

## РОЗРАХУНОК ВТРАТ НА КОРОНУ ДЛЯ СТАНДАРТНИХ ПЕРЕРІЗІВ ПЛ 110, 220 кВ

**Мельник І.В., студент, Баженов В.А., к.т.н., доц.**

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем*

**Вступ.** Транспортування і перетворення електричної енергії завжди відбувається з витратами самої енергії. Внаслідок цього її деяка частина витрачається на транспортування по лініях електропередач і перетворення в трансформаторах. Технічні втрати електроенергії обумовлені фізичними втратами передачі і розподілення електроенергії. Одна з таких втрат – втрати на корону в лініях.

**Мета роботи.** розглянути основні фактори, що впливають на величину втрат на корону для ряду стандартних перетинів сталевалюмінієвих проводів на повітряних ЛЕП напругою 110 і 220 кВ, оцінити ефективність збільшення перерізу як методу боротьби з втратами на корону.

**Матеріали і результати досліджень.** У зв'язку з обмеженістю енергоресурсів, стрімкою зміною економічних умов і зростанням цін на електроенергію питання скорочення втрат при передачі електроенергії актуальний як ніколи. І якщо за часів СРСР конструкція ПЛ визначалася мінімумом приведених витрат на її спорудження та експлуатацію, які враховували навантажувальні втрати і втрати на корону, то в сучасних економічних розрахунках співвідношення цінових показників значно змінилися. Однозначно сказати, скільки коштує електроенергія на даний момент, вкрай проблематично, оскільки тарифні плани будуються в залежності від великої кількості факторів.

Для розрахунку обрані стандартні перетини. Першим етапом розрахунку втрат на корону є розрахунок ємностей фаз ПЛ за методикою, наведеною в [3].

Істотний вплив на ємності фаз надає відстань між фазними проводами, висота підвісу проводів і діаметр проводу. З огляду на те, що всі ці величини можуть значно відрізнятися навіть для ПЛ одного класу напруги, розрахунок проведено для конкретних опор. На напругу 110 кВ в якості розрахункової була використана опора УС110-3, а для напруги 220 кВ в якості розрахункової використовувалася опора ПС220П-4Т. Після розрахунку ємностей по максимальній робочій напрузі для даного класу напруги обчислюється амплітуда фазного напруги  $U_m$ , яку разом з ємністю використовують для знаходження заряду на фазі ПЛ за формулою (1):

$$q_i = C_i \cdot U_m \cdot \quad (1)$$

Потім за формулою (2) визначається амплітуда середньої напруженості поля на поверхні проводів:

$$E_{cp} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\sum_{i=1}^3 q_i}{3r_0} \quad (2)$$

Величина напруженості поля  $E_H$ , при якій корона охоплює весь провід, визначається за формулою:

$$E_H = 30,3 \cdot m \cdot \delta \left( 1 + \frac{0,3}{\sqrt{\delta r_0}} \right) \quad (3)$$

де  $r_0$  – радіус проводу, см;  $\delta$  – відносна щільність повітря;  $m$  – коефіцієнт гладкості для крученого дроту, прийнятий рівним 0,82.

Далі враховується вплив погодних умов. У розрахунку беруть участь наступні основні види погоди: хороша погода (без опадів); дощ, включаючи мокрий сніг; сніг; паморозь. Функції  $F_{x.п.}(E_{cp}/E_H)$ ,  $F_d(E_{cp}/E_H)$ ,  $F_c(E_{cp}/E_H)$  та  $F_{пам.}(E_{cp}/E_H)$  побудовані як середні по досвідченим точкам і наведені в [3]. Для подальшого обчислення втрат на корону необхідні дані через погодні умови, а саме – кількість годин на рік для кожного з погодних явищ, перерахованих вище:  $T_{x.п.}$ ,  $T_d$ ,  $T_c$  та  $T_{пам.}$ .

Оскільки значення втрат для різних видів погодних явищ можуть відрізнятися на порядок, їх час тривалості буде відігравати значну роль. Далі виконано два розрахунку за усередненими даними тривалості погодних умов з [1] для району з помірним кліматом і за даними, наведеними для Києва в [2]. Для порівняння дані через погодні умови з [3] і [4] наведені в табл. 1.

Далі для відношення  $E_{cp}/E_H$  для кожного виду погоди отримуємо значення функцій  $F_{x.п.}(E_{cp}/E_H)$ ,  $F_d(E_{cp}/E_H)$ ,  $F_c(E_{cp}/E_H)$  та  $F_{пам.}(E_{cp}/E_H)$  по приведеним в [3] кривим.

