



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **75370** (13) **U**
(51) МПК

H01B 17/02 (2006.01)

H01B 17/50 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

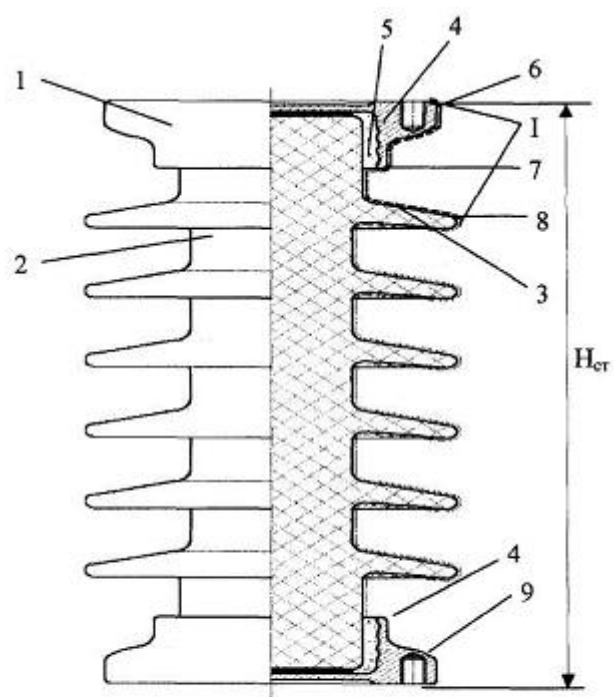
(21) Номер заявки: u 2012 06702	(72) Винахідник(и): Таран Володимир Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 31.05.2012	(73) Власник(и): ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ИНВЕСТ- ЕНЕРГО", ул. Угрешская, 2, стр. 6, г. Москва, 115088 (RU)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 26.11.2012	(74) Представник: Колосов Олександр Євгенович, реєстр. №269
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.11.2012, Бюл.№ 22	

(54) СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ВОЛОГОРОЗРЯДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ І ЕЛЕКТРИЧНОЇ МІЦНОСТІ ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

(57) Реферат:

Спосіб підвищення вологорозрядних властивостей і електричної міцності електроізоляційної конструкції належить до високовольтної техніки. Спосіб може бути використаний для посилення поверхневої електричної міцності зовнішньої ізоляції, що працює в умовах забруднення.

UA 75370 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до високовольтної техніки і може бути використана для посилення поверхневої електричної міцності зовнішньої ізоляції, що працює в умовах забруднення.

Відомий спосіб підвищення вологорозрядних властивостей і електричної міцності електроізоляційної конструкції, вибраний як аналог, шляхом нанесення на її поверхню гідрофобних покриттів (ГП) у вигляді кремнієорганічних паст [1, 2].

Недоліком способу аналога через використання гідрофобних паст при його здійсненні є те, що в процесі експлуатації гідрофобний пастоподібний шар насичується забруднюючими речовинами і втрачає гідрофобні властивості, наслідком чого є низькі значення витримуваних робочих напруг, а також необхідність періодичної заміни електроізоляційної конструкції.

Як найбільш близький аналог (прототип) вибраний спосіб підвищення вологорозрядних властивостей і електричної міцності електроізоляційної конструкції шляхом попередньої очистки її зовнішньої поверхні від існуючих забруднень з подальшим нанесенням на цю поверхню ГП у вигляді кремнієорганічних еластомерів, які утворюють на поверхні ізолятора тверду захисну плівку [3].

Недоліком способу найближчого аналога є недостатня надійність і термін служби наносимого ГП, одержуваного при його реалізації, через неврахування повного спектра експлуатаційних факторів високовольтної ізоляції, а також типу і стану забруднень на її поверхні, наслідком чого є неможливість досягнення при конкурентних товщинах максимально можливих значень витримуваних робочих напруг, а також необхідність періодичної заміни електроізоляційної конструкції.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення вологорозрядних властивостей і електричної міцності електроізоляційної конструкції протягом всього тривалого терміну її експлуатації шляхом підвищення надійності та збільшення терміну служби наносимого ГП, включаючи оптимізацію процедури його нанесення залежно від стану і типу забруднень, що існують на поверхні електроізоляційної конструкції, а також експлуатаційних факторів високовольтної ізоляції.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі підвищення вологорозрядних властивостей і електричної міцності електроізоляційної конструкції, що складається як мінімум з одного ізолятора, який містить ізоляційну деталь, що складається зі стовбура з ребрами на бічній поверхні, з'єднану по обох кінцях з металевою арматурою, виконаною, наприклад, у вигляді фланця, за допомогою затверділої цементно-піщаної зв'язки, що полягає в очищенні зовнішньої поверхні електроізоляційної конструкції від існуючих забруднень з подальшим нанесенням на цю поверхню гідрофобного покриття, наприклад, на основі одно- або двоупаковочного кремнієорганічного компаунда холодного твердіння, рідкого або пастоподібного в початковому стані, що містить силіконовий низькомолекулярний каучук, наповнювач, а також отверджувач, новим є те, що, перед очищенням гідрофобізованої поверхні електроізоляційної конструкції від забруднень визначають наявність їх зволоження, при наявності якого здійснюють підсушування гідрофобізованої поверхні разом із забрудненнями, потім проводять очистку сухої гідрофобізованої поверхні тільки від забруднень, що не цементуються, після чого наносять на неї один або кілька шарів гідрофобного покриття, товщину якого вибирають в залежності від основних та додаткових умов експлуатації електроізоляційної конструкції, при цьому як основні умови експлуатації електроізоляційної конструкції вибирають величину максимально допустимої робочої напруги, що подається на електроізоляційну конструкцію, а також значення максимальної напруженості електричного поля на ділянці металевої арматури, а як додаткові умови експлуатації електроізоляційної конструкції вибирають ступінь забруднення атмосфери (СЗА) і величину її відносної вологості w .

Товщину наносимого на електроізоляційну конструкцію гідрофобного шару збільшують пропорційно величині СЗА, переважно від другого до четвертого ступеня, величини її відносної вологості w , що знаходиться в межах 20-100%, величині максимально допустимої робочої напруги, що подається на електроізоляційну конструкцію, яка знаходиться в межах 6-750 кВ, а також визначуванням експериментально значенням максимальної напруженості електричного поля біля основи металевої арматури, при цьому гідрофобне покриття наносять при наявності шару забруднення з питомою провідністю до 50 мкСм включно.

Наявність зволоження існуючих на гідрофобізованій поверхні забруднень визначають тактильно або візуально, а також шляхом вимірювання їх електричного опору.

Очищення гідрофобізованої поверхні електроізоляційної конструкції від існуючих забруднень, що не цементуються, здійснюють вручну або стисненим повітрям, або обмиванням водою.

Товщину шару гідрофобного покриття, що наноситься, вибирають однаковою для всіх елементів електроізоляційної конструкції в межах 80-800 мкм.

Товщину шару гідрофобного покриття, що наноситься, вибирають різною на різних ділянках зовнішньої поверхні електроізоляційної конструкції.

