

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖ 20 кВ

Наливайська А.Е., студентка, Кирик В.В., д.т.н., проф.
НТУУ «КПІ», кафедра електричних мереж та систем

Вступ. Сучасні тенденції розвитку великих міст та постійне збільшення кількості споживачів електричної енергії, основна частина яких – енергоємні установки, спричиняють поступове збільшення щільності навантаження електричних мереж. Більшість електричних установок та обладнання технічно та морально застарілі. Світовий досвід показує, що зі збільшення щільності навантаження міст мережі 20 кВ стають все більш актуальними для використання розподільних мережах середньої напруги.

Мета роботи. Дослідити використання мереж напругою 20 кВ за кордоном та проаналізувати їх переваги.

Матеріали і результати досліджень. На сьогодні, у світі існує низка країн, в яких клас напруги 20 кВ – це стандарт для розподільчих мереж відповідно до Міжнародної електротехнічної комісії [3]. З початку ХХ століття мережі напругою 20 кВ почали використовувати у Сполучених Штатах Америки, Франції та Німеччині, з 60-х років і в інших країнах Європи, таких як Італія, Австрія, Болгарія, Польща, Угорщина та інші (що складає 80% від загальної території Європи). В Азії, включаючи Сінгапур, Корею, Тайвань, Китай та інші країни перейняли досвід використання розподільних мереж напругою 20кВ. Дуже широко клас напруги 20 кВ використовується у Фінляндії, де виконано переведення сільських та міських мереж на напругу 20 кВ.

На рис. 1 зображено фрагмент мережі 20 кВ з трансформаторною підстанцією 110/20 кВ у місті Гельсінкі.

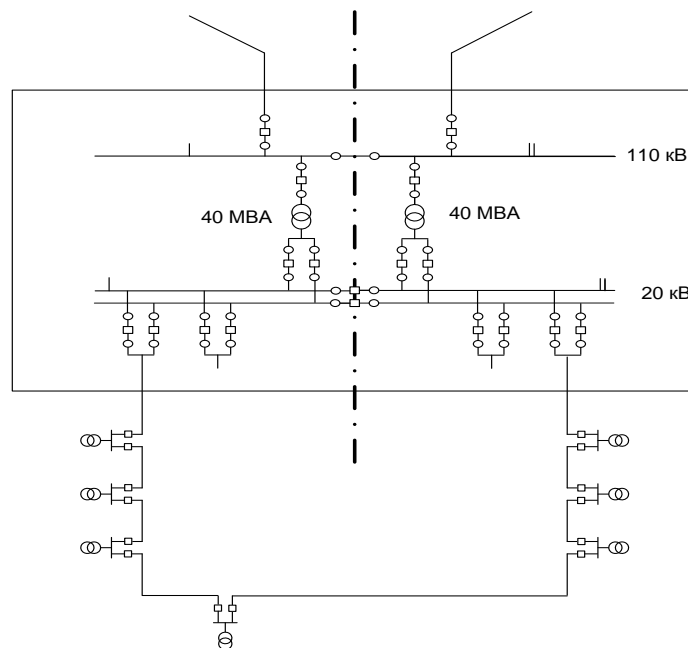


Рисунок 1 – Схема трансформаторної підстанції 110/20 кВ

Використання мереж напругою 20 кВ має ряд переваг [4]. Однією з основних переваг є збільшення пропускної здатності ліній електропередач. Пропускна здатність лінії середньої напруги можна представити:

$$S = \sqrt{3}U_n JF,$$

де S - потужність передачі; U_n - номінальна напруга лінії; J - щільність струму, F - площа поперечного перерізу проводу.

Якщо площа поперечного перерізу проводу однакова $F_{10} = F_{20}$, то можна стверджувати, що:

$$\frac{S_{20}}{S_{10}} = \frac{\sqrt{3}U_{20}JF}{\sqrt{3}U_{10}JF} = 2.$$

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

При виборі мереж 20 кВ суттєво змінюється номінальна потужність трансформатора. В табл. 1 представлено співставлення параметрів різних двообмоткових трансформаторів, де U_k - напруга короткого замикання; $\Delta P_{к.з.}$ - втрати короткого замикання [1, 2].

Таблиця 1 – Параметри двообмоткових трансформаторів

Клас напруги	U_k , %	$\Delta P_{к.з.}$, 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 таблиці видно, що максимальна потужність трансформатора суттєво не змінюється при збільшенні напруги на первинній обмотці. Збільшення напруги на вторинній обмотці з 10 кВ до 20 кВ призводить до зростання потужності більше ніж у три рази.

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

$$\Delta U = \frac{(PR + QX)}{U^2},$$

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:

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

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

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

Тобто втрати потужності, як і падіння наруги в лінії, зменшуються на 75% при виборі мережі 20 кВ.

Для оцінки витрат на кольорові метали при використанні наруги 20 кВ припустимо, що щільність струму J - постійна, а площа поперечного перерізу змінюється відповідно до U_n і дорівнює:

$$F = \frac{S}{\sqrt{3} U_n J}$$

Отже

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

Із співвідношення видно, що використання кольорових металів зменшується на 50% і, відповідно, затрати на побудову мережі 20 кВ зменшуються.

Висновки: Запровадження мереж наругою 20 кВ дозволяє краще оптимізувати режим електропостачання, покращити структуру і здатність живлення розподільчих мереж; знизити щільність навантаження ліній та підстанцій, зменшити використання земельних ресурсів необхідних для підстанцій; знизити втрати потужності та використання кольорових металів, покращити якість наруги, при стрімкому збільшенні навантаження у містах.

Перелік посилань

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12965-85 "Трансформаторы силовые масляные общего назначения классов напряжения 110 и 150 кВ. Технические условия" (утв. постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 сентября 1985 г. N 3055): - Издательство стандартов, 1985 – 32с.

2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 17544-85 "Трансформаторы силовые масляные общего назначения классов напряжения 220, 330, 500, 750 кВ. Технические условия" (утв. постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 сентября 1985 г. N 3054): - Издательство стандартов, 1985 – 32с.

3. OlegsBorscevskis, GerardsGavrilovs [International IEEE Conference-Workshop CompatibilityandPowerElectronics, CPE. - 2011](#). –P. 68-71.

4. SHU Dong-sheng, QIN Ru-jing, JIANG Ming-yue, WANG Tian-hua. Thediscussionofrisingvoltage to 20kV inurbandistributionnetwork// IEEE ElectricityDistribution, 2008. CISED 2008. ChinaInternationalConferenceon. – 2008. –P. 1-5.