

## ПРО ЕКОНОМІЧНІ ЗАСАДИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 10 кВ З ПЕРЕВЕДЕННЯМ НА НАПРУГУ 20 кВ

Кравченко Л.А., магістрантка, Казанський С.В., к.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем

**Вступ.** Розподільні електричні мережі напругою 10 кВ порівняно з мережами більш високих класів напруги характеризуються підвищеною кількістю аварійних відключень [1]. Тому забезпечення їх надійної та економічної роботи є важливим і актуальним завданням.

**Мета роботи** – дослідити особливості та визначити економічні засади реконструкції електричних мереж напругою 10 кВ шляхом їх переведення на напругу 20 кВ.

**Матеріали досліджень.** Сучасний стан розподільних електричних мереж України потребує істотного покращення основних техніко-економічних показників та відповідно виконання великого обсягу різних видів робіт – реконструкції, модернізації чи технічного переоснащення.

Як приклад у табл. 1 наведено показники, які характеризують технічний стан, а у табл. 2 – термін експлуатації електрообладнання напругою 10 кВ одного з підприємств електричних мереж Хмельницької області.

Таблиця 1 – Технічний стан електрообладнання напругою 10 кВ

Найменування обладнання	Загальна кількість, км/шт.	Показники технічного стану, %			
		добрий	підлягають:		
			кап. ремонту	реконструкції	повній заміні
ПЛ 10 кВ	440	45	55	-	-
ТП 10/0,4 кВ	200	50	28	20	2

Таблиця 2 – Термін експлуатації електрообладнання напругою 10 кВ

Термін експлуатації, років	Кількість ТП 10 кВ, шт.
ТП, що експлуатуються більше 40 років	85 (40 %)
ТП, що експлуатуються від 30 до 40 років	70 (35 %)
ТП, що експлуатуються від 25 до 30 років	25 (15 %)

Понад 80 % існуючих об'єктів зазначених розподільних електричних мереж у зв'язку із їх тривалим терміном експлуатації не відповідають чинним нормам щодо надійної та безпечної експлуатації. Застаріле обладнання, примітивні схеми і таке ж конструктивне виконання розподільних мереж – це головні причини досить великих втрат електричної енергії, незадовільної надійності електропостачання, значних витрат на аварійно-відновлювальні роботи та на відшкодування збитків споживачам внаслідок аварійного недовідпуску електроенергії.

Одним із сучасних інноваційних заходів підвищення надійності та ефективності експлуатації розподільних електричних мереж напругою 10 кВ – це переведення їх на напругу 20 кВ. Реконструкція передбачає повну або

часткову заміну обладнання ПЛ 10 кВ, заміну силових трансформаторів, приводів та іншого обладнання [2, 3]. Необхідно також зазначити, що у разі переведення на напругу 20 кВ обладнання деяких ТП 10/0,4 кВ, які ще не відпрацювали свій термін експлуатації (менше 25 років) можна використати для заміни більш старих ТП в інших електричних мережах.

Застосування номінальної напруги 20 кВ на противагу існуючим класам напруги у розподільних мережах дозволить:

- використати нове обладнання в габаритах старого;
- не збільшувати земельні ділянки підстанцій 6 – 10 кВ;
- не збільшувати охоронні зони повітряних ліній електропередавання;
- усунути дефіцит потужності в центрах живлення за рахунок розвантаження перевантажених РП 10 кВ існуючих знижувальних підстанцій;
- створити резерв потужності для надійного електропостачання споживачів;
- забезпечити передавання більшої потужності при тих самих перерізах проводів ліній електропередавання;
- зменшити технологічні втрати потужності.

Однією з основних переваг є збільшення пропускної здатності ліній електропередавання. Пропускна здатність лінії середньої напруги можна представити як:

$$S = \sqrt{3}U_{ном} \cdot J \cdot F$$

де  $S$  – потужність, що передається;  $U_{ном}$  – номінальна напруга;  $J$  – щільність струму,  $F$  – площа перерізу проводу.

Якщо площа перерізу проводу залишається без змін, тобто  $F_{10} = F_{20}$ , то можна стверджувати, що:

$$\frac{S_{20}}{S_{10}} = \frac{\sqrt{3}U_{20} \cdot J \cdot F}{\sqrt{3}U_{10} \cdot J \cdot F} = \frac{20}{10} = 2$$

В такому разі, очевидно, що пропускна здатність мережі 20 кВ в два рази більша за пропускна здатність мережі 10 кВ.

При переході на напругу 20 кВ змінюється номінальна потужність трансформатора. В табл. 3 представлено співставлення параметрів різних двообмоткових трансформаторів, де  $U_k$  – напруга короткого замикання;  $\Delta P_{кз}$  – втрати короткого замикання.

Таблиця 3 – Параметри двообмоткових трансформаторів

Клас напруги	$U_k$ , %	$\Delta P_{кз}$ , кВт	Максимальна потужність, МВА
110/10	11	400	125
110/20	10,5	900	400
220/10	11	380	125
220/20	12,5	1200	630

З табл. 3 видно, що збільшення напруги на вторинній обмотці з 10 кВ до 20 кВ призводить до зростання потужності більше ніж у три рази.

Ще однією істотною перевагою використання мереж 20 кВ є зменшення падіння напруги в лінії. Якщо падіння напруги представити рівнянням

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U^2}$$

тоді при однаковому навантаженні:

$$\frac{\Delta U_{20}}{\Delta U_{10}} = \frac{U_{10}^2}{U_{20}^2} = \frac{1}{4}$$

Таким чином падіння напруги в лінії зменшується на 75 % після підвищення напруги до 20 кВ при незмінному навантаженні, що свідчить про покращення якості напруги. Що стосується втрат потужності у лінії, то:

$$\Delta P = 3I^2 R$$

Якщо прийняти, що навантаження в мережі 10 кВ і 20 кВ однакові, то:

$$\frac{\Delta P_{20}}{\Delta P_{10}} = \frac{\frac{S_{20}^2}{U_{20}^2} R}{\frac{S_{10}^2}{U_{10}^2} R} = \frac{1}{4}$$

Тобто при виборі мережі напругою 20 кВ втрати потужності в лінії зменшуються на 75 %.

Для оцінки витрат на кольорові метали за умови, що щільність струму є постійною, а площа перерізу змінюється відповідно до  $U_{ном}$ :

$$\frac{F_{20}}{F_{10}} = \frac{U_{10}}{U_{20}} = \frac{1}{2}$$

Із співвідношення видно, що використання кольорових металів зменшується на 50 %.

**Висновки.** За умови техніко-економічного обґрунтування здійснення переведення розподільних електричних мереж 10 кВ на напругу 20 кВ дозволить значно підвищити експлуатаційну надійність та техніко-економічну ефективність роботи розподільних електричних мереж, а отже і надійність електропостачання споживачів.

#### Перелік послань

1. Казанський С.В. Надійність електроенергетичних систем: навчальний посібник [Текст] / С.В. Казанський, Ю.П. Матеєнко, Б.М. Сердюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 216 с. – ISBN 978-966-622-453-1.

2. ГКД 340.000.001-95 «Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. Методика. Загальні методичні положення» / Затверджено наказом Міністерства України від 23.02.95 № 1ПС, введено в дію з 01.03.95. – 51 с.

3. ГКД 340.000.002-97 «Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. Методика. Енергосистеми і електричні системи» / Затверджено наказом Міністерства України від 20.01.97 № 1ПС, введено в дію з 01.01.97. – 54 с.