

Характер провалів напруги в розподільній мережі з місцевою електростанцією

Микола Федонюк

Кафедра електричних систем і мереж, Національний університет "Львівська політехніка"
УКРАЇНА, м. Львів, вул.С. Бандери, 12, E-mail: kolyol@mail.ru

Abstract – The paper shows some study results of local small power station impact on voltage sags behavior in distribution system.

Ключові слова – distribution system, voltage sags, distributed generation, computer modeling .

I. Вступ

Хоча витрати пов'язані з технологіями децентралізованого виробництва (ДВ) електроенергії є все ще значними, місцеві електростанції можуть бути вирішенням низки проблем електропостачання у розподільних мережах 6–35 кВ. Зростаюче застосування ДВ у розподільних мережах на основі відновлювальних і традиційних енергоресурсів викликало деяке занепокоєння своїм впливом на режими цих мереж. Встановлення місцевих електростанцій не вимагає зміни радіальної топології мереж, але перетоки потужності у цих мережах змінюють свій характер, що має вплив на режими, захист і регулювання мереж. Цей вплив залежить від потужності, типу й розташування місцевої електростанції у мережі; він може бути або позитивним, або негативним, залежно від особливостей системи електропостачання та характеристик самих місцевих електростанцій [1]. Крім того, як показує досвід, у таких мережах потрібно рахуватися з особливостями зміни показників якості електроенергії.

Провалом напруги називають короткочасне різке зменшення величини середньоквадратичного значення напруги в електричній мережі більш ніж на 10% від номінального, з наступним її відновленням до попереднього або близького до нього значення. Характеристики провалів напруги у розподільних мережах, викликаних короткими замиканнями, в значній мірі залежать від розміщення захисних пристроїв і узгодження дії між ними. Присутність місцевих електростанцій у розподільних мережах може допомогти підтримувати напругу в "здорових" фазах під час провалів напруги, викликаних несиметричними короткими замиканнями. З іншого боку, провали напруги внаслідок коротких замикань в електричній мережі можуть викликати неправильну роботу захисту місцевої електростанції.

Під час проектування й експлуатації електроустановок та електричних мереж необхідно звертати увагу на явище провалу напруги, яке є важливим для визначення рівня якості електропостачання споживачів і може бути причиною значних економічних втрат і збитків споживачів. Тривалі дослідження, розрахунки та спостереження дали змогу зрозуміти суть проблеми і впливати на причини виникнення

провалів напруги [2]. В нашій країні явищем провалу напруги не приділяється достатньої уваги, хоча проблема, безперечно, існує і потребує більш ретельного вивчення. Як показують дослідження, з впровадженням децентралізованого виробництва електроенергії у проблемі провалів напруги виникає ряд нових аспектів [3,4].

Метою статті є дослідження впливу місцевої електростанції на характеристики провалів напруги у типовій радіальній мережі 10 кВ, яка живиться від понижувальної підстанції мережі 110 кВ. Дослідження виконано з використанням комп'ютерної моделі електричної мережі.

II. Об'єкт дослідження

На рис. 1 показано принципову схему досліджуваної розподільної електричної мережі. Місцеву гідралічну електростанцію у досліджуваній мережі представлено одним синхронним генератором потужністю 2,4 МВт.

Механічну систему генератора під час моделювання подано одномасовим еквівалентом. Хоча вплив механічної системи на характеристики провалів напруги не є значним, він не може не враховуватися під час аналізу перехідних процесів у системі. Оскільки час моделювання не перевищував декількох секунд, у процесі моделювання не враховувалися зміни моменту первинного двигуна, який протягом цього часу вважався незмінним.

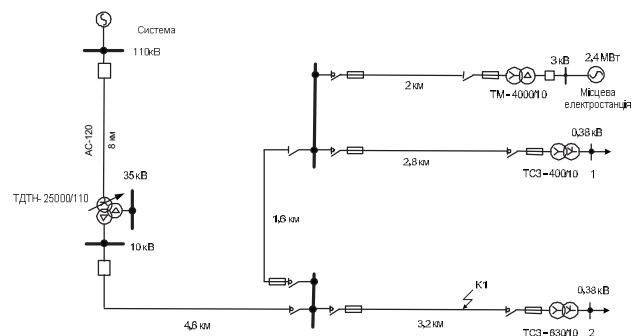


Рис. 1. Принципова схема досліджуваної електричної мережі.