5 Товщину шару гідрофобного покриття, що наноситься, вибирають для зовнішньої бічної поверхні металевої арматури ізолятора, що безпосередньо контактує з джерелом високої напруги, а також для ізоляційної деталі цього ізолятора на ділянці, розташований від основи металевої арматури, яка безпосередньо контактує з джерелом високої напруги, уздовж зовнішньої поверхні ізоляційної деталі і до вершини найближчого ребра, але не далі ніж на 1/3 будівельної висоти електроізоляційної конструкції, в межах 200-800 мкм, а на решті поверхні електроізоляційної конструкції - в межах 80-400 мкм.

Здійснюють ручне нанесення шару гідрофобного покриття на гідрофобізовану поверхню електроізоляційної конструкції.

15 Здійснюють механізоване нанесення шару гідрофобного покриття на гідрофобізовану поверхню електроізоляційної конструкції шляхом розпилення з використанням джерела стисненого повітря, що забезпечує витрату не менше 15 м³/год. при тиску не менше 0,15 МПа, при цьому розпилення здійснюють при відстані від зрізу сопла розпилювача до поверхні, що покривається, від 100 мм до 600 мм при швидкості переміщення сопла діаметром 1,6-2,7 мм уздовж гідрофобізованої поверхні електроізоляційної конструкції, що становить не менше 0,15 м/с.

20 Перераховані вище ознаки складають суть корисної моделі.

Наявність причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю суттєвих ознак корисної моделі і досягаючи технічного результату полягає у наступному.

25 Згідно з заявлюваним технічним рішенням, товщину наносимого ГП вибирають детерміновано в залежності від умов експлуатації електроізоляційної конструкції за які вибирають насамперед величину максимально допустимої робочої напруги, що подається на електроізоляційну конструкцію, значення максимальної напруженості електричного поля на ділянці металевої арматури, а також ступінь забруднення атмосфери (СЗА) і величину її відносної вологості. Тому на розгляді кожного з цих чинників слід зупинитися окремо.

30 СЗА - характеристика атмосфери, що відображає її вплив на роботу ізоляції електроустановок. СЗА для вибору ізоляції, як правило, слід визначати за картами рівнів ізоляції, затвердженим в установленому порядку [4]. При відсутності карт рівнів ізоляції, СЗА визначається за характеристиками джерел забруднення в залежності від відстані від них до електроустановки.

35 При цьому на території конкретної енергосистеми повинні бути виявлені зони з підвищеною СЗА (III СЗА і вище). З цією метою попередньо повинні бути виділені райони зі слабким ступенем забруднення (I і II СЗА). Так, наприклад, до районів з I СЗА слід віднести ліси, тундру, лісотундру, болота, луки і високігірні райони з недефліруючими незасоленими ґрунтами, що не потрапляють в зону впливу промислових та природних джерел забруднення. До районів з II СЗА слід віднести непромислові зони міст, райони зі слабозасоленими ґрунтами; сільськогосподарські райони, в яких застосовуються хімічні добрива і хімічна обробка посівів, що не потрапляють в зону впливу промислових та природних джерел забруднень.

40 При різних станах навколишнього середовища утворюються шари забруднень різної інтенсивності, які поділяються на класи і характеризуються, зокрема, питомою довжиною шляху витоку в розрахунку на напругу, що дорівнює 1 кВ:

- при легкому забрудненні (клас СЗА I) питома довжина шляху витоку становить 16 мм/кВ;
- при середньому (клас СЗА II) цей показник дорівнює 20 мм/кВ;
- при сильному (клас СЗА III) - 25 мм/кВ;
- при дуже сильному (клас СЗА IV) - 31 мм/кВ.

50 У зонах з V-VII СЗА цементних і сланцепереробних підприємств, електричних станцій на сланцях, підприємств чорної металургії, підприємств з виробництва калійних добрив, хімічних виробництв, що випускають фосфати, алюмінієвих заводів при наявності цехів з виробництва електродів (цехів анодної маси) при заміні слід встановлювати ізолятори з порцеляни і малолужного скла або полімерні ізолятори спеціального виконання з оболонкою з кремніеорганічної гуми.

ГП, як правило, доцільно застосовувати в зонах з 2-м - 4-м СЗА і вище при забрудненнях, що цементуються, а також в зоні винесенням хімічних виробництв з великим вмістом у викидах легкорозчинних речовин, що призводять до суттєвого підвищення провідності природних опадів.

60 Як відомо, електроізоляційні конструкції піддаються впливу атмосферних опадів і промислових забруднень. На всіх етапах розвитку техніки передачі електроенергії по повітряних

високовольтних лініях важливим фактором, що перешкоджає забезпеченню сталого живлення споживача, були і залишаються перекриття ізоляторів. Вони відбуваються в результаті утворення на їх поверхні шляхів витоку з електролітичною провідністю. Остання виникає в результаті осадження на електроізоляційних конструкціях забруднень і вологи, присутніх в повітрі.

Навіть невелике забруднення значно знижує електричну міцність ізоляції. Значна кількість аварій (близько 13 %) на повітряних лініях електропередачі відбувається при перекритті лінійних ізоляторів в результаті їх забруднення. Тому боротьба із забрудненнями ізоляції і забезпечення її надійної роботи в умовах інтенсивного забруднення природними і промисловими осадами набуває особливої актуальності.

При різних станах навколишнього середовища утворюються шари забруднень різної інтенсивності. Осідаючи з повітря частки утворюють з плином часу на поверхні ізоляторів шар забруднення. Цей шар при його зволоженні атмосферною вологою збільшує свою електропровідність, що ще більше знижує ізолюючу здатність ізоляційних конструкцій. В результаті створюються умови для перекриття ізоляторів не тільки при перенапруженнях, а й при нормальному експлуатаційному режимі.

Крім цього, деякі види забруднень, що осідають на поверхні ізоляції, можуть вступати в хімічні реакції з ізоляційним матеріалом. Зокрема, для скла найбільш небезпечними є речовини, що утворюють при зволоженні лужні розчини. Не меншу небезпеку можуть представляти і "мокрі" проводячі забруднення. Так, наприклад, в приморських районах підвищена засоленість атмосфери сприяє зниженню розрядних характеристик лінійної та підстанції ізоляції. Крім того, розчини NaCl є корозійнонебезпечними для арматури, зокрема, для чавуну і вуглецевої сталі. Тому корозія арматури відбувається набагато інтенсивніше і термін служби ізоляторів може становити всього від 2 років до 6 років.

Отже, для підвищення надійності високовольтної ізоляції в забруднених районах є актуальною задача посилення зовнішньої електричної міцності ізоляції для забезпечення високих розрядних напруг в несприятливих умовах.

Запобігання умовам виникнення поверхневих розрядів шляхом посилення ізоляції за рахунок повної або часткової заміни ізоляторів старих типів на нові потребує великих капітальних витрат, і в більшості випадків призводить до збільшення габаритних розмірів, що не завжди прийнятно. Профілактичні заходи, що застосовуються в даний час в енергосистемах країн СНД (чистка і обмивання ізоляції, нанесення гідрофобних паст і вазелінів) виконуються вручну на відключеному устаткуванні, і в більшості випадків для районів з V-VIIC3A не рідше 1-2 рази на рік.

Крім того, зараз розробляються нові технічні рішення, наприклад, для порцелянових ізоляторів, які покривають гідрофобним шаром, внаслідок чого вони можуть працювати в зонах з високим рівнем забруднень і мають більш просту у виготовленні форму.

