



УКРАЇНА

(19) UA (11) 30558 (13) U  
(51) МПК (2006)  
H01B 17/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ВИСОКОВОЛЬТНИЙ ІЗОЛЯТОР

1

2

(21) u200713936

(22) 12.12.2007

(24) 25.02.2008

(72) КІМ ЖАН МИКОЛАЙОВИЧ, UA, НАЗАРЕНКО  
АЛЛА ВОЛОДИМИРІВНА, UA, БОРЕЙЧУК ВІКТОР  
СТАХІЙОВИЧ, UA, КАЛУЖАНІН МИХАЙЛО  
ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "СЛАВЕНЕРГОПРОМ", UA  
(56)

(57) 1. Високовольтний ізолятор, який містить силовий вузол, що складається із склопластикового електроізоляційного стрижня, кінці якого з'єднані з металевими закінчувачами, кожний з останніх має основну частину 3, по суті, циліндричною зовнішньою поверхнею, причому в торці згаданої основної частини як мінімум одного з закінчувачів виконане осьове розсвердлення, в якому опресований відповідний кінець стрижня, при цьому стінка, утворена згаданою по суті циліндричною зовнішньою поверхнею закінчувачів і внутрішньою поверхнею осьового розсвердлення, має товщину D, а торцева поверхня закінчувача з боку осьового розсвердлення сполучена із згаданою циліндричною поверхнею радіусом сполучення R, і суцільнолітуту захисну оболонку з кільцевими

ребрами, що охоплює силовий вузол, і простягається вздовж силового вузла на довжину H, а відстань між згаданими торцевими поверхнями закінчувачів дорівнює h, який відрізняється тим, що захисна оболонка виконана з вулканізованого полімерного компаунду на основі рідких синтетичних каучуків, олігомери яких містять кінцеві функціональні групи, згаданий радіус сполучення R лежить в межах  $0,5D \leq R \leq 2D$ , а довжина захисної оболонки H лежить в межах  $h < H \leq 2h$ , причому оболонка покриває щонайменше згадане сполучення.

2. Ізолятор за п. 1, який відрізняється тим, що згадане сполучення виконано у вигляді сферичного уступу в радіальному напрямі.

3. Ізолятор за п. 2, який відрізняється тим, що оболонка щонайменше охоплює поверхню згаданого сферичного уступу.

4. Ізолятор за п. 1, який відрізняється тим, що оболонка простягається по довжині, виступаючи за згадане сполучення.

5. Ізолятор за будь-яким з пп. 1-4, який відрізняється тим, що матеріал оболонки є оптично прозорим.

6. Ізолятор за будь-яким з пп. 1-5, який відрізняється тим, що матеріал оболонки містить барвник.

Корисна модель належить до електротехніки, зокрема до ізоляційної техніки, яку використовують при напругах більше 1000В.

Відомі технічні рішення, спрямовані на покращення таких важких характеристик високовольтних ізоляторів, як:

- внутрішня і зовнішня електрична міцність, що визначається розрядними напругами і напругами, що витримуються, в сухому, вологому, і забрудненому стані ізоляторів, та

- зниження матеріалосемності і маси виробу, обумовлене як його габаритними розмірами, так і вибором матеріалів.

Фахівцям в даній предметній галузі відомо, що задовольнити обидві згадані вимоги в одному

виробі достатньо важко, так ці вимоги, як правило, є взаємозворотними або взаємовиключаючими.

Це пояснюється перш за все тим, що збільшення довжини шляху витоку з метою підвищення розрядних і тих, що витримуються, характеристик, як правило, зв'язано із збільшенням масогабаритних параметрів ізолятора.

В даний час цю проблему вирішують, виконуючи ребра відносно тонкими. Це дозволяє набрати необхідну довжину витоку, зменшивши, в - перших, висоту ізоляційної частини, а в - других діаметр ребер.

У вибраному як найближчий аналог технічному рішенні, відомому з документа UA 25680 U від 10.08.2007, розкритий високовольтний ізолятор.

UA (19) 30558 (13) U

Даний ізолятор містить силовий вузол, що складається із склопластикового електроізоляційного стрижня, кінці якого з'єднані з металевими закінčovувачами.

Кожний з останніх має основну частину 3, по суті, циліндричною зовнішньою поверхнею.

В торці згаданої основної частини як мінімум одного з закінčovувачів виконане осьове розсвердлення, в якому опресований відповідний кінець стрижня.

