

ПЕРЕВЕДЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ НА НАПРУГУ 20КВ З УРАХУВАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Майбутні електричні мережі будуть містити в собі різні відновлювальні джерела як альтернативи централізованої генерації енергії. Вартість електричної енергії, виробленої відновлювальними джерелами, буде залежати від виду джерела, доступності відновлювальної енергії, використання накопичувачів енергії і т.д.

Ключові слова: відновлювальні джерела енергії, розподілена генерація.

Abstract

Future electrical grids will include various renewable sources as alternatives to centralized generation of energy.. The cost of electric energy produced by renewable sources will depend on the type of source, the availability of renewable energy, the use of energy storages, etc.

Keywords: renewable energy sources, distributed generation.

Споживання електроенергії зростає з кожним роком і в недалекому майбутньому стане неможливою передача необхідної потужності до споживача через лінії електропередачі 6 та 10 кВ. Вирішенням цієї проблеми є переведення ліній на напругу 20кВ. Збільшення класу напруги призведе до збільшення пропускної здатності і зменшення втрат в лінії електропередачі.

Як передбачає «Нова енергетична стратегія України: безпека, енергоефективність, конкуренція» (НЕС) до 2020 р. в Україні буде в основному завершено реформування енергетичного комплексу України з переходом його на сучасні ринкові моделі функціонування та досягнуто першочергових цільових показників з безпеки та енергоефективності, що забезпечить підвищення економічного зростання та відповідно і електроспоживання. Після 2020 р. українська енергетика має перейти до нового етапу свого розвитку – повної інтеграції з енергетичним сектором ЄС та інноваційного оновлення, зокрема в електроенергетиці – інтеграція в Європейську мережу системних операторів передавання електроенергії *ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity)*.

До **головних проблем** електроенергетики, зокрема і розподільних мереж, як однієї з ланок електропостачання, на нинішній час слід віднести такі:

- високий рівень фізичного та морального зносу основного та допоміжного обладнання;
- руйнування енергетичної інфраструктури на Сході України;
- порівняно низький рівень регульованих цін для кінцевих споживачів;
- відсутність членства вітчизняного системного оператора з передавання електроенергії в *ENTSO-E* відповідно до вимог третього енергопакета ЄС;
- дефіцит регулюючих потужностей в об'єднаній енергосистемі (ОЕС) України;
- неготовність електричних мереж до розвитку відновлюваних джерел електроенергії (ВДЕ);
- зростаючі обсяги заборгованості споживачів за електричну енергію;
- значні втрати електричної енергії;

У процесі реформування електроенергетики лібералізації та дерегулювання ринка електроенергії проявляються такі пріоритети, як економічна вигода та ціна, а ефективність та стан електричних мереж відходять на другий план, що супроводжується збільшенням навантаження на

мережі та її елементи. Таким чином, створюється ситуація невідкладної необхідності збільшення пропускної спроможності електричних мереж, зменшення втрат електроенергії, тобто підвищення ефективності їх функціонування.

Наразі НКРЕКП і Міністерство енергетики та вугільної промисловості України зобов'язали ліцензіатів (обленерго) розробити програми телемеханізації ПС та РП з метою забезпечення отримання достовірних даних щодо перерв в електропостачанні споживачів та відповідно підняття рівня автоматизації мережі.

Експлуатація електричних мереж в енергосистемі України потребує значних ресурсів. Кількість підпорядкованих Міністерству енергетики та вугільної промисловості України районів електромереж, які безпосередньо займаються експлуатацією розподільних електричних мереж 0,4...150 кВ, складає на 2016 рік 554 структурних підрозділів з персоналом кількістю 25611 осіб. Довжина повітряних ліній електропередавання напругою 6...150 кВ складає 374978 км і має по колах значення: 150 кВ – 10676,499 км; 110 кВ – 36161,336 км; 35 кВ – 66356,847 км (з них на дерев'яних опорах 509,279 км); 10 кВ – 247910,35 км (з них на дерев'яних опорах 3285,508 км): 6 кВ – 19128,713 км (з них на дерев'яних опорах 984,967 км). Незважаючи на досить значний розвиток мереж класу напруги 10 кВ як в сільській місцевості, так і в містах, зберігається ще мережа напруги 6 кВ, протяжність повітряних ліній якої складає майже 8 % від довжини повітряних ліній 10 кВ, а кабельних майже половину. Від цих мереж отримує живлення значна частка комунально-побутових споживачів, що протирічить вимогам міжнародного стандарту ГОСТ 29322 (МЭК 38-83), в якому зазначено, що номінальна напруга мережі 6 кВ не повинна використовуватися в електричних мережах загального призначення.

