

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИБОРУ НАПРУГИ 20 кВ ДЛЯ СІЛЬСЬКИХ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ

Гончар М. І., Попадченко С. А.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Розглянуті питання переводу розподільних повітряних мереж 6-10 кВ сільського електропостачання на напругу 20 кВ. Розроблений підхід і критерій техніко-економічної доцільності переводу мереж 6-10 кВ на напругу 20 кВ.

Постановка проблеми. Строки експлуатації значної різновидності різних елементів та різних видів електричних апаратів розподільних мереж 6-10 кВ відрізняються в межах десятирок років від 6 до 25 і більше [1,3]. В умовах експлуатації, за рахунок капітальних та поточних ремонтів, строки служби основних фондів окремих апаратів зростають. Але з часом відбувається не тільки фізичне, а і моральне зношення. За таких умов вся система електропостачання не задовольняє вимог до надійності, якості, а головне не приносить бажаних прибутків. За таких умов настає стан прийняття рішення щодо реконструкції і модернізації електричної системи розподілення. Реконструкція передбачає повну або часткову заміну обладнання ліній електропередавання, заміну потужності силових трансформаторів, проводів, опор і таке інше і в цілому всієї системи. Модернізація – це впровадження в існуючу систему нового більш ефективного обладнання.

На сучасному етапі в електропостачанні сільських споживачів України відбулись значні зміни: зросло в 3-и – 4-и рази навантаження; фізична і моральна зношеність електрообладнання досягла 60...80 відсоткової величини [1].

В той же час промисловість налагодила випуск кращих за параметрами електричних комутаційних апаратів: вимикачів, роз'єднувачів, створених з кращими властивостями ізоляційних матеріалів, налагоджені випуски багатofункціональної мікропроцесорної автоматики. Створились умови одночасного проведення реконструкції і модернізації розподільних мереж 6-10 кВ, загальна довжина яких знаходиться в межах 300 000 км [1]. На даний час використовуються, в основному, дві системи зниження напруги до промислової 380/220 В – це система 110 - 10(6) - 0,4 кВ та система 110 - 35 - 10(6) - 0,4 кВ.

Із зменшенням навантаження доцільніше замінити напругу 10-6 кВ розподільних мереж на напругу 20 кВ і перейти до створення системи 110 - 20 - 0,4 кВ.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Проблему використання напруги 20 кВ розглядали в роботах [2,3]. Основну увагу автори приділяли використанню напруги 20 кВ з промисловим навантаженням та будови магістральних ліній. Розподільні мережі системи сільського електропостачання розгалужені, мають велику довжину з підключенням до них значної кількості споживачів невеликої потужності силових трансформаторів в межах 10...160(250) кВА.

В мережах 6-10 кВ маємо значні технічні втрати електричної енергії, (ТВЕ), та втрати напруги, які

приводять до зниження відхилення напруги у споживачів.

Використання напруги 20 кВ приведе до зменшення ТВЕ та покращення якості електричної енергії.

Мета статті. Аналіз змін техніко-економічних показників розподільних мереж системи 110 – 10 – 0,4 кВ та системи 110 – 20 – 0,4 кВ на прикладі однієї розподільної лінії.

Основні матеріали дослідження. На рис.1 наведена принципова схема розподільної мережі 10 кВ. Прийmemo умову, що при використанні напруги 20 кВ потрібно буде замінити: на районній підстанції силовий трансформатор 110/10 кВ на трансформатор 110/20 кВ, а також на підстанції РП-10 на РП-20 кВ. На споживчих підстанціях (КТП) потрібно замінити РП високої напруги.

Прийmemo умову, що траса лінії, переріз проводів, ізоляція повітряних ліній (постілки вона прийнята із значним коефіцієнтом запасу) не буде мінятись. Вищенаведену умову прийняли в якості спрощення розв'язання поставленої мети. При виконанні поставленої задачі будуть додаткові капітальні затрати, які визначимо за формулою:

$$\Delta K_o = K_T + \sum_1^n K_{РП} + \sum_1^n K_{ТП} + \sum_1^n K_P + K_{in} - \sum_1^n K_{ni} \quad (1)$$

де $K_T, K_{РП}, K_{ТП}, K_P, K_{in}$ – капітальні вкладення в силовий трансформатор 110/20 кВ, розподільні пристрої і обладнання підстанції, розподільні пристрої КТП, роз'єднувачі та інші апарати;

K_{ni} – ліквідна вартість металобрухту системи 110 - 10 - 0,4 кВ, який замінюється в результаті фізичного і морального зносу і який не може бути використаний в системі 110 - 20 - 0,4 кВ.

