

ОПТИМІЗАЦІЯ СЕКЦІОНУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ 10 КВ

Тимчук С. О., Сиротенко М. О.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Запропоновано оптимізаційну математичну модель розрахунку показників ефективності резервування незамкнутої розгалуженої електричної мережі 10кВ.

Постановка проблеми. В області проектування та створення систем електропостачання основний вплив на надійність електрозабезпечення мають чотири основних, взаємопов'язаних фактори: схема електричної мережі, надійність елементів електричної мережі, наявність у мережі засобів управління, якість організації експлуатації. При цьому в розподільчих мережах сільських регіонів найбільша кількість аварійних відключень відбувається в мережах напругою 10кВ. У зв'язку з цим для підвищення структурної надійності розподільчих електричних мереж сільських регіонів використовують: багатократне резервування, споруду кабельних ліній, установку додаткових засобів підвищення надійності. Одним з актуальних засобів підвищення ефективності електричних розподільчих мереж є оптимізація розміщення засобів підвищення надійності.

Аналіз останніх досліджень. На сучасному етапі розвитку автоматизації з метою підвищення структурної надійності електропостачання існує ряд підходів до розміщення комутаційних секціонуючих апаратів в розподільчих мережах сільських регіонів. Наприклад: згідно методики [1], вибір кількості та місць установки автоматичних комутаційних апаратів здійснюється в залежності від схеми підстанції 35-110/10 кВ, сумарної довжини та розрахункового навантаження лінії 10кВ, присутності на лінії 10 кВ споживачів першої категорії; відповідно до методики [3], навантаження в лінії вважається рівномірно розподіленим вздовж магістралі і пошкодження лінії у будь-якій точці рівномірні; методика [4] зоснована на пошуку рішення задачі розстановки секціонуючих пристроїв з урахуванням зусередження навантаження в окремих місцях, при умові зростання навантаження і розвитку самої мережі. Але всі ці методики мають ряд недоліків: в методиці [2] – це відсутність обґрунтування місця та схеми розміщення КА, відсутність рекомендацій з використання методики при недетермінованому типі вихідних даних; в методиці [3] – це використання розрахункової моделі лінії з рівномірно розподіленим навантаженням, відсутність економічного обґрунтування місця та схеми розміщення КА, використання лише детермінованого типу вихідних даних; в [4] – відсутність врахування присутності додаткових засобів підвищення надійності, неможливість використання даної методики для схем розподільчої мережі з АВР.

Мета статті - розробка оптимізаційної математичної моделі розрахунку показників ефективності секціонування розгалуженої електричної мережі 10кВ.

Основні матеріали дослідження. Побудуємо математичну модель розміщення секціонуючих КА в

розподільних мережах сільських регіонів, враховуючи, що процес функціонування розподільної мережі підпорядковується закономірності [5], яка визначає найпростіший потік, тобто потік подій, що задовольняє властивостям стаціонарності, відсутності наслідків та ординарності. Тоді формула для розрахунку інтегрального недовідпуску в мережі з кількістю відгалужень $N \geq 1$ має вигляд:

$$\Delta W = [(A - D \cdot G) \cdot (B - E \cdot F) + C \cdot E \cdot F] \cdot \omega \cdot \tau + A \cdot B \cdot b \cdot \omega \cdot \tau_{cp}, \quad (1)$$

де b - коефіцієнт, який приймає значення 1 при наявності в мережі хоча б 1-го КА, і 0 - при його відсутності;

τ_{cp} - час спрацьовування КА;
 A, B, C, D, E, F, G - матриці.

Матриця A являє собою рядок, що складається з $N+1$ елементів і має вигляд:

$$A = \left(\underbrace{P_{\Sigma} \quad P_{\Sigma} \quad \dots \quad P_{\Sigma}}_{N+1} \right), \quad (2)$$

де P_{Σ} - активна потужність електроустановок споживачів, кВт.

Матриця B :

$$B = \begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \vdots \\ l_N \\ l_0 \end{pmatrix}, \quad (3)$$

де l_i - сумарна довжина ділянки ланцюга з відгалуженнями до місця можливої установки КА з послідовною схемою;

l_0 - сумарна довжина ділянки ланцюга, розташованого за крайнім можливим місцем установки КА з послідовною схемою.

