



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 46901

(13) C2

(51) 6 H01B7/00,7/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(54) СИЛОВИЙ ПЕРЕДАВАЛЬНИЙ КАБЕЛЬ, СПОСІБ НАДАННЯ УДАРСТІЙКОСТІ КАБЕЛЮ (ВАРІАНТИ) ТА СПІНЕНИЙ ПОЛІМЕРНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ НЬОГО**

1

2

(21) 99116185
(22) 08 05 1998
(24) 17 06 2002
(86) PCT/EP98/02698, 08 05 1998
(31) 97107969 4
(32) 15 05 1997
(33) EP
(31) 60/047,127
(32) 20 05 1997
(33) US
(46) 17 06 2002, Бюл. № 6, 2002 р
(72) Беллі Серджо, ІТ, Каймі Луджи, ІТ, Бареджі Альберто, ІТ, Балкони Лука, ІТ
(73) ПІРЕЛЛІ КАБІ Е СІСТЕМІ С п А, ІТ
(56) DE 15 15 709 А, МПК H01B, 19 10 62
(57) 1 Силовий передавальний кабель, що містить провідник, принаймні один шар компактного ізолюючого покриття, що розташовано навколо провідника і покриття, зробленого із спіненого полімерного матеріалу, що розташовано навколо компактного ізолюючого покриття, який відрізняється тим, що полімерний матеріал перед спіненням має модуль вигину, вимірний згідно з методикою ASTM стандарту D 790, при кімнатній температурі, принаймні 200 МПа, та рівень спінення від приблизно 20% до приблизно 3000%
2 Кабель за п 1, який відрізняється тим, що модуль вигину знаходиться між 400 МПа і 1800 МПа
3 Кабель за п 1, який відрізняється тим, що модуль вигину знаходиться між 600 МПа і 1500 МПа
4 Кабель за п 1, який відрізняється тим, що ступінь спінення полімерного матеріалу знаходиться в інтервалі від приблизно 30% до приблизно 500%
5 Кабель за п 1, який відрізняється тим, що ступінь спінення полімерного матеріалу знаходиться в інтервалі від приблизно 50% до приблизно 200%
6 Кабель за будь-яким з пп 1-5, який відрізняється тим, що покриття із спіненого полімерного матеріалу має товщину 0,5 мм
7 Кабель за будь-яким з пп 1-5, який відрізняється тим, що покриття із спіненого полімерного матеріалу має товщину від 1 до 6 мм
8 Кабель за будь-яким з пп 1-5, який відрізняється тим, що покриття із спіненого по-

лімерного матеріалу має товщину від 2 до 4 мм
9 Кабель за п 1, який відрізняється тим, що як спінений полімерний матеріал використовують поліетилен (ПЕ), ПЕ низької щільності (ПЕНЩ), ПЕ середньої щільності (ПЕСЩ), ПЕ високої щільності (ПЕВЩ) і лінійного ПЕ низької щільності (ЛПЕНЩ), поліпропілен (ПП), етиленпропіленовий каучук (ЕПК), пропілен-етиленовий співполімер (ПЕС), етилен-пропілен-дієновий тетраполімер (ЕПДТ), натуральний каучук, бутиловий каучук, співполімер етилен/вінілацетату (ЕВА), пінопласт, етилен/акрилат співполімер, етилен/метилакрилат співполімер (ЕМА), етилен/етилакрилат співполімер (ЕЕА), етилен/бутилакрилат співполімер (ЕБА), етилен/α-олефін співполімер, акрилонітрил-бутадієн-стиролової (АБС) смоли, галогенований полімер, полівінілхлорид (ПВХ), поліуретан (ПУ), поліамід, ароматичний поліестер, поліетилен терефталат (ПЕТ), полібутилен терефталат (ПВТ) і співполімери або їх механічні суміші
10 Кабель за п 1, який відрізняється тим, що спінений полімерний матеріал є поліолефіновим полімером або співполімером на основі ПЕ і/або ПП
11 Кабель за п 1, який відрізняється тим, що спінений полімерний матеріал є поліолефіновим полімером або співполімером на основі ПЕ і/або ПП модифікованого етиленпропіленовим каучуком
12 Кабель за п 11, який відрізняється тим, що спінений полімерний матеріал є поліпропіленом, модифікованим етиленпропіленовим каучуком (ЕПК), вагове співвідношення ПП/ЕПК знаходиться в інтервалі від 90/10 до 50/50
13 Кабель за п 12, який відрізняється тим, що вагове співвідношення ПП/ЕПК знаходиться в інтервалі від 85/15 до 60/40
14 Кабель за п 13, який відрізняється тим, що вагове співвідношення ПП/ЕПК рівне приблизно 70/30
15 Кабель за п 12, який відрізняється тим, що поліолефіновий полімер або співполімер на основі ПЕ і/або ПП також містить визначену кількість вулканізованого каучуку у вигляді порошку
16 Кабель за п 15, який відрізняється тим, що визначена кількість вулканізованого каучуку у вигляді порошку складає від 10% до 60% від ваги

(13) C2

(11) 46901

(19) UA

полімеру

17 Кабель за будь-яким з пп 1-16, який **відрізняється** тим, що кабель містить зовнішню полімерну оболонку

18 Кабель за п 19, який **відрізняється** тим, що зовнішня полімерна оболонка виконана з можливістю контакту із спініним полімерним покриттям

19 Кабель за пунктом 17 або 18, який **відрізняється** тим, що оболонка має товщину більше ніж 0,5 мм

20 Кабель за пунктом 17 або 18, який **відрізняється** тим, що оболонка має товщину від 1 до 5 мм