Якщо реконструкція проводиться за один рік, то доцільним є порівняння розглянути з використанням методики по визначенню приведених розрахункових затрат, за формулою:

$$3 = E \cdot K_o + \alpha_p \cdot K_o + \alpha_k \cdot K_o + I_{об} + I_a + I_{ТП} + Y_n + Y_a, \quad (2)$$

де E, α_p, α_k – коефіцієнти ефективності E , відраховувати на амортизацію α_p , капітальний та поточний ремонт α_k ;

ΔK_o – додаткові капітальні вкладення в нову систему з використанням напруги 20 кВ;

$I_{об}$ – витрати на обслуговування;

I_n – грошові витрати за технічні втрати активної та реактивної енергії (ТВЕ) в розподільних лініях електропередавання ;

$I_{ТП}$ – грошові витрати за ТВЕ в силових трансформаторах;

U_n – підсумкові збитки від перерви в електропостачанні в терміни перебудови системи;

U_n – підсумкові збитки від неякісної електричної енергії.

Прирівняємо коефіцієнти E, α_p, α_{kn} , а також витрати на обслуговування та підсумкові збитки від неякісної енергії обох систем. Проведення робіт по перебудові розподільного пристрою (РП) високої напруги КТП допустимо провести в терміни, які не принесуть додаткових збитків від перерви в електропостачанні. Збитки від перерви в електропостачанні можуть бути значними при заміні на підстанції 110/10 або 35/10 силового трансформатора 110/20 кВ, (35/20) кВ і РП низької напруги 6-10 кВ.

Доцільність переведення систем 110 – 35 - 10(6) – 0,4 кВ, 110 –10– 0,4 кВ на систему 110 – 20 – 0,4 кВ буде виправданою, якщо затрати старої системи, Z_1 будуть більші за затрати нової системи, Z_2 , тобто

$$Z_1 - Z_2 > 0 \text{ і } Z_1 - Z_2 = D, \quad (6)$$

де D - деяка позитивна величина, доходи які задовольняють економічні умови функціонування нової системи з використанням напруги 20 кВ. Затрати Z_1 і Z_2 запишемо у вигляді :

затрати старої системи

$$Z_1 = P_* \cdot K_1 + \sum_1^n I_{1л} + \sum_1^m I_{1Т} \quad (7)$$

затрати нової системи

$$Z_2 = P_* \cdot \Delta K_\delta + \sum_1^n I_{2л} + \sum_1^m I_{1Т} + U_{нТ}, \quad (8)$$

де $P_* = E + \alpha_p + \alpha_{kn}$ – підсумковий коефіцієнт відрахувань;

n, m – відповідно кількість відхідних від РТП ліній нової і старої систем та кількість споживчих силових трансформаторів;

$U_{нТ}$ – збитки від перерви в електропостачанні при заміні силового трансформатора на РТП та РП.

Показник доцільності з врахування 6, 7 запишемо у вигляді (показник підсумку \sum в формулі не вписуємо)

$$D = Z_1 - Z_2 = P_* \cdot (K_1 - \Delta K_\delta) + \sum_1^n (I_{1л} - I_{2л}) + \sum_1^m (I_{1Т} - I_{2Т}) - U_{нТ} \quad (9)$$

Втрати електричної енергії в лініях 10 кВ більші в чотири рази в порівнянні з лінією 20 кВ, а в лініях 6 кВ в одинадцять:

$$\frac{\Delta W_{10}}{\Delta W_{20}} = \frac{S^2}{3 \cdot U_{10}^2} : \frac{S^2}{3 \cdot U_{20}^2} \cong 4,$$

$$\frac{\Delta W_6}{\Delta W_{20}} = \frac{S^2}{3 \cdot U_6^2} : \frac{S^2}{3 \cdot U_{20}^2} \cong 11, \quad (10)$$

де $\Delta W_6, \Delta W_{10}, \Delta W_{20}$ – відповідно ТВЕ в лініях 10, 6, і 20 кВ;

S – повна потужність навантаження, кВА;

U_6, U_{10}, U_{20} – відповідно напруга розподільних мереж 6, 10 і 20 кВ.

В силових трансформаторах втрати активної потужності в міді визначаються за формулою:

$$\Delta P_m = \frac{S_n \cdot r_m}{10^3 \cdot U^2}, \text{ кВт} \quad (11)$$

де S_n – номінальна потужність силового трансформатора, кВт;

r_m – активний опір обмоток силового трансформатора, Ом.

Співвідношення (9) для ліній і для силових трансформаторів практично збігається. Таким чином (8) перехід з 10 кВ на 20 кВ запишемо у вигляді:

- перехід з 10 кВ на 20 кВ:

$$D = P_* \cdot (K_1 - \Delta K_\delta) - U_{нТ} + (4I_{2л} - I_{2л}) + (4I_{2Т} - I_{2Т}) = P_* \cdot (K_1 - \Delta K_\delta) - U_{нТ} + 3(I_{2л} + I_{2Т}); \quad (12)$$

- перехід з 6 кВ на 20 кВ:

$$D = P_* \cdot (K_1 - \Delta K_\delta) - U_{нТ} + 10(I_{2л} + I_{2Т}). \quad (13)$$

В таблиці 1 наведені дані для ліній 10 і 20 кВ. За формулою (14) визначений показник доцільності D . Строк окупності додаткових капітальних вкладень визначається за формулою :

$$T_{20} = \frac{D}{\Delta K_\delta} \quad (15)$$

Доцільно зауважити, що при заповненні порівняльної таблиці 1 величини (5) мережі 20 кВ нами прийнято орієнтовано. Відомості про вартість електричних апаратів та елементів мережі 20 кВ відсутні. Наша мета розробити математичний механізм економічної та деякою мірою технічної доцільності переведення розподільних мереж 6-10 кВ на напругу 20 кВ.

