

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДУГОВИХ ПЕРЕНАПРУГ У ВИПАДКУ ОДНО- І ДВОФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ У РОЗПОДІЛЬНІЙ МЕРЕЖІ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ

Сабарно Л. Р., Кошман В. І., Севастюк І. М.

*Інститут електродинаміки Національної академії наук України (м. Київ)*

*Наведено результати математичного моделювання однофазних дугових замикань на землю у мережах з ізолюваною нейтраллю та проаналізовано небезпечні процеси, що виникають у мережі при появі дугових перенапруг. Досліджено процеси, що протікають при двофазних замиканнях на землю через незначні перехідні опори. Наведено результати моделювання перехідного процесу ліквідації подвійного замикання у мережі шляхом відключення одного з пошкоджених приєднань. Отримані результати будуть використані для розробки заходів обмеження перенапруг.*

**Постановка проблеми.** Дугові перенапруги спричиняють значну частину пошкоджень у мережах напругою 6-10 кВ. Так, внаслідок них щорічно пошкоджується 7-8% трансформаторів напруги, близько 1% силових трансформаторів, до 6% високовольтних двигунів у мережах власних потреб електростанцій. Таким чином, проблема перенапруг при дугових електромагнітних перехідних процесах є актуально і потребує всебічного дослідження та розв'язання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемі дугових перенапруг у мережах з ізолюваною нейтраллю присвячена значна кількість робіт [1-5 та ін.]. У більшості з них наведено пояснення фізики дугових перенапруг, проте аналіз процесів в них проводився за спрощеними схемами, без урахування реальних конфігурацій мережі, в якій можуть бути наявні такі елементи як протяжні повітряні лінії (ПЛ), вимірювальні трансформатори напруги тощо [1].

У роботі [2] показано збільшення кратності дугових перенапруг у кінці повітряних ліній, що відходять від шин, порівняно з перенапругами на шинах. Це явище пояснюється на основі розв'язання телеграфних рівнянь для лінії з розподіленими параметрами і зроблено висновок про значний вплив параметрів схеми.

Значна кількість робіт присвячена пошкодженням трансформаторів напруги при дугових замиканнях, однак при цьому не пояснюється фізична сутність процесу розвитку пошкодження [3]. Крім того, в різних працях запропоновано різні засоби захисту трансформаторів напруги, у т.ч. досить складні і неефективні.

**Мета статті** полягає у дослідженні фізичної суті дугових замикань, розробці їх математичної моделі, визначенні умов виникнення найбільш інтенсивних перенапруг та їх граничних кратностей для подальшої розробки заходів та засобів захисту мереж.

**Основні матеріали дослідження.** Загальна картина видів пошкоджень розподільних мереж напругою 6-10 кВ виглядає наступним чином (рис. 1). Переважна більшість порушень нормальної роботи цих мереж пов'язана з пошкодженням ізоляції відносно землі, тобто з однофазними замиканнями на землю (ОЗЗ, 65% пошкоджень), а також двофазними на землю та подвійними на землю (20%) [6-8]. З них лише незначна частина має від початку стійкий характер (10-17% за даними різних джерел). Дослідження про-

тікання пробоїв у кабельних лініях (КЛ) до стійкого ОЗЗ показує, що найчастіше стійке замикання виникає у результаті третього пробою (55%), а перше і друге самоусуваються; дещо рідше (32%) – лише у результаті четвертого пробою; більша кратність пробоїв зустрічається значно рідше [8]. В ізоляції кабелів нестійкі пошкодження найчастіше виникають внаслідок специфічних властивостей паперово-оливої ізоляції, при пробіі якої у розрядному проміжку виникають сприятливі умови для горіння електричної дуги.

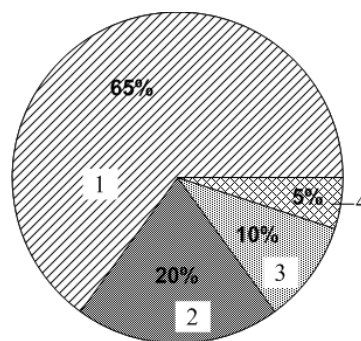


Рисунок 1 – Види пошкоджень у розподільних мережах напругою 6-10 кВ: 1 – однофазні на землю; 2 – подвійні та двофазні на землю; 3 – двофазні; 4 – трифазні

Рейальна картина перехідного процесу дугового замикання досить складна, цей процес супроводжується виникненням значних перенапруг, які самі по собі чи при їх накладанні на інші перехідні процеси в мережі (наприклад, комутаційні перенапруги при вмиканні тощо) можуть становити небезпеку для ізоляції електрообладнання.