Стінка, утворена згаданою по суті циліндричною зовнішньою поверхнею закінčovувачів і внутрішньою поверхнею осьового розсвердлення, має товщину D.

Торцева поверхня закінčovувача з боку осьового розсвердлення сполучена із згаданою циліндричною поверхнею радіусом сполучення R.

Відомий ізолятор також містить суцільнолитий захисну оболонку з кільцевими ребрами.

Ця оболонка охоплює силовий вузол, і простягається вздовж силового вузла на довжину H, а відстань між згаданими торцевими поверхнями закінčovувачів дорівнює h.

Згадане технічне рішення, завдяки оптимально вибраним співвідношенням геометричних параметрів захисної оболонки, у тому числі, висоті оболонки і конфігурації ребер, дозволяє знизити питоме електричне навантаження по довжині ізолятора, тим самим, досягти необхідних електричних характеристик, але при менших в порівнянні з відомими раніше конструктивними рішеннями масогабаритних параметрах.

Таким чином, у відомому технічному рішенні була частково вирішена проблема підвищення розрядних характеристик разом із зменшенням матеріалоемності.

Проте даному відомому ізолятору властива низька герметичність, що може призвести до зниження його внутрішньої електричної міцності.

Низька герметичність відомого ізолятора обумовлена, щонайменше, трьома основними факторами:

1. "Корисна" в світі вищезгаданого складна конфігурація захисної оболонки з тонкими і значно виступаючими ребрами, виконана з вулканізованих ланцюжків високомолекулярних каучуків, може мати істотні дефекти форми при її виготовленні. Ці дефекти можуть бути як зовнішніми - тріщини, мікротріщини і невідповідність форми виробу наперед заданої, так і внутрішніми - повітряні включення, інші концентратори внутрішніх напруг.

2. Між приміжевими областями - «оболонка» - «стрижень», «оболонка - закінčovувачі» і «закінčovувачі - стрижень» часто присутні включення повітря унаслідок відсутності щільних молекулярних зв'язків між згаданими елементами.

3. Приміжеві поверхні закінčovувачів виконані без урахування можливих внутрішніх часткових розрядів унаслідок концентрації напруженості електричного поля поблизу закінčovувачів, що може викликати початок руйнування приміжових поверхонь стрижня і закінčovувача, і як наслідок - попадання вологи або забруднень і повний пробій ізолятора.

Тому така конструкція вимагає додатковий герметизації як безпосередньо самої оболонки, так і вказаних приміжових областей.

Це, в - перших, підвищує матеріалоемність і вимагає додаткових енерго- і трудових ресурсів при виготовленні ізолятора, а в - других, що дуже важливо, не вирішує повністю вказану проблему.

Дійсно, використання додаткового герметика не повною мірою перешкоджає виникненню особливо внутрішніх дефектів самої оболонки.

Крім того, використання додаткового герметика приводить до виникнення нових прикордонних областей «герметик - оболонка», «герметик - стрижень», «герметик - закінčovувачі», і як наслідок, додаткових повітряних включень.

Як правило, наявність таких мікро- і макротріщин тріщин, повітряних включень, відхилення розмірів заданої форми, і повітряних включень веде до виникнення осередків поступового електричного руйнування як стрижня, так і оболонки, наслідком якої може бути розгерметизація приміжових областей під дією навколишнього середовища на ізоляторі, перенапружень в мережі і ударних навантажень.

Крім того, вживання високомолекулярного каучуку як сировини для оболонки значно збільшує витрати ресурсів при виготовленні. Суттєвим моментом тут є прикладений відносно високий тиск як при інжекції суміші, так і при її вулканізації, а також порівняно високі температури, яким піддається ізолятор в процесі виготовлення.

Це веде до появи залишкових деформацій, як в самому тілі оболонки, так і в стрижні, що прискорює процеси старіння ізолятора в умовах експлуатації.

Все вищеописане у свою чергу знижує діелектричні характеристики згаданих областей, призводить до змін конфігурації електричного поля в ізоляторі у бік збільшення максимальної напруженості на поверхні стрижня, виникненню часткових розрядів і подальшому погіршенню внутрішньої електричної міцності і герметичності.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення високовольтного ізолятора, в якому шляхом вибору певного матеріалу для оболонки, а також шляхом зміни конфігурації приміжових областей «оболонка» - «стрижень», «оболонка - закінčovувачі» і «закінčovувачі - оболонка», забезпечується досягнення технічного результату: підвищення герметичності ізолятора при зниженні матеріаломісткості.