У свою чергу, ГП, що наносяться, можна розділити на три групи: пластичні в'язкі покриття (наприклад, кремнієорганічні пасты KB-3, ККД і вазеліни), рідкі покриття (трансформаторне, турбінне масло тощо), а також покриття у вигляді твердих плівок.

Перша група знайшла досить широке застосування при гідрофобізації підстанції ізоляції. Крім водовідштовхувальних властивостей, покриття цієї групи мають здатність обволікати осівши на ізоляційній поверхні тверді частки, відокремлювати їх одна від одної плівкою непровідною і, що не намокає, і відновлювати гідрофобні властивості поверхні. Однак з плином часу осівши частинки занурюються в пасту і насичують її. Піддаючись атмосферним і хімічним впливам, паста може окислюватись, в результаті чого відбувається втрата її гідрофобних властивостей. Ці процеси ведуть до затвердіння покриття, росту поверхневої провідності, появи поверхневих розрядів (ПР), і в результаті - до пошкодження ізоляції (появі тріщин і руйнування ребер) [5].

Деякі типи кремнієорганічних вазелінових покриттів при нагріванні стають текучими, що обмежує можливість їх застосування в районах з підвищеною температурою і на конструкціях, схильних до нагрівання в процесі роботи. Також застосування паст і вазелінів неоднаково ефективно для різних умов забруднення. Так, покриття кремнієорганічним вазеліном KB виявилось ефективним в умовах забруднень цементних заводів і неефективним в зоні винесення алюмінієвих заводів [6].

Дослідження та дослідна експлуатація встановили, що оптимальна товщина покриття у вигляді паст і вазелінів на поверхні ізолятора повинна бути 0,5-1,0 мм, а в деяких випадках 3,0-5,0 мм [7]. У той же час згідно з Інструкцією з експлуатації ізоляції електроустановок в районах із забрудненою атмосферою РД 34.51.503-93, рекомендується наносити пасту шаром товщиною

(0,7-1,0) мм в умовах забруднень, що цементуються, а також інтенсивних забруднень, що не цементуються, і товщиною (0,2-0,3) мм при малій кількості випадючих твердих забруднень.

При цьому термін заміни пастоподібних покриттів залежить від умов експлуатації, типу і товщини покриття. Він визначається не тільки втратою гідрофобних властивостей, але і

можливістю легкого видалення покриття з поверхні, і при інтенсивних забрудненнях для більшості застосовуваних паст і вазелінів становить максимум близько 1 року.

Труднощі застосування паст для гідрофобізації пов'язані з тим, що основний спосіб їх нанесення - ручний, а це вимагає великих трудовитрат і відключення високовольтного обладнання на тривалий час. Періодичне видалення паст, які втратили або знизили свої

властивості, теж поки здійснюється вручну за допомогою дрантя, а в разі утворення щільних шарів забруднення потрібне додаткове використання, як правило, токсичних розчинників.

В окремих випадках при міцній кірці забруднення протирання ізоляторів стає настільки

трудомісткою роботою, що доводиться йти на заміну ізоляторів новими ізоляторами, а

очищення здійснювати в умовах майстерні.

Для зниження трудовитрат і підвищення рівномірності нанесення кремнієорганічних паст були розроблені техпроцеси механізованого розпилення [8]. Їх істотним недоліком є використання розпилювачів спеціальної конструкції і збільшення витрат матеріалів у зв'язку з втратами при розпилюванні.

Застосування як гідрофобізаторів рідин дозволяє механізувати процес нанесення покриттів і проводити гідрофобізацію ізоляції в місцях, важкодоступних для ручного нанесення. Але через малу в'язкість ці рідини погано утримуються на поверхні ізоляторів, порівняно легко здуваються вітром і змиваються водою. Крім того, термін їх дії сильно скорочується внаслідок випаровування, особливо в жаркі літні місяці.

Гідрофобізація рідинами найбільш ефективна для зовнішньої ізоляції в районах з мокрими забрудненнями і з невисокою інтенсивністю випадючих твердих забруднень, а також для ізоляції всередині осередків комплектих розподільчих пристроїв зовнішньої установки (КРУН), яка схильна запотіванню при різкій зміні температури навколишнього середовища.

Подальшим розвитком цього напрямку стало використання кремнієорганічних рідин. Вони мають більш високі гідрофобізуючі та експлуатаційні властивості, ніж мінеральні масла. Було встановлено, що такі рідини, як правило, можна наносити на забруднені ізолятори без попереднього очищення за допомогою стандартних обприскувачів і розпилювачів. Тому, починаючи з 70-х років минулого століття, має місце тенденція до все більш широкого застосування саме кремнієорганічних компаундів. Особливості їх будови обумовлюють безсумнівні перспективи в розробці на їх основі нових гідрофобних покриттів, а також електроізоляційних конструкцій.

У свою чергу, покриття третьої групи у вигляді твердих плівок можуть експлуатуватися тривалий період часу, але більшість з них не отримали широкого впровадження або через високу вартість чи складність і багатокomпонентність складу, або через вимоги наявності підвищених температур і додаткових чинників для полімеризації.

Було встановлено, що кремнієорганічні покриття найбільш доцільно застосовувати в районах, де забруднення в атмосфері мають переважно газоподібні і туманоподібні компоненти. У той же час основною технічною проблемою є дефіцит ефективних методів нанесення покриття, а також відсутність вибору ефективних значень (різновеликих або рівновеликих) товщин наносимого гідрофобного кремнієорганічного покриття електроізоляційних конструкцій в залежності від величин і характеру розподілу витримуючи ними імпульсних напруг уздовж їх поверхонь, а також інших факторів. Це, в свою чергу, не забезпечує максимально високих значень розрядних напруг при роботі таких електроізоляційних конструкцій в умовах забруднення різного ступеня і зволоження.

Тому тип і товщина наносимого гідрофобного покриття, як правило, повинні визначатися на основі дослідної експлуатації покриттів та (або) результатів досліджень у конкретних умовах експлуатації.

Як відомо, в початковому стані (до початку експлуатації) поверхня ізолятора покрита непровідним чужорідним шаром, через який протікає надзвичайно малий ємнісний струм витоку (частки міліампера). В результаті зволоження (роса, туман, слабкий дощ, танення снігу) шар забруднення зволожується і стає провідним, тобто зволоження шару забруднення призводить до різкого зменшення його опору. В результаті струм витоку різко зростає, досягаючи величини в десятки і навіть сотні міліампер (у той же час сильний зливовий дощ, за сучасними уявленнями, вважається фактором позитивним, тому що сприяє вимиванню провідних розчинних речовин із шару забруднення та змиванню самого шару з поверхні ізолятора).

При протіканні струму витоку на поверхні ізолятора розсіюється енергія, потужність якої навіть при рівномірному забрудненні розподілена нерівномірно. Перебіг такого великого струму витоку призводить до нагрівання шару забруднення в результаті виділюваного джоулевого тепла. При цьому нагрівання поверхні ізолятора носить нерівномірний характер і залежить від

5 діаметра ділянок поверхні, а також величини локального опору шару забруднення.