На сьогодні розподільні електричні мережі напругою 6(10) кВ практично вичерпали резерв пропускної спроможності, мають надзвичайно низький рівень автоматизації, дистанційне управління обмежене застосуванням застарілого обладнання в РП (ТП), як правило вимикачі 6(10) кВ мають механічний (пружинний) привід і не можуть бути обладнані телекеруванням. Мережі, як правило, дуже розгалужені, мають значну протяжність від 15 до 25 км, іноді до 50 км, секціонування їх практично всюди забезпечується лінійними роз'єднувачами, а застосування сучасних реклоузерів відсутнє.

Загальна протяжність розподільних електричних мереж напругою 0,4...10 кВ в Україні на сьогодні час складає: 0,4 кВ – 431 628 км; 6-10 кВ – 320 653 км і має тенденцію до щорічного зростання. Станом на 01.01.2016 року в незадовільному технічному стані знаходилися 78 тис. км повітряних ліній 0,4...150 кВ, а також майже 32 тис. одиниць ТП (РП) 6(10) кВ та 252 ПС 35...150 кВ.

Світові енергосистеми переживають значні зміни під впливом зростаючих потреб в інтеграції відновлюваних джерел енергії, вимог енергоефективності, старіння устаткування та зростаючої турбованості з приводу вразливості систем при збільшенні кількості самостійних суб'єктів в умовах лібералізації енергетичних ринків. Експлуатація розподільних мереж стає більш складною та вимагає впровадження нових інтелектуальних систем для забезпечення інтересів безпеки, економічності й енергоефективності, що створює передумови створення «розумних енергосистем» - Smart Grid.

Поняття підвищення ефективності міських та сільських розподільних мереж нерозривно пов'язане не тільки з модернізацією та впровадженням сучасного обладнання силової частини мереж, а і з системою керування технологічними процесами перетворення та передавання електроенергії. На сьогоднішній день уже недостатньо тільки контролювати та керувати. Роботу мережі необхідно оптимізувати, отримані дані аналізувати, також необхідно знизити втрати електричної енергії, підвищити безпеку

функціонування мережі та її ефективність.

Розвиток розподільних електричних мереж в Україні уповільнений з ряду об'єктивних факторів – відсутність інвестицій, щільність існуючої забудови та тривалі процедури узгодження проектних рішень з питань розміщення об'єктів електричних мереж (РП, ТП) і проходження автомобільних шляхів, насиченість підземних комунікацій і необхідність координації питань прокладання інженерних комунікацій.