Для дослідження особливостей перехідного дугового ОЗЗ розглянемо наближену заступну схему мережі з ізолюваною нейтраллю (рис. 2), в якій  $L$  – індуктивність прямої послідовності трансформатору живлення і еквівалентної індуктивності системи;  $C$ ,  $C_m$  – ємності КЛ чи ПЛ відносно землі і між фазами відповідно. Розподіленість параметрів ліній, поздовжні індуктивності КЛ і ПЛ, а також активні опори і провідності мережі не враховуються внаслідок їх незначного впливу на процеси.

На рис. 3 наведено графік симетричного режиму, що встановився, до моменту виникнення ОЗЗ  $t = t_1$ .

Фазні  $u_a^{(1)}$ ,  $u_b^{(1)}$ ,  $u_c^{(1)}$  і лінійні  $u_{ca}$ ,  $u_{ba}$  напруги, віднесені до амплітуди  $E_m$  врівноваженої системи ЕРС.

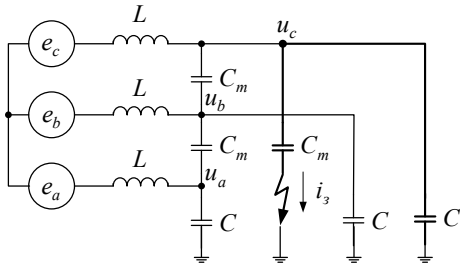


Рисунок 2 – Заступна схема мережі з ізольованою нейтраллю для дослідження однофазних дугових замикань на землю

У цьому симетричному режимі при малій ємності і індуктивності  $L$  можна вважати, що  $e_{a,b,c} \approx u_{a,b,c}^{(1)}$ . Припустимо, що перше замикання фази А відбулося у момент досягнення цією фазою амплітудної напруги  $t = t_1$  (рис. 3, а). До моменту замикання фази  $t = t_1 - 0$  (рис. 3, б) напруга на ємності  $C$  у фазі С була  $u_c^{(1)}(t_1 - 0) = 0,5$ , а на  $C_m$  -  $u_{ca}(t_1 - 0) = 1,5$  відповідно.

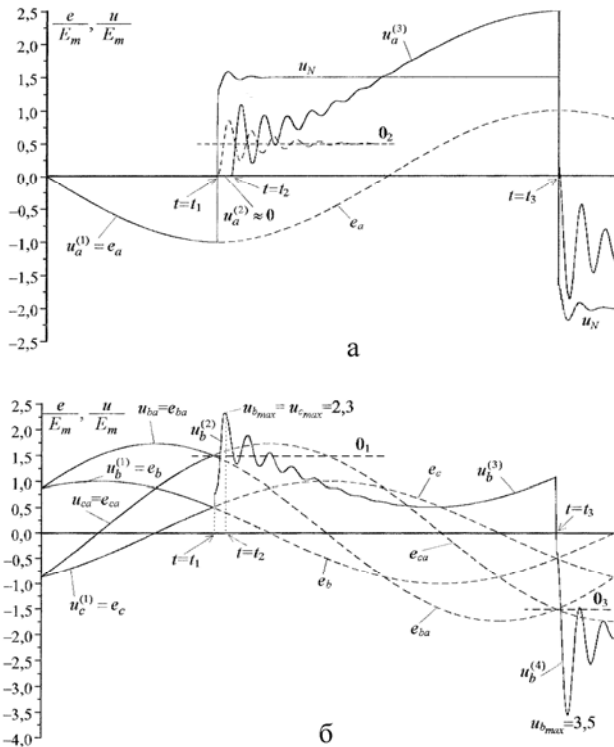


Рисунок 3 – Графіки перехідного процесу при однофазному замиканні на землю

Починаючи з моменту  $t = t_1 + 0$ , ці ємності стають включеними паралельно і відбувається миттєвий перерозподіл зарядів для вирівнювання їх потенціалів. Застосовуючи закон комутації про незмінність сумар-