Виділювана енергія призводить до підвищення температури зволоженого шару і випаровування вологи. Коли швидкість випаровування на найбільш нагрітій ділянці стає вище швидкості надходження вологи, поверхня висихає, і її опір різко збільшується. Внаслідок цього практично вся напруга виявляється докладеною до цієї невеликої найбільш нагрітої ділянки

10 поверхні, в результаті чого відбувається її перекриття з утворенням часткової дуги.

При цьому найбільшому нагріву піддаються поверхні ізолятора, прилеглі до стрижня і шапки ізолятора (для випадку рівномірно забрудненого ізолятора). Цей висновок підтверджується і численними експериментами як на моделях, так і на реальних конструкціях (див. фіг.3).

У зазначених місцях з'являються сухі кільцеві зони з високим опором. Робоча напруга ізолятора тепер докладена до невеликої по ширині (кілька сантиметрів) сухої зони. Поява сухих зон призводить до різкого зростання загального опору шару забруднення, а, отже, і до зменшення струму витоку. Бувший до цього відносно рівномірним розподіл напруги по поверхні ізолятора різко спотворюється. Величина робочої напруги виявляється, як правило, достатньою для перекриття сухої зони. На поверхні ізолятора з'являються так звані часткові розряди.

20 Таким чином, струм в каналі дуги обмежується опором ділянки поверхні, що залишилась

вологою. При виконанні умови $R_{\ell-d} < R_{s-\ell}$, де $R_{\ell-d}$ - опір одиниці довжини дуги, а $R_{s-\ell}$ - опір зволоженого шару забруднення на одиницю довжини шляху витоку, питомий опір каналу дуги зменшується, що призводить до подальшого зменшення повного опору і зростання струму витоку.

25 Виникає нестійкий режим горіння, що не перешкоджає довільному подовженню дуги. При

деякому значенні струму часткова дуга не гасне, а швидко розтягується і перекриває весь ізоляційний проміжок. Подальший хід подій залежить від багатьох факторів, які не завжди піддаються точному обліку. Виниклі часткові розряди можуть горіти стійко, без подовження, не викликаючи перекриття ізолятора, і підсушивши зволожений шар забруднення, вони зникають. Але в ряді випадків часткові розряди, подовжуючись, розвиваються в потужну дугу, що перекриває гірлянди ізоляторів.

30

Таким чином, основне завдання вивчення фізичного механізму розряду зводиться до визначення умов, за яких часткові розряди, що виникають, стають нестійкими і подовжуються, замикаючи накоротко ізолятори в гірлянді. Наслідком вищевикладеного є реалізація аспектів

35 детермінування зволоження забруднень в розробленому технічному рішенні.

При цьому було експериментально досліджено, що саме заявлюваний вибір як різновеликих (на різних ділянках), так і рівновеликих товщин наносимого гідрофобного кремнієорганічного покриття холодного твердіння електроізоляційної конструкції є найбільш ефективними, так як вони детермінуються в залежності від умов експлуатації електроізоляційної конструкції. Як останні вибирають величину максимально допустимої робочої напруги, що подається на електроізоляційну конструкцію, значення максимальної напруженості електричного поля на ділянці металевої арматури, а також СЗА і величину її відносної вологості атмосфери.

40

Крім цього, згідно з розробленим способом, перед очищенням гідрофобізованої поверхні електроізоляційної конструкції здійснюють поділ існуючих на ній забруднень на такі, що не цементуються, і такі, що цементуються, а також визначають наявність їх зволоження. Після цього, при наявності зволоження існуючих забруднень, здійснюють підсушування гідрофобізованої поверхні, причому очищення гідрофобізованої поверхні від існуючих забруднень проводять без видалення цементуючих забруднень, що також прискорює процес гідрофобізації.

45

Далі наносять на гідрофобізовану поверхню один або кілька шарів ГП. Наслідком вищевказаного є підвищення надійності та збільшення терміну служби одержуваного вулканізованого ГП, а також електроізоляційної конструкції в цілому.

50

Це сприяє забезпеченню високих значень розрядних напруг при роботі електроізоляційної конструкції в умовах забруднення різного ступеня (для районів від 2-ї до 4-ї СЗА) і зволоження w (від 20 % до 100 % відносної вологості) при витримуваних робочих напругах класу від 6 кВ до 750 кВ і строку служби не менше 10 років при експлуатації в умовах перепаду температур від мінус 60 °С до плюс 65 °С.

55

Так, згідно з заявлюваним технічним рішенням, товщину ГП вибирають для зовнішньої бокової поверхні металевої арматури ізолятора, що безпосередньо контактує з джерелом

60 високої напруги, а також для ізоляційної деталі цього ізолятора на ділянці, розташованій від

основи металевої арматури, яка безпосередньо контактує з джерелом високої напруги, уздовж зовнішньої поверхні ізоляційної деталі і до вершини найближчого ребра, але не далі ніж на $1/3$ будівельної висоти $H_{\text{ст}}$ електроізоляційної конструкції, величиною 200-800 мкм.

5 Було встановлено, що при зменшенні товщини ГП на цій ділянці менш за 200 мкм не забезпечуються високі значення розрядних напруг при роботі електроізоляційної конструкції в умовах забруднення різного ступеня і зволоження, а перевищення товщини більше 800 мкм є недоцільним з огляду на більш, ніж одноразовий «запас» ізоляційних властивостей конструкції при витримуваніх розрядних напругах класу аж до 750 кВ, а також внаслідок перевитрати ГП при покритті їм гідрофобізованої поверхні електроізоляційної конструкції. На решті поверхні

10 електроізоляційної конструкції товщину ГП вибирають в діапазоні 80-400 мкм. Було встановлено, що при зменшенні товщини ГП на решті поверхні електроізоляційної конструкції менше за 80 мкм не забезпечуються високі значення розрядних напруг при роботі електроізоляційної конструкції в умовах забруднення різного ступеня і зволоження, а перевищення товщини більше 400 мкм є недоцільним з огляду на більш, ніж одноразовий

15 «запас» ізоляційних властивостей конструкції при витримуваніх розрядних напругах класу від 6 кВ до 750 кВ, а також внаслідок перевитрати ГП при покритті їм гідрофобізованої поверхні електроізоляційної конструкції. При значеннях товщини ГП на ділянці від основи електрода до першого ребра на нижній поверхні ізоляційної деталі, що становить 200-800 мкм, забезпечується досягнення поставленої

20 технічної задачі, що зменшує ймовірність перекриття гірлянди в забрудненому і зволоженому стані, а також підвищує надійність експлуатації гірлянд ізоляторів при атмосферних і промислових забрудненнях при витримуваніх розрядних напругах класу від 6 кВ до 750 кВ. Експериментальним шляхом було встановлено, що товщину наносимого на електроізоляційну конструкцію гідрофобного шару збільшують пропорційно величині

25 забруднення атмосфери, переважно від 2-ї до 4-ї СЗА, величині її відносної вологості w , що знаходиться в межах 20-100 %, величині максимально допустимого робочої напруги, яка подається на електроізоляційну конструкцію, що знаходиться в межах 6-750 кВ, а також визначуваного експериментально значенню максимальної напруженості електричного поля біля основи металевої арматури.