21 Спосіб надання ударостійкості внутрішній структурі кабелю для передачі струму, який **відрізняється** тим, що здійснюють нанесення навколо внутрішньої структури шару спіненого полімерного матеріалу із рівнем спінення від приблизно 20% до приблизно 3000% і модулем вигину, вимірним згідно з методикою ASTM стандарту D 790, при

кімнатній температурі перед спіненням принаймні 200 МПа

22 Спосіб надання ударостійкості внутрішній структурі кабелю для передачі струму, який **відрізняється** тим, що внутрішня структура складається принаймні з двох суміжних шарів покриття, які мають визначену середню міцність на відрив відносно один одного, який включає нанесення навколо внутрішньої структури шару спіненого полімерного матеріалу, модуль вигину та рівень спінення полімерного матеріалу є таким, що коли кабель піддають зіткненню з енергією приблизно 72 Дж, різниця між вищевказаною середньою міцністю і міцністю, виміряною у точці удару шару, менша ніж 25%

23 Спосіб за п 21 або 22, який **відрізняється** тим, що покривають спінене покриття зовнішньою полімерною оболонкою

24 Застосування спіненого полімерного матеріалу як ударостійкого матеріалу в кабелі для передачі струму

Винахід стосується покриття для кабелів, яке призначено для захисту кабелів від випадкових зіткнень

Випадкові зіткнення кабелю, що можуть мати місце, відбуваються, наприклад, під час їх перевезення, прокладки та т.і., можуть викликати ряд структурних пошкоджень кабелю, що включає деформацію ізолюючого шару, відокремлення ізолюючого шару від напівпровідного шару, і т.п. подібні, ці ушкодження можуть викликати зміни в електричному градієнті ізолюючого покриття, із наступним зменшенням в ізоляційній здатності цього покриття

У кабелях, що на даний момент є у продажу, наприклад, кабелі для передачі або розподілення струму з низькою або середньою напругою, зазвичай покривають металеву оплеткою, що здатна протистояти таким зіткненням і здатна захистити кабелі від можливих ушкоджень, викликаних випадковими зіткненнями. Ця оплетка може мати форму стрічок або дрітків (взагалі зроблених із сталі), або альтернативно у формі металевих кожухів (взагалі зроблених із свинцю або алюмінію), ця оплетка, у свою чергу, зазвичай зв'язана із зовнішньою полімерною оболонкою. Наприклад, така структура кабелю описана в патенті US 5153381

Заявник звертає увагу, що використання вищезгаданої металеві оплетки, має деяку кількість недоліків, що властиві таким кабелям. Наприклад, застосування згаданої оплетки, приводить до однієї або більшої кількості додаткових стадій, потрібних при виготовленні кабелю. Крім того, присутність металеві оплетки значно збільшує вагу кабелю і на додаток, це проблема охорони навколишнього середовища, яка виникає,

якщо потрібно його замінити, тому що кабель створений у такий спосіб, досить важко утилізувати

Японський патент опублікований під номером (Kokai) 7-320550 описує кабель, що використовується у внутрішніх приміщеннях, з ударостійким

покриттям товщиною 0,2-1,4мм, що розташовано між ізоляційним шаром і кожухом. Це ударостійке покриття представляє собою неспінений полімерний матеріал, що містить в якості головної складової камедь поліуритану

З іншого боку, використання спінених полімерних матеріалів у конструкції кабелів відомо з різних джерел

Інший документ, німецька корисна модель № G 81 03 947 6, розкриває електричний кабель для використання у зв'язках внутрішніх апаратів і машин, що має специфічну механічну міцність і гнучкість. Згаданий кабель спеціально був розроблений для передачі шківів і досить гнучкий, щоб відновити свою пряму структуру після пасажу на згаданому шківі. Відповідно, цей вид кабелю спеціально був розроблений, щоб пручатися механічним навантаженням статичного типу (які генеруються протягом пасажу на шківі) і його головна особливість - гнучкість. Для кваліфікованого спеціаліста в цій галузі очевидно, що цей вид кабелю істотно відрізняється від кабелю призначеного для передачі або розподілення енергії з низькою або середньою напругою, що має металеву оплетку і який повинен бути досить гнучким, і повинен бути здатний до протистояння динамічним навантаженням під час дії деякої сили на кабель

Крім того, відомо використання спінених матеріалів для ізолювання металу, що проводить струм у сигнальних кабелях призначених для передачі, з коаксіальною структурою або структурою витой пари. Коаксіальні кабелі зазвичай використовуються для передачі високочастотних сигналів, такі коаксіальні кабелі використовують для передачі телевізійного сигналу (кабельного телевізійного сигналу) (10-100МГц), у супутникових кабелях (до 2ГГц), у коаксіальних кабелях для комп'ютерів (більш ніж 1МГц), традиційні телефонні кабелі зазвичай несуть сигнали з частотами приблизно 800 Гц

Доцільність використання спінених діелектри-

ків у таких кабелях полягає в тому, щоб збільшити швидкість передачі електричних сигналів і наблизитися до ідеальної швидкості передачі сигналу в антенному металі, що проводить (яка є близькою до швидкості світла). Причиною для цього є те, що у порівнянні з неспіненими полімерними матеріалами, спінени матеріали, загалом мають більш низьку діелектричну проникність (K), що є пропорційно близькою до проникності повітря ($K=1$), чим вище ступінь спінення полімеру.

Наприклад, в патенті US 4 711 811, описується сигнальний кабель для передачі, що має спінений фторполімер, в якості діелектрика (товщиною 0,05-0,76мм) плакований плівкою етилен/тетрафторетилену або сополімером етилен/хлортрифторетилену (товщиною 0,013-0,254мм). Як описано в цьому патенті, призначення спіненого полімеру полягає в тому, щоб ізолювати провідник, у той час як призначення плівки неспіненого полімеру, яка покриває спінений полімер, поліпшити міцнісні властивості ізоляції, особливо, передаючи необхідну силу стискання, коли два ізольовані провідники скривлені, щоб утворювати так звану "виту пару".

