

ОСОБЛИВОСТІ БЕЗПЕЧНОГО ВИКОНАННЯ РОБІТ У ДІЮЧИХ ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ПІД РОБОЧОЮ НАПРУГОЮ

*Сабарно Р.В., канд.техн.наук, доц. (каф. ОПП і ЦБ НТУУ “КПІ”),
Сабарно Л.Р., канд.техн.наук, с.н.с.; Севастюк І.М., пров. інж. (ІЕД НАНУ),
Губеня З.С., Стадник В.Г., студ. (ФЕА НТУУ “КПІ”)*

Вступ. Небезпека експлуатації електроустановки (ЕУ) зумовлюється:

- можливістю прямого дотику до струмовідних частин під напругою;
- можливістю непрямого дотику до металевих корпусів ЕУ;
- можливістю ураження напругою кроку.

Експлуатації ЕУ притаманні такі відмінні особливості:

- значна кількість можливих схем включення людини в електричне коло;
- багатогранність наслідків ураження людини електричним струмом;
- неможливість дистанційного (без дотику) визначення небезпеки.

З метою убезпечення експлуатації застосовуються конструктивні і схемні заходи захисту і використовуються електрозахисні засоби, або саме відповідна організація робіт в ЕУ має первинне значення. [4]

Експлуатація діючих ЕУ підрозділяється на оперативне обслуговування та виконання робіт.

Оперативне обслуговування включає наступні технологічні операції: ведення необхідного режиму роботи ЕУ; проведення перемикачів та оглядів обладнання; підготовка до проведення ремонту; технологічне обслуговування окремого обладнання, передбачене виробничими інструкціями.

Виконання робіт передбачає такі технологічні операції:

- ремонтні роботи – комплекс робіт з відновлення справності та працездатності обладнання;
- технічне обслуговування – комплекс робіт з підтримки працездатності обладнання у період його використання. [1, 2]

Категорії робіт в ЕУ щодо заходів безпеки. Роботи в ЕУ щодо заходів безпеки підрозділяються на три категорії:

- *зі зняттям напруги* – що проводяться в ЕУ чи її частині, в якій зі струмовідних частин знято напругу, та доступ в ЕУ чи її частини, що знаходяться під напругою, унеможливлено;
- *без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них* – що проводяться безпосередньо на струмовідних частинах або на відстанях від цих частин, менших припустимих (рис. 1);
- *без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою* – під час якої є неможливим випадкове наближення працівників та інструменту до струмовідних частин на відстань меншу припустимої. [1, 2]

Зазвичай найбільш небезпечними і такими, що вимагають застосувань серйозних заходів безпеки, є роботи без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них.

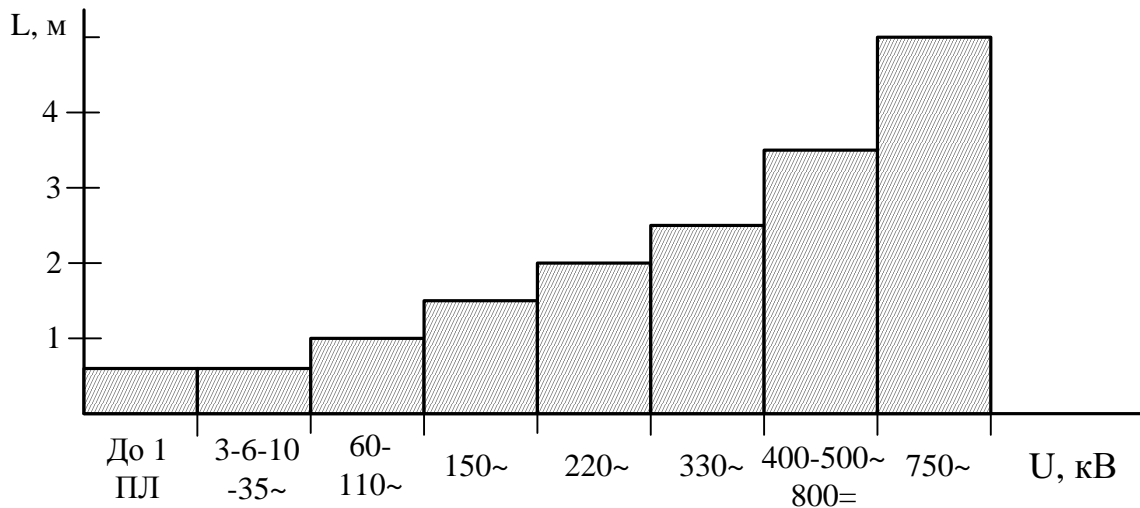


Рис. 1. Припустимі відстані від людини (L) та інструментів до струмовідних частин у залежності від номінальної напруги ЕУ (U)

