

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ В УМОВАХ ЇХ РЕЗЕРВУВАННЯ

Розглядається спосіб підвищення пропускної спроможності ліній електропередавання в режимі резервування за допомогою модернізованого пункту автоматичного вмикання резерву (АВР). В режимі резервування ліній електропередавання (ЛЕП) наявність ділянок ліній з меншими перерізами проводів обмежує пропускну спроможність електропередавання, котра оцінюється додатковими втратами активної потужності і напруги, і, як наслідок, недопустимим відхиленням напруги у наступних, після пункту АВР, вузлах навантаження. Для покращення параметрів такого режиму пропонується застосування в схемі АВР поздовжньої ємнісної компенсації (ПЄК) і компенсації реактивної потужності (КРП).

Місце встановлення АВР вибирається із умов мінімальних втрат електроенергії в нормальному режимі роботи двох радіальних ЛЕП: для цього визначається точка поділу потужностей [1].

Метою дослідження є визначення впливу поздовжньої ємнісної компенсації на пропускну спроможність електропередавання в післяаварійному режимі та впливу компенсації реактивної потужності на економічність режиму резервування ЛЕП.

Особливо ефективно застосування ПЄК на перевантажених мережах надмірної довжини, в мережах з різкозмінним навантаженням та таких, що мають низький $\cos\phi$. Перевагою пристроїв ПЄК є автоматичність та безінерційність регулювання напруги: при однаковому регулюючому ефекті потужність конденсаторів ПЄК в 4-5 разів менша, ніж потужність конденсаторів паралельного вмикання КУ, вибраних виключно для регулювання напруги.

Покращення режиму ПЄК досягається застосуванням ОПНів, котрі шунтують батарею ПЄК при появи на ній високих напруг при надструмах, а також застосуванням конденсаторів, котрі допускають короточасні п'ятикратні перенапруги. В нормальному режимі роботи мережі ПЄК може використовуватись для КРП самостійно або спільно з конденсаторними установками паралельного включення (КУ), а після АВР працювати в режимі ПЄК.

Ефективність цього пристрою досліджувалась в повітряних ЛЕП (ПЛ) 10 кВ, котрі відходять від однойменних РТП-1 і РТП-2 (рис.1). Результати розрахунку проводів за допустимою втратою напруги показують, що пропускну здатність може забезпечити провід перерізом $67,9 \text{ мм}^2$ (прийmemo 70 мм^2), в той час як існуючий провід на ділянках обох ліній має переріз від 70 мм^2 (на головних ділянках) до 25 мм^2 (в кінці кожної з радіальних ліній).

При живленні ліній від двох РТП в точці між ділянками 6 і 7 змінюється напрямок передавання потужностей, тому на суміжній до цієї точки ділянці 6 (з меншим активним і реактивним навантаженням) доцільно встановлювати АВР з ПЄК та КУ, що дозволяє покращити режими напруги на наступних за ним ділянках лінії 10 кВ.

Як видно з рис.2, напруга в кінці резервованої лінії 10 кВ зменшується до 90% номінальної, що є негативним наслідком резервування, тому застосувавши ПЄК в схемі пункту АВР, напруга у вузлах навантаження двох ліній 10 кВ при живленні їх від РТП-1, визначена згідно (1), отримає «добавку» і зросте у вузлах навантаження після місця встановлення ПЄК (суцільна лінія) [2].

