

В. В. Кучанський¹
Ю. І. Тугай¹
І. Ю. Тугай¹

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗЩЕПЛЕНОЇ ФАЗИ ПОВІТРЯНИХ МІЖСИСТЕМНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ

¹Інститут електродинаміки НАН України, Київ

Вимоги щодо енергозбереження в лініях електропередавання постійно зростають, причому в першу чергу щодо збільшення пропускної здатності та надійності під час одночасного зниження витрат електроенергії на її транспортування, зниження екологічного впливу та скорочення смуги відчуження під будівництво. Пошук способів вирішення зазначених завдань, у разі одночасного поліпшення техніко-економічних показників ліній електропередавання і повітряних і кабельних, визначає одне з найважливіших напрямів науково-дослідницьких робіт у цій сфері. Введення ринку електроенергії також передбачає, як підвищення конкурентоспроможності енергопостачальних організацій, так і зниження власних витрат за транспортування електроенергії. Вибір економічно обґрунтованих перерізів проводів, довжин повітряних ліній електропередавання та номінальної напруги сприяє цьому. За умов ринкової економіки ймовірність вкладення капіталу в будь-який інвестиційний проект визначається терміном його окупності, рентабельності, можливими ризиками зниження прибутковості інвестицій. Під час введення нової лінії в експлуатацію необхідно вирішити питання її прибутковості або збитковості, і навіть має бути досліджено питання компенсування витрат усередині групи її споживачів. Неоптимально вибрані параметри режиму електропередавання, а також неоптимальна конструкція та переріз фази повітряних ліній і оперативна схема електричної мережі може призвести до невиправданих витрат електроенергії та нераціональних витрат на спорудження додаткових компенсуючих пристроїв реактивної потужності і, як наслідок, підвищення собівартості та тарифів за передавання електроенергії. Тому потрібне подальше розроблення та розвиток методології енергозбереження в електроенергетиці, удосконалення методів оптимізації конструкції та перерізу проводів, вироблення критеріїв переходу до підвищеної натуральної потужності, що дозволить досягти значної економії витрат, знизити відносні втрати електроенергії в лінії. Визначено межі сфери застосування запропонованої конструкції фази лінії з мінімальним кроком розщеплення з подальшим визначенням хвильового опору лінії з перевіркою умов забезпечення нормованого запасу стійкості під час передавання максимальної потужності. Розщеплення фази дозволяє зменшити індуктивний опір і відповідно тим самим збільшити значення потужності, що передається лінією електропередачі. В роботі проаналізовано умови статичної стійкості міжсистемної лінії електропередавання через зміну хвильового опору.

Ключові слова: переріз проводів, дисконтування, конструкція фази проводу, хвильовий опір, коронування проводів.

Вступ

На сучасному етапі розвитку техніко-економічного аналізу найважливішими критеріями вибору оптимального варіанта технічного рішення у будь-якій галузі народного господарства і зокрема в електроенергетиці є наведені та сумарні дисконтовані витрати за розрахунковий період. Проте їхнє застосування викликає труднощі, наприклад, під час зіставлення варіантів енергетичних об'єктів з різними потужностями або з різними розрахунковими періодами (строками служби), що ускладнює вибір оптимальних технічних рішень та за умов ринкової конкуренції збільшує ризики прийняття неправильного рішення [1]—[4]. Так, наприклад, не цілком коректно проводити техніко-економічне порівняння за мінімумом дисконтованих витрат для міжсистемних ліній електропе-

редавання (ЛЕП) різної номінальної напруги, тому що ці ЛЕП, які є одними з основних елементів електромережного комплексу і забезпечують транспортування електроенергії від джерел потужності до споживачів, відрізняються не тільки за величиною питомих капіталовкладень на одиницю довжини та рівнем втрат електроенергії в них, а й за обсягом електроенергії, що передається, значенням величини максимального струму навантаження, тарифам за передавання енергії, що за умов конкурентного ринку електроенергії збільшує цінові ризики і перешкоджає оптимальному вибору постачальника електроенергії [5]–[8]. У зв'язку з вищезазначеним потрібні розроблення та оптимізація іншої економіко-математичної моделі з технічними параметрами споруджуваної повітряної лінії електропередавання і з питомими економічними показниками, що дозволяє проводити техніко-економічний аналіз та економічне обґрунтування ухвалених технічних рішень [9].

