

ОЦІНКА ЗБИТКІВ ВІД НЕДОВІДПУСКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СІЛЬСЬКИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ

Мірошник О. В.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Запропонована математична модель оцінки очікуваних збитків від недовідпуску електроенергії споживачам за час виконання заходів з пошуку пошкодження в аварійно вимкнених сільських повітряних лініях 6 – 10 кВ.

Постановка проблеми. Основна маса сільських розподільних електромереж виконана як радіальні та несекціоновані, трансформаторні підстанції підключаються глухим відгалуженням від магістралі лінії 6-10 кВ. Причому у разі зближення на місцевості двох повітряних ліній (чи навіть відгалужень однієї лінії) їх з'єднували, добудувавши перемичку, за допомогою роз'єднувача, який в нормальному режимі роботи мережі перебував у вимкненому стані, а у разі аварійного вимкнення лінії персонал РРЕМ міг шляхом його комутації змінити схему мережі, забезпечуючи резервне живлення від іншого джерела для частини споживачів після локалізації секціонувальними роз'єднувачами пошкодженої ділянки. Характерною особливістю сільських розподільних електромереж є низький рівень автоматизації післяаварійних комутацій, які мали б забезпечити локалізацію пошкодженого елемента чи ділянки мережі та відновлення електропостачання знеструмлених внаслідок аварії споживачів, тому в сільських розподільних мережах будь-яке три- або двофазне стійке к.з. призводить до вимкнення лінії та повного знеструмлення приєднаних споживачів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Пошук місця пошкодження в повітряних лініях 6 – 10 кВ може здійснюватись проведенням послідовних операцій поділу лінії (за допомогою встановлених в ній роз'єднувачів) та наступною пробною подачею напруги доти, доки не буде виявлено пошкоджену ділянку [1, 2, 3]. За відсутності в розподільних електромережах пунктів автоматичного секціонування у разі аварійного вимкнення ПЛ 10 кВ релейним захистом з неуспішним автоматичним повторним ввімкненням (АПВ) відбувається знеструмлення приєднаних до лінії споживачів. В такому разі процес відновлення електропостачання формується діями оперативної виїзної бригади (ОВБ), а за необхідності і залученого ремонтного персоналу.

Мета статті - розробка математичної моделі оцінки очікуваних збитків від недовідпуску електроенергії споживачам за час виконання заходів з пошуку пошкодження в аварійно вимкнених сільських повітряних лініях 6 – 10 кВ.

Основні матеріали дослідження. В мережах 10 кВ комутаційними апаратами, здатними вимикати струми коротких замикань, є масляні (вакуумні) вимикачі, як правило, встановлені в розподільних пристроях районних трансформаторних підстанцій (РТП) 35/10 кВ, а по магістралі повітряної лінії 10 кВ та на відгалуженнях від неї встановлюють секціонувальні роз'єднувачі, для оперування якими необхідно виїж-

джати ОВБ, але лише після попереднього зняття напруги з лінії. Тому у разі пошкодження будь-якої ділянки ПЛ вимкнення лінії здійснюється автоматично за командою релейного захисту вимикачем, встановленим в комірці ПЛ на РТП, в голові лінії, в результаті на час пошуку пошкодження та виконання ремонтних робіт будуть залишатись знеструмленими всі трансформаторні підстанції 10/0,4 кВ, які отримують живлення від вимкненої лінії.

Диспетчер району розподільних електричних мереж може отримувати інформацію про вимкнення лінії каналами телесигналізації (ТС), від чергового РТП, від знеструмлених споживачів.

Після вимкнення за командою релейного захисту вимикача в голові лінії на РТП необхідно виконати пробне вмикання черговим на підстанції або за його відсутності - оперативно-виїзною бригадою.

У разі неуспішного вмикання бригада починає проводити діагностичні операції для виявлення пошкодженої ділянки лінії та виконання оперативних перемикань з метою її локалізації і, за можливості, відновлення електропостачання частини вимкненої мережі, яка може бути відокремлена від аварійної ділянки і отримувати живлення від основного або резервного джерела.

Найчастіше в експлуатації для пошуку пошкодження в аварійно вимкненій лінії застосовується стратегія послідовного поділу лінії лінійними роз'єднувачами і пробного вмикання, починаючи з найближчого до центру живлення. До інших стратегій пошуку пошкодження належать, наприклад, стратегія поділу лінії навпіл, мінімізація недовідпуску електроенергії споживачам електромережі за процес діагностування пошкодження або стратегія першочергового відновлення електропостачання найвідповідальніших споживачів.

Тривалість вимкненого стану усіх або частини споживачів аварійно вимкненої ПЛ визначається тривалістю виконання усіх або частини необхідних операцій, а саме: визначення місця пошкодження; локалізації ушкодженої ділянки мережі; вмикання резерву (якщо існує технічна можливість); виконання ремонтних операцій. При цьому слід враховувати експлуатаційні витрати на пошук пошкодження, які складаються в основному з витрат на транспорт та витрат на заробітну платню персоналу ОВБ під час об'їзду ділянок лінії та виконання в електромережі необхідних оперативних перемикань та збитки від недовідпуску електроенергії споживачам за час виконання діагностичних заходів.