В патенті EP 44 2346 описується сигнальний передаючий кабель з ізолюючим шаром, що базується на спіненому полімері, що розташований безпосередньо навколо провідника, цей спінений полімер має ультрамікростільникову структуру з об'ємом порожнин більше ніж 75% (що відповідає ступеню спінення більше ніж 300%). Ультрамікростільникова структура цього полімеру повинна бути такою, щоб витримувати стискання принаймні на 10% під навантаженням $6,89 \times 10^4$ Па і відновлювати принаймні 50% її початкового об'єму, після зняття навантаження, ці значення відповідають приблизно типовим значенням межі міцності при стисканні, що матеріал повинний мати, щоб протистояти стисканню протягом скручування кабелів.

У міжнародній патентній публікації WO 93/15512, що також стосується сигнального кабелю для передачі із спіненим ізолюючим покриттям, заявлено, що, покриваючи спіненим діелектриком прошарок неспіненого ізоляційного термопластичного полімеру (як описано, наприклад, у вищезгаданому американському патенті US 4 711 811) одержується необхідна межа міцності при стисканні, однак це приводить до зниження швидкості поширення сигналу. Згадана міжнародна патентна публікація WO 93/15512 описує також коаксимальний кабель із подвійним шаром ізолюючого покриття, де обидва, шари складаються із спіненого полімерного матеріалу, внутрішній шар якого виготовляли з мікропористого політетрафторетилену (ПТФЕ) і зовнішній шар представляє собою спінений полімер з закритими порами, зокрема, полімер перфторалкокситетрафторетилену (ПФА). Ізолююче покриття, що базується на спіненому полімері одержаному екструзуванням ПФА полімеру по внутрішньому шару ПТФЕ діелектрика, шляхом вводу газоподібного фреону 113, в якості пороутворюючого агента. Згідно з деталями, що приведені в описі, цей спінений полімер з закритими порами, що використовується в якості діелектрика, дає можливість підтримати високу швидкість передачі сигналу. Крім того, як зазначено в

цій вищезгаданій патентній публікації, він стійкий до стискання, хоча ніяких числових даних, щодо межі цієї міцності при стисканні, не приводиться. Опис підкреслює факт, що провідники, покриті таким двошаровим діелектриком можуть бути скривлені. Крім того, відповідно до цієї патентної публікації, збільшення в об'ємі порожнин у зовнішньому спіненому шарі, робить можливим одержання збільшення швидкості передачі, у такий спосіб викликаючи маленькі зміни в якості цього покриття, можливо якимось протидіяти стисканню внутрішнього спіненого шару. Як видно із вищезгаданих документів, головним призначенням використовуваних спінених полімерних матеріалів з "відкритими порожнинами" є ізоляційні покриття для сигнальних передаючих кабелів оскільки вони збільшують швидкість передачі електричного сигналу, однак, ці спінени покриття мають недолік, який полягає у наявності недостатньої межі міцності при стисканні. Деякі спінених матеріалів, які також визначаються, як "стійкі до стискання", тому що вони повинні гарантувати не тільки високу швидкість передачі сигналу, але також і достатню стійкість до дії компресійних сил, що звичайно генеруються, коли два провідники, плаковані вищезгаданою спіненою ізоляцією скривлені разом, відповідно, також у цьому випадку, прикладене навантаження є по суті навантаженням статичного типу.

Таким чином, у той час як, з одного боку, ізоляційні покриття для сигнальних передаючих кабелів зроблені із спіненого полімерного матеріалу, мають такі характеристики, що дозволяють їм витримувати відносно мале стискальне навантаження (типу того, що виникає, коли два кабелі скривлені разом), з іншого боку, ні в якому документі відомому заявнику не згадувалось, що можна забезпечувати спіненими полімерним покриття будь-якого типу - ударостійкість. Крім того, хоча таке спінене ізолююче покриття забезпечує більш високу швидкість передачі сигналу, це може розглядатися, як менш вигідна перевага, ніж покриття зроблене з подібного неспіненого матеріалу, враховуючи міцність при стисканні, як зазначається у вищезгаданій патентній публікації WO 93/15512.

Відомий силовий передаючий кабель, що містить провідник, принаймні, один шар компактного ізолюючого покриття, що розташовано навколо провідника і покриття, зробленого із спіненого полімерного матеріалу, що розташовано навколо компактного ізолюючого покриття (див. DE P 15 15 709, МП⁴NOIB, 19 10 62). В згаданій патентній публікації описується використання проміжного прошарку між зовнішньою пластмасовою оболонкою і внутрішньою металевію оболонкою кабелю, що збільшує стійкість зовнішньої пластмасової оболонки до низьких температур. В цьому документі ніяким чином не згадано, щодо захисту внутрішньої структури кабелю із вищезгаданим проміжним прошарком. Фактично, такий проміжний шар повинен компенсувати пружні розтягання, сгенеровані в зовнішній пластмасовій оболонці внаслідок зниження температури і може складатися з вільно розташованих скловолокон або із спіненого матеріалу або об'єднаних порожніх скляних кульок.

Вказаний силовий кабель відносно рішення,

що заявляється, вибрано у якості найближчого аналога за сукупністю суттєвих ознак та досягаемого технічного результату. Недоліком такого силового передаючого кабелю є неможливість одержання захисту від можливих пошкоджень його внутрішньої структури.

В основу винаходу покладено задачу створити такий силовий кабель, у якому перед спіненням шляхом вибору визначеного значення модуля вигину та рівня спінення полімерного матеріалу досягається можливість захисту від пошкоджень внутрішньої структури кабелю.