Метою роботи є розроблення техніко-економічної моделі міжсистемної лінії електропередавання для економічного обґрунтування конструкції фази.

Результати дослідження

Для визначення кількості дротів n у фазі та їхнього радіусу r зручно використовувати площину з системою координат $r-n$. На ній позначено ділянку, яка визначає технічні обмеження на допустимий рівень радіо завад, допустимі за механічними умовами мінімальний і максимальний кроки розщеплення, а також обмеження на значення мінімального радіуса окремих проводів фази з урахуванням їхньої механічної міцності й максимально можливого радіусу проводу.

Умовою допустимого рівня радіозавад є дотримання умов такої нерівності

$$E_{\text{ф.макс}} < E_{p,n}, \quad (1)$$

де $E_{\text{ф.макс}}$ — діюче значення максимальної напруженості на поверхні проводів; $E_{p,n}$ — гранична допустима напруженість на поверхні проводів згідно з умовою допустимого рівня радіозавад.

Умову (1) для вибору радіусу та кількості проводів у фазі можна подати у такому вигляді:

$$n > \frac{r_p - r}{\left[\frac{(Z_c - 27,1)r_p \cdot E_{p,n}}{33,3U_{\text{ном}}} - 1 \right] \cdot r}, \quad (2)$$

де $E_{p,n} = 22,6 - 12,3 \lg(r)$, r_p — радіус розщеплення, см, r — радіус проводу, см, $U_{\text{ном}}$ — номінальна напруга.

Враховуючі механічні умови бажано, щоб крок розщеплення (відстань між сусідніми проводами у фазі, розташованими по колу) не перевищував певну допустиму величину: $d \leq d_{\text{доп}} = 30 \dots 60$ см. Приймаємо для $U_{\text{ном}} = 400$ кВ та $d_{\text{доп}} = 45$ см. У цьому разі крок розщеплення пов'язаний з радіусом розщеплення потрібно визначити за такою формулою:

$$d = 2r_p \sin \frac{\pi}{n}. \quad (3)$$

З (3) впливає умова обмеження ділянки допустимих параметрів

$$n \geq \frac{\pi}{\arcsin \frac{d_{\text{доп}}}{2r_p}}. \quad (4)$$

У випадку виникнення коливань проводів надійна робота ПЛ забезпечена, якщо виконана така умова:

$$d \geq M \cdot r, \quad (5)$$

де M — параметр, значення якого на основі наявного досвіду експлуатування рекомендовано брати не меншим ніж 24 [6], [7].

З урахуванням зв'язку між кроком і радіусом розщеплення (5) можна отримати нерівність, що описує обмеження допустимої ділянки з урахуванням мінімального кроку розщеплення

$$n \leq \frac{\pi}{\arcsin \frac{Mr}{2r_p}}. \quad (6)$$

Ділянка розташована нижче меж лінії, яка відповідає рівності за умови (6) на площині $r-n$ міс-

тять допустимі варіанти конструкції фази. Отримана ділянка допустимих конструктивних параметрів фази буде обмежена лінією ординати

$$r \geq r_{\text{доп}}, \quad (7)$$

де $r_{\text{доп}} = 1,08$ см — допустимий радіус проводу за механічною міцністю, що відповідає дротам із перерізом не менше 240 мм^2 .

У правій частині ділянка допустимих значень обмежена так:

$$r \leq r_{\text{макс}}, \quad (8)$$

де $r_{\text{макс}} = 2,12$ см — радіус проводу АС-1000/56, що має максимальний переріз з усіх, які випускає вітчизняна промисловість.