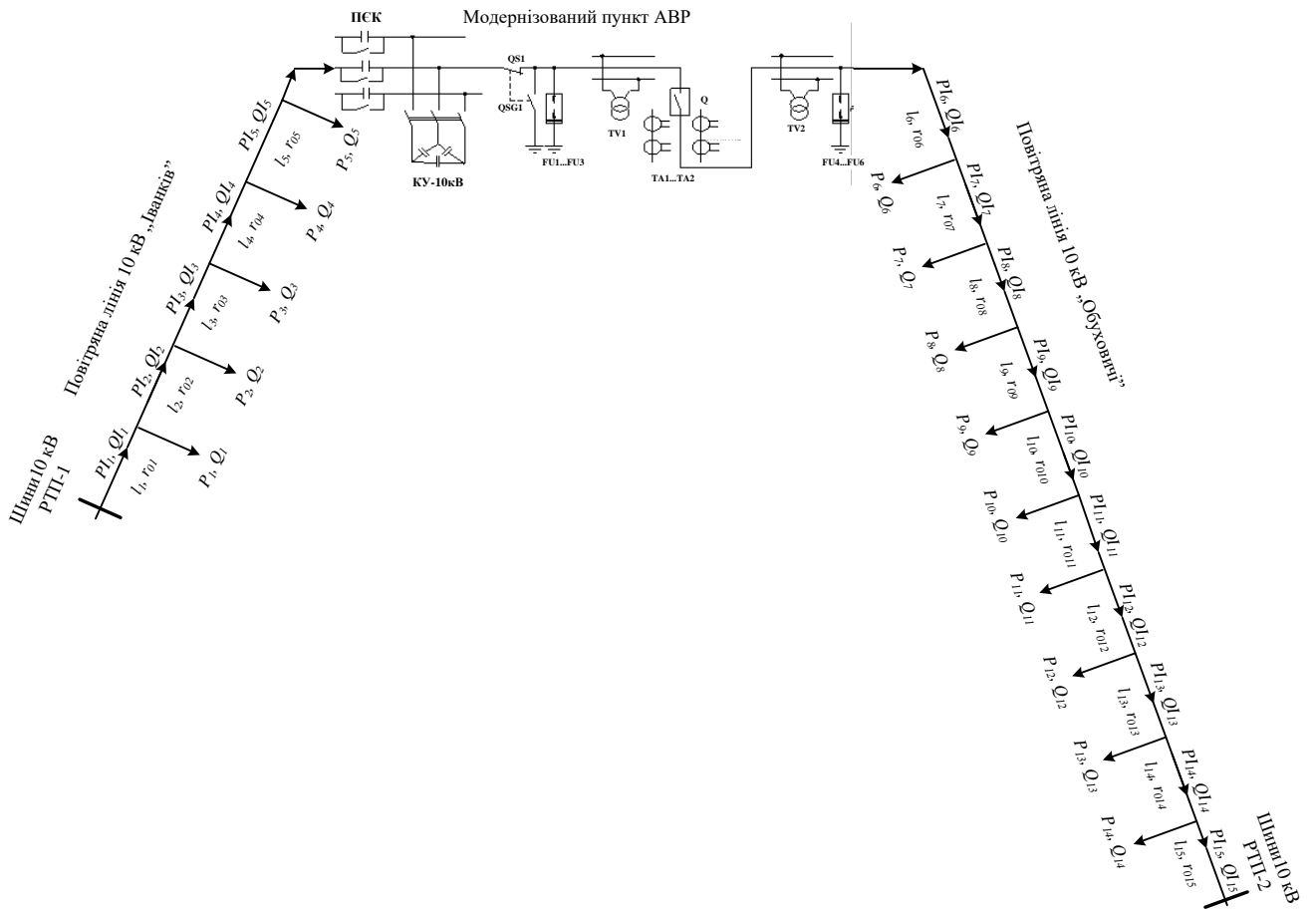


Рисунок 1 - Пояснювальна схема ЛЕП в режимі резервування

$$U_k = U_n - \left[\sum_i \left(P_i \cdot \frac{R_i \cdot 10^{-3}}{U_n} \right) + \sum_i \left(Q_i \cdot \frac{X_i \cdot 10^{-3}}{U_n} \right) \right] - \frac{Q_{I6} \cdot X_{пск} \cdot 10^{-3}}{U_n}, \quad (1)$$

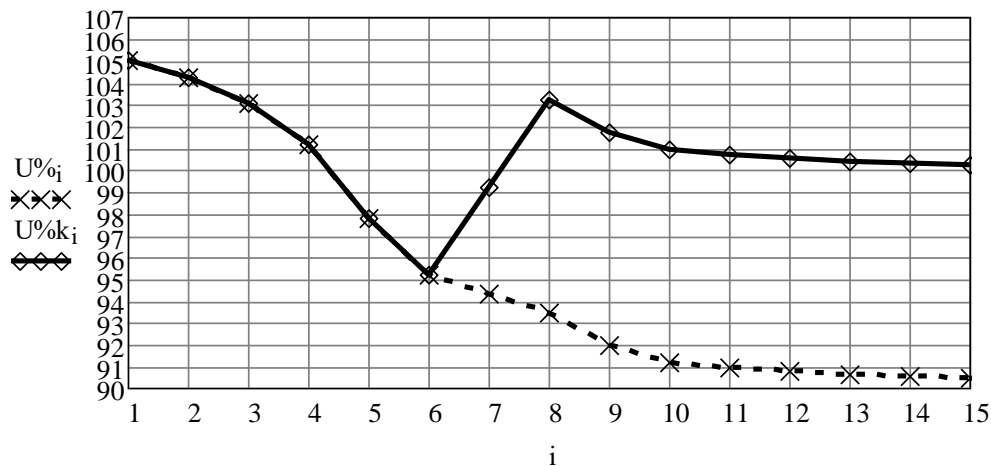


Рисунок 2 - Відхилення напруги у вузлах навантаження після аварійного режиму (дві ЛЕП включені через пункт АВР) без ПСК $U\%_o$ (пунктирна лінія) і при включенні ПСК $U\%_k$ (суцільна лінія); i – номер ділянки ЛЕП

