

УДК 621.311

О.Ю. Єгорова, Д.О. Гусєв

Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ БАГАТОГРАННИХ МЕТАЛЕВИХ ОПОР

Розглянуто сучасний стан електричних розподільчих мереж 35 – 110 кВ. Проаналізовано надійність роботи елементів повітряних ліній електропередач. Запропоновано основні заходи щодо підвищення експлуатаційної надійності ліній електропередач за рахунок впровадження багатогранних металевих опор.

Ключові слова: повітряні лінії, багатогранні металеві опори.

Вступ

Постановка проблеми та аналіз літератури. В енергетиці України розподільчі електричні мережі 35 – 110 кВ є найбільш поширеними, їх загальна довжина оцінюється більш ніж в два мільйони кілометрів. При цьому мережі саме цього класу напруги є найбільш аварійними. З цієї причини перед енергетиками, що експлуатують розподільчі мережі 35 – 110 кВ стоять найбільш актуальні завдання – необхідність розробки нових конструкцій опор та сучасних технологій лінійного будівництва, які дозволять істотно знизити витрати і скоротити терміни будівництва, підвищити надійність і довговічність нових ліній електропередач. Одним з напрямків досягнення цих цілей має стати широке використання багатогранних металевих опор, які в більшості розвинених країн світу використовуються вже протягом 30 – 35 років. Вони застосовуються і в розподільчих мережах, і в мережах високої напруги, і в якості проміжних опор, і в якості складних – анкерні, перехідні.

За останні 10 – 15 років на Україні спостерігаються систематичні руйнування повітряних ліній електропередачі (ЛЕП) від впливу на них ожеледно-вітрових навантажень.

З року в рік ці пошкодження повторюються і носять масовий характер, в результаті чого на тривалий період часу залишаються без напруги десятки районів (особливо в південних та деяких східних і центральних областях України).

Аналіз аварій на ліній електропередач показує, що основними причинами їх є:

1. Невідповідність характеристик міцності прийнятих конструктивних елементів ЛЕП чинним навантажень із-за низької якості їх виготовлення, а саме недостатнього напруження сталевих арматур залізобетонних стійок опор, застосування цементу низьких марок, порушення технологічної пропарювання при їх виготовленні.

2. Застосування не висушеної деревини для опор, неякісна просочування деревини антисептиком; застосування деревини для стояків опор із заниженим діаметром по верхньому отрубу і т. ін.

3. Низька якість будівельно-монтажних робіт: заглиблення стояків у просвердлені фундаментні

котловани на відмітки нижче проектних; відсутність ригелів у фундаментній частині стійок при установці в слабких ґрунтах; незадовільні конструкції в'язок проводів до ізоляторів в ожеледних районах.

4. Незадовільна експлуатація ліній електропередач: несвоєчасна перевірка деревини на предмет виявлення її загнивання; несвоєчасна виправка деревини стійок опор, відхилених від вертикальної осі більше норми; несвоєчасна заміна ізоляторів, зруйнованих блискавичними ударами і т. ін.

5. Вплив на лінії електропередачі великих навантажень (в основному ожеледно-вітрових), що можна пояснити невідповідністю прийнятих проектними організаціями рішень реальним кліматичним умовам експлуатації ЛЕП.

Рішення задач такого масштабу неможливо без широкого застосування нових матеріалів, устаткування і технологій. Для підвищення ефективності робіт у цьому напрямку можливо за рахунок застосування при проектуванні нових ліній електропередач багатогранних металевих опор, що дозволить консолідувати наукові, виробничі і фінансові ресурси, ліквідувати відставання в цій галузі та забезпечити ефективне вирішення завдань з модернізації та розвитку розподільчих мереж і мереж високої напруги.

Основний матеріал

Фундаменти багатогранних металевих опор.

Установка багатогранних металевих опор в ґрунт може проводитися трьома основними способами. Перший – традиційний для бетонних опор – установка в пробурений котлован. Другий спосіб – установка на трубчастий фундамент. У цьому випадку в ґрунт встановлюється труба потрібного діаметру з фланцем і в ній кріпиться багатогранна металева опора. Третій спосіб – установка на анкерний фундамент.

Вперше багатогранні опори були застосовані ВАТ «Костромаенерго» у 2005 році при будівництві ПЛ 110 кВ. На ділянці 45 км замість 242 бетонних та 42 гратчастих опор було встановлено 190 багатогранних опор. У результаті середній проліт збільшився в 1,5 рази (з 160 до 240 м), в три рази скоротився обсяг завезених вантажів, скоротилися терміни будівництва і витрати.

Перший досвід будівництва, випробування і аналіз іноземного досвіду дозволяють досить чітко сформулювати переваги багатогранних опор.