Поставлена задача вирішується тим, що у високовольтному ізоляторі, який містить:

силовий вузол, що складається із склопластикового електроізоляційного стрижня, кінці якого з'єднані з металевими закінčovувачами, кожен з останніх має основну частину 3, по суті, циліндричною зовнішньою поверхнею,

причому в торці згаданої основної частини як мінімум одного з закінčovувачів виконане осьове розсвердлення, в якому опресований відповідний кінець стрижня,

при цьому стінка, утворена згаданою по суті циліндричною зовнішньою поверхнею

закінцювачів і внутрішньою поверхнею осевого розсвердлення, має товщину  $D$ ,

а торцева поверхня закінцювача з боку осевого розсвердлення сполучена із згаданою циліндричною поверхнею радіусом сполучення  $R$ ,

і суцільнолітуту захисну оболонку з кільцевими ребрами, що охоплює силовий вузол, і простягається вздовж силового вузла на довжину  $H$ , а відстань між згаданими торцевими поверхнями закінцювачів дорівнює  $h$ ,

згідно корисної моделі

захисна оболонка виконана з вулканізованого полімерного компаунда на основі рідких синтетичних каучуків, олігомери яких містять кінцеві функціональні групи,

згаданий радіус сполучення  $R$  лежить в межах  $0,5D \leq R \leq 2D$ ,

а довжина захисної оболонки  $H$  лежить в межах  $h < H \leq 2h$ , причому оболонка покриває, щонайменше, згадане сполучення.

Дана задача вирішена і тим, що згадане сполучення виконано у вигляді сферичного уступу в радіальному напрямі.

Дана задача також вирішена тим, що оболонка щонайменше охоплює поверхню згаданого сферичного уступу.

Далі, дана задача вирішена так само тим, що оболонка простягається по довжині, виступаючи за згадане сполучення.

І, нарешті, дана задача вирішена тим, що матеріал оболонки є оптично прозорим.

Вибір компаунда на основі рідких синтетичних каучуків, олігомери яких містять кінцеві функціональні групи, як матеріалу оболонки, забезпечує:

по-перше, відсутність як зовнішніх, так і внутрішніх дефектів оболонки практично будь-якої її необхідної конфігурації за рахунок низької в'язкості заповнюючого відповідну литтєву форму компаунда, обумовленої порівняно невеликим розміром молекул олігомерів рідких каучуків;

в - других утворення щільних зв'язків на молекулярному рівні оболонки з матеріалом стрижня і закінцювачів (створення так званого «багатокомпонентного єдиного виробу»), що приводить до виключення щонайменших повітряних пір, тріщин і пухирців;

в - третіх, виготовлення такої оболонки на силовому вузлі можна проводити при порівняно невеликих (і навіть кімнатних) температурах і при відносно низькому тиску, що також виключає будь-які деформації і напруги на всіх стадіях технологічного процесу;

в - четвертих, вулканізований матеріал такої оболонки, володіючи водо- і трекінгоерозійною стійкістю, перешкоджає виникненню електричних руйнувань прикордонних областей при експлуатації в тяжких умовах; і, нарешті

в - п'ятих, така оболонка, володіючи еластичністю, дозволяє уникнути її деформацій при зберіганні і транспортуванні.

Таким чином, перераховані п'ять властивостей вибраного матеріалу оболонки в сукупності необхідні для підвищення герметичності ізолятора.

Оскільки згадана першою властивість дозволяє отримувати практично будь-яку

необхідну форму оболонки, зокрема з відносно тонкими ребрами і зменшеною висотою ізоляційної частини до гранично допустимих значень, визначуваних питомою електричною і механічною міцністю, вибраний матеріал необхідний для зниження матеріаломісткості.

Проте, однієї ознаки, що стосується вибору певного матеріалу, недостатньо для необхідної герметизації виробу.

Як відмічено вище, «слабкою ланкою» з погляду герметичності в конструкції ізолятора є приміжова область «закінцювач - стрижень - оболонка».