Задача, яка покладена за основу досягається завдяки тому, що у силового передаючого кабелю, що містить провідник, принаймні, один шар компактного ізолюючого покриття, що розташовано навколо провідника і покриття, зробленого із спіненого полімерного матеріалу, що розташовано навколо компактного ізолюючого покриття, стосовно винаходу полімерний матеріал перед спіненням має модуль вигину, виміряний згідно з методикою ASTM стандарту D 790, при кімнатній температурі, принаймні, 200МПа, та рівень спінення від приблизно 20% до приблизно 3000%.

Крім того, стосовно винаходу модуль вигину знаходиться між 400МПа і 1800МПа.

Крім того, стосовно винаходу модуль вигину знаходиться між 600МПа і 1500МПа.

Крім того, стосовно винаходу модуль ступінь спінення полімерного матеріалу знаходиться в інтервалі від приблизно 30% до приблизно 500%.

Крім того, стосовно винаходу ступінь спінення полімерного матеріалу знаходиться в інтервалі від приблизно 50% до приблизно 200%.

Крім того, стосовно винаходу покриття із спіненого полімерного матеріалу має товщину 0,5мм.

Крім того, стосовно винаходу покриття із спіненого полімерного матеріалу має товщину від 1 до 6мм.

Крім того, стосовно винаходу покриття із спіненого полімерного матеріалу має товщину від 2 до 4мм.

Крім того, стосовно винаходу у якості спіненого полімерного матеріалу використовують поліетилен (ПЕ), ПЕ низької щільності (ПЕНЩ), ПЕ середньої щільності (ПЕСЩ), ПЕ високої щільності (ПЕВЩ) і лінійного ПЕ низької щільності (ЛПЕНЩ), поліпропілен (ПП), етиленпропіленовий каучук (ЕПК), пропілен-етиленовий співполімер (ПЕС), етилен-пропілен-дієновий тетраполімер (ЕПДТ), натуральний каучук, бутиловий каучук, співполімер етилен/вінілацетату (ЕВА), пінопласт, етилен/акрилат співполімер, етилен/метилакрилат співполімер (ЕМА), етилен/бутилакрилат співполімер (ЕБА), етилен/с-олефін співполімер, акрилонітрил-бутадієн-стиреновий (АБС) смоли, галогенований полімер, полівінілхлорид (ПВХ), поліуритан (ПУ), поліамід, ароматичний поліестер, поліетилен терефталат (ПЕТ), полібутилен терефталат (ПВТ), і співполімери або їх механічні суміші.

Крім того, стосовно винаходу спінений полімерний матеріал є поліолефіновим полімером або співполімером на основі ПЕ і/або ПП.

Крім того, стосовно винаходу спінений полімерний матеріал є поліолефіновим полімером або

співполімером на основі ПЕ і/або ПП модифікованого етиленпропіленовим каучуком.

Крім того, стосовно винаходу спінений полімерний матеріал є поліпропіленом, модифікованим етиленпропіленовим каучуком (ЕПК), вагове співвідношення ПП/ЕПК знаходиться в інтервалі від 90/10 до 50/50.

Крім того, стосовно винаходу вагове співвідношення ПП/ЕПК знаходиться в інтервалі від 85/15 до 60/40.

Крім того, стосовно винаходу вагове співвідношення ПП/ЕПК приблизно 70/30.

Крім того, стосовно винаходу поліолефіновий полімер або співполімер на основі ПЕ і/або ПП також містить визначену кількість вулканізованого каучуку у вигляді порошку.

Крім того, стосовно винаходу визначена кількість вулканізованого каучуку у вигляді порошку складає від 10% до 60% від ваги полімеру.

Крім того, стосовно винаходу кабель містить зовнішню полімерну оболонку.

Крім того, стосовно винаходу зовнішня полімерна оболонка виконана з можливістю контакту із спіненим полімерним покриттям.

Крім того, стосовно винаходу оболонка має товщину більше ніж 0,5мм.

Крім того, стосовно винаходу оболонка має товщину від 1 до 5мм.

Заявник встановив, що вводячи в структуру кабелю для передачі енергії відповідне покриття, зроблене з спіненого полімерного матеріалу відповідної товщини і

модуля вигину, яке переважно знаходиться в контакті з зовнішнім полімерним покриттям, можливо одержати кабель, що має високу ударостійкість і таким чином можливо уникнути використання вищезгаданої захисної металевої оплетки в структурі цього кабелю. Зокрема заявник знайшов, що полімерний матеріал повинен бути вибраний таким чином, щоб мати досить високий модуль вигину, виміряний перед його експансією, та мати бажані стійкісні властивості проти зіткнень і захищати від можливих пошкоджень внутрішньої структури кабелю, що можуть бути викликані небажаними зіткненнями його зовнішньої поверхні. В існуючому описі, термін "зіткнення" призначений, щоб охопити всі ті динамічні навантаження, що діють на енергетичний кабель з структурою звичайного незахищеного кабелю, як у випадку незначних результатів при дії на структуру звичайного броньованого кабелю. В якості показника такого зіткнення, може розглядатися зіткнення, з силою приблизно 20-30Дж, що зроблено за допомогою дії на кожух кабелю клиновидного перфоратора з V-подібним закругленим краєм, що має радіус кривизни приблизно 1мм.

Заявник крім того встановив, що дивовижно, що спінений полімерний матеріал, використаний для одержання покриття для кабелів, згідно з винаходом, робить можливим одержання покриття з ударостійкістю, що є кращою, ніж у подібних раніше одержаних і використовуваних покриттів, що базуються на тому ж самому неспіненому полімері.