ного заряду на ємностях у моменті часу  $t = t_1 - 0$  і  $t = t_1 + 0$ , отримуємо напругу  $u_c^{(1)}(t_1 + 0)$  після комутації:  $(C_m + C) \cdot u_c^{(1)}(t_1 + 0) = C_m u_{ca}(t_1 - 0) + C \cdot u_c^{(1)}(t_1 - 0)$ . Застосовуючи рівність  $u_{ca}(t_1 - 0) = u_c^{(1)}(t_1 - 0) - u_a^{(1)}(t_1 - 0)$ , отримуємо

$$u_c^{(1)}(t_1 + 0) = u_{нов} = u_c^{(1)}(t_1 - 0) - K u_a^{(1)}(t_1 - 0), \quad (1)$$

$$\text{де } K = C_m / (C_m + C).$$

Якщо у формулу (1) підставити значення  $u_a^{(1)}(t_1 - 0) = -1$  і  $K = 0,2$ , то  $u_c^{(1)}(t_1 + 0) = 0,7$ . Таким чином, при виникненні замикання у фазі А у момент  $t = t_1$  напруга на фазі С змінюється стрибкоподібно від 0,5 до 0,7 (рис. 3, б).

Далі починається другий етап перехідного процесу, пов'язаний з перезарядженням ємностей  $C$  і  $C_m$  непошкоджених фаз у коливальному процесі. При замиканні фази А у момент максимуму її напруги початкові напруги на фазах В і С однакові:  $u_b^{(1)}(t_1 + 0) = u_c^{(1)}(t_1 + 0) = 0,7$  (рис. 3, б). Усталені значення напруг на цих фазах дорівнюють відповідним лінійним напругам:  $u_{bust}^{(2)}(t) = u_{ba}(t)$  і  $u_{cusi}^{(2)}(t) = u_{ca}(t)$ .

Вважатимемо, що вимушені складові мало змінюються порівняно з початковим значенням  $u_b^{(2)}(t_1) = u_c^{(2)}(t_1) = 1,5$ , при якому вони були рівні між собою. Визначимо частоту  $\beta$  перехідного процесу. Припустимо, що за час перехідного процесу потенціали фаз  $u_b$  і  $u_c$  залишаються однаковими, і об'єднаємо ці точки схеми (рис. 2), відкинувши ємність  $C_m$  між фазами В і С. Тоді гілки з ЕРС  $e_b$  і  $e_c$  та індуктивностями  $L$  з'єднаються паралельно, а їх еквівалентна індуктивність буде  $L/2$  (рис. 4, а). Схема (рис. 4, а) перетвориться у схему (рис. 4, б), з якої можна визначити частоту вільних коливань напруги на фазі С (В)

$$\beta_1 = 1 / \sqrt{3L(C + C_m)}. \quad (2)$$

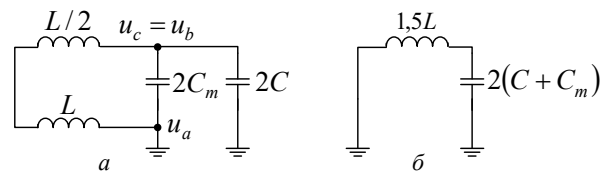


Рисунок 4 – Еквівалентне перетворення заступної схеми мережі для визначення чистоти вільних коливань у випадку однофазного замикання на землю

Момент замикання фази А було прийнято при максимумі ЕРМ, тому миттєве значення струму у ємності у цей момент дорівнює нулю, також оскільки  $\beta \gg \omega_0$ , припускаємо, що вимушена складова напруги під час перехідного процесу може вважатись постійною. Таким чином, для визначення максимальних перенапруг можна скористатись формулою для мак-

симальної напруги на ємності  $u_{cm}$  при включенні постійної ЕРС  $E$  у контур з ненульовим початковим значенням напруги  $u_0$  на ємності  $u_{cm} = 2E - u_0$ , де вимушена складова  $E_m = E = u_b^{(2)}(t_1) = 1,5$ , початкова напруга  $u_{noch} = u_0 = u_c^{(1)}(t_1 + 0) = 0,7$

$$u_{b\max} = u_{c\max} = 2E - u_{noch} = 2,3. \quad (3)$$

Таким чином, напруга на фазі С (аналогічно і на В) стрибкоподібно зміниться від миттєвого значення  $u_c^{(1)}(t_1 - 0) = 0,5$ , до  $u_c^{(1)}(t_1 + 0) = 0,7$  і далі буде коливатись, змінюючись відносно незмінного у часі квазіусталеного значення, як відносно горизонтальної осі (вісь  $0_1$  на рис. 3, б).