Специфіка сільських розподільних електромереж вимагає розробки методів діагностики пошкоджень та розрахунку надійності, які б враховували технічні характеристики цих мереж, зокрема переїзди та переходи вздовж траси лінії, стан доріг вздовж ПЛ, особливості місцевості, природні перешкоди, особливості вимог техніки безпеки. Тривалість діагностичних заходів залежить від кількості та складності необхідних для їх здійснення кроків процесу пошуку пошкодження, від кількості та тривалості (відстані) переїздів ОВБ, а також від кількості виконаних комутаційних операцій.

Критерієм вибору стратегії пошуку пошкодження часто виступають очікувані збитки від недовідпуску електроенергії споживачам за час виконання діагностичних заходів:

$$Z = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{g=1}^l P_i \cdot y_p t_j \right), \quad (1)$$

де P_i – активна потужність i -го знеструмленого споживача;

m – кількість переїздів ОВБ в процесі пошуку пошкодження в лінії;

$g - l$ – ділянки мережі, знеструмлені на час переїздів ОВБ та виконання комутаційних перемикачів на кожному кроці процесу пошуку пошкодження в лінії від 1 до m ;

t_j – витрати часу на діагностичні заходи з пошуку місця пошкодження на кожному j -му кроці процесу пошуку пошкодження в лінії,

$$t_j = \frac{L_j}{V_j}, \quad (2)$$

L_j – загальний шлях, який необхідно подолати ОВБ під час j -го переїзду в процесі пошуку пошкодження в лінії;

V_j – швидкість руху ОВБ під час j -го переїзду.

З урахуванням (2) збитки на кожному кроці процесу пошуку пошкодження в лінії визначаються виразом

$$Z = \sum_{j=1}^m \left(\sum_{g=1}^l P_i \cdot y_p \sum_{u=1}^r \frac{L_j}{V_j} \right), \quad (3)$$

де u, r – початкова і кінцева точки кожного j -го переїзду ОВБ на кожному кроці процесу пошуку пошкодження в лінії.

Величина збитків Z від перерв електропостачання залежить від місця виникнення к.з. в лінії, від вибраної стратегії пошуку пошкодження, а у разі установки додаткових засобів автоматизації, то ще і від функцій вибраних засобів автоматизації, їх кількості та місця їх установки. Причому в процесі аналізу очікуваних збитків від знеструмлення споживачів у разі к.з. в лінії, на кожній ділянці розподільної лінії досить задати одну характерною точкою, а під ділянкою розуміти частину лінії, обмежену або двома комутацій-

ними апаратами (наприклад, вимикач на підстанції – роз'єднувач, роз'єднувач – роз'єднувач), або роз'єднувачем і кінцевою точкою магістралі лінії чи відгалуження.

Оскільки стратегія пошуку передбачає об'їзд бригадою всієї лінії з послідовним виконанням операцій поділу її секціонувальними роз'єднувачами аж до моменту виявлення місця пошкодження, величина очікуваних збитків може знаходитись у досить широкому діапазоні, залежно від конфігурації лінії та місця к.з. в ній.

Висновок. Оскільки стратегія пошуку пошкодження в аварійно вимкненій лінії передбачає об'їзд бригадою всієї лінії з послідовним виконанням операцій поділу її секціонувальними роз'єднувачами аж до моменту виявлення місця пошкодження, необхідно оцінити збитки від перерви електропостачання на кожному кроці виконання діагностичних заходів, що дозволить вибрати оптимальну стратегію дій ОВБ.

Список використаних джерел

1. Прусс В. Л. Повышение надежности сельских электрических сетей / В. Л. Прусс, В. В. Тисленко. - Л.: Энергоатомиздат, 1989.-209 с.
2. Притака И. П. Секционирование разомкнутых электрических сетей с учетом неопределенности исходных данных / И. П. Притака, В. В. Козырский // Известия ВУЗов. Энергетика. - 1987. - №12. - С.47-49.
3. Разъединители наружной установки на 10 кВ: Каталог. Завод электротехнического оборудования. – Великие Луки. – 2010. – 18 с.

Аннотация

ОЦЕНКА УЩЕРБОВ ОТ НЕДООТПУСКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРОСЕТЯХ

Мирошник А. В.

Предложена математическая модель оценки ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям за время выполнения мероприятий по поиску поврежденных в аварийно отключенных сельских воздушных линиях 6 – 10 кВ.

Abstract

ESTIMATION OF USCHERBOV FROM NEDOOTPUSKA ELECTRIC POWER IN THE RURAL ELECTRIC SYSTEMS

O. Miroshnyk

The mathematical model of estimation of uscherbov is offered from nedootpuska electric power to the users in times of implementation of measures on the search of damages in the under abnormal condition power-off rural open-wires of 6 – 10 kV.