Кабель із покриттям цього типу має різні переваги порівняно із звичайним кабелем із металевою

оплеткою такі як, наприклад, простіша схема обробки, зниження ваги і розмірів закінченого кабелю і зниження впливу на навколишнє середовище, яке обумовлене можливістю рециркуляції кабелю, як тільки його виробничий цикл закінчився

Відомий спосіб надання ударостійкості внутрішній структурі кабелю для передачі струму (див DE № P1515709, МІТНОІ В, 19 10 62)

Вказаний спосіб відносно рішення, що заявляється, вибрано у якості найближчого аналога за сукупністю суттєвих ознак та досягаемого технічного результату

Недоліком такого способу є неможливість одержання захисту внутрішньої структури силового передаючого кабелю від його можливих пошкоджень

В основу винаходу покладено задачу створити такий спосіб, у якому шляхом нанесення навколо внутрішньої структури шару спіненого полімерного матеріалу з визначеними значеннями рівня спінення та модуля вигину, а також складання внутрішньої структури кабелю належним чином забезпечується можливим одержання захисту його від можливих пошкоджень

Задача, яка покладена до основи, досягається завдяки тому, що відповідно до способу надання ударостійкості внутрішній структурі кабелю для передачі струму, стосовно винаходу 1 винаходу здійснюють нанесення навколо внутрішньої структури шару спіненого полімерного матеріалу із рівнем спінення від приблизно 20% до приблизно 3000% і модулем вигину, виміряним згідно з методикою ASTM стандарту D 790, при кімнатній температурі перед спіненням принаймні 200Мпа

Крім того, задача також досягається завдяки тому, що відповідно способу надання ударостійкості внутрішній структурі кабелю для передачі струму, стосовно винаходу 1 внутрішня структура складається принаймні з двох суміжних шарів покриття, які мають визначену середню міцність один між одним, який включає нанесення навколо внутрішньої структури шару спіненого полімерного матеріалу, модуль вигину та рівень спінення полімерного матеріалу є таким, що коли кабель піддають зіткненню з енергією приблизно 72Дж, різниця між вищевказаною середньою міцністю і міцністю, виміряною у точці удару шару, нижче ніж приблизно 25%

В основу винаходу також покладено задачу використання спіненого полімерного матеріалу як ударостійкого матеріалу в кабелі для передачі струму

Інший аспект представленого винаходу стосується способу оцінки ударостійкості кабелю, що включає принаймні одне ізолююче покриття і цей метод полягає в наступних діях

а) вимірювання середньої міцності поверхневого шару, згаданого ізолюючого шару,

б) піддавання кабелю зіткненню визначеної сили,

в) вимірювання міцності поверхневого шару, згаданого ізолюючого шару в місці зіткнення,

г) встановлення різниці між середньою міцністю поверхневого шару і міцністю поверхневого шару, що виміряна в місці зіткнення, що менша ніж визначене значення для згаданого кабелю, відно-

сно середньої міцності поверхневого шару

Згідно з переважним втіленням представленого винаходу, ця міцність поверхневого шару вимірюється між шаром ізолюючого покриття і зовнішнім шаром напівпровідного покриття

В представленому описі, під терміном "ступінь спінення полімеру", розуміють ступінь експансії полімеру, що був визначений наступним чином

$$G (\text{ступінь спінення}) = (d_0/d_e - 1) 100$$

в якій d_0 показує щільність неспіненого полімеру (тобто полімеру із структурою, що є власне каучуки, вільної від порожнеч) і d_e показує умовну щільність, виміряну для спіненого полімеру

З метою розуміння представленого опису під терміном "спінений" полімер розуміють, термін, що відноситься до полімеру з структурою, в якій відсоток об'єму порожнеч (тобто об'єм, не зайнятий полімером, але зайнятий газом або повітрям) зазвичай більший за 10%, від загального об'єму цього полімеру

В представленому описі, під терміном міцність "поверхневого шару" розуміють термін, що відноситься до сили необхідної для того, щоб відокремити (поверхневий) шар покриття від провідника або від іншого шару покриття, у випадку розділення двох шарів покриття, відокремлення одного від одного, цими шарами зазвичай є ізолюючий шар і зовнішній напівпровідний шар

Як правило, ізолюючий шар силових передаючих кабелів має діелектричну проникність (K) більшу ніж 2 Крім того, на відміну від сигнальних передаючих кабелів, в яких параметр "електричний градієнт" не відіграє важливого значення, хоча у використовуваних силових передаючих кабелях електричний градієнт знаходиться в межах від приблизно 0,5кВ/мм для струму з низькою напругою до приблизно 10кВ/мм для струму з високою напругою, таким чином, у цих кабелях, спостерігається тенденція уникати наявності неоднорідності в покритті ізолювання (наприклад об'ємні порожнини),

що можуть викликати локальну зміну у діелектричній міцності з наступним зменшенням в ізоляційній здатності Цей ізоляційний матеріал за таких обставин представляє собою звичайний компактний полімерний матеріал, в якому згідно з представленим описом винаходу під терміном "компактний" діелектрик, розуміють ізоляційний матеріал, що має діелектричну міцність принаймні 5кВ/мм, переважно більше ніж 10кВ/мм, зокрема більше ніж 40кВ/мм для силових кабелів призначених для передачі струму середньої і високої напруги На відміну від спіненого полімерного матеріалу, цей компактний матеріал істотно вільний від об'ємних порожнеч у межах його структури, зокрема цей матеріал буде мати щільність 0,85г/см³ або більше

В представленому описі, під терміном низька напруга розуміють напругу, що лежить в інтервалі до 1000В (зазвичай, більше ніж 100В), під терміном середня напруга, розуміють напругу від приблизно 1 до приблизно 30кВ і під терміном висока напруга розуміють, напругу більш ніж 30кВ Такі силові передаючі кабелі зазвичай використовують при номінальних частотах 50 або 60Герц

Хоча, у ході опису, докладно проілюстровано

використання спіненого полімерного покриття з посиленнями на конкретні види силових передаючих кабелів, в яких це покриття може замінити металеву оплетку, яка у даний час використовується в таких кабелях, і для середнього спеціаліста в цій галузі зрозуміло, що це спінене покриття може бути використано в будь-якому типі кабелю, для якого це могло б бути потрібно, щоб придати кабелю стійкості до пошкоджень. Зокрема, поняття силові передаючі кабелі включає не тільки спеціальні кабелі для передачі струму низької і середньої напруги, але також і кабелі для передачі струму з високою напругою.