Примітка: на рис. прийняті позначення роду струму: ~ змінного і = постійного

Загальні положення щодо безпеки виконання робіт на струмовідних частинах під напругою. При виконанні робіт під напругою (ВРПН) на повітряних лініях електропередавання (ПЛ) небезпечними факторами є: розміщення робочих місць на достатньо великій висоті і електрична напруга, а шкідливими – електричне і магнітне поля промислової частоти (ЕППЧ і МППЧ).

При ВРПН працівники можуть знаходитись на “потенціалі землі” і доторкуватися до струмовідних частин під напругою за допомогою ізолювальних пристроїв або бути “ізольованими від землі” і доторкуватися до проводів безпосередньо тілом чи неізольованими пристосуваннями або наближатись до частин під напругою на відстань менше припустимої.

За класом напруги ВРПН умовно підрозділяються на роботи в ЕУ напругою 1 кВ включно, середнього класу напруги (понад 1 кВ і до 35 кВ включно) і високої напруги (понад 35 кВ).

За способом ведення робіт ВРПН підрозділяються на роботи, що виконуються по одній з наступних схем:

- 1) “земля – людина – ізоляція – струмовідні частини”;
- 2) “земля – ізоляція – людина – струмовідні частини”.

У випадку ВРПН за 1-ю схемою працівник може знаходитись на опорі або наближуватись до проводу під напругою за допомогою підйомника, не ізольованого від землі, і при цьому між працівником і проводом повинна бути ізоляція, опір якої визначається величиною номінальної напруги ПЛ. При цьому за напруги до 1 кВ і середнього класу понад 1 кВ у якості ізоляції можуть використовуватись діелектричні рукавички, захисні коробки і накладки. За високої напруги слід використовувати ізолювальні штанги та інші спеціальні пристрої, розраховані на відповідну напругу.

У випадку ВРПН за 2-ю схемою ізоляція людини від землі забезпечується за допомогою ізолювальних драбин чи підйомників з ізолювальною вставкою. Необхідний опір ізоляції забезпечується за рахунок обмеження відстані наближення працівника до струмовідних частин під напругою при роботі з “землі” до “землі” (заземлених частин) при роботі безпосередньо на струмовідних частинах або із застосуванням ізолювальних пристроїв чи інструментів.

Припустима відстань наближення до струмовідних частин – це відстань, ближче якої електрик, що знаходиться “на потенціалі землі”, разом з використовуваними неізолюваними частинами обладнання і інструменту не має права наближатись до частин під напругою; а електрик, котрий знаходиться “на потенціалі струмовідної частини”, не має права наближатись до заземлених конструкцій або до струмовідних частин, що знаходяться “під потенціалом суміжних фаз” (рис. 1).

Визначення припустимої відстані наближення до проводу ПЛ під напругою. Ця відстань відіграє найважливішу роль у безпеці ВРПН. Зараз прийнято, що ця відстань по повітрю на опорах ПЛ визначається внутрішніми перенапругами. Таке перекриття повітряного проміжку має ймовірнісний характер, і для оцінки неможливості перекриття слід приймати надто малу його ймовірність, наприклад, 1 раз за 100 чи більше років. Такий розрахунок повинен враховувати, що одна з n бригад при ВРПН 1 раз у 100 (чи більше) років буде працювати на тій опорі ПЛ, на якій 1 раз у 100 років відбудеться перекриття проміжку безпеки під дією перенапруги. Ця ймовірність визначається наступною залежністю:

$$P_{ком} = f_n(U_{ком} - U_{0,5}) / (cU_{0,5}) = f(t),$$

де f_n - функція нормального розподілу розрядних напруг з аргументом $t = (U_{ком} - U_{0,5}) / (cU_{0,5})$;

$U_{ком}$ - комутаційна перенапруга;

$U_{0,5}$ - п'ятидесятипроцентна розрядна напруга проміжку.