На сьогодні у розподільних електричних мережах України досить широко використовується напруга 6(10) кВ. Обладнання, що експлуатується в цих мережах, залишилося ще від Радянського Союзу і є технічно та морально застарілим, а також сильно зношеним. Внаслідок цього техніко-економічні показники та надійність цих мереж, а також якість електроенергії є незадовільними і потребують оптимізації. Зростання електричних навантажень призводить нерідко до технічної межі використання існуючих мереж. Для забезпечення живлення нових споживачів споруджуються паралельно прокладені лінії, вводяться нові джерела потужності. Окремо варто зупинитися на доцільності реконструкції існуючих мереж 6(10) кВ. Проведення простої реконструкції існуючих мереж не дасть змоги підвищити їх пропускну спроможність, і не дасть об'єктивного економічного ефекту, окрім відновлення функціональності. Завдання підвищення ефективності на перспективу вирішені не будуть. Тому комплексна реконструкція мереж з переведення розподільних мереж 6(10) кВ, які відпрацювали свій нормативний термін, на напругу 20 кВ є досить нагальною та актуальною. Електрообладнання на клас напруги 20 кВ доцільніше застосувати у внутрішньоцехових промислових і міських мережах зі значною територіальною щільністю навантаження та сільських при передаванні значної потужності у віддалені пункти. В порівнянні з напругою 35 кВ, трансформаторні підстанції на 20 кВ комплектні й повністю заводського виготовлення. Електричні апарати та кабелі такого класу менш матеріалоемні, тобто більш легкі та дешевші, ніж на 35 кВ [43]. При використанні напруги 20 кВ знижуються річні витрати у порівнянні з застосуванням напруги 10 кВ за рахунок зменшення втрат електроенергії в мережах, трансформаторах і іншому електроустаткуванні, зменшуються струми короткого замикання, полегшується електропостачання окремих віддалених споживачів як самого підприємства, так і найближчого району. Що стосується кабельних ліній зі зшитого поліетилену, то в мережі на 20 кВ, яка, як правило, працює в режимі заземленої через резистор нейтралі, немає необхідності використання підсилених екранів кабелю. Хоча напруга 35 кВ і ближча для вітчизняних мереж, вона нічим крім рівня напруги не відрізняється від 6 та 10 кВ. Але існує один вагомий мінус: обладнання на цю напругу не можна розмістити в малогабаритних трансформаторних підстанціях. Якщо б компактне обладнання було розроблено, то цілком реальним стало б у подальшому використання напруги 35 кВ у міських та сільських мережах. На сьогодні мережі 35 кВ можливо використовувати в сільській місцевості, там де такий клас мереж експлуатується.

До переваг комплексної реконструкції з переведенням електричних мереж на клас напруги 20 кВ можна віднести:

- передачу більшої потужності при тих же перерізах проводів;
- зниження втрат електроенергії;
- використання більш ефективного та економічного сучасного обладнання (ТП, РП) у габаритах старого та в межах існуючої охоронної зони ліній електропередавання;

- зменшення загальної довжини мереж 0,4 кВ та втрат у ній за рахунок використання щоглових КТП 20/0,4 кВ;
- створення резерву потужності для гарантованого надійного електропостачання споживачів;
- можливість усунення дефіциту потужності на центрах живлення при розвантаженні електроустановок 6(10) кВ існуючих підстанцій;
- забезпечення широкого використання активного споживача та надійного підключення розподільної генерації;
- підвищення рівня автоматизації мережі;
- зменшення операційних витрат на обслуговування мережі;
- вирішення проблеми переходу на електрообігрівання комунально-побутових споживачів;

Крім того, на сьогоднішній день електрична енергія перед тим як потрапить до споживача перетворюється щонайменше шість разів в трансформаторах. Втрати в кожному із трансформаторів приблизно складають по 1%, а їх не менше шести на шляху від джерела енергії до споживача. Отже велика кількість класів напруг неминуче призводить до великих втрат на трансформацію. Це і є ще однією перевагою переведення на напругу 20кВ, адже два класи напруги 6 та 10кВ замінюється одним. Також не слід забувати, що електроенергетичні системи майбутнього повинні поєднувати традиційні джерела електроенергії, без яких проблематичне електропостачання великих споживачів та забезпечення доцільних темпів зростання електроспоживання, а також розподілене генерування, в тому числі і відновлювальні джерела енергії. Останні починають розвиватись все швидше і швидше, і їх кількість на території України постійно збільшується, а всі нові джерела будуються з урахуванням передачі енергії на напрузі 6 або 10 кВ. Але ж набагато вигідніше передавати енергію від таких джерел на напрузі 20 кВ, через менші втрати та можливість розміщувати такі генерації на більшій відстані від споживача. Для цього просто треба забезпечити необхідні умови.

Енергоефективність і використання відновлюваних джерел енергії стало актуальною потребою часу, оскільки сприяє розв'язанню не тільки проблеми енергопостачання, а й багатьох екологічних, економічних і соціальних проблем. З різних видів ВДЕ найпоширенішою та доступною для України є вітрова та сонячна енергетика, енергія біомаси та енергія малих річок, геотермальна та енергія довкілля.

На сьогодні частка використання ВДЕ (включаючи гідроенергію) у світі становить майже 13 % та має позитивний тренд подальшого розвитку. Як зазначено у «Прогнозі світової енергетики 2012» - зростання гідроенергетики та швидкий розвиток вітрової та сонячної енергетики зміцнять позиції ВДЕ як невід'ємної складової у структурі світової енергетики: ВДЕ до 2035 р. можуть досягти майже третини сукупного обсягу вироблення електроенергії.