Тому, в світі даної корисної моделі, дуже важливим є покриття, щонайменше, сполучення торцевої і циліндричної поверхонь закінцювачів ізоляторів вказаною оболонкою, що забезпечується нижньою границею вказаного співвідношення  $h < H$ . Саме цим покриттям забезпечується герметичність згаданої області. Верхня границя цього співвідношення  $H \leq 2h$  обрана з умови достатності герметичності і міркувань зменшення матеріаломісткості.

Крім того, для зниження максимальної напруженості електричного поля на межах «закінцювач - стрижень - оболонка» необхідно, щоб сполучення торцевої і циліндричної поверхонь закінцювачів мало певний радіус сполучення, відповідний нижній границі вказаного вище співвідношення  $0,5D \leq R$ . Верхня границя  $R \leq 2D$  цього співвідношення обрана з умови достатності зниження напруженості поля і міркувань енергоємності технології.

Резюмуючи вищеведене, можна затверджувати, що суттєві відмітні ознаки даної корисної моделі, при взаємодії з відомими її суттєвими ознаками, проявляючи вище перелічені властивості, забезпечують вказаний вище технічний результат.

Вибір прозорого матеріалу для оболонки обумовлений більшою мірою можливістю візуального контролю початку виникнення найдрібніших пошкоджень в ізоляторі без додаткового контрольного обладнання, як при його виготовленні, так і в процесі його експлуатації.

Слід помітити, що достатньо низька в'язкість вибраного компаунда дозволяє легко додати в нього при необхідності будь-який барвник, отримати при цьому рівномірне фарбування за рахунок ефективної дифузії частинок фарби у вибраному компаунді перед його вулканізацією.

Корисна модель більш детально пояснюється кресленнями:

На Фіг.1, 3 - зображені загальні види в плані високовольтного ізолятора з різною довжиною  $H$  оболонки.

На Фіг.2 - зображений вигляд в плані закінцювача.

Високовольтний ізолятор має наступну конструкцію.

Високовольтний ізолятор 1 (див. Фіг.1) містить силовий вузол 2, що складається із склопластикового електроізоляційного стрижня 3 і металевих закінцювачів 4.

Кожний з останніх має (див. Фіг.2) основну частину 5 з, по суті, циліндричною зовнішньою поверхнею 6, причому в торці 7 згаданої основної частини як мінімум одного з закінцювачів виконане осьове розсвердлення 8, в якому опресований відповідний кінець 9 стрижня 3.

Стінка 10, утворена згаданою, по суті циліндричною зовнішньою поверхнею 6 закінцювачів і внутрішньою поверхнею 11 осьового розсвердлення, має товщину D.

Торцева поверхня закінцювача з боку осьового розсвердлення сполучена із згаданою циліндричною поверхнею 6 радіусом сполучення R.

Захисна оболонка 12 з кільцевими ребрами 13 (див. Фіг.1) охоплює силовий вузол 2.

Захисна оболонка 12 простягається уздовж силового вузла 2 на довжину H, а відстань між торцевими поверхнями закінцювачів дорівнює H.

Оболонка 12 виконана з вулканізованого методом адитивного зшивання компаунда на основі рідких синтетичних каучуків, олігомери яких містять кінцеві функціональні групи, наприклад, вінільні -  $\text{CH}_2=\text{CH}$  -, силосанові -  $\text{Si-O}$  - групи та/або будь-які інші придатні в світі корисної моделі групи.

Оболонка 12 в переважному варіанті виконання для вищеписаних цілей є оптично прозорою. При необхідності, вона може містити будь-який придатний барвник.

Оболонка 12 виконана такої довжини H, що покриває згадане сполучення (див. Фіг.1). Проте більш ефективна герметизація виробу забезпечується тоді, коли оболонка виступає за дане сполучення і простягається по довжині циліндричної поверхні закінцювача (див. Фіг.3).

Згаданий радіус сполучення R вибраний не меншим, ніж половина згаданої товщини D. Збільшення радіусу вище за цю межу збільшує електричну міцність ізолятора, підвищуючи при цьому герметичність його примежової області стрижня, закінцювача, і оболонки. Проте, виконання цього радіусу більшим, ніж  $2D$ , є недоцільним з погляду зниження матеріалоємності.

Згадане сполучення може бути виконано у вигляді сферичного уступу 14 в радіальному напрямі (див. Фіг.2). Кращим з погляду забезпечення необхідної герметичності і зниження матеріалоємності є варіант, коли оболонка 12 повністю покриває уступ 14 (див. Фіг.1).

Ізолятор виготовляють таким чином.