На рис. 2 представлено залежність розрядної напруги U_p від довжини проміжку провід-опора L_n . [5]

Засоби захисту для ВРПН. При ВРПН слід застосовувати електрозахисні засоби, призначені для звичайних умов, а також спеціальні засоби, необхідність застосування яких визначає конкретний технологічний процес. Спеціальні засоби захисту для ВРПН наступні: діелектричні ковпаки і накладки, діелектричні листи-пластини і наконечники, комплект ізолювального слюсарно-монтажного інструменту, штанги-маніпулятори (оперативні, універсальні, з гаком і штанги-ключі), ізолювальні штанги та штанги-тяги, діелектричні коробки, ізолятори полімерні та гнучкі, драбини складальні ізолювальні та гнучкі ізолювальні, ізолювальні вставки автопідйомників та ізолювальні навіси і опорні конструкції та ін. [4]

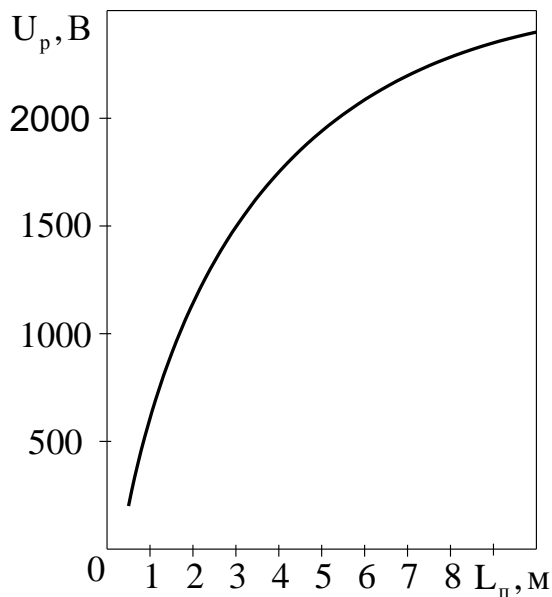


Рис. 2. Залежність розрядної напруги U_p від довжини проміжку провід-опора (L_n)

Захист від ЕППЧ та МППЧ. Для зменшення напруженості ЕППЧ та МППЧ на робочих місцях у першу чергу слід виконувати режимні заходи, а саме: зменшення робочих напруг і завантаження ПЛ до мінімально можливих величин. Якщо на робочих місцях напруженості цих полів перевищують допустимі, слід застосовувати “захист часом” і екранувальні пристрої. [3]

Організаційні і технічні заходи щодо безпеки ВРПН – вимоги до працівників, організація роботи у залежності від її виду, порядок допуску бригади до роботи та інші положення докладно розглянуті у ДНАОП [1, 2].

Висновок. Тільки суворе виконання захисних заходів і застосування засобів захисту дозволить проводити ВРПН без загрози для життя і здоров’я працівників.

Список літератури

1. ДНАОП 1.1.10-1.01 – 97. Правила безпечної експлуатації електроустановок. – Харків: Форт, 2000. – 160 с.
2. ДНАОП 0.00-1.21 – 98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. –К.: Основа, 1998. – 380 с.
3. ДСН 198. Державні санітарні норми і правила при виконанні робіт в невимкнених електроустановках напругою до 750 кВ включно. –К.: МОЗ України, 1997.
4. Охорона праці та промислова безпека / К.Н.Ткачук, В.В.Зацарний, Р.В.Сабарно та ін. –К.: Лібра, 2010. – 560 с.
5. Сабарно Р.В., Севастюк И.М., Ходымчук М.А. Расчеты по безопасности при выполнении работ под напряжением на воздушных линиях электропередачи / Сб. материалов II Всероссийской студенческой конференции (с международным участием) “Безопасность жизнедеятельности глазами молодежи”. –Челябинск: Южно-Уральский гос. ун-т, 2011. – С. 246-249.