Серед регіонів світу центром розвитку відновлюваної енергетики та піонером створення «зеленої» економіки стає Європейський Союз (ЄС), який є своєрідним політичним, економічним і технологічним локомотивом розвитку галузі не тільки в Європі, а й у світі. Ключовою директивою ЄС з використання відновлюваних джерел енергії є Директива 2009/28/ЄС щодо заохочення використання енергії з відновлюваних джерел. Директива встановлює загальні межі для розвитку енергетики з відновлюваних джерел з метою досягнення спільної цілі щодо частки цієї енергії у валовому кінцевому споживанні енергії (електроенергія, опалення та охолодження) і для підвищення частки енергії з відновлюваних джерел, що споживається в транспортному секторі.

Окрім визначення обов'язкових завдань на частку споживання енергії з ВДЕ, згідно з директивою кожна держава-член має забезпечити частку енергії з відновлюваних джерел на всіх видах транспорту у 2020 р. в межах, принаймні, 10 % кінцевого споживання енергії на транспорті в цій державі. При цьому вона встановлює критерії стійкості для біопалива та біорідин.

Важливо наголосити, що директива також вимагає встановлення такої ціни на енергію, яка б відображала зовнішні затрати виробництва і споживання енергії. Визначено також завдання з розвитку інфраструктури електропередачі і розподілу електроенергії, акумулюючих станцій і системи електропостачання. Від держав-членів очікують і вжиття належних заходів для прискорення процедур легалізації доступу до електричної мережі, і координування затвердження доступу до мережі з адміністративними та планувальними процедурами, які сприятимуть майбутнім інвестиціям у відновлювані джерела енергії.

Загалом, у країнах ЄС використання ВДЕ набуло широкомасштабного характеру в електроенергетичній галузі, а більшість країн станом на 2012 р. виконують встановлені цілі, хоча при цьому і висловлюють ряд застережень від надмірного економічного навантаження на національну економіку.

Завдяки державному стимулюванню у вигляді «Зеленого тарифу» в Україні стрімко почали вводитись в експлуатацію відновлювальні джерела електричної енергії. Найбільшого розповсюдження набули саме фотоелектричні станції через свою доступність, в порівнянні з іншими нетрадиційними джерелами енергії. Електрична енергія з таких станцій видається в мережу на напрузі 10 кВ, адже потужність таких станцій не надто велика і тому такі станції проєктуються біля населених пунктів. Однак електричні мережі 10 кВ, які до речі знаходяться в незадовільному стані, і так на межі перевантаження, а приєднання навіть 50 кіловатної фотоелектричної станції призведе до перевантаження ЛЕП і відповідно до спотворення всіх показників електроенергії.

Тому, очевидно, що переведення електричних мереж 6-10 кВ на напругу 20 кВ сприятиме розвитку відновлювальної енергетики, адже приєднання нетрадиційних джерел енергії не матиме ніяких негативних наслідків для споживачів і електричної мережі в цілому. А власникам таких електростанцій це завдасть ніякого клопоту, адже ще на стадії проєкту зміниться невелика частина обладнання з напруги 10 кВ на 20.

Отже переведення електричної мережі 6 та 10 кВ на 20 кВ призведе до: зменшення втрат в лінії, зменшення струмів що протікають по проводах, зменшення кількості класів напруг мережі та можливості встановлення РДЕ на більшій відстані від споживача без додаткових перетворень струму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Циганенко Б. В. Особливості функціонування розподільних мереж середнього класу напруги та їх переведення на напругу 20 кВ / Б. В. Циганенко, В. В. Кирик // Гідроенергетика України. - 2016. - № 3-4. - С. 7-13

Слободянюк Д.О. — студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Лежнюк Петро Дем'янович** — доктор технічних наук, професор, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Slobodaniuk D.O. - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine;

Supervisor: **Lezhnyuk Petro D.** - Doctor of Technical Sciences (Ph. D.), professor, Vinnitsa National Technical University, professor of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine.