

## АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ ОПОР ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ

**Кривохижа В.П., студент, Паненко О.М., асистент**

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

**Вступ.** Останнім часом для будівництва повітряних ліній електропередавання високої напруги все більше застосовуються так звані композитні матеріали. Зокрема, для виготовлення опор та ізоляторів.

Композитні опори повітряних ліній електропередавання (ПЛ) – це конструкції, виконані з армованих полімерних композитних матеріалів, призначені для утримання фазних проводів на заданій відстані від землі, та один від одного.

Актуальним є дослідження ізоляційних властивостей матеріалу, що може дозволити застосовувати нові рішення по блискавкозахисту ліній, в тому числі й більш прості, засновані на збільшенні електричної міцності фазної ізоляції [1].

Оскільки застосування та впровадження композитних опор тільки набуває свого розвитку, то проблемою їх використання виступає висока вартість виробництва. Тому, актуальні питання, розв'язок яких дозволить більш ефективно використовувати даний тип опор – вирішення проблеми собівартості виробництва композитних опор, а також більш детальне дослідження електричного впливу на конструкцію.

Слід зазначити, що досить висока вартість виробництва опори компенсується малими витратами на експлуатацію, а схожість діелектричних властивостей композитної опори з дерев'яною – полегшує процес впровадження опори, з урахуванням існуючих технічних та електричних вимог.

**Мета роботи:** визначення та аналіз актуальних проблем розробки та використання композитних опор ЛЕП.

**Матеріали досліджень.** Найбільш ефективним діелектричним матеріалом для опор є склопластик (або базальтопластик), оскільки має високий питомий електричний опір (близький до показника скла), характеризується низьким тангенсом кута діелектричних втрат, має високу механічну міцність (на рівні металів). Важливою особливістю склопластику, в порівнянні з монолітним склом і керамічними ізоляційними матеріалами, є його еластичність та низька крихкість. Опори, виконані з композитних матеріалів, допускають значно більші вигини під впливом несиметричних навантажень, ніж сталеві та залізобетонні. Саме ця властивість композитних опор вказує на доцільність їх застосування в складних кліматичних умовах.

До переваг композитних опор слід віднести наступні фактори.

- Мала вага опор. Щільність склопластику в 3,5 – 4 рази менше щільності сталі. Отже, композитні опори мають суттєво меншу масу, в порівнянні зі

сталевими аналогами. Ця властивість стає особливо важливою при спорудженні ЛЕП у важкодоступних районах (гориста місцевість, болота).

Таблиця 1 – Порівняння масогабаритних характеристик опор

Композитні опори		Дерев'яні опори	
Висота опор, м	Вага, кг	Висота опор, м	Вага, кг
8	38-45	8,5	180, 240, 320
9	42-66	9,5	200, 280, 380
11	57-92	11	240, 370, 460
12	68-110	12	300, 380, 530

- Спрощення зберігання і транспортування. Особливість такої конструкції опори в тому, що секції, з яких вона складається – порожністі. Це дає можливість зберігати і перевозити їх одну в іншій.

- Простота монтажу опор. Для побудови та встановлення опор з композитних матеріалів не потрібне застосування складних монтажних інструментів та важкої техніки.

- Не потребують технічного обслуговування в процесі експлуатації. Композитні опори не схильні до корозії, оскільки вони містять мінімум сталевих елементів, мають високу міцність та довговічність. Термін служби опор з композитних матеріалів знаходиться в діапазоні 65 – 80 років.

- Екологічність та вогнестійкість. Немає проблем з утилізацією опор, подібних дерев'яним, просочених креозотом.

- Хороші діелектричні властивості. Високовольтні опори, виконані зі склопластику чи базальтопластику, є діелектриками з високим показником електричної міцності. Таким чином, сама опора є ізолятором в системі «провід-земля». Застосування композитних матеріалів в несучих конструкціях опор дозволяє спростити конструкцію всієї опори і відмовитися від застосування ізоляторів, замінивши їх ізоляційними траверсами, також виконаними з композитного матеріалу. Використання ізолюючих траверс дозволяє пропонувати конструкції опор, за яких суттєво зменшується ширина траси ПЛ. Так, траса одноланцюгової ПЛ 220 кВ із використанням композитних опор з ізоляційними траверсами може бути на 15–40% вужчою в порівнянні з трасою ПЛ на звичайних опорах. У разі вертикального розташування проводів на опорі звуження траси ПЛ може сягати до 70 % [2].

**Проблеми використання діелектричних властивостей.** Використання композитних матеріалів для опор ПЛ 110-750 кВ, виконаних за аналогією з традиційними, диктує необхідність уточнення електричних параметрів опори, що впливають на блискавкозахист і роботу ізоляції. Традиційно, всі розрахунки опор виконуються виходячи з умови використання електропровідних матеріалів, що визначає вимоги до габаритів та до обмеження перенапруг [3].

Проблема у використанні ізолюючих властивостей композитних опор полягає в тому, що грозозахисний трос і можлива наявність металевих кріплень та траверс визначають необхідність виконання заземлення. Іноді заземлення організовано через внутрішні металеві зв'язки стійок. Перебіг струмів КЗ і струмів блискавки через внутрішні зв'язки, в поєднанні з серйозними механічними навантаженнями, може негативно позначитися на експлуатаційних характеристиках. Зовнішнє заземлення також виконують окремим спуском, який як і в попередньому випадку, має велику індуктивність, порівняно з металевими та залізобетонними опорами (де все тіло опор провідне).

Через високу індуктивність стійки композитної опори, при стандартній імпульсній міцності ізоляції, влучення блискавок значно частіше призводить до зворотного перекриття фазної ізоляції. Наприклад, для ПЛ 110 кВ на композитних опорах необхідно застосувати 11-14 ізоляторів (замість 7), а для ПЛ 220 кВ може знадобитися 20 ізоляторів (для звичайних опор 11-14) для досягнення того ж рівня блискавкозахисту, як на стандартних опорах. ПЛ з використанням композитних опор можуть відключатися в 2-3 рази частіше аналогічних ПЛ з традиційними опорами [1].

Підвищення рівня блискавкозахисту ПЛ може бути досягнуто шляхом використання ізоляційних властивостей опори і особливої конструкції заземлюючого спуску. Одна з пропозицій (дослідження проводяться в Китаї) – використовувати заземлювальний спуск троса, змонтований на віддаленні від опори (рис. 1) [4]. При такому виконанні заземлюючого спуску імпульсна міцність ізоляції ПЛ визначається проміжком «провід-спуск» по повітрю, а не значно нижчими розрядними характеристиками полімерних траверс і гірлянд ізоляторів.

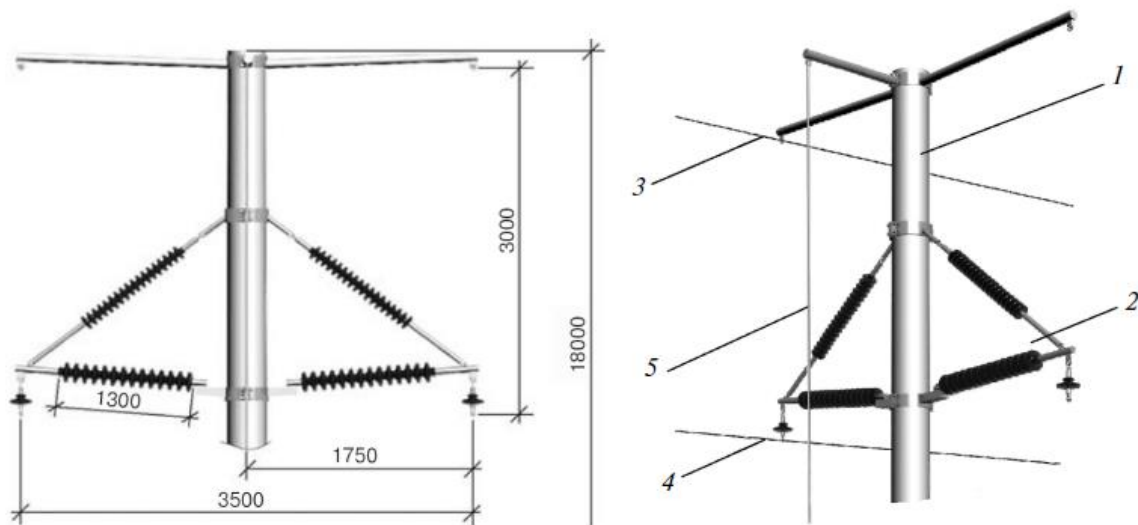


Рисунок 1 – Композитна опора з особливою конструкцією заземлюючого троса: 1 – композитна ізоляційна стійка; 2 – ізоляційна траверса; 3 – грозозахисний трос; 4 – фазний провід; 5 – заземлюючий спуск троса.

Таким чином, використання композитних опор з ізоляційними траверсами та особливою конструкцією заземлюючого троса сприяє значному покращенню блискавкозахисту, в порівнянні з аналогічними сталевими опорами.

Перспективним є застосування ізоляційних опор на ПЛ з грозозахисним тросом в місцевості з локальним підвищенням питомого опору ґрунту. Забезпечити прийнятний опір заземлення для традиційної опори, встановленої, наприклад, на скелі, вельми складно. Більш того, будь-яка металева заземлена опора, що височіє над навколишніми об'єктами, стягує на себе грозові розряди. Традиційно для захисту ізоляції в цьому випадку використовують ОПН, але часто це не вирішує проблеми [1].

Інший підхід полягає в тому, що в композитних опорах стійка забезпечує достатню ізоляційну відстань від троса до проводів, що дозволяє відмовитися від заземлення троса на частині опор та від жорсткого нормування заземлення. Можна припускати, що використання композитних матеріалів в конструкції опори дозволить створити повністю ізоляційні опори. ЛЕП з такими оптимізованими за конструкцією опорами будуть мати переваги у блискавкозахисті.

**Висновки.** З'ясовано, що застосування композитних матеріалів для опор ПЛ 110-750 кВ, виконаних за аналогією з традиційними, диктує необхідність уточнення електричних параметрів опори.

Суттєві відмінності електричних параметрів опор з нових матеріалів, від параметрів аналогічних за призначенням традиційних опор, визначають необхідність додаткових досліджень та адаптування існуючих методик і норм, щодо коректного визначення таких експлуатаційних властивостей ПЛ, як блискавкозахист та електрична міцність ізоляції.

Показано, що все ще актуальним є розробка технічних рішень щодо відомих проблем експлуатації композитних опор з метою підвищення надійності та безпеки експлуатації електричних мереж. При цьому, розглядати опори слід не тільки як будівельні конструкції, але і як електротехнічні елементи мережі.

#### Перелік посилань

1. Бочаров Ю.Н., Жук В.В. Грозоупорність воздушных ЛЭП высокого напряжения с композитными опорами // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2013, №1. - С. 80-83.
2. Бочаров Ю.Н., Жук В.В., Пильнева А. И. Компактные композитные опоры с изолирующими стойками для высоковольтных воздушных линий // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2014, №4(204). - С. 7-11.
3. Бочаров Ю.Н., Жук В.В. Композитные опоры. Перспективы применения для ВЛ 110-750 кВ // Новости Электротехники. – 2012, №1(73). - С. 22-25.
4. Zhijun, L. Study on grounding design for lightning of tubular composite material towers in 110kV overhead transmission line / Zhijun Li, Han-Ming Li, Min Dai, Shi-Cong Deng, Ding-xie G, Qian-Hu Wei [Электронный ресурс] // 2010 International Conference on High Voltage Engineering and Application / New Orleans, 2010.— P. 473–475. IEEE Xplore (<http://ieeexplore.ieee.org>). DOI: 10.1109/ICHVE.2010.5640725.