Заздалегідь виготовлений з склопластика стрижень піддають попередній обробці. При цьому його поверхню знежирюють.

В закінцювачах виконують осьове розсвердлення згаданою вище товщиною D і сполучення торцевої поверхні з циліндричною згаданим вище радіусом R.

Кінці стрижня приєднують до закінцювачів методом їх опресовування в згаданих осьових розсвердленнях.

Таким чином отримують силовий вузол.

Переважно після цього для кращої адгезії з матеріалом оболонки нанести на всі поверхні

силового вузла, які призначені для контакту з оболонкою, тобто примежові поверхні, шар праймера.

Як праймер може бути використаний будь-який придатний матеріал, проте переважно використовувати розчин силосанів. Праймер активізує зовнішню поверхню силового вузла, роблячи її більш реакційно здатною для з'єднання з матеріалом оболонки. Силосани мають схожу природу з матеріалом захисної оболонки, забезпечуючи більш міцний молекулярний зв'язок різнорідних матеріалів примежових областей.

Проте, як буде обумовлено нижче, нанесення праймера не є обов'язковим для забезпечення герметичності при використуванні вибраного компаунда. Олігомери рідких каучуків з кінцевими функціональними групами самі по собі є достатньо реакційно здатними, щоб забезпечити достатні міжмолекулярні зв'язки з матеріалами силового вузла.

Приготований вищеписаним чином силовий вузол розташовують в формі, виконаній таким чином, щоб забезпечити необхідну конфігурацію оболонки.

Литтєву форму для прискорення хімічної реакції вулканізації бажано розігріти при  $100^{\circ}\text{C}$ - $150^{\circ}\text{C}$ . Це дозволить здійснити процес адитивного зшивання за 10-15 хвилин.

Проте дане розігрівання не є обов'язковою процедурою, оскільки вибраний компаунд здатний вулканізуватися при кімнатних (не менше  $18^{\circ}\text{C}$ ) температурах, але такий процес займає достатньо часу.

Литтєву форму необхідно розташувати вертикально перед подачею компаунда. Це значно зменшить поперечні навантаження на стрижень при подачі суміші, і, отже, зменшить можливість виникнення обумовлених вище дефектах в прикордонних областях ізолятора.

Тут доцільно відзначити, що в литтєвій формі розміщують не тільки сам стрижень, а повністю виготовлений силовий вузол.

Це дозволяє в - перших формувати суцільнолиту оболонку не тільки безпосередньо на стрижні, але і на закінцювачах, в - других дозволяє уникнути руйнувань оболонки при приєднанні закінцювачів до стрижня. Цим забезпечується необхідна в світі даної корисної моделі герметичність.

Полімерний компаунд на основі рідких синтетичних каучуків, переважно у вигляді двох реакційно-здатних компонентів, де один з компонентів містить будь-який придатний для адитивного зшивання платиновий каталізатор, наприклад, платиновий, подають в змішувач. Отриману в результаті початку реакції рідку суміш інjektують в згадану ливарну форму, при цьому важливо, по описаним вище міркуванням, щоб напрям подачі суміші був практично паралельно силовому вузлу.

Динаміку заповнення компаундом форми можна стисло описати так. Ланцюжки невулканізованих олігомерів, маючи порівняно невеликі розміри в порівнянні з високомолекулярними ланцюжками, здатні повністю заповнювати форми будь-якої

конфігурації, що дуже важливо при відливанні оболонок з порівняно тонкими ребрами. Це дозволяє уникнути виникнення будь-яких повітряних включень в прикордонних областях самого ізолятора, так і в приміжових областях «форма - оболонка», що дуже суттєво.

Тут слід зазначити два важливі моменти:

в - перших, безпосередньо при вертикальному інжектуюванні суміші в литтєву форму не прикладається додатковий тиск;

в - других до ливарної форми прикладається тиск не більше 30МПа.

Перше і друге в сукупності дозволяє уникнути можливих повітряних включень як безпосередньо в суміші, так і в приміжових областях самого ізолятора, а так само в приміжовій області «форма - оболонка».