30 Особливо слід зупинитися на розгляді аспектів чистки і обмивання зовнішньої ізоляції електроізоляційних конструкцій, які є одним з істотних ознак розробленого технічного рішення. Одним з методів, спрямованих на підвищення експлуатаційної надійності електроізоляційних конструкцій, є періодичне проведення профілактичних заходів, що проводяться на ізоляції діючих енергооб'єктів, пов'язаних або з повним, або частковим видаленням забруднень з її

35 поверхні, або з нанесенням на неї різних захисних покриттів. Цей напрямок найбільш раціональний при важких умовах експлуатації, замість значного посилення ізоляції, що вимагає збільшення її габаритів і вартості. Широкий вибір наявних в даний час профілактичних методів і засобів дозволяє гнучко реагувати на зміну умов експлуатації.

40 Чистка ізоляції (повне або часткове видалення забруднень) може проводитися вручну, стисненим повітрям і обмиванням водою. Найпоширенішим методом очищення до теперішнього часу залишається ручне протирання ізоляції ганчір'ям, ганчірками і т.п. Для полегшення видалення забруднень (в залежності від його типу) ганчір'я або ганчірки змочуються 10 % розчином соляної кислоти, розчинниками типу бензину або гасу, водою з присадкою миючих

45 засобів і паст, ізопропіловим спиртом, чотирихлористим вуглецем й ін. При сильній цементзації шару забруднення для очищення іноді додатково доводиться застосовувати металеві щітки, сталеву стружку або розчини і пасту, що містять агресивні компоненти. Однак застосування таких засобів призводить до поступового руйнування глазурі і виходу ізоляторів з ладу. Іноді очищення ізоляторів від забруднень, що сильно цементуються,

50 виявляється настільки складним, що в експлуатації їх воліють не чистити, а періодично замінювати на нові. Крім того, ручна чистка вимагає відключення напруги на час проведення робіт і значних трудовитрат. Досить ефективним засобом показало себе очищення ізоляції стисненим повітрям із застосуванням абразивних матеріалів, наприклад очищення стиснутим повітрям з додаванням

55 меленого доломіту і карбонату кальцію. У той же час при повному знятті цементуючих забруднень абразивом частково пошкоджується глазур, що є суттєвим недоліком цього методу. Метод обмивання водою є ефективним способом очищення ізоляції від забруднень, що мають слабку адгезію з поверхнею ізолятора або розчинних у воді. У порівнянні з ручною очисткою він має більшу продуктивність і дозволяє в ряді випадків проводити роботи на не

відключеному обладнанні. При обмиванні ізоляторів можуть бути використані струмені води з різною структурою: суцільний, переривчастий або розпорошений.

Безперервний струмінь має велику кінетичну енергію і дозволяє прискорити процес очищення, а при наявності розпилення підвищуються діелектричні властивості струменя, однак при цьому процес обмивки ускладнюється. Для обмивання ізоляції водою можуть використовуватися струмені як високого (1,5-2,5 МПа і навіть 7 МПа), так і низького (0,5-1 МПа) тиску. Обмивання струменями високого тиску вимагає меншої витрати води, але пред'являє більш серйозні вимоги до обмивального обладнання.

Найбільш часто метод обмивання застосовують для видалення із зовнішньої ізоляції сольових забруднень поблизу морських узбереж і на солончакових ґрунтах, а також для видалення з ізоляторів пилу, кіптяви, сажі, поблизу промислових підприємств, у тому числі хімічних.

Проте його широкому впровадженню перешкоджає небезпека перекриття ізоляторів. Під час обмивання під напругою струмки води можуть шунтувати повітряні проміжки між ребрами, що призводило до перекриття обмиваних об'єктів. При проведенні обмивання під напругою повинні бути забезпечені умови, що виключають перекриття по струменю води і ураження оператора струмом.

Крім того, недоліками методу обмивання водою є неможливість його застосування для зняття забруднень, що сильно цементуються, використання спеціального обладнання, значна витрата води, а в холодну пору року - необхідність або підігрівати воду, або додавати до неї непровідний антифриз.

В даний час для зняття забруднень (у тому числі таких, що цементуються) розроблена технологія механізованої чистки-миття підстанції ізоляції на основі аерозольного газодинамічного методу очищення. Її суть полягає в напрямку струменя мийного розчину (що містить абразивні частинки) під тиском на поверхню, що очищається. Це дозволяє поєднувати достоїнства обмивання ізоляторів і механічного впливу абразивних часток на шар забруднення. Однак при цьому методі можливе пошкодження раніше нанесеного ГП внаслідок впливу абразивних частинок.

Тому пропонується спосіб, згідно з яким перед очищенням гідрофобізованої поверхні електроізоляційної конструкції здійснюють поділ існуючих на ній забруднень на такі, що не цементуються, і такі, що цементуються, а також визначають наявність їх зволоження, після чого, при наявності зволоження існуючих забруднень, здійснюють підсушування гідрофобізованої поверхні разом із забрудненнями, причому очищення підсушеної гідрофобізованої поверхні здійснюють тільки від забруднень, що не цементуються, є ефективним і не сприяє пошкодженню раніше нанесеного ГП.

Відповідно до пропонуваного технічного рішення, найбільш ефективна товщина ГП, детерміновано вибрана в залежності від умов експлуатації електроізоляційної конструкції, а також покращені умови очищення і «самоочищення» дозволяють при проведенні профілактичних заходів виключити роботи по зняттю «старого» шару ГП перед нанесенням «нового» і забезпечують ефективну експлуатацію покриття без проведення додаткових профілактичних заходів по його очищенню і видаленню.

Суть корисної моделі пояснюють креслення.

На фіг.1-5, на яких зображена електроізоляційна конструкція у вигляді опорно-стрижневого ізолятора (фіг.1); на фіг. 2 показана електроізоляційна конструкція у вигляді двох послідовно розміщених опорно-стержневих ізоляторів; на фіг. 3 показана залежність розподілу напруженості електричного поля E (кВ/см) уздовж поздовжньої осі опорно-стрижневого ізолятора; на фіг. 4 показаний процес гідрофобізації зовнішньої ізоляції обмежувачів перенапруги; на фіг. 5 показаний процес гідрофобізації високовольтних ввідів з робочою напругою 330 кВ.

Електроізоляційна конструкція з ГП виконана у вигляді як мінімум одного ізолятора 1, який містить ізоляційну деталь, що складається зі стовбура 2 з ребрами 3 на бічній поверхні, з'єднану по обох кінцях з металевою арматурою, виконаною, наприклад, у вигляді фланців 4, за допомогою затверділої цементно-піщаної зв'язки 5, причому бічні зовнішні поверхні металевої арматури 4, а також зовнішня поверхня ізоляційної деталі покриті ГП. Електроізоляційна конструкція виконана з різною (різновеликою) (варіант 1) або рівною (рівновеликою) (варіант 2) товщиною ГП на різних ділянках її зовнішньої поверхні.

Шукана різновелика товщина ГП (показана на фіг. 1-2 пунктирною лінією) становить для зовнішньої бокової поверхні металевої арматури 4 ізолятора, що безпосередньо контактує з джерелом високої напруги, а також для ізоляційної деталі цього ізолятора на ділянці (7), позначеною пунктирною лінією, і розташованою від основи 6 металевої арматури 4, яка

безпосередньо контактує з джерелом високої напруги, до її вершини 7 і далі уздовж зовнішньої поверхні ізоляційної деталі і до вершини найближчого ребра 8, але не далі ніж на $1/3$ будівельної висоти ($H_{\text{ст}}$) електроізоляційної конструкції, величину 200-800 мкм, а на решті поверхні електроізоляційної конструкції, тобто від вершини найближчого ребра 8 і до основи 9 електроізоляційної конструкції - 80-400 мкм.