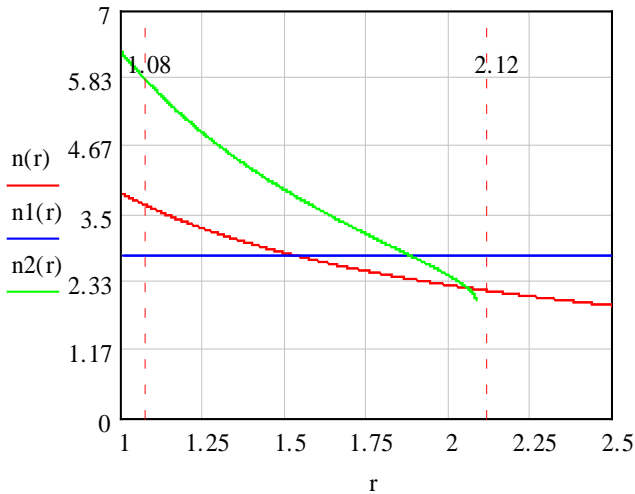


Рис. 1. Ділянка, яка задовольняє технічним обмеженням

На рис. 1 показано графіки функцій нерівностей (1), (4), (6)—(8) та ділянки допустимих значень параметрів розщеплення фази.

Враховуючи те, що в цій зоні знаходиться велика кількість варіантів, подальший вибір найкращих варіантів конструкції фази здійснимо за допомогою проведення мінімізації наведених витрат. Час максимальних витрат на нагрівання та корону визначають за формулами (9) та (10), відповідно.

$$\tau_H = \left[0,03 + 2,05 \frac{\left(\frac{T_{\text{макс}}}{T} \right)^2}{1 + \frac{T_{\text{макс}}}{T}} \right] T; \quad (9)$$

$$\tau_K = \left(\frac{U_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НБ}}} \right)^7 T, \quad (10)$$

де $T = 8500$ — кількість годин роботи лінії на рік.

Мінімізуючи дисконтовані витрати по j і ξ , знаходимо економічну щільність струму та економічний коефіцієнт запасу по короні за формулами (11) та (12) відповідно.

$$j_e = \sqrt{\frac{E_{\text{ПЛ}} \nu_F}{3\rho C_H \tau_H}} \cdot 10^3; \quad (11)$$

$$\xi_e = \sqrt[6]{\frac{0,119 \cdot 10^{-3} \cdot C_K \tau_K U_{\text{НБ}} (Z_c - 27,1) \left[1 - \frac{1,768 U_{\text{НБ}}}{(Z_c - 27,1) r_p} \right]^2}{E_{\text{ПЛ}} \nu_{nr}}}, \quad (12)$$

де $E_{\text{ПЛ}}$ — частка від капіталовкладень на споруду ПЛ, враховуючи нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності капітальних вкладень та щорічні витрати на амортизацію та обслуговування,

$E_{\text{ПЛ}} = 0,148$; ρ — питомий опір сталюалюмінієвих проводів, $\rho = 29,5 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{км}$.

Знаходимо постійні параметри, потрібні для пошуків локальних мінімумів дисконтованих витрат

$$C_{j_e} = \frac{10P_{\text{макс}}}{\sqrt{3} U_{\text{НБ}} \chi_3 \pi j_e}; \quad (13)$$

$$C_{\xi_e} = \frac{r_p - 1,2}{\frac{0,679 r_p (Z_c - 27,1)}{U_{\text{НБ}} \xi_e} - 1}, \quad (14)$$

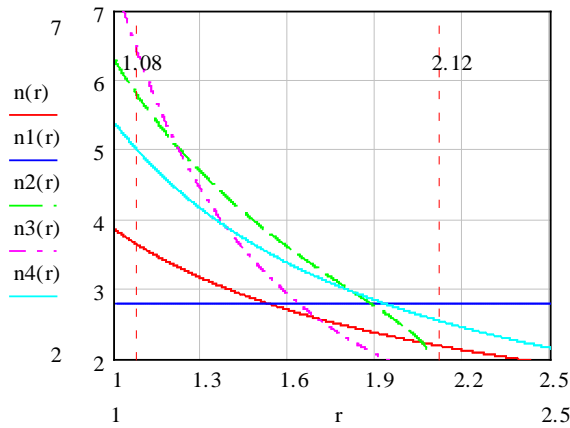


Рис. 2. Вибір оптимального варіанта конструкції фази

максимальної потужності [9]—[13].