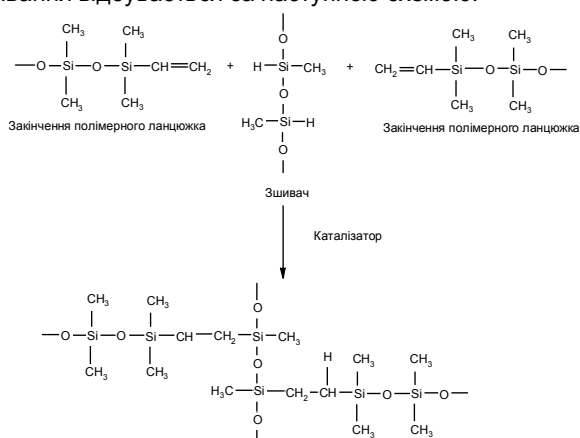
Тиск вище 30МПа не рекомендується, в - перших з погляду шкідливих навантажень на силовий вузол і оболонку в процесі вулканізації, а в других, є недоцільним з точки зору зниження енергоємності.

Вулканізацію суміші можна проводити будь-якими відомими способами, проте найефективнішим з погляду даної корисної моделі є спосіб адитивного зшивання.

На відміну від способу вулканізації введенням в суміш сірки, цільовий продукт - вулканізатор вибраного компаунда не втрачає еластичності, що вимагається для задач даної корисної моделі.

На відміну від способу вулканізації по методу поліконденсації при реакції адитивного зшивання не утворюється побічних продуктів алкоголю, які можуть привести до невідповідності форми цільового продукту наперед заданій, що також не є корисним в світі даної корисної моделі.

При адитивному зшиванні ланцюжки невулканізованих олігомерів синтетичних каучуків, що містяться в двох згаданих реакційно здатних компонентах, зшиваються в литтєвій формі завдяки наявності в кожному ланцюжку реакційно здатних кінцевих груп і бічних груп. Швидкість процесу контролюється каталізатором. Вулканізація олігомерів рідких каучуків у присутності каталізатора по методу адитивного зшивання відбувається за наступною схемою:



При цьому в згаданих компонентах потрібно використовувати молекули олігомерів якомога більш близької довжини. Так само важна наявність

реакційно здатних функціональних груп на всіх кінцях ланцюжка.

Використовування компаунда без кінцевих функціональних груп може призвести до неоднорідності процесу вулканізації, а значить і до вищеописаних дефектів (в більшій мірі - внутрішніх напруг) форми самої оболонки і дефектів в згаданих прикордонних шарах.

Вказані функціональні групи здатні вступати в реакцію з матеріалами силового вузла, утворюючи щільні поверхневі міжмолекулярні зв'язки в приміжових областях.

Після завершення процесу вулканізації готовий виріб - силовий вузол з сформованою на ньому оболонкою виймають з литтєвої форми, при необхідності знімають напливи.

Слід зазначити, що використання вибраного матеріалу для оболонки в поєднанні з достатньо низьким тиском, прикладеним в процесі вулканізації, дозволяє практично уникнути утворення наплівів і достатньо легко, без порушення форми оболонки, вилучити виріб з литтєвої форми. Цей момент також важливий для задач даної корисної моделі.

Випробування конструкції готового ізолятора на герметичність з'єднань по методиці MEK 61109 проводили випробуванням імпульсною напругою з крутим фронтом хвилі після кип'ятіння протягом 24 годин в 0,1% розчині NaCl. Крім того визначалися імпульсні характеристики цих ізоляторів.

Зразок 1: полімерний ізолятор з довжиною оболонки H=240мм, з відстанню між торцевими поверхнями закінčovувачів h=120мм, у якого торцева поверхня металевих закінčovувачів з боку осьового розсвердлення має радіус сполучення із зовнішньою циліндричною поверхнею металевого закінčovувача R=0,5D, де D=5мм.

Зразок 2: полімерний ізолятор з довжиною оболонки H=240мм, з відстанню між торцевими поверхнями закінčovувачів h=200мм, у якого торцева поверхня металевих закінčovувачів з боку осьового розсвердлення має радіус сполучення із зовнішньою циліндричною поверхнею металевого закінčovувача R=0,5D, де D=5мм.

Зразок 3: полімерний ізолятор з довжиною оболонки H=240мм, з відстанню між торцевими поверхнями закінčovувачів h=240мм, у якого торцева поверхня металевих закінčovувачів з боку осьового розсвердлення має радіус сполучення із зовнішньою циліндричною поверхнею металевого закінčovувача R=0,5D, де D=5мм.