Представлений винахід може бути надалі зрозумілий за допомогою наступних креслень.

Фіг 1 показує силовий передаючий кабель, триполюсного типу з металеву оплетку, що використовується на сьогоднішній день.

Фіг 2 показує перше втілення кабелю триполюсного типу, відповідно з винаходом.

Фіг 3 показує друге втілення кабелю уніполярного типу, відповідно з винаходом.

Фіг 4, 5 - результати деформації кабелю.

Фіг 1 - вид у розрізі силового передаючого кабелю, що використовується на

сьогоднішній день, триполюсного типу з металеву оплетку. Цей кабель включає три (1) провідники, кожний з яких плакований внутрішнім напівпровідниковим покриттям (2), ізолюючий шар (3), зовнішній напівпровідниковий прошарок (4) і металеву сітку (5), для простоти, ця напівзакінчена структура в іншій частині опису буде називатись, як "сердечник". Три сердечники зв'язані разом і зіркоподібна область між ними заповнена наповнювачем (9) (взагалі, пружною сумішшю, поліпропіленовими волокнами і т.і.), згідно з профільним структурним розрізом всього кабелю, вона у свою чергу покрита внутрішньою полімерною оболонкою (8), оплеткою з металевих дрітків (7) і зовнішньою полімерною оболонкою (6).

Фіг 2 - вид у розрізі кабелю, згідно представленого винаходу, теж триполюсного типу для передачі струму з середньою напругою. Цей кабель включає три (1) провідники, кожний з яких плакований внутрішнім напівпровідниковим покриттям (2), ізолюючий шар (3), зовнішній напівпровідниковий прошарок (4) і металеву сітку (5), зіркоподібна область між сердечниками заповнена в цьому випадку ударостійким спініним полімерним матеріалом (10), що, у свою чергу, плакований зовнішньою полімерною оболонкою (8). У спіненому полімерному покритті (10) поряд з зовнішньою поверхнею сердечника є круговий край (11), також позначений (за допомогою пунктиру), що відповідає мінімальній товщині спінення полімерного покриття.

Фіг 3 - вид у розрізі кабелю, згідно представленого винаходу, монополюсного типу для передачі струму з середньою напругою. Цей кабель включає центральний (1) провідник, плакований внутрішнім напівпровідниковим покриттям (2), ізолюючий шар (3), зовнішній напівпровідниковий прошарок (4) і металеву сітку (5), шар спіненого полімерного матеріалу (10) і зовнішню полімерну оболонку (6). У випадку цього монополярного кабелю, представленого на фіг 3, оскільки сердечник

має округлий поперечний перетин, круговий край (11) позначений у випадку триполюсного кабелю є тотожним із шаром спіненого полімерного матеріалу (10).

Ці малюнки тільки показують декілька із можливих втілень заявлених кабелів, в яких представлений винахід з користю може бути використаний. Зрозуміло, що відповідні модифікації, відомі в цій галузі можуть бути відтворені відповідно до цих втілень, без будь-яких обмежень представленого винаходу, який можливо здійснити в такий спосіб. Наприклад, посилюючись на мал 2, зіркоподібна область між сердечниками може бути заздалегідь заповнена звичайним наповнювачем, у такий спосіб одержується напівоброблений кабель, поперечний перетин якого приблизно відповідає круговому поперечному перетину, що міститься в межах кругового краю (11), тоді корисно при можливості екструдувати по площині поперечного перетину цього напівобробленого кабелю шар спіненого полімерного матеріалу (10), по товщині, яка відповідає приблизно товщині кругового краю (11), і згодом кожух (6). Альтернативно, сердечники можна забезпечувати профільним сектором, за такий спосіб що, коли ці сердечники з'єднані, формується кабель приблизно круглого поперечного перетину, без потреби використання наповнювача для зіркоподібної області, шар ударостійкого спіненого полімерного матеріалу (10) екструдують по цих сердечниках, і у такий спосіб з'єднаний кабель надалі покривають кожухом (6).

У випадку кабелів призначених для передачі струму з низькою напругою, в структуру цих кабелів буде входити один ізолюючий шар, що покриває розташований безпосередньо в контакті з провідником, що у свою чергу покритий шаром спіненого полімерного матеріалу і кожухом.

Подальші рішення зрозумілі спеціалісту в цій галузі, який здатний до оцінки і вибору найбільш зручного рішення, що ґрунтується, наприклад, на кількості витрат, типу позиціонування кабелю (антена, встановлений в трубу, розташований безпосередньо в землі, внутрішні комунікації будинків, на дні моря, і т.і.), робоча температура використання кабелю (максимальна і мінімальна температури, діапазони температур середовища) і т.і.