Подальший розвиток процесу визначається умовами погашення струму дуги і повторними пробоями місця пошкодження. Найсприятливіші умови для погашення дуги створюються у моменти часу, коли струм дуги близький до нуля, перша можливість з'являється через половину періоду власних коливань високочастотного струму, у момент часу  $t = t_2$ .

Гасіння дуги повертає схему до початкового симетричного вигляду. При цьому початкові значення напруг на ємностях фаз відносно землі будуть:  $u_a^{(2)}(t_2) = 0$ ,  $u_b^{(2)}(t_2) = u_c^{(2)}(t_2) = u_{\max} = 2,3$ . Напруга на нейтралі (напруга нульової послідовності) після погашення дуги залишиться постійною (рис. 3, а) і рівною

$$u_N = (u_a^{(2)} + u_b^{(2)} + u_c^{(2)})/3 \approx 1,5. \quad (4)$$

Новий усталений стан схеми буде визначатись ЕРС  $e_{a,b,c}$  і постійним зміщенням нейтралі. Перехід від початкових до нових усталених значень супроводжується коливанням у симетричній схемі з параметрами прямої послідовності з частотою коливань

$$\beta_2 = 1/\sqrt{L(C + 3C_m)}. \quad (5)$$

Максимум напруги, що виникає на аварійній фазі А після погашення дуги, називають піком гасіння. Його величина (без врахування втрат) знаходиться за відомою початковою напругою  $u_a^{(2)}(t_2) = 0$  і квазіусталеним значенням у той же момент часу  $u_a^{(3)}(t_2) = u_a(t_2) + u_N(t_2) = 0,5$  (вісь  $0_2$ ). Тоді за формулою (3)  $u_{\max} = 1,0$ . З тією ж частотою, що визначається за (5), відбувається встановлення напруг  $u_b^{(3)}(t)$  і  $u_c^{(3)}(t)$ .

Подальше протікання процесу залежить від швидкості відновлення електричної міцності дугового проміжку порівняно зі швидкістю відновлення напруги  $u_a^{(3)}(t)$ .

Горіння заземлюючих дуг залежить від великої кількості факторів, головними з яких є величина і характер квазіусталеного струму замикання (ємнісний, індуктивний, активний) і пробивна напруга пошкодженого місця після гасіння дуги. На тривалість горіння і умови гасіння суттєво впливають:

- перехідний опір у місці горіння;

- вид діелектрика, що контактує з дуговим каналом;
- інтенсивність охолодження;
- тиск у зоні горіння тощо.

Велика кількість локальних однофазних пошкоджень в елементах електрообладнання, різноманітність умов горіння заземлюючих дуг, проблеми технічного аналізу і врахування всіх факторів впливу не дають змоги створити детерміновано-статистичну математичну модель дугового проміжку. У той же час, зміна таких факторів, як час горіння заземлюючої дуги, пробивна напруга пошкодженого місця і перехідний опір, дає більш-менш достовірну характеристику явища і в цілому підтверджується великою кількістю накопичених експериментальних даних.

Приклад розрахунку процесу виникнення перенапруг при переважаючій дузі для схеми мережі (рис. 2) наведено на рис. 5, де показано момент першого замикання на землю на максимумі фазної напруги, самопогашення заземлюючої дуги у місці пошкодження і повторний пробій пошкодженої фази, що виник уже при більшій пробивній напрузі  $U_{np} = 2,0$ . Максимальні перенапруги на непошкоджених фазах складають 2,2 і 3,0 у. о.

Величина максимальних перенапруг, що можуть виникнути кожний напівперіод промислової частоти при загорянні дуги, залежить від пробивної напруги ослабленого місця, міцності проміжку і тривалості горіння дуги. Загоряння-гасіння дуги приводить до появи напруги зміщення нейтралі, що змінює свою полярність при замиканні у кожний напівперіод (у наведеному розрахунку напруга на нейтралі становить -1,2 і +1,4).