Матриця C :

$$C = (P_1 \quad P_2 \quad \dots \quad P_N), \quad (4)$$

де P_i - активна споживана потужність електроустановок споживачів на відгалуженні.

Матриця D :

$$D = (P_{S1} P_{S2} \dots P_{SN}), \quad (5)$$

де P_{Si} - сумарна споживана потужність електроустановок споживачів $P_{Si} = \sum_{r=1}^i P_r$.

Матриця E :

$$E = \begin{pmatrix} I_1^{paral} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I_2^{paral} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_N^{paral} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad (6)$$

де I_i^{paral} - довжина відгалуження.

Матриця F :

$$F = \begin{pmatrix} b_1^{paral} \\ b_2^{paral} \\ \vdots \\ b_N^{paral} \end{pmatrix}, \quad (7)$$

де b_i^{paral} - коефіцієнт, який приймає значення 1, якщо КА паралельного секціонування встановлено і 0, якщо не встановлено.

Матриця G :

$$G = \begin{pmatrix} 0 & b_1 & b_1 \cdot \bar{b}_2 & b_1 \cdot \bar{b}_2 \cdot \bar{b}_3 & \dots & b_1 \cdot \prod_{i=2}^N \bar{b}_i \\ 0 & 0 & b_2 & b_2 \cdot \bar{b}_3 & \dots & b_2 \cdot \prod_{i=3}^N \bar{b}_i \\ 0 & 0 & 0 & b_3 & \dots & b_3 \cdot \prod_{i=4}^N \bar{b}_i \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \ddots & b_K \cdot \prod_{i=K+1}^N \bar{b}_i \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_N \end{pmatrix}, \quad (8)$$

де b_i - коефіцієнт, який приймає значення 1, якщо КА послідовного секціонування встановлено і 0, якщо не встановлено;

\bar{b}_i - коефіцієнт, який приймає значення 0, якщо КА послідовного секціонування встановлено і 1, якщо не встановлено.

Приведені витрати на СЕП (характеризує економічність) [2]:

$$Z = \sum_{i=1}^{ns} (p_n \cdot K_i + I_i), \quad (9)$$

де ns - число підсистем, K_i , I_i - капітальні вкладення і експлуатаційні витрати в i -й підсистемі.

Витрати на встановлення КА за визначеною схемою в незамкненій розгалуженій електричній мережі з кількістю відгалужень N будуть дорівнювати:

$$Z_0 = n \cdot Z, \quad (10)$$

де Z - витрати при встановленні в мережі 1-го КА; n - кількість КА, встановлених за визначеною схемою в заданій електромережі.

Тобто:

$$Z_0 = \sum_{i=1}^N (b_i + b_i^{paral}) \cdot Z. \quad (11)$$

Висновки. Таким чином, запропонована оптимізаційна математична модель дозволяє проводити розрахування показників ефективності резервування розгалуженої електричної мережі 10кВ з врахуванням економічного обґрунтування місця та схеми розміщення КА і може бути використана у відношенні переваги при розв'язанні оптимізаційних задач.

Список використаних джерел

1. Будзко И. А. Электроснабжение сельского хозяйства / И. А. Будзко, Н. М. Зуль - М.: Агропромиздат, 1990. - 496 с.
2. Тимчук С. А. Модели и методы поиска оптимальной структуры сети электроснабжения при нечетко заданных целях / С. А. Тимчук. - Харьков: "Факт", 2010. - 219 с.
3. Будзко И. А. Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов / И. А. Будзко, М. С. Левин. - М: Агропромиздат, 1985. - 320с.
4. Керного В. В. Автоматизация некоторых расчетов электрических сетей / В. В. Керного. - Минск: "Наука и техника", 1968. - 140 с.
5. Арион В. Д. Оптимизация систем электроснабжения в условиях неопределенности / В. Д. Арион, В. С. Каратун, П. А. Пасинковский. - Кичинев: "Штиинца", 1991. - 164с.

Аннотация

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ 10 КВ

Тимчук С. А., Сиротенко М. А.

Предложена оптимизационная математическая модель расчёта показателей эффективности резервирования разветвлённой электрической сети 10кВ.

Abstract

OPTIMIZATION OF PARTITIONING AGRICULTURAL ELECTRICAL SYSTEMS 10 KV

S. Tymchuk, M. Sirotenko

The optimization mathematical model of calculation of the performance of the backup extensive power supply 10kv.