$$\Delta P_{\text{нмакс}} = \frac{P_{\text{макс}}^2 \cdot \rho}{U_{\text{нб}}^2 \cdot F}; \quad (15)$$

$$\Delta P_{\text{кмакс}} = 35 \cdot 10^{-9} \frac{U_{\text{нб}}^2}{\xi^5}, \quad (16)$$

де ξ — коефіцієнт запасу по короні.

$$\xi = \frac{14,36 \left(1 + \frac{0,615}{r^{0,38}} \right) nr}{\frac{33,3 \cdot U_{\text{нб}}}{Z_C - 27,1} \cdot \left[1 + \frac{(n-1) \cdot r}{r_p} \right]}. \quad (17)$$

Визначимо питому вартість ПЛІ:

$$K_{\text{ПЛІ}} = K_0 + v_F \cdot F + v_{nr} nr. \quad (18)$$

Визначаємо дисконтовані витрати [14]:

$$B_D = \sum_t^T (B_{\Sigma t} + K_t - K_{\text{лікв}}) / (1 + E)^t, \quad (19)$$

де t — рік фактичного здійснення витрат; $B_{\Sigma t}$, K_t — капіталовкладення й щорічні витрати змінювані за рік t розрахункового періоду; E — норма дисконту ($E = 0,1$); T — тривалість періоду будівництва з витратами, за межами якого капіталовкладення не здійснюються і щорічні витрати постійні.

Оскільки ліквідаційна вартість пропорційна первісним капіталовкладенням, то величина $B_{\text{ДС}}$ залежить лише від двох основних економічних параметрів — вартості спорудження ($K_{\text{спор}}$) та сумарних щорічних експлуатаційних видатків ($B_{\text{експ}}$), до складу яких разом з витратами на обслуговування та ремонт ($B_{\text{обсл } t}$) входять і витрати на відшкодування втрат електроенергії ($B_{\text{витрати } t}$)

$$B_{\Sigma t} = B_{\text{обсл } t} + B_{\text{витрати } t}. \quad (20)$$

Обчислюємо річні втрати електроенергії

$$\Delta W_{\text{ПЛІ}} = (\Delta P_{\text{нмакс}} \tau_{\text{н}} + \Delta P_{\text{кмакс}} \tau_{\text{к}}) L. \quad (21)$$

Коефіцієнт корисної дії

$$\eta_{\text{ВЛ}}^E = \frac{W_{\text{ПЛІ}} - \Delta W_{\text{ПЛІ}}}{W_{\text{ПЛІ}}} = \frac{P_{\text{макс}} T_{\text{макс}} - \Delta W_{\text{ПЛІ}}}{P_{\text{макс}} T_{\text{макс}}}. \quad (22)$$

де $\chi_3 = 0,67$ — коефіцієнт заповнення перерізу проводу алюмінієм.

Точка перетину кривих (13) та (14) на площині відповідає глобальному оптимуму. Проте, оскільки рішення має дискретний характер (ціле число проводів у фазі n і цілком певні марки проводів та їхні радіуси r), то оптимальним є найближчий до точки перетину варіант. Проаналізувавши рис. 1 та вирази (13) та (14), можна переконатися, що глобальний оптимум потрапив у межі допустимої за технічними обмеженнями ділянки (рис. 2).

Для цього дроту радіус $r = 1,375$ см, сумарний переріз алюмінієвої частини фазних дротів $F = 3 \cdot 394 \text{ мм}^2$.

Для вибраного варіанта визначимо питомі втрати на нагрівання й корону під час передавання

Після визначення $K_{ПЛ}$, $B_{Д}$, $\Delta W_{ПЛ}$ та $\eta_{ПЛ}^E$ розраховуємо погонні параметри лінії наведених раніше параметрів

$$\begin{cases} b_0 = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D_{ср}}{r_e}}, \\ x_0 = 0,1445 \lg \frac{D_{ср}}{r_e} + \frac{0,0157}{n}, \end{cases} \quad (23)$$

де r_e — еквівалентний радіус розщеплення, обчислений як

$$r_e = r_p \sqrt[n]{\frac{nr}{r_p}}. \quad (24)$$

Еквівалентний радіус обчислюють через уточнений радіус розщеплення (рис. 3), який і собі може бути визначений через прийнятий допустимий крок розщеплення $d_{доп} = 45$ см.