Транспортабельність опор. Невелика вага багатогранних металевих опор і особливості конструкції значно скорочують обсяги транспортних і вантажно-розвантажувальних робіт. Для їх транспортування не потрібні зчіпки платформ і опоровози. Довжина секцій (не більше 11,5 метра) дозволяє транспортувати їх у звичайних напіввагонах або автопричепках. У процесі транспортування і перевантаження опори не пошкоджуються. При будівництві в Костромській області (700 км від місця виробництва) доставка здійснювалася автотранспортом, по 5 комплектних опор в машині. Термін доставки – 1 день, транспортні витрати – 75 тис. грн., або близько 1% від загальної вартості будівництва. Транспортування на далекі відстані здійснюється залізничним транспортом по 6 – 7 опор у піввагоні. Вартість доставки буду становити менше 5% від вартості будівництва.

Порівняльний аналіз витрат на будівництво багатогранних металевих опор. Порівняння витрат на будівництво 1 км ПЛ змінює картину.

Найменші витрати у багатогранних опор. За залізобетонним вони вищі в 2 рази, по гратчастим – в 4 рази. Двократне погіршення витрат по бетонних опор обумовлено наступними факторами. По-перше, пролітні відстані у багатогранних і гратчастих опор приблизно однакові і для одноланцюгових ліній становлять 250 – 300 метрів. Для залізобетонних опор воно в 1,5 – 2 рази менше. Відповідно збільшується кількість опор і знижується продуктивність праці у розрахунку на 1 км ЛЕП. По-друге, в багатогранних лініях у якості анкерних опор використовуються одно-, двох-або тристоєчні багатогранні опори. Час на їх установку не багатьом більше ніж на установку проміжних багатогранних опор. У лініях на базі залізобетонних опорах в якості анкерів використовуються металеві гратчасті опори на спорудження яких потрібно в кілька разів більше часу. Це значно погіршує показники продуктивності та швидкості монтажу по залізобетонних варіантах будівництва ЛЕП.

Наведемо порівняльний аналіз металеві багатогранної і залізобетонної опор за вартісними витратами при спорудженні ЛЕП 1 км у вигляді табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз металеві багатогранної і залізобетонної опор за вартісними витратами при спорудженні ЛЕП 1 км

№	Вид витрат	Сталеві багатогранні опори тис. грн.	Залізобетонні опори тис. грн.	Різниця у вартості, тис. грн.	Різниця у вартості, %
1	Конструкції та матеріали (опори та фундаменти)	279,5	411,3	-131,8	-32
2	Земляні роботи (буріння свердловин шнеком)	540,5	867,7	-327,2	-38
3	Використання автотранспорту	108,3	498,6	-390,3	-78
4	Монтаж фундаментів і опор	111,0	278,0	-167,0	-60
5	Разом	1039,3	2055,6	-1016,3	-41,6

Також багатогранні металеві опори призначені для освітлення автодоріг, споруди контактної мережі електричного транспорту, прожекторних щогл, опор для ліній електропередач. Опори представляють собою багатогранну конічну конструкцію, виготовлену зі сталевих листів товщиною 3 – 12 мм, можуть бути одно-і багатосекційними з висотою до 40 метрів і більше. Опори в 5 – 7 разів легше бетонних, значно надійніше, естетичних довговічних вживаних в даний час аналогів. Антикорозійне покриття - цинк, фарба, грунт. Багатогранні опори можуть виготовлятися з різними технічними характеристиками:

- висота опор: до 30 метрів;
- діаметр: від 75 до 750 мм;
- товщина стінок: від 3 мм до 8 мм;
- форма перетину: 8 – 24 грані;
- конструкція : одно-, двох-і трисекційна;
- покриття: грунт, фарба, гаряче цинкування.

Велика різноманітність параметрів металевих багатогранних опор дозволяє використовувати їх для спорудження:

- ліній електропередач напругою 6 – 10, 35, 110 кВ;
- контактних мереж залізних доріг;

- контактних мереж тролейбусних ліній;
- освітлення автомагістралей і міських вулиць;
- телекомунікаційних вишок;
- дорожніх показників, флагштоків і т.п.

У порівнянні з бетонними опорами багатогранні опори мають ряд переваг:

- вага металевих опор в 6 – 8 разів менше бетонних (130 – 180 кг проти 1200 – 1500 кг при висоті опор 10 – 12 метрів);
- габаритний проліт між металевими опорами може бути в 2 – 3 рази більше;
- термін служби металевих опор складає 75 років проти 30 у бетонних;
- швидкість монтажу металевих опор вище в 3 – 4 рази, при цьому не потрібно використання важких підйомних механізмів;
- транспортні витрати на перевезення залізничним і автомобільним транспортом в 4 – 5 разів нижче;
- під час перевезення і перевалки відсутні пошкодження опор (вибракування бетонних опор може доходити до 30%);
- висока надійність металевих опор у складних ожеледних, вітрових та ін. умовах різко знижує аварійність;

– експлуатаційні витрати з обслуговування мереж в кілька разів нижча.