Електроізоляційна конструкція складається з одного або більше ізоляторів, з'єднаних один з одним паралельно (на фіг. 1-5 не показано) або послідовно. При цьому ізоляційна деталь виконана з порцеляни або скла і складається зі стовбура у формі тіла обертання, виконаного у вигляді суцільного або порожнистого стержня циліндричної або конічної форми. ГП у вулканізованому стані характеризується терміном служби, що становить не менше 10 років, при експлуатації в умовах перепаду температур від мінус 60°C до плюс 65°C .

Так як гідрофобізація зовнішньої ізоляції в більшості випадків здійснюється на діючих енергооб'єктах, тобто в польових умовах, процес приготування гідрофобної композиції повинен бути максимально простим, і в той же час забезпечувати з достатньою точністю співвідношення компонентів (оптимальність складу).

Внаслідок цього шукане ГП містить силіконовий низькомолекулярний каучук, наповнювач і отверджувач. При цьому як силіконовий низькомолекулярний каучук ГП містить каучук марки СКТН, як наповнювач ГП містить як твердий наповнювач у вигляді гідрату окису алюмінію і сажі ацетиленової, так і рідкий наповнювач у вигляді низькомолекулярної кремнієорганічної рідини 119-215, а як отверджувач ГП містить метилтриацетоксисилан або К-10 С.

При цьому ГП містить на 100,0 мас.ч. каучуку гідрату окису алюмінію в кількості 5,0-15,0 мас.ч., сажу ацетиленову в кількості 0,5-2,5 мас.ч., низькомолекулярну кремнієорганічну рідину 119-215 у кількості 1,25-2,5 мас.ч., метилтриацетоксисилан або К-10 С в кількості 2,5-6,5 мас.ч.

Аналізуючи наведену на фіг. 3 залежність розподілу напруженості електричного поля E , кВ/см, починаючи від вершини 7 металевго фланця 4, уздовж поздовжньої осі опорно-стрижневого ізолятора 1, можна помітити, що вищевказана залежність є експоненціально спадною, причому в зоні від основи фланця, що безпосередньо контактує з джерелом високої напруги до вершини третього ребра, напруженість електричного поля E складає від 2 кВ/см до 11 кВ/см. Це призводить до виникнення коронування і появи поверхневих часткових розрядів в умовах забруднення і зволоження.

При цьому в зоні максимальної напруженості, а саме біля вершини 7 металевго фланця 4, товщина наносимого ГП є максимальною, що, крім СЗА, величини відносної вологості атмосфери і величини максимально допустимої робочої напруги, яка подається на електроізоляційну конструкцію, є одним з головних факторів, який детермінують при виборі оптимальної товщини ГП. Крім того, дослідження стійкості до тривалого впливу коронного розряду на силосанових полімерні матеріали показали, що процеси деструкції протікають на обмеженій області поверхні з високими значеннями напруженості електричного поля E .

Розроблений спосіб реалізується наступним чином.

Вибирають згідно з ГОСТ або нормативною документацією (наприклад, згідно з Інструкцією з експлуатації ізоляції електроустановок в районах із забрудненою атмосферою РД 34.51.503-93) величину максимально допустимої робочої напруги $U_{\text{раб.}}$, що подається на електроізоляційну конструкцію, на підставі чого визначають початкову товщину h_0 ГП прямо пропорційно цій напрузі. Тобто $U_{\text{раб.}}$ знаходиться в межах від 6 кВ до 750 кВ, і відповідно h_0 знаходиться в межах від (70 ± 10) мкм до (790 ± 10) мкм.

Після цього визначають значення максимальної напруженості електричного поля E_{max} на ділянці металевої арматури (див. фіг. 3) і коректують значення попередньо вибраної товщини h_0 з урахуванням E у сторону збільшення, отримуючи значення h_E , тобто $h = h_0 \pm h_E$.

Далі отримане значення h збільшують в залежності від СЗА (наприклад, для кожного класу СЗА, понад 2 і до 4 включно, додатково на 2 %, отримуючи значення $h_{\text{СЗА}}$) і величини відносної вологості атмосфери w (для значення вологості w понад 20 %, додатково на 1 % на кожні цілі 10 %, одержуючи значення h_w).

Отримане таким чином остаточне значення товщини $h = h_0 \pm h_E + h_{\text{СЗА}} + h_w$, яке знаходиться в межах (80-800) мкм, використовують при розрахунку кількості шарів наносимого ГП.

Після цього здійснюють очистку гідрофобізованої поверхні. При цьому перед очищенням гідрофобізованої поверхні електроізоляційної конструкції здійснюють, як правило, візуальне розділення існуючих на ній забруднень на такі, що не цементуються, і такі, що цементуються, а також визначають наявність їх зволоження тактильно чи візуально, а також шляхом вимірювання їх електричного опору, наприклад, за допомогою мегомметра на 2,5 кВ.

Далі, при наявності зволоження існуючих забруднень, здійснюють підсушування гідрофобізованої поверхні, причому очищення гідрофобізованої поверхні від існуючих

забруднень здійснюють або пневматичним (стиснене повітря), або гідравлічним (водний струмінь) шляхом, без видалення забруднень, що цементуються. Потім наносять на гідрофобізовану поверхню один або кілька шарів ГП, товщину h якого вибирають, як було зазначено вище.

Варіантом реалізації розробленого способу є те, що товщину h шару ГП, що наноситься, вибирають різною на різних ділянках її зовнішньої поверхні. При цьому товщину шару ГП, що наноситься, вибирають максимальною для зовнішньої бічної поверхні металевої арматури ізолятора, що безпосередньо контактує з джерелом високої напруги, а також для ізоляційної деталі цього ізолятора на ділянці, розташованій від основи металевої арматури, яка безпосередньо контактує з джерелом високої напруги, уздовж зовнішньої поверхні ізоляційної деталі і до вершини найближчого ребра, але не далі, ніж на $1/3$ будівельної висоти $H_{\text{ст}}$ електроізоляційної конструкції, в межах 200-800 мкм. А на решті поверхні електроізоляційної конструкції товщину шару ГП, що наноситься, вибирають в межах 80-400 мкм.

Нанесення шару ГП на гідрофобізовану поверхню електроізоляційної конструкції здійснюють ручним або механізованим способом. У другому випадку (див. фіг.4 і фіг.5) нанесення шару ГП здійснюють шляхом розпилення з використанням джерела стисненого повітря, що забезпечує витрату не менше $15 \text{ м}^3/\text{год.}$ при тиску стисненого повітря не менше $0,15 \text{ МПа}$. При цьому розпилення здійснюють при відстані від зрізу сопла розпилювача до поверхні, що покривається, від 100 мм до 600 мм.

Вищевказані параметри реалізації способу сприяють як зменшенню витрат матеріалів у зв'язку зі зменшенням витрат при розпилюванні, так і максимальному збільшенню продуктивності нанесення ГП.