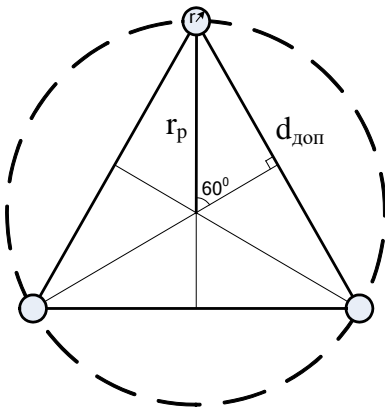


Рис. 3. Фаза проводу АС-400/51

Змінюємо радіус розщеплення, обчислений за приблизною формулою, на радіус, обчислений за прийнятим допустимим кроком розщеплення $d_{доп} = 45$ см. Як відомо, проводи можуть підвішуватись на опорі горизонтально або по вершинах рівностороннього трикутника. У нашому випадку вважаємо, що провід підвішений за другим варіантом. Сторона трикутника дорівнюватиме $d_{доп}$. Провівши до неї медіану з протилежного кута, отримуємо катет прямокутного трикутника розміром $d_{доп}/2$. Знаючи кут, протилежний до отриманого катету, що дорівнює 60° , обчислюємо гіпотенузу трикутника r_p .

$$r_p = \frac{d_{доп}}{2 \cdot \sin(60^\circ)}. \quad (25)$$

За погонними параметрами обчислюємо хвильовий опір і довжину ідеальної ПЛ.

$$Z'_c = \sqrt{\frac{x_0}{b_0}}; \quad (26)$$

$$\lambda = \sqrt{x_0 b_0} \cdot L. \quad (27)$$

Отримане значення Z_c перевіряють за умови стійкості роботи системи електропередавання та розраховують за таким алгоритмом ЛЕП. Під час визначення хвильового опору Z_c потрібно обов'язково дотримуватися умови щодо недопустимості перевищення пропускної здатності лінії, а саме враховувати максимальне значення потужності P_{max} , яку можливо передати по ЛЕП, враховуючи вимогу забезпечення нормативного запасу статичної стійкості,

$$P_{max} \leq P_{ПЗ} = \frac{P_{гран}}{1 + K_3}, \quad (28)$$

де K_3 — нормативний коефіцієнт запасу статичної стійкості по активній потужності.

Потужність, що передається за умовами стійкості паралельної роботи електростанції з прийнятною системою (ідеальна межа потужності, що передається)

$$P_{гран} = \frac{E_1 E_2}{X_{ЕП}}, \quad (29)$$

де E_1, E_2 — еквівалентні ЕРС першої та другої системи; $X_{ЕП}$ — опір ЛЕП, який розраховують, як відношення вихідної напруги до вхідного струму

$$X_{\text{ЕП}} = \frac{Z_C^2 - X_1 \cdot X_2}{Z_C} \sin \lambda + (X_1 + X_2) \cos \lambda, \quad (30)$$

де Z_C — хвильовий опір повітряної лінії, Ом; λ — хвильова довжина повітряної лінії; X_1, X_2 — еквівалентні опори першої та другої системи.