Таблиця 1 – Порівняння даних погодних умов

Джерело	$T_{x.п.}$ , год	$T_d$ , год	$T_c$ , год	$T_{пам.}$ , год
[3]	7235	500	800	225
[4]	7035	644	790	291

Сумарні втрати на корону для ПЛ на кілометр довжини обчислюються за такою формулою:

$$P_{кор} = \frac{r_0^2}{8760} \cdot E_{cp} \cdot 3 \cdot \left[ F_{x.п.} \cdot \left( \frac{E_{cp}}{E_H} \right) \cdot T_{x.п.} \cdot \delta^2 + F_d \cdot \left( \frac{E_{cp}}{E_H} \right) \cdot T_d + \right. \\ \left. + F_c \cdot \left( \frac{E_{cp}}{E_H} \right) \cdot T_c + F_{ПАМ} \cdot \left( \frac{E_{cp}}{E_H} \right) \cdot T_{ПАМ} + \right] \quad (4)$$

Результати розрахунків зведені в табл. 2 і візуалізовані на рис. 1, 2 у вигляді графіків залежності втрат від діаметра проводу.

Таблиця 2 – Розрахунок втрат на корону для ПЛ 110-220 кВ

110 кВ				220 кВ			
Переріз АС	Діаметр, мм	$P_{кор}$ [3], кВт/км	$P_{кор}$ [4], кВт/км	Переріз АС	Діаметр, мм	$P_{кор}$ [1], кВт/км	$P_{кор}$ [2], кВт/км
70/11	11,40	0,308	0,373	240/32	21,60	2,478	2,888
70/72	15,40	0,145	0,175	240/56	22,40	2,330	2,738
95/16	13,50	0,196	0,237	300/39	24,00	1,948	2,305
95/141	19,80	0,083	0,098	300/48	24,10	1,951	2,294
120/19	15,20	0,143	0,173	300/66	24,50	1,872	2,216
120/27	15,40	0,139	0,168	300/204	29,20	1,208	1,446
150/19	16,80	0,115	0,138	330/30	24,80	1,774	2,098
150/24	17,10	0,105	0,126	330/43	25,20	1,695	2,012
150/34	17,50	0,095	0,115	400/18	26,00	1,649	1,950
185/24	18,90	0,078	0,094	400/22	26,60	1,570	1,830
185/29	18,80	0,078	0,093	400/51	27,50	1,510	1,777
185/43	19,60	0,069	0,083	400/64	27,70	1,440	1,722
185/128	23,10	0,048	0,0058	400/93	29,10	1,203	1,440
240/32	21,60	0,049	0,060	–	–	–	–
240/56	22,40	0,048	0,059	–	–	–	–

Як видно з графіків, втрати на корону зменшуються з ростом діаметра дроту. Цього можна домогтися, змінюючи переріз алюмінієвої або сталеві складові проводу.