Зразок 4: полімерний ізолятор з довжиною оболонки H=240мм, з відстанню між торцевими поверхнями закінčovувачів h=115мм, у якого торцева поверхня металевих закінčovувачів з боку осьового розсвердлення має радіус сполучення із зовнішньою циліндричною поверхнею металевого закінčovувача R=0,5D, де D=5мм.

Випробування імпульсною напругою з крутим фронтом хвилі після кип'ятіння протягом 24 годин в 0,1% розчині NaCl показали, що ізолятори 1, 2 і 3

витримали випробування, а ізолятор 4 пробився (див. Таблицю 1).

Зразок
1
2
3
4

В Таблиці 2 приведені результати випробування ізоляторів, що пройшли попереднє випробування (див. Таблицю 1), грозовими імпульсними напругами.

Зразок
1
2
3

Отримані результати випробувань підтверджують ефективність обхвату захисною оболонкою частина силового вузла, але до певної довжини, тобто відповідно співвідношення  $h < H \leq 2h$ .

Вибираємо з вищезгаданого ряду зразків по техніко-економічних показниках зразок 1.

Зразок 1 виконуємо з різним співвідношенням  $R$  до  $D$ .

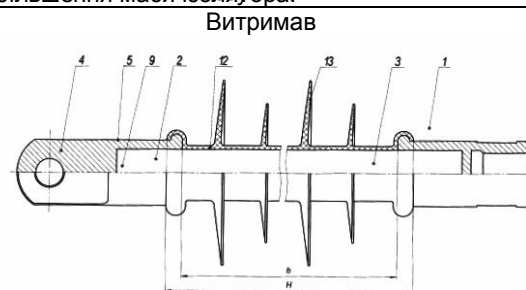
Зразок 1: полімерний ізолятор з довжиною оболонки  $H=240$  мм, з відстанню між торцевими поверхнями закінčovувачів  $h=120$  мм, у якого торцева поверхня металевих закінčovувачів з боку осьового розсвердлення має радіус сполучення із зовнішньою циліндричною поверхнею металевого закінčovувача  $R=0,5D$ , де  $D=5$  мм.

Зразок 5: полімерний ізолятор з довжиною оболонки  $H=240$  мм, з відстанню між торцевими поверхнями закінčovувачів  $h=120$  мм, у якого торцева поверхня металевих закінčovувачів з боку осьового розсвердлення має радіус сполучення із зовнішньою циліндричною поверхнею металевого закінčovувача  $R=D$ , де  $D=5$  мм.

Зразок 6: полімерний ізолятор з довжиною оболонки  $H=240$  мм, із з відстанню між торцевими поверхнями закінčovувачів  $h=120$  мм, у якого торцева поверхня металевих закінčovувачів з боку осьового розсвердлення має радіус сполучення із зовнішньою циліндричною поверхнею металевого закінčovувача  $R=0,3D$ , де  $D=5$  мм.

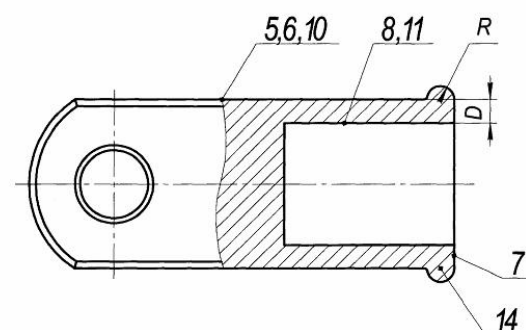
Результати випробування імпульсною напругою з крутим фронтом хвилі після кип'ятіння протягом 24 годин в 0,1% розчині NaCl показані в Таблиці 3.

З Таблиці 3 виходить, що сполучення  $R \geq 2d$  виконувати не раціонально з економічної зору, оскільки це призводить до невиправданого збільшення маси ізолятора.

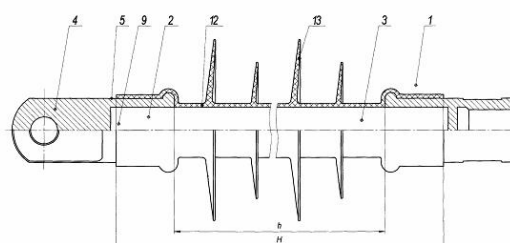


Фіг. 1

напруга грозового імпульсу, що витримується



Фіг. 2



Фіг. 3

Таблиця 3

Зразок	Результати випробувань
1	Витримав
5	Витримав