З формул для граничної потужності (29) та опору (30) випливає вимога до взаємного опору електропередавання, враховуючи умови забезпечення стійкості,

$$X_{\text{ЕП}} \leq X_{\text{ЕП.дот}} = \frac{E_1 E_2}{(1 + K_3) P_{\text{max}}}. \quad (31)$$

Враховуючи умову (31) та формулу (30), отримаємо таку квадратичну нерівність:

$$Z_C^2 - b \cdot Z_C - X_1 \cdot X_2 \leq 0. \quad (32)$$

Використовуючи нерівність (31) та враховуючі вимоги щодо забезпечення нормативного запасу статичної стійкості, хвильовий опір Z_C ЛЕП визначають як

$$Z_C \leq \frac{2(X_{\text{ЕП.дот}} - (X_1 + X_2) \cos \lambda)}{\sin \lambda} + \sqrt{4 \left(\frac{(X_{\text{ЕП.дот}} - (X_1 + X_2) \cos \lambda)}{\sin \lambda} \right)^2 + X_1 X_2}. \quad (32)$$

Отримане значення Z'_C з (26) перевіряють за умови стійкості електропередавання (32).

Висновки

Побудована на підставі питомих дисконтованих витрат економіко-математична модель ЛЕП пов'язує проєктні технічні параметри з режимами її експлуатації та дозволяє проводити техніко-економічне порівняння варіантів спорудження, що відрізняються номінальними напругами, обсягами електроенергії, що передається, та іншими базовими показниками. Побудована економіко-математична модель дозволяє пов'язати технічні параметри проєктованої ЛЕП, умови та режими її експлуатування з економічними характеристиками та провести техніко-економічне обґрунтування вибору економічних значень низки технічних параметрів ЛЕП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] L. Fan, H. Chen, S. Zhao, and Y. Wang, "Comparative Economic Analysis of Transmission Lines Adopted for Energy-Saving Conductors Considering Life Cycle Cost," *Inventions* 2024, 9, 75. <https://doi.org/10.3390/inventions9040075>.
- [2] David Dismukes, Robert F Cope III, and Dmitry Mesyanzhinov, "Capacity and economies of scale in electric power transmission," *Utilities Policy*. Elsevier, vol. 7(3), pp. 155-162, November, 1998.
- [3] S. Bingran, L. Jin, F. Yingmin, C. Guangsheng, Y. Bo, and R. Guoqi, "Analysis on selecting application of energy-saving conductors in overhead transmission line construction," in Proceedings of the 2016 China International Conference on Electricity Distribution (CICED), Xi'an, China, 10–13 August 2016; pp. 1–8.
- [4] Iiyuan Zhao, "Analysis of economic benefits of energy-saving Conductor Transmission Line Project[J]," *Value Engineering*, vol. 27, no. 2, pp. 130-131, 2012.
- [5] L. Fan, H. Chen, S. Zhao, and Y. Wang, "Comparative Economic Analysis of Transmission Lines Adopted for Energy-Saving Conductors Considering Life Cycle Cost," *Inventions* 2024, 9, 75. <https://doi.org/10.3390/inventions9040075>
- [6] E. Hadi and R. Setiabudy, "Analysis of Technical and Economics Overhead Transmission Line 150 kV Construction from Mine Mouth Coal Fired Power Plant to External Customer Substation," *J. Pendidik. Teknol. Kejuru*, no. 6, pp. 64–69, 2023.
- [7] J. S. Acosta, and M.C. Tavares, "Optimal selection and positioning of conductors in multi-circuit overhead transmission lines using evolutionary computing," *Electric Power Systems Research*, no. 180, pp. 106174, 2020.
- [8] J. S. Acosta, M. C. Tavares, and A. M. "Gole Optimizing multi-circuit transmission lines for single-phase auto-reclosing," *Electric Power Systems Research*, no. 197, pp. 107329, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2021.107329>.
- [9] Ю. І. Тугай, В. В. Кучанський, і Р. В. Пляшко, «Дослідження впливу параметрів ЛЕП НВН на аномальні перенапруги,» *Праці Інституту електродинаміки НАН України*, вип. 37, с. 17-21, 2014.
- [10] V. V. Kuchanskyu, and I. O. Zaitsev, "Corona Discharge Power Losses Measurement Systems in Extra High Voltage Transmission Lines," in *2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS)*, 2020, pp. 48-53.
- [11] V. G. Kuznetsov, Y. I. Tugay, and V. V. Kuchanskyu, "Influence of corona discharge on the internal overvoltages in highway electrical networks," *Tech. Electrodyn*, no. 6, pp. 55-60, 2017.
- [12] I. V. Blinov, I. O. Zaitsev, and V. V. Kuchanskyu, "Problems, methods and means of monitoring power losses in overhead transmission lines," in: *Systems, Decision and Control in Energy I: Collective monograph*. Springer, 2020, pp. 123-136. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48583-2_8.
- [13] I. O. Zaitsev, and V. V. Kuchanskyu, "Corona Discharge Problem in Extra High Voltage Transmission Line," in: Zapozhzhets, A., Artemchuk, V. Eds. *Systems, Decision and Control in Energy II. Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 346. Springer, Cham., 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_1.