Ємнісний опір ПСК залежить від реактивної потужності навантаження ділянки її вмикання та параметрів режиму навантаження обох ліній 10 кВ (2) [3]:

$$X_{\text{пек}} = \left[U_{\text{к}} - U_{\text{н}} + \sum_i \left(P_{I_i} \cdot \frac{R_i \cdot 10^{-3}}{U_{\text{н}}} \right) + \sum_i \left(Q_{I_i} \cdot \frac{X_i \cdot 10^{-3}}{U_{\text{н}}} \right) \right] \cdot \frac{U_{\text{н}}}{Q_{I_6} \cdot 10^{-3}}, \quad (2)$$

Втрати активної потужності в обох лініях в режимі резервування без застосування ПЕК і КУ і при їх застосуванні, наведені на рис.3.

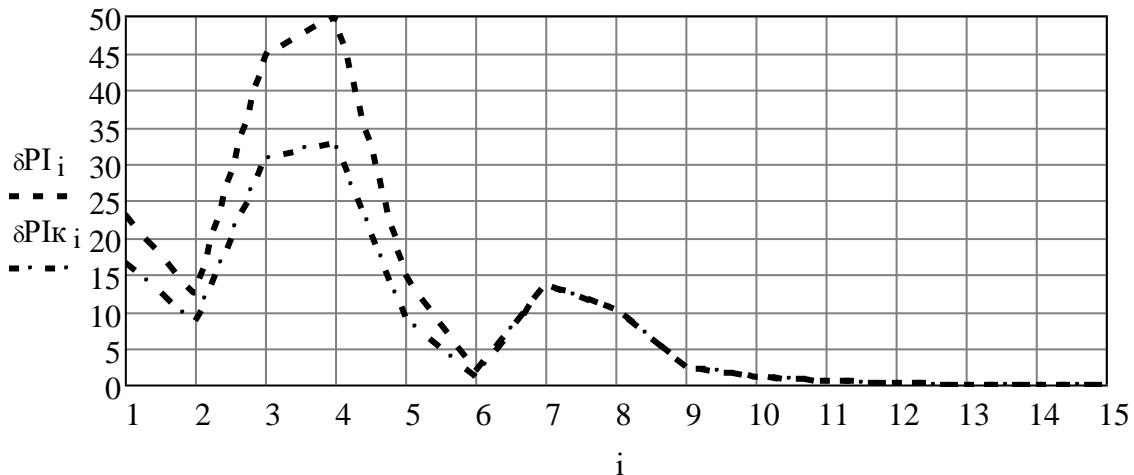


Рисунок 3 - Втрати активної потужності на ділянках з'єднаної лінії без КУ δP_I (кВт) і при застосуванні КУ δP_{I_k} (кВт): i – номер ділянки ЛЕП

Висновки. Як видно з результатів, відображених на рис.2, в режимі резервування напруга в кінці резервованих ліній знизиться до 90 % номінальної, що негативно впливатиме на роботу електроприймачів і можливого їх відключення задля уникнення пошкоджень та порушень технологічних процесів виробництва.

Для підвищення пропускної спроможності резервованих ліній і покращення рівнів напруги у вузлах електричного навантаження доцільно в режимі АВР застосовувати ПЕК, що забезпечить «добавку» напруги на ємності ПЕК і підвищення напруги у наступних вузлах навантаження: напруга в кінці резервованих ліній наблизиться до номінальної [3].

Список використаних джерел:

1. Правила улаштування електроустановок. - Х.: Форт, 2017. - 760 с.
2. Омельчук А.О. Энергозберігаючі режими в системах електропостачання: Навч. посібник / А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. - 257 с.
3. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності: ДСТУ EN 50160:2014 (EN 50160:2010, IDT). - К.: Держстандарт України, 2014. - 27 с.

References:

1. Pravyla ulashtuvannya elektroustanovok [Rules for arranging electrical installations]. - Kh.: Fort, 2017, 760.
2. Omel'chuk, A.O.(2016) Enerhozberihayuchi rezhymy v systemakh elektropostachannya: Navch. posibnyk [Energy-saving modes in power supply systems: Study. Manual] / A.O. Omelchuk. - K.: CP "COMPRINT", 257.
3. Kharakterystyky napruhy elektropostachannya v elektrychnykh merezhakh zahal'noyi pryznachenosti [Characteristics of power supply voltage in general purpose electrical networks]: DSTU EN 50160:2014.- K.: Derzhstandard of Ukraine, 2014, 27.