На граничну величину перенапруг впливають активні провідності ізоляції відносно землі та значення пробивної напруги у місці пошкодження із-за все більшого пошкодження ізоляції дугою. Як правило, кратність дугових перенапруг у мережах з ізольованою нейтраллю складають 3,0-3,5.

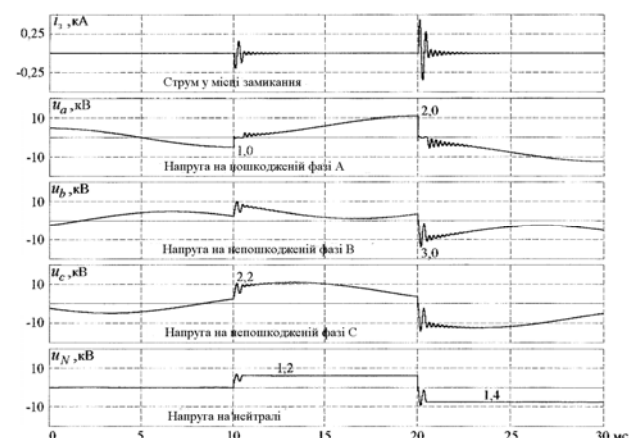


Рисунок 5 – Осцилограми струму та напруг у фазах і на нейтралі у випадку однофазного замикання на землю у мережі напругою 6 кВ

Небезпека дугових перенапруг визначається не стільки їх величиною, як тривалістю існування і тим, що вони охоплюють всю мережу, створюючи можли-

вість пробоїв ослаблених місць ізоляції непошкоджених фаз в інших точках мережі, що призводить до виникнення подвійного замикання на землю (тобто, фаза, що пошкоджена на одному приєднанні, має зв'язок через опір ґрунту з пошкодженою на другому приєднанні). У результаті цього по петлі замикання протікають значні струми, величина яких менше уставки спрацювання релейного захисту, але більше номінального струму обладнання. Ці струми, що тривало не відключаються захистом, визивають термічне руйнування чарунк розподільних пристроїв і вигорання кабелів, викликаючи тим самим міжфазні короткі замикання. Крім того, внаслідок загоряння кабелів можуть пошкодитись і сусідні кабелі.

У результаті такого розвитку аварії пошкоджені приєднання відключаються дією захистів від міжфазних коротких замикань, а розподільчі пристрої – захистами вимикачів вводу, знеструмлюючи всіх споживачів, що живляться від даної підстанції.

При подвійних замиканнях на землю на непошкоджених фазах відбувається підвищення напруг до лінійного значення, при переважаючому характері замикань можуть виникнути дугові перенапруги високої кратності. Це може викликати дію релейного захисту, що у 2/3 випадків селективно відключає (оскільки у мережах напругою 6-35 кВ на фазі В трансформатор струму відсутній) тільки одне з двох пошкоджених приєднань. При подвійних замиканнях через перехідний опір у місці пошкодження порядку десятків-сотень Ом, як правило в зимовий час і у повітряних чи змішаних повітряно-кабельних мережах, подвійні замикання можуть тривало не відмикатись релейним захистом. У таких випадках струм, що протікає по петлі замикання, є недостатнім для спрацювання захистів, але може визвати термічне пошкодження обладнання і небезпечні напруги дотику і кроку.

Розглянемо подвійні замикання через незначні опори у місці пошкодження, що є більш характерним для кабельних мереж, в яких струми замикання протікають по металевим оболонкам кабелів і можуть ліквідуватись дією релейного захисту. Для цього проделуємо процес ліквідації подвійного замикання у мережі шляхом відключення одного з пошкоджених приєднань.

Вважаємо, що після відключення у мережі залишається стійке ОЗЗ на другому пошкодженому приєднанні. Така ситуація буде у випадку виникнення одного з двох пошкоджень на фазі В, на якій відсутній трансформатор струму, або внаслідок різниці часу спрацювання захистів на приєднаннях.

Розрахункову осцилограму перехідного процесу при відключенні одного з пошкоджених приєднань наведено на рис. 6 (фази В і С пошкоджені). На фазі С на шинах виникають перенапруги кратністю 3,1 у. о., причиною яких є відновлення напруги на ній практично від 0 до вимушеного значення, що рівне лінійному (у мережі після відключення одного з місць пошкодження залишається стійке ОЗЗ).

Граничну величину цієї перенапруги визначимо за формулою для максимальної напруги на ємності при включенні ЕРС  $E$  у L-C контур:  $u_{cm} = 2E - u_0 = 3,36$  у.о.

