраторами загальною потужністю 354 МВт. У Внутрішній Монголії (Китай) німецька компанія Solar Millennium AG будує сонячну електростанцію, оснащену параболоциліндричними концентраторами. Потужність першої черги по проекту складе 50 МВт, а загальна потужність електростанції до 2020 р. досягне 1 ГВт. У 2006 р. в Іспанії була побудована перша термальна сонячна електростанція потужністю 50 МВт, оснащена параболоциліндричними концентраторами. Аналогічні електростанції будуються також в Мексиці, Марокко, Алжирі, Єгипті та Ірані. Установки з параболічними концентраторами на сьогодні будуються переважно потужністю 9-25 кВт. Компанія Stirling Solar Energy розробляє більш потужні сонячні колектори до 150 кВт з двигунами Стірлінга, на основі яких будує в Каліфорнії найбільшу в світі сонячну електростанцію. Проектна сумарна потужність електростанції буде становити 850 МВт. У 2001 р. вартість електроенергії, отриманої на сонячних колекторах з концентраторами складала 0,09-0,12 \$/кВт·год. Департамент енергетики США прогнозує, що вартість електроенергії, вироблюваної сонячними концентраторами, до 2015-2020 рр. знизиться до 0,04-0,07 \$/кВт·год. Сонячних електростанцій баштового типу в світі побудовано лише декілька. Так у США з 1981 до 1999 рр. в пустелі Мохаве (Каліфорнія) функціонували демонстраційні сонячні станції проекту Solar One - Solar Two. Потужність станції Solar One становила 10 МВт, Solar Two - 100 МВт. В якості теплоносія в станції Solar One використовували мінеральне масло, в Solar Two – розплавлену суміш солей (нітрату натрію та нітрату калію). В 1999 р. Solar Two була перепрофільована в гігантський детектор космічного випромінювання з метою вивчення дії космічних променів на атмосферу.

У 2007 р. в Андалузії (Іспанія) була введена в експлуатацію перша комерційна термальна сонячна

електростанція баштового типу PS10 потужністю 11 МВт. Її 624 геліостати площею по 120 м² кожне направляють світло на сонячну башту заввишки 115 м. Електростанція PS10 здатна генерувати до 24,3 ГВт год. електроенергії в рік. Собівартість виробленої електроенергії становить 0,15 \$/кВт год. В Іспанії за проектом Solar Tres повинна бути побудована сонячна термальна електростанція потужністю 15 МВт. Проект передбачає спорудження високої сонячної башти, оточеної 2493 геліостатами по 96 м² кожне, загальною площею 240 тис. м². Містке сховище розплавленої солі (нагрітої до температури 565qC) зможе забезпечувати роботу парогенераторів протягом 16 годин після заходу Сонця. Отже, влітку генератори станції не зупинятимуться ні вдень ні вночі [3].

Мета статті. Проаналізувати режими роботи "SmartGrid" з сонячними електростанціями.

Основні матеріали досліджень. Функціонування системи електропостачання SmartGrid обумовлене режимами роботи промислової мережі, відновлюваних джерел енергії і змінним графіком навантаження. Тому на передпроектній стадії слід промоделювати роботу інтелектуальної системи електропостачання в робочих режимах. Модель складається з трьох блоків SolarStation, що імітують розподілені сонячні електростанції номінальною потужністю 10, 5 і 3 кВт, блоку EnergyStorage, що імітує системний накопичувач, п'яти блоків Load 1 – Load 5, що імітують лінійні активно-реактивні і нелінійні навантаження, і двох блоків PAF 1, PAF 2, що імітують паралельні силові активні фільтри.

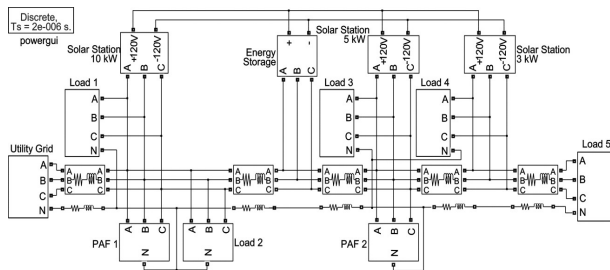


Рисунок 1 – Matlab-модель SmartGrid з сонячними фотоелектричними станціями

Таблиця 1 – Співставлення енергетичних характеристик SmartGrid в різних режимах роботи

Режим роботи	Мережевий без SG	Мережевий з SG	Мережевий з SG без ФЕС	Мережевий з SG без САФ	Автономний без САФ
P _S , Вт	20271	5976	19301	7070	0
Q _S ,	13103	-34,5	25,7	15101	0
P _{ES} , Вт	0	0	0	0	25,032
Q _{ES} , ВАр	0	0	0	0	-12313
P _{LE} , Вт	15964	19964	16085	19882	23338
Q _{LE} , ВАр	13101	16365	13205	16299	19139
P _{st1} , Вт	0	9001	0	8990	0
P _{st2} , Вт	0	3789	0	3968	0
P _{st3} , Вт	0	1906	0	1907	0
ΔP, Вт	4307	707,4	3216	2054	1643
η	0,7875	0,9685	0,8334	0,9064	0,9343

Після моделювання в середовищі Matlab / Simulink / SymPowerSystems були отримані дані щодо роботи мережі і занесені до порівняльної табл. 1, де наведено співставлення енергетичних характеристик SmartGrid в різних режимах роботи за незмінного навантаження і зарядженого системного накопичувача.

Висновки. За прийнятих в моделі параметрах ділянок живлячої лінії застосування силових активних фільтрів призводить до збільшення ККД практично на 4,6%, а перерозподіл енергетичних потоків, за рахунок генерації енергії сонячними електростанціями, призводить до збільшення ККД на 11,9%. Таким чином загальносистемні втрати в досліджуваній SmartGrid зменшуються в 6 разів, а ККД системи електропостачання підвищується на 16,5%, при зниженні середньодобового споживання електроенергії від мережі живлення в літній період на 70%.

Список використаних джерел

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 01.10.14 № 902-р "Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року".
2. Аналіз можливості збільшення ККД трифазної чотирипровідної системи живлення засобами паралельної активної фільтрації / Артеменко М. Ю., Батрак Л. М., Михальський В. М., Полішук С. Й. *Технічна електродинаміка*. 2015. №6. С.12–18.
3. Козюков Д. А., Цыганков Б. К. Моделирование характеристик фотоэлектрических модулей в Matlab/Simulink. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2015. №.112. С.1–16.

Анотація

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Сивенко М. М., Мирошник А. А., Мысловски Я., Пазий В. Г.

Предложена усовершенствованная системы электроснабжения, что позволит увеличить долю солнечных электростанций в общем производстве электроэнергии Украины.

Abstract

APPLICATION OF INTELLECTUAL POWER SUPPLY SYSTEM WITH RENEWABLE POWER SUPPLIES

M. Syvenko, O. Miroshnyk, J. Myslowski, V. Pazyi

An improved power supply system is proposed, which will allow to increase the share of solar power plants in the total electricity production in Ukraine.