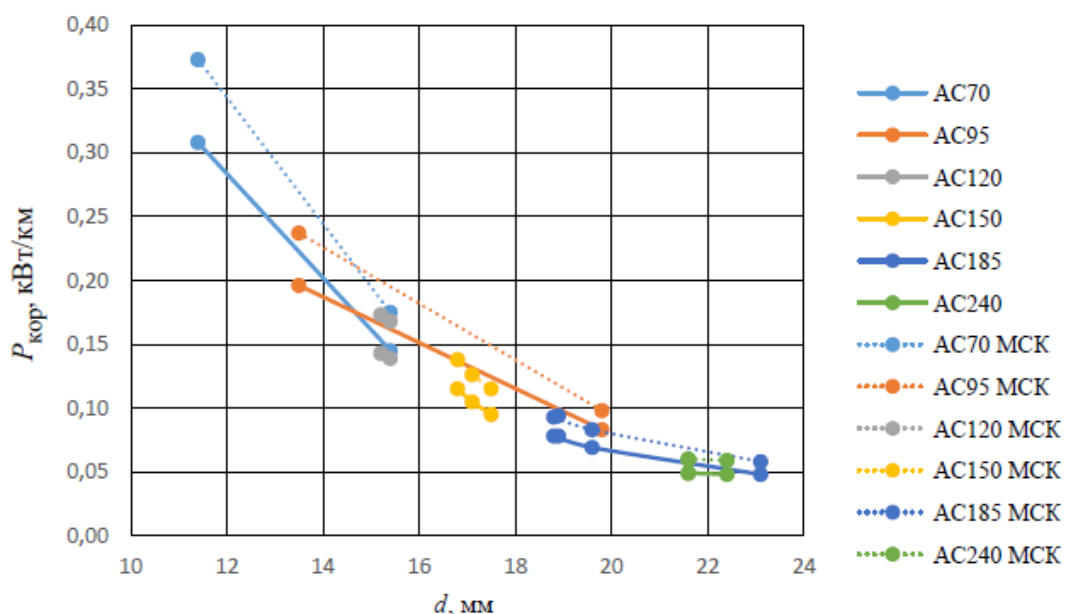


Рисунок 1 – Графіки залежності втрат від діаметра проводу

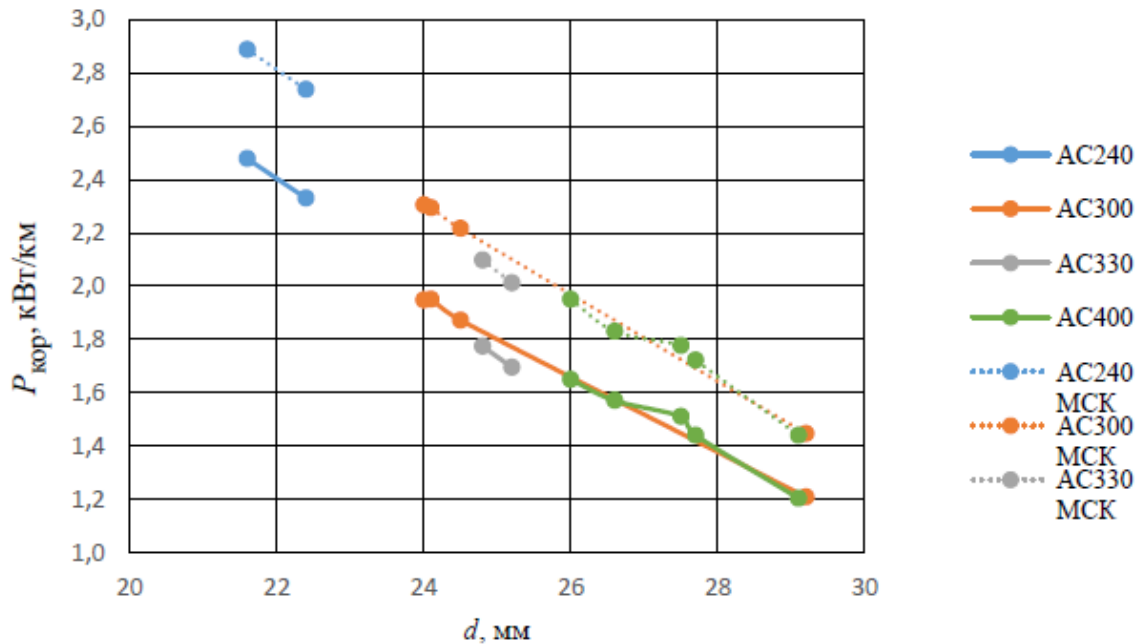


Рисунок 2 – графіки залежності втрат від діаметра проводу

Вибираючи велике перетин сталевого сердечника, доводиться повеличувати несучу здатність опор ЛЕП, що призводить до збільшення питомих вартісних показників ЛЕП. Оскільки провід АС185/24 має схожий питомою вагою, що і АС70/72, то для аналізу варіантів рішень щодо зниження втрат на корону доцільно порівняти їх інші параметри. Втрати на корону проводу АС185/24 менше в два рази, а навантажувальні втрати будуть менше майже в три рази. При цьому з'являється можливість для передачі більшої потужності по цій лінії, а вартість спорудження лінії зростає в 1,5 – 2 рази.

Також на величину втрат впливає тривалість опадів. Для отримання більш точних розрахунків величини втрат необхідно замовляти метеорологічні дослідження в районі проходження траси ЛЕП. Чим достовірніше дані, тим точніше будуть розрахунки, і можна буде зробити висновок про необхідність зменшення втрат за рахунок збільшення перетину дроту.

**Висновки.** Виходячи з розрахунків, можна помітити, що найбільш ефективним методом для зменшення втрат на корону є збільшення алюмінієвої складової дроту, так як це дає більше плюсів. Безсумнівно, це збільшує вартість проекту, але за рахунок менших втрат в лінії відрахування на витрати будуть менше.

#### Перелік посилань

1. Правила улаштування електроустановок . Видання офіційне. – Київ, 2017. - 617 с.
2. Довідник з проектування електричних мереж / під ред. Д.Л. Файбисовича. 4-те видання. - 2012 - 376 с.