Тривалість провалу напруги залежить від часу спрацювання пристроїв релейного захисту та автоматики. У досліджуваній мережі лінії 110 і 10 кВ зі боку системи обладнано пристроями АПВ. Якщо пошкодження відбулось на повітряній лінії, яка живить певних споживачів, то після її вимкнення захистом здійснюється АПВ. Тому від моменту вимкнення к.з. до моменту спрацювання АПВ провал

напруги на затискачах даних споживачів продовжується і у багатьох випадках має важчі наслідки, ніж під час к.з. (амплітуда провалу напруги за час витримки АПВ, подібно як АВР, дорівнює нулю). Проте, відсутність таких пристроїв призводить б до втрати живлення зі ще важчими наслідками. Тому використання пристроїв АПВ та АВР є необхідним для забезпечення безперервності електропостачання, хоча може і погіршувати ситуацію з огляду на характер провалів напруги. Енергопостачальні компанії згідно з угодами про зменшення кількості та тривалості втрат живлення активно впроваджують пристрої АПВ в мережі, але разом з цим збільшується кількість та погіршуються показники провалів напруги, тобто зниження сумарного статистичного часу перерв подачі електроенергії здійснюється за рахунок її якості.

Тому, робота пристроїв АПВ та АВР повинна відлагоджуватися з врахуванням явищ провалів напруги та їх наслідків.

III. Результати дослідження

Вимкнення коротких замикань у досліджуваній розподільчій мережі здійснюється запобіжниками. Це означає, що під час несиметричних коротких замикань вимикаються тільки пошкоджені фази. На рис. 2 показано часові залежності провалів напруги на шинах НН у пункті 1 під час двофазного замикання у точці К 1 у кінці повітряної лінії 10 кВ за умови відсутності місцевої електростанції у досліджуваній мережі. Час тривання короткого замикання визначається ампер-секундною характеристикою запобіжника цієї лінії.

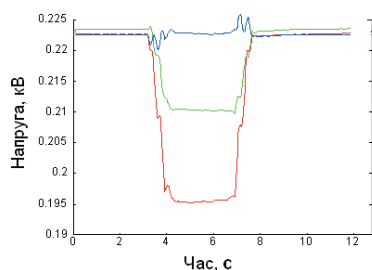


Рис. 2. Провали фазних напруг у пункті 1 без під'єднання місцевої електростанції до мережі.

На рис. 3 наведено осцилограми отримані для того ж режиму при роботі місцевої електростанції в електричній мережі.

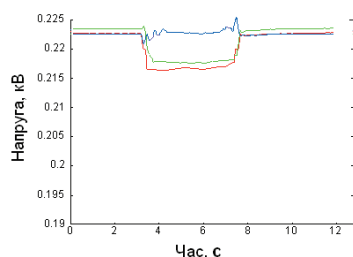


Рис. 3. Провали фазних напруг у пункті 1 з під'єднанням місцевої електростанції до мережі

Тут видно, що провали напруги у всіх фазах є суттєво зменшені. Потрібно зазначити, що глибина і характер провалів напруги залежить від виду короткого замикання і місця його виникнення. В межах часу тривання короткого замикання під час роботи місцевої електростанції вдається підтримати достатній рівень напруги на затискачах чутливих до провалів напруги споживачів, під'єднаних до ТП 1. Таким чином суттєво знижується зона небезпечних для цих споживачів коротких замикань у системі електропостачання.

Для досліджуваної розподільної електричної мережі було здійснено аналіз впливу місцевої електростанції при різних видах коротких замикань прикладених у різних місцях. Це дозволило виявити характерні особливості і міру впливу генераторів місцевої електростанції на глибину провалів напруги в цій електричній мережі.

З іншого боку, було досліджено також вплив провалів напруги під час коротких замикань на роботу захистів генераторів місцевої електростанції. Якщо тривалість коротких замикань, які виникають близько до генераторів і викликають недопустимі струмові навантаження на генератор, перевищує час спрацювання захисту генератора, то характер перехідного процесу зміниться. Як наслідок, такі короткі замикання можуть закінчитися вимкненням генератора внаслідок тимчасового зниження напруги.

ВИСНОВОК

В статті проаналізовано вплив місцевих електростанцій на характеристики провалів напруги в електричній мережі, викликані короткими замиканнями. Показано, що синхронні генератори місцевих електростанцій мають позитивний вплив на характеристики провалів напруги, якщо час провалів напруги не перевищує витримку часу спрацювання захисту генератора за даних умов короткого замикання.

Перелік посилань

- [1] P.P. Barker, R.W. De Mello Determining the impact of distributed generation on power systems: Part 1 – Radial distribution systems // PES Summer Meeting, IEEE. – 2000, Vol. 3. – pp. 1645–1656.
- [2]. M. McGranaghan, D. Mueller and M. Samotyj. Voltage Sags in Industrial Systems. – IEEE Trans. on Industry Applications, March/April 1993, pp. 397–402.
- [3]. J.A.Martinez, J. Martin-Amedo Voltage sag studies in distribution networks. Part 1: System modeling. – IEEE Trans. On Power Delivery, - 2006. Vol. 21. – pp.1670–1678.
- [4]. J.V.Milanovic; T.M. David Stability of distribution networks with embedded generators and induction motors // PES Winter Meeting, IEEE. – 2002. Vol. 2. – pp.1023–1028.