З урахуванням затухання процесу внаслідок наяв-

ності активних опорів кратність перенапруг буде нижче, у даному випадку 3,1 у. о. Перенапруги такої кратності діють на всю гальванічно зв'язану мережу і можуть викликати пошкодження ізоляції обладнання у багатьох місцях, наприклад, одразу декількох високовольтних електродвигунів, які після ремонту випробуються напругою лише 2,6-2,9 у. о.

Частоту вільної складової напруги, що відновлюється на шинах після відключення одного з двох місць замикання, можна визначити зі схеми рис.б, а.

Схему рис. 7,а можна перетворити у схему рис.б,б, з якої визначається частота вільних коливань

$$f_{\text{віль}} = 1/(2\pi\sqrt{3L_c C_\Sigma}) \quad (6)$$

де  $L_c$  – індуктивність джерела живлення системи,  $C_\Sigma$  – сумарна ємність мережі відносно землі.

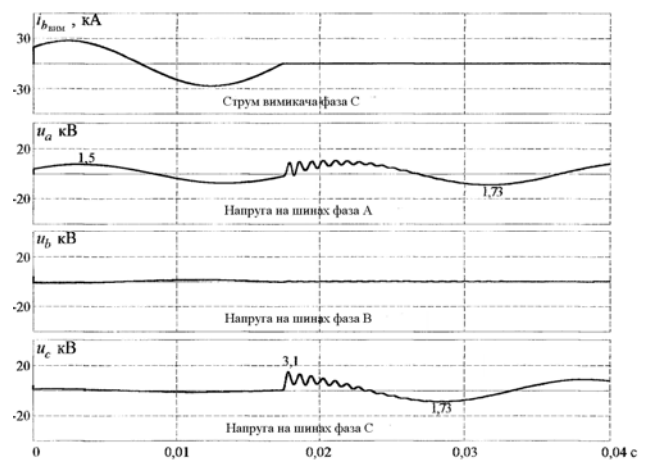


Рисунок 6 – Осцилограми струму та напруг у фазах при відключенні одного з двох місць пошкодження у випадку подвійного замикання на землю мережі напругою 6 кВ

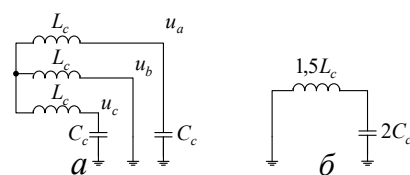


Рисунок 7 – Еквівалентне перетворення заступної схеми мережі для визначення чистоти вільних коливань у випадку подвійного замикання на землю

Використовуючи вирази для струму трифазного короткого замикання на шинах живлячої підстанції  $I_{кз}^{(3)} = U_\phi / (\omega L_c)$  і струму ОЗЗ мережі  $I_z = 3\omega C_\Sigma U_\phi$ , формулу (6) можна представити у вигляді:

$$f_{\text{віль}} = f_m \sqrt{I_{кз}^{(3)} / I_z} \quad (7)$$

де  $f_m$  – частота живлячої мережі.

З формули (7) зрозуміло, що частота вільної складової відновлюваної напруги на шинах і контактах

вимикача, що відмикає одне з двох пошкоджень, зростає зі збільшенням потужності живлячого трансформатора і зниженням ємності мережі відносно землі.

Таким чином, при відключеннях подвійних замикань слід очікувати трикратних перенапруг. Вони впливають на всю мережу і можуть викликати багатомісні пошкодження ізоляції, наприклад, одразу декількох високовольтних двигунів чи кабелів. Існує висока ймовірність пошкоджень кінцевих кабельних муфт та інших місць з ослабленою ізоляцією.

Аналогічно відключенню подвійного замикання відбувається й відключення двофазних к. з. на землю та трифазних к. з. на землю. Це пов'язано з тим, що існують розкиди ходу контактів, і струми у фазах відключаються неодноразовно, що призводить до послідовної зміни виду замикання у процесі відключення пошкодженого приєднання. Наприклад, при відключенні двофазного к. з. на землю гасіння струму у одній з фаз призводить до відновлення напруги на шинах при наявності ОЗЗ у мережі (на непогашеній фазі), що аналогічно відключенню подвійного замикання. У кабельних мережах розвиток аварії частіше йде шляхом переходу ОЗЗ у двофазне чи трифазне к. з. на землю і наступним відключенням, тому ймовірність перенапруг, описаних вище, досить велика.