Таким чином, перевагою розробленого способу у порівнянні з аналогами є підвищення надійності та збільшення терміну служби наносимого завулканізованого ГП, оптимізація процедури, в т.ч. часу його нанесення залежно від стану і типу забруднень, а також експлуатаційних факторів високовольтної ізоляції, що приводить також до підвищення вологорозрядних напруг високовольтної ізоляції протягом всього тривалого терміну її експлуатації.

Так, наприклад, результати проведених випробувань електроізоляційних конструкцій, отриманих за допомогою заявлюваного технічного рішення, на допустиму робочу напругу і напруженість електричного поля підтверджують зниження вірогідності перекриття гірлянд ізоляторів в результаті забруднення щонайменше на 15-20 %.

Всі випробувані гідрофобізовані ізолятори витримали випробування на трекінгоерозійну стійкість (при тривалості випробувань не менше 500 год.) і можуть експлуатуватися в районах з високим рівнем забруднення атмосфери до 4-ї СЗА включно, величину відносної вологості атмосфери в межах 20-100 %, величину максимально допустимої робочої напруги, що подається на електроізоляційну конструкцію, в межах 6-750 кВ.

Крім того, амплітуди основних струмів витоку через гідрофобізовані ізолятори були в 1,5-2 рази менше, ніж через ізолятори без ГП. У реальних умовах експлуатації ця величина буде ще більше, тому що поверхня кремнієорганічних полімерних покриттів забруднюється значно менше. Крім цього, одержуване ГП зазначеного складу у вулканізованому стані має поліпшені (як мінімум на 15-20 %) експлуатаційні властивості в порівнянні з відомими покриттями.

Оптимізація процедури реалізації способу в залежності від умов навколишнього середовища дозволяє вибирати раціональні режими роботи електроізоляційних конструкцій і зменшити втрати витратних матеріалів при гідрофобізації їх поверхні.

Ефективність застосування розробленого способу в частині технології нанесення ГП на основі КОК холодного твердіння механізованим способом підтверджується більш ніж 15-ти річним позитивним досвідом його застосування на підстанціях, розташованих в зонах з інтенсивними промисловими забрудненнями.

У той же час найбільш ефективна товщина ГП, детерміновано вибрана в залежності від умов експлуатації електроізоляційної конструкції, а також покращені умови очищення і «самоочищення» гідрофобізованої поверхні дозволяють при проведенні профілактичних заходів виключити роботи по зняттю «старого» шару ГП перед нанесенням «нового» і забезпечують ефективну експлуатацію покриття без проведення додаткових профілактичних заходів протягом не менше 10 років.

Джерела інформації

1. Ким Ен Дар, П.Е. Пономарев. Опыт эксплуатации кремнийорганического покрытия холодного твердіння на подстанциях энергосистем Украины//Электрические сети и системы. - 2006. - №3. - С. 32-35.

2. Мерхалев С.Д., Соломоник Е.А. Влияние конфигурации изоляторов на выбор длины гирлянды ВЛ // Электрические станции. - 1968. - № 7. - С. 89-93.

3. Ravi S.G. RTV Silicone Rubber Coatings for Ceramic Insulators: Present Knowledge and Future Requirements // 2001 World Insulator Congress, Shanghai, China, November 18-21 - Shanghai. - 2001. - P. 361-368.

4. Инструкция по эксплуатации изоляции электроустановок в районах с загрязненной атмосферой РД 34.51.503-93. Утверждена Департаментом науки и техники РАО "ЕЭС России" 27.09.93. Срок действия установлен с 01.04.94 г.

5. Неруш Л.С. Опыт эксплуатации изоляции оборудования подстанций в зоне загрязнения промышленными уносами // Энергетика и электрификация. - 1989. - № 3. - С. 37-38.

6. Андриевский В.Н., Голованов А.Т., Зеличенко А.С. Эксплуатация воздушных линий электропередачи. - М., Энергия, 1976. - 616 с.

7. Мерхалев С.Д., Соломоник Е.А. Влияние конфигурации изоляторов на выбор длины гирлянды ВЛ // Электрические станции. - 1968. - № 7. - С. 89-93.

8. Агафонов В.М., Панасюк Д.И. Опыт эксплуатации изоляции в условиях загрязненной атмосферы // Энергетик. - 1986. - № 7. - С. 22-23.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб підвищення вологостійкості властивостей і електричної міцності електроізоляційної конструкції, що складається як мінімум з одного ізолятора, який містить ізоляційну деталь, що складається зі стовбура з ребрами на бічній поверхні, з'єднану по обох кінцях з металевою арматурою, виконаною, наприклад, у вигляді фланця, за допомогою затверділої цементно-піщаної зв'язки, що полягає в очищенні зовнішньої поверхні електроізоляційної конструкції від існуючих забруднень з подальшим нанесенням на цю поверхню гідрофобного покриття, наприклад, на основі одно- або двопакувального кремнієорганічного компаунда холодного твердіння, рідкого або пастоподібного в початковому стані, що містить силіконовий низькомолекулярний каучук, наповнювач, а також отверджувач, який **відрізняється** тим, що перед очищенням гідрофобізованої поверхні електроізоляційної конструкції від забруднень визначають наявність їх зволоження, при наявності якого здійснюють підсушування гідрофобізованої поверхні разом із забрудненнями, потім проводять очистку сухої гідрофобізованої поверхні тільки від забруднень, що не цементуються, після чого наносять на неї один або кілька шарів гідрофобного покриття, товщину якого вибирають в залежності від основних та додаткових умов експлуатації електроізоляційної конструкції, при цьому як основні умови експлуатації електроізоляційної конструкції вибирають величину максимально допустимої робочої напруги, що подається на електроізоляційну конструкцію, а також значення максимально напруженості електричного поля на ділянці металевої арматури, а як додаткові умови експлуатації електроізоляційної конструкції вибирають ступінь забруднення атмосфери (СЗА) і величину її відносної вологості w .

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що товщину, наносимого на електроізоляційну конструкцію гідрофобного шару, збільшують пропорційно величині СЗА, переважно від другого до четвертого ступеня, величини її відносної вологості w , що знаходиться в межах 20-100 %, величини максимально допустимої робочої напруги, що подається на електроізоляційну конструкцію, яка знаходиться в межах 6-750 кВ, а також визначуванням експериментально значенням максимально напруженості електричного поля біля основи металевої арматури, при цьому гідрофобне покриття наносять при наявності шару забруднення з питомою провідністю до 50 мк См включно.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що наявність зволоження існуючих на гідрофобізованій поверхні забруднень визначають тактильно або візуально, а також шляхом вимірювання їх електричного опору.

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що очищення гідрофобізованої поверхні електроізоляційної конструкції від існуючих забруднень, що не цементуються, здійснюють вручну або стисненням повітрям, або обмиванням водою.