Надійність. Під надійністю розуміється властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування (ГОСТ 20.002.89.). Надійність є комплексним властивістю, що у залежності від призначення об'єкта та умов його застосування включає безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереженість. За всім цим характеристикам багатогранні опори краще традиційних. Так, довговічність, найважливіший з приватних показників, в середньому становить для бетонних опор 30 років, для гратчастих – 40 років, а для багатогранних – 50 років. Фактично, тільки металеві багатогранні опори задовольняють новим технічним вимогам по термінах служби.

Довговічність. Металеві гратчасті опори в оцинкованому виконанні служать 40 років, неоцинковані – значно менше. Термін служби багатогранних металевих опор у всьому світі приймається не менше 50 років. Причина збільшення терміну в порівнянні з гратчастими опорами в технології виробництва та збирання опор. Якщо взяти стандартну оцинковану широкобазну опору 110 кВ, то її збірка передбачає близько тисячі болтових з'єднань. На кожному з них можливе порушення цинкового покриття в процесі складання. Зварні гратчасті опори мають величезну кількість зварних швів. Наприклад, на 10 метрах опори ЕЛСІ таких швів понад 300. Проконтролювати якість зварювання та провести зачистку перед цинкуванням такої кількості зварних з'єднань практично неможливо. Все це чинники ризику, які знижують термін служби гратчастих опор. Багатогранні металеві опори мають один або два зварних шва, виконаних автоматом (при необхідності під флюсом або в середовищі інертних газів). Зварений шов має 100% контроль. При виявленні дефектів проводиться їх усунення. Перед цинкуванням шви зачищаються, що забезпечує якісне нанесення цинкового покриття. Саме цим зумовлена велика довговічність багатогранних металевих опор.

Крім того, відзначаються і такі позитивні моменти як: естетичність, простота утилізації, малий землевідведення, простота обслуговування.

Висновки

1. Основною причиною, що викликає різке збільшення пошкоджуваності високовольтних ліній,

є старіння матеріалу конструкції опор, проводів, арматур і ізоляторів. Лінії електропередачі піддаються старінню й зношуванню від корозії й знакових змінних навантажень, при цьому кількість відмов збільшується від 3-х до 5% у рік.

2. По кількості відмов на першому місці стоять проводи (52% з урахуванням грозових перенапруг і 37% без їхнього обліку), на другому місці ізолятори (відповідно 31% і 23%), на третьому місці опори (13% і 9%), на четвертому – арматури (4% і 3%). Грозові перенапруги становлять 28%.

3. По вазі відмов, що приводять до серйозних наслідків для ліній електропередачі (більші витрати на відновлення й недовідпуску електроенергії) на першому місці стоять опори, потім провoda, арматури, ізоляція.

4. Для підвищення експлуатаційної надійності повітряних ліній електропередач необхідно:

4.1. На стадії проектування повітряних ліній:

– використовувати прогресивні технічні рішення й сучасні технології й матеріали, що підвищують надійність і довговічність ліній електропередачі;

– розробити нові конструкції опор на базі багатогранних металевих опор, що дозволяють споруджувати нові лінії з більшим строком експлуатації, проводити технічне переозброєння й реконструкцію у всіх кліматичних районах з необхідним рівнем надійності, швидко відновлювати опори після аварій, що не дозволяє проведення актів вандалізму;

4.2. При експлуатації повітряних ліній:

– підвищити рівень діагностики, тому що існуюча система діагностики стану повітряних ліній неефективна, що зв'язано як відсутністю на об'єктах електричних мереж технічних засобів у необхідному обсязі, так і недостатністю методичної бази по всьому спектрі можливих систем діагностики.

Список літератури

1. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.eprussia.ru/epr/68/4581.htm>.

2. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://energy.prompages.ru/article.php?id_it=367.

3. Семенко В.Д., Костіков В.І. Опори для ліній 0.4 - 10 кВ. Нові рішення / Семенко В.Д., Костіков В.І. // *Енергетика та електрифікація*. – К. – 2001. – № 8(217). – С. 42-47.

Надійшла до редколегії 17.02.2011

Рецензент: канд. техн. наук, доц. І.В. Пантелеєва, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ МНОГОГРАННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР

О.Ю. Егорова, Д.О. Гусев

Рассмотрено современное состояние электрических распределительных сетей 35 – 110 кВ. Проанализировано надежность работы элементов воздушных линий электропередач. Предложено основные меры по повышению эксплуатационной надежности линии электропередач за счет внедрения многогранных металлических опор.

Ключевые слова: воздушные линии, многогранные металлические опоры.

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF DISTRIBUTION NETWORKS MULTIFACETED METAL POLES

O.U. Egorova, D.O. Gusev

The present state of electricity distribution networks 35 – 110 kV. Analyzed the reliability of the elements of overhead power lines. The basic steps to improve the operational reliability of power lines through the introduction of multi-faceted metal poles.

Keywords: air lines, multi-faceted metal supports.