**Висновки.** Таким чином, дугові замикання на землю, прискорюючи старіння ізоляції та спричиняючи вихід з ладу електрообладнання, є серйозним фактором небезпеки та зниження надійності роботи систем електропостачання. У мережах напругою 6-10 кВ з ізолюваною нейтраллю кратність дугових перенапруг при ОЗЗ становить 3,0-3,5 у. о., при відключенні подвійних і двофазних к.з. на землю - 3,5 у. о. Перенапруги, викликані відключеннями подвійних і двофазних замикань на землю, виникають у всій гальванічно зв'язаній мережі і можуть спричинити багатомісні пошкодження ізоляції.

Наведені результати моделювання будуть застосовані у подальших дослідженнях перенапруг та розробці сучасних засобів та заходів їх попередження.

#### Список використаних джерел

1. Lehtonen M. Neutral earthing and power system protection / M. Lehtonen, T. Nakola. – Kirjasto TRAM Oy, 2006. – 118 с.
2. Кадомская К. П. Процессы при однофазных дуговых замыканиях в сетях 6-35 кВ с учетом распределенности параметров воздушных линий / К. П. Кадомская, А. А. Тихонов, О. В. Цырикова, В. А. Куршиш // Известия вузов. Энергетика. – 1994. – № 1/2. – С. 3-8.
3. Лихачев Ф. А. Перенапряжения в сетях 6 кВ собственных нужд / Ф. А. Лихачев // Электрич. станции. – 1983. – № 10. – С. 69-73.
4. Цапенко Е. Ф. Перенапряжения в системах электроснабжения / Е. Ф. Цапенко. – Учебное пособие. – М.: Изд-во Московск. гос. горного ун-та, 2008. – 94 с.
5. Transient Overvoltages on Ungrounded Systems from Intermittent Ground Faults [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eaton.com/ecm/groups/public/@pub/@electrical/documents/content/ia08>

700001e.pdf/

6. Сабарно Л. Р. Дослідження впливу експлуатаційних та метеорологічних факторів на рівень ушкоджуваності та стан ізоляції розподільних мереж / Л. Р. Сабарно // Энергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – 2016. – № 2(5). – С. 15-17.

7. Сабарно Л. Р. Вибір та характеристика контрольованих параметрів стану ізоляції кабельних ліній розподільних мереж / Л. Р. Сабарно // Вісник Нац. техніч. ун-ту України "Київськ. політех. ін-т". Серія "Гірництво". – 2000. – Вип. 2. – С. 87-91.

8. Сабарно Л. Р. Дослідження ушкоджуваності кабельних ліній розподільних електричних мереж / Л. Р. Сабарно, І. М. Севастюк // Зб. наук. праць "Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України". – К.: 2005. – № 2(11). – Ч. 1. – С. 53-54.

#### Аннотация

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДУГОВИХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ОДНО- И ДВУХФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЯХ НА ЗЕМЛЮ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Сабарно Л. Р., Кошман В. И., Севастюк И. М.

*Приведены результаты математического моделирования однофазных дуговых замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и проанализированы опасные процессы, возникающие в сети при появлении дуговых перенапряжений. Исследованы процессы, протекающие при двухфазных замыканиях на землю через незначительное переходное сопротивление. Приведены результаты моделирования переходного процесса ликвидации двойного замыкания в сети путем отключения одного из поврежденных присоединений. Полученные результаты будут использованы для разработки средств ограничения перенапряжений.*

#### Abstract

### RESEARCH OF ARC-OVERVOLTAGE FOR ONE- AND TWO-PHASE FAULTS TO GROUND IN A DISTRIBUTION NETWORK WITH ISOLATED NEUTRAL

L. Sabarno, V. Koshman, I. Sevastjuk

*Results of mathematical modeling of single-phase arc earth faults in networks with isolated neutral are presented and dangerous processes occurring in the network are analyzed when arcing overvoltages occur. The processes occurring during two-phase earth faults through an insignificant resistance are investigated. The results of modeling the transient process of eliminating a double fault in the network by disabling one of the damaged connections are presented. The results obtained will be used to develop of devices for limiting overvoltages.*