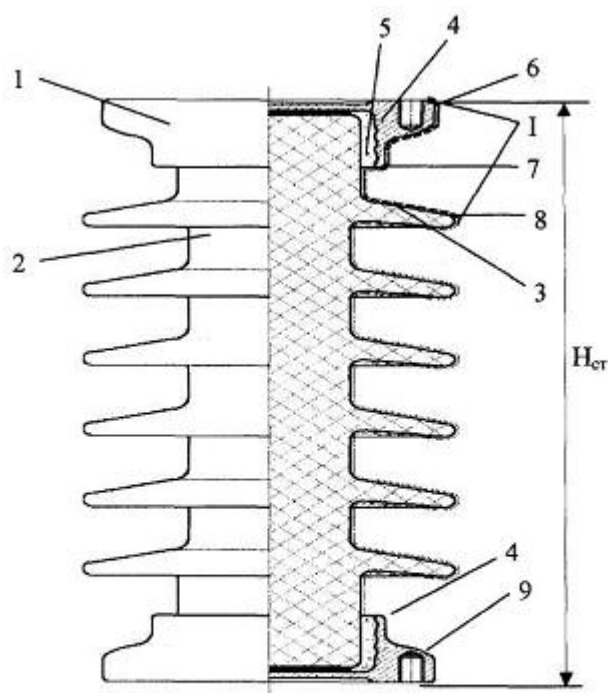
5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що товщину шару гідрофобного покриття, що наноситься, вибирають однаковою для всіх елементів електроізоляційної конструкції в межах 80-800 мкм.

6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що товщину шару гідрофобного покриття, що наноситься, вибирають різною на різних ділянках зовнішньої поверхні електроізоляційної конструкції.

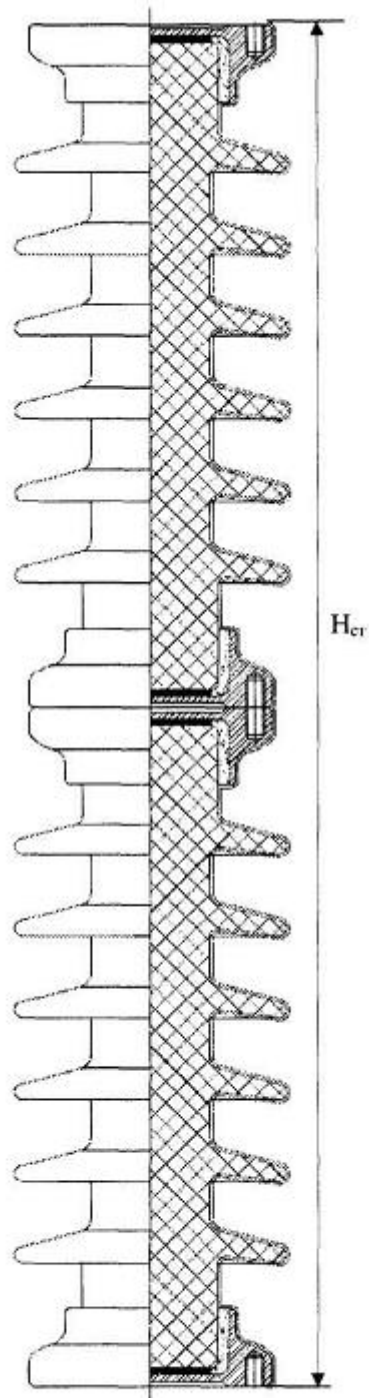
7. Спосіб за п. 6, який **відрізняється** тим, що товщину шару гідрофобного покриття, що наноситься, вибирають для зовнішньої бічної поверхні металевої арматури ізолятора, що безпосередньо контактує з джерелом високої напруги, а також для ізоляційної деталі цього ізолятора на ділянці, розташований від основи металевої арматури, яка безпосередньо контактує з джерелом високої напруги, уздовж зовнішньої поверхні ізоляційної деталі і до вершини найближчого ребра, але не далі ніж на $1/3$ будівельної висоти електроізоляційної конструкції, в межах 200-800 мкм, а на решті поверхні електроізоляційної конструкції - в межах 80-400 мкм.

8. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що здійснюють ручне нанесення шару гідрофобного покриття на гідрофобізовану поверхню електроізоляційної конструкції.

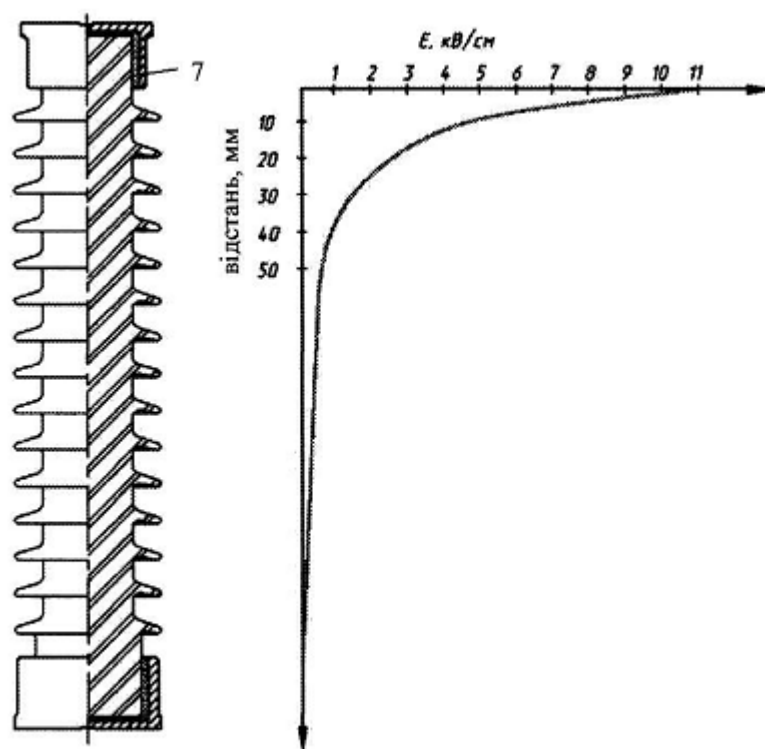
9. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що здійснюють механізоване нанесення шару гідрофобного покриття на гідрофобізовану поверхню електроізоляційної конструкції шляхом розпилення з використанням джерела стисненого повітря, що забезпечує витрату не менше $15 \text{ м}^3/\text{год.}$ при тиску не менше $0,15 \text{ МПа}$, при цьому розпилення здійснюють при відстані від зрізу сопла розпилювача до поверхні, що покривається, від 100 мм до 600 мм при швидкості переміщення сопла діаметром 1,6-2,7 мм уздовж гідрофобізованої поверхні електроізоляційної конструкції, що становить не менше $0,15 \text{ м/с}$.



Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

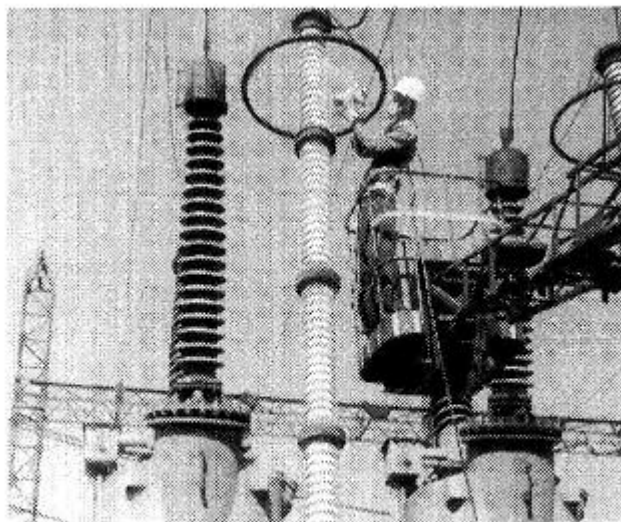


Fig. 5

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601