Ударостійке спінене полімерне покриття може складатися з будь-якого типу полімеру, що розтагається, наприклад, поліолефінів, співполімерів поліолефіну, олефін/естер співполімерів, поліестерів, полікарбонатів, полісульфонів, фенольних смол, сечових смол і їх сумішей. Приклади відповідних полімерів - поліетилен (ПЕ), зокрема ПЕ низької щільності (ПЕНЩ), ПЕ середньої щільності (ПЕСЩ), ПЕ високої щільності (ПЕВЩ) і лінійний ПЕ низької щільності (ЛПЕНЩ), поліпропілен (ПП), етилен-пропіленовий каучук (ЕПК), зокрема пропілен-етиленовий співполімер (ПЕС) або етилен-пропілен-дієновий тетраполімер (ЕПДТ), натуральний каучук, бутиловий каучук, співполімер етилен/вінілацетату (ЕВА), пінопласт, етилен/акрилат співполімер, зокрема етилен/метилакрилат співполімер (ЕМА), етилен/етилакрилат співполімер (ЕЕА), етилен/бутилакрилат співполімер (ЕБА), етилен/с-олефін співполімер, акрилонітрил-бутадієн-спіри-

нові (АБС) смоли, галогенований полімери, полівинілхлорид (ПВХ), поліуритан (ПУ), поліаміди, ароматичні поліестери, такі як, поліетипен терефталат (ПЕТ), полібутилен терефталат (ПБТ), і співполімери або їх механічні суміші. Переважно, поліолефінові полімери або співполімери, що використовуються, мають за основу ПЕ і/або ПП в суміші з етилен-пропіленовим каучуком (ЕПК). Переважно використовують поліолефіновий полімер модифікований етилен-пропіленовим каучуком, в якому відношення ПП/ЕПК лежить в межах від 90/10 до 50/50, переважно від 85/15 до 60/40, особливо переважно 70/30.

Відповідно з наступним аспектом представлення винаходу, заявник крім того встановив, що можливо механічно змішати полімерний матеріал, що піддається експансії, особливо для цього придатні полімери олефіну, особливо поліетипен або поліпропілен, із визначеною кількістю каучуку у виді порошку, наприклад вулканізованого натурального каучуку.

Як правило, ці порошки сформовані з часток із розмірами від 10 до 1000мкм, переважно від 300 до 600мкм. Корисно використовувати відходи переробки вулканізованих гумових шин. Відсоток каучуку у виді порошку може коливатись від 10% до 60% від ваги полімеру, що буде спінений, переважно від 30% до 50%.

Спінений полімерний матеріал, або використовується без подальшої обробки або який використовується в якості розтягнутої основи в суміші з порошкоподібним каучуком, повинен мати таку жорсткість, що, як тільки його буде спінено, це б гарантувало деякий розмір бажаної ударостійкості, щоб захистити внутрішню частину кабелю (тобто шар діелектрика і напівпровідних шарів, що можуть бути присутніми) від ушкоджень після випадкових зіткнень, що можуть мати місце. Зокрема цей матеріал повинен мати досить велику ємність, щоб абсорбувати енергію зіткнення, що передається від основного ізолюючого шару при кількості енергії, що є такою, що ізоляційні властивості основних покриттів не змінювались поза визначені значення. Причин цього, як розкрито в більших деталях в описі, впливає з того, що заявник встановив, що в кабелі, підданому зіткненню, спостерігається різниця, між середнім значенням і значенням, вимірним в місці прикладення сили, сили прикладеної до поверхневого шару основного ізоляційного покриття, корисно, що ця сила поверхневого шару може бути виміряна між ізолюючим шаром і зовнішнім напівпровідниковим шаром. Різниця в цій силі пропорційно більша більшої енергії зіткнення, що була передана до основних шарів, у випадку, коли сила поверхневого шару виміряна між ізолюючим шаром і зовнішнім напівпровідним шаром, було оцінено, що захисне покриття надає достатній захист внутрішнім шарам, коли різниця в силі поверхневого шару в місці прикладення сили, щодо середнього значення, - менше ніж 25%.

Заявник встановив, що полімерний матеріал, вибраний з тих, що згадані вище, і які особливо підходять для цієї мети, мають перед експансією модуль вигину при кімнатній температурі більше ніж 200МПа, переважно принаймні 400МПа, вимі-

рюваний відповідно до методу ASTM стандарту D790. З іншого боку, тому що надмірна жорсткість спіненого матеріалу може приводити до погіршення обробки готового виробу, найкраще використовувати полімерний матеріал, що має модуль вигину при кімнатній температурі менше ніж 2000МПа. Полімерні матеріали, що є особливо придатними для цієї мети - є ті, що мають, перед експансією, модуль вигину при кімнатній температурі від 400 до 1800МПа, найбільш переважним є полімерний матеріал із модулем вигину при кімнатній температурі від 600 до 1500МПа.

Ці значення модуля вигину можуть бути характерними для конкретних матеріалів або можуть впливати із змішування двох або більшої кількості матеріалів, що мають різні модулі, змішування таких відношень, щоб одержати бажане значення жорсткості для матеріалу. Наприклад, поліпропілен, що має модуль вигину більше ніж 1500МПа, може відповідно змінюватися відповідними кількостями етиленпропіленового каучуку (ЕПК), що має модуль вигину приблизно 100МПа, із метою зниження, відповідним способом його жорсткості.

Приклади наявних у продажі полімерних сполук

поліетипен низької щільності Riblene FL30 (Enichem),

поліетипен високою щільності DGDK 3364 (Union Carbide),

поліпропілен PF814 (Montell),

поліпропілен модифікований ЕПК Moplen EP-S 30R, 33R і 81R (Montell), Fina-Pro 5660G, 4660G, 2660S і 3660S (Fina-Pro)

Ступінь спінення полімеру і товщина шару покриття повинна бути такою, щоб воно гарантувало, у комбінації з зовнішньою полімерною оболонкою, стійкість до типових зіткнень, що відбуваються протягом обробки і прокладення кабелю.