[14] В. В. Кучанський, і Ю. Г. Лиховид, «Техніко-економічне обґрунтування вибору конструкції фази та перерізу проводу повітряної лінії електропередач,» *Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України*, вип. 61, с. 052, Травень 2022. doi:10.15407/publishing2022.61.052.

Рекомендована кафедрою електричних станцій та систем ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 10.09.2024

Кучанський Владислав Володимирович — канд. техн. наук, старший науковий співробітник, старший дослідник відділу оптимізації систем електропостачання, e-mail: kuchanskiyvladislav@gmail.com ;

Тугай Юрій Іванович — д-р техн. наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу оптимізації систем електропостачання;

Тугай Ірина Юрївна — канд. техн. наук, старший науковий співробітник відділу оптимізації систем електропостачання.

Інститут електродинаміки НАН України, Київ

V. V. Kuchansky¹

Yu. I. Tugai¹

I. Yu. Tugai¹

Substantiation of the Split Phase Construction of the Overhead Intersystem Power Transmission Lines

¹Institute of Electrodynamics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

The requirements for energy saving in power transmission lines are constantly growing, and first of all, regarding the increase in throughput and reliability while simultaneously reducing the consumption of electricity for its transport, reduction of the environmental impact, and the exclusion zone for construction. The search for the ways to solve these problems and simultaneous improvement of the technical and economic indicators of power lines, both overhead and cable, determines one of the most important areas of research work in this field. The introduction of the electricity market also involves increase of the competitiveness of energy supply organizations and reduction of own costs for electricity transport. The choice of economically justified cross-sections of wires, lengths of overhead power lines and nominal voltage of power lines contributes to the solution of the problem. In the conditions of the market economy, the probability of investing capital in one or another investment project is determined by its payback period, profitability, and possible risks of reducing investment profitability. When putting into operation a new power transmission line, it is necessary to solve the problem of its profitability or unprofitability, and the question of cost compensation within the group of its consumers should be investigated. Suboptimally selected parameters of the power transmission mode, as well as suboptimal design and cross-section of the overhead lines and operational scheme of the electrical grid can lead to unjustified losses of electricity, irrational costs for the construction of additional compensating reactive power devices and, as a result, an increase in the cost price and electricity transmission tariffs, therefore it is necessary to further develop and elaborate the methodology of energy saving in power industry, improve the methods of optimization of the design and cross-section of the wires, develop criteria for the transition to the increased natural power, which will allow to achieve significant cost savings, reduce the relative losses of electricity in the line. The limits of the area of application of the proposed phase line design have been determined with a minimum splitting step with subsequent determination of the wave resistance of the line with verification of the conditions for ensuring the normalized margin of stability when transmitting the maximum power. Phase splitting makes it possible to reduce the inductive resistance and, accordingly, thereby increase the value of the transmitted power in power transmission line. The paper analyzes the conditions of static stability of the intersystem power transmission line as a result of the change of the wave resistance.

Keywords: corona, power transmission lines, method of determining power losses, electric field strength, wire phase design.

Kuchansky Vladyslav V. — Cand. Sc. (Eng.), Senior Researcher, Doctoral Student of the Department of Power-Supply Systems Optimization, e-mail: kuchanskiyvladislav@gmail.com ;

Tugai Yuriy I. — Dr. Sc. (Eng.), Senior Researcher, Head of the Department of Power-Supply Systems Optimization;

Tugai Irina Y. — Cand. Sc. (Eng.), Senior Researcher of the Department of Power-Supply Systems Optimization