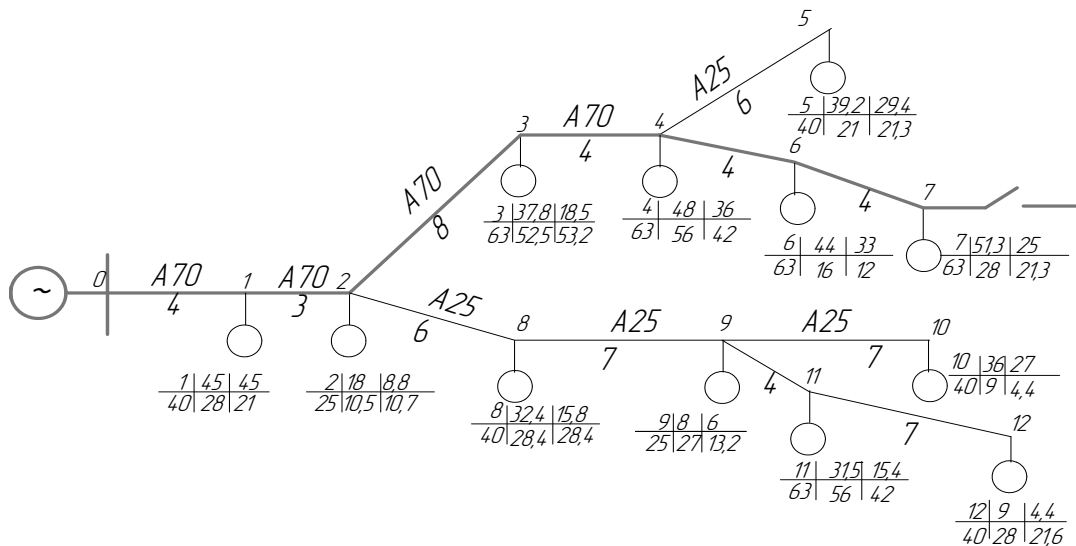


Рисунок 1 – принципова схема розподільної мережі 10 кВ.

Таблиця 1 – Економічні показники

№ п/п	Назва елемента передачі	Розрахункове навантаження на ділянках лінії									
		K	EK	$\alpha_p K$	αK	$I_{ал}$	$I_{рл}$	$I_{ам}$	$I_{рм}$	$I_{об}$	I_n
1.	ПЛ-10кВ	10216	1021,6	321,8	61,3	7,164	14,987	9864,3	8328,1	1346,4	15464
2.	ПЛ-20 кВ	10216	1021,6	321,8	61,3	1,669	2,9585	9864,3	8328,1	1346,4	15464

Висновки

1. В умовах, які склалися в сільському електропостачанні України доцільним є на державному рівні розробити плани переведення розподільних мереж, в першу чергу 6 кВ, на напругу 20 кВ.

2. В кожному конкретному випадку потрібно уважно підійти до визначення техніко-економічних показників.

3. Доцільним є введення дослідної мережі 20 кВ однієї підстанції РТП 110/20 кВ з установки споживчих ТП.

Список використаних джерел

1. Меженний С. Я. Програма розвитку розподільних електричних мереж України. // Електропанорама. – 2009. – № 9.

2. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. / Федоров А. А. – М. : Энергия, 1967. – 416 с.

3. Зальцбург Л. М. Экономика электроснабжения промышленных предприятий. / Зальцбург Л. М. – М. : Высшая школа, 1973. – 271.

4. Муха А. А. Энергоэкономическая эффективность распределительных трансформаторов / Муха А. А., Масловский С. Б. // Электрические сети и системы. – 2012. – №2– С. 48-50.

Аннотация

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЫБОРА НАПРЯЖЕНИЯ 20 КВ ДЛЯ СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Гончар М. І., Попадченко С. А.

Рассмотрены вопросы перевода распределительных воздушных сетей 6-10 кВ сельского электроснабжения на напряжения 20 кВ. Разработан подход и выработан критерий технико-экономической целесообразности перевода сетей 6-10 кВ на напряжение 20 кВ.

Abstract

SOME ASPECTS OF 20 KV FOR RURAL DISTRIBUTION NETWORKS

M. Gonchar, S. Popadchenko

Questions of transfer of distributive air networks are considered rural electric supply 6-10 kV of tension of 20 kV. The approach is developed and technical and economic criterion of expediency of transfer of networks of 6-10 kV on tension of 20 kV is developed.