Як згадано раніше, "ступінь спінення полімеру" визначалась у такий спосіб

$$G (\text{ступінь спінення}) = (d_0/d_e - 1) 100$$

в якій d_0 показує щільність неспіненого полімеру і d_e показує умовну щільність, виміряну для спіненого полімеру.

Заявник встановив, що, оскільки таке коливання бажаних характеристик ударостійкості дозволене, для еквівалентних товщин спіненого шару, переважно з цього моменту використовувати полімерний матеріал, що має високі ступені спінення, таким чином, можливо обмежити кількість використовуваного полімерного матеріалу, перевагою, чого є економія і зменшення ваги готового виробу.

Ступінь спінення дуже змінна величина, і є функцією визначеного використовуваного полімерного матеріалу і є функцією товщини покриття, що призначено до використання, взагалі, цей ступінь спінення може коливатись від 20% до 3000%, переважно від 30% до 500%, особливо переважно, ступінь спінення лежить в межах від 50% до 200%. Спінений полімер взагалі має структуру з закритими комітками.

Заявник встановив, що поза деяким ступенем спінення, здатність полімерного покриття, надавати необхідну ударостійкість зменшується. Зокрема спостерігалось, що можливість одержання

високих ступенів спінення полімеру, підтримуючи високу ефективність захисту проти зіткнень може корелюватись з значеннями модуля вигину спіненого полімеру. Заявник встановив, що причиною цього є те, що модуль полімерних матеріалів зменшується, як ступінь спінення цих матеріалів збільшується, приблизно, відповідно за наступною формулою

$$E_2/E_1 = (p_2/p_1)^2$$

в якій

E_2 представляє собою модуль вигину полімеру з більш високим ступенем спінення,

E_1 представляє собою модуль вигину полімеру з більш низьким ступенем спінення,

p_2 представляє собою умовну щільність полімеру з більш високим ступенем спінення, і

p_1 представляє собою умовну щільність полімеру з більш низьким ступенем спінення

Як приклад, для полімеру з модулем вигину приблизно 1000МПа, зміна ступеня спінення від 25% до 100% тягне за собою зменшення приблизно наполовину значення модуля вигину для матеріалу. Полімерні матеріали, що мають високий модуль вигину, можуть бути спінені до більшого градуса ніж полімерні матеріали, що мають низькі значення модуля, без будь якого збитку ударостійкості покриття

Інша змінна, що здатна впливати на ударостійкість кабелю - товщина спіненого покриття, мінімальна товщина, що є здатною забезпечити ударостійкість, що є бажаною, для одержання такого покриття, буде залежати головним чином від ступеня спінення і від модуля вигину цього полімеру. Взагалі, заявник встановив, що, для того ж самого полімеру і для того ж самого ступеня спінення, збільшуючи товщину спіненого покриття можливо досягти вищі значення ударостійкості. Однак, із метою використання обмеженої кількості покриття матеріалу і щоб зменшити і витрати, і розміри готового виробу, необхідна мінімальна товщина шару спіненого матеріалу, щоб гарантувати бажану ударостійкість. Зокрема для кабелів середньої напруги, спостерігалось, що спінене покриття з товщиною шару приблизно 2мм, зазвичай здатне забезпечити достатнє протистояння нормальним зіткненням, до яких кабель цього типу піддається. Переважно, товщина шару буде більша ніж 0,5мм, особливо від приблизно 1мм до приблизно 6мм, особливо переважною є товщина від 2мм до 4мм

Заявник встановив, що можливо до розумного наближення визначити, відношення між товщиною шару і ступенем спінення полімерного матеріалу, для матеріалів з різними значеннями модуля вигину, так, що товщина спіненого покриття - є відповідно, значенням функції ступеня спінення і модуля вигину полімерного матеріалу, особливо для товщини спіненого покриття приблизно 2-4мм. Таке відношення може бути виражено в такий спосіб

$$V d_0 \geq N$$

Де V представляє об'єм спіненого полімерного матеріалу відносно лінійний довжини кабелю (m^3/m), цей об'єм залежить від кругового краю, визначеного, як мінімальна товщина спіненого покриття, відповідно до кругового краю (11) фіг 2 для

мультиполярних кабелів, або до покриття (10) визначеного на фіг 3 для уніполярних кабелів,

d_0 представляє умовну щільність виміряну для спіненого полімерного матеріалу (kg/m^3), і

N - результат дії над цими двома вищезгаданими значеннями, який повинен бути більше або дорівнювати

0,03 для матеріалів з модулем > 1000МПа,

0,04 для матеріалів з модулем 800-1000МПа,

0,05 для матеріалів з модулем 400-800МПа,

0,06 для матеріалів з модулем < 400МПа

Параметр V зв'язаний із товщиною (S) спіненого покриття наступними відношеннями

$$V = \pi(2R_1 S + S^2)$$

де R_1 представляє собою внутрішній радіус кругового краю (11)

Параметр d_0 зв'язаний із ступенем спінення полімерного матеріалу попереднім відношенням

$$G = (d_0/d_0 - 1) 100$$

Базуючись на вищезгаданих відношеннях, для спіненого покриття товщиною приблизно 2мм, розташованого по круговому перетину кабелю з діаметром приблизно 22мм, для різних матеріалів, що мають різний модуль вигину (Mf) при кімнатній температурі, було знайдено, що це покриття повинно мати мінімальну умовну щільність приблизно

0,40г/см³ для ПЕНЩ (Mf приблизно 200),

0,33г/см³ для 70/30 суміші ПП/ЕПК (Mf приблизно 800),

0,26г/см³ для ПЕВЩ (Mf приблизно 1000),

0,20г/см³ для ПП (Mf приблизно 1500)

Цим значенням умовної щільності спіненого полімеру відповідає максимальна ступень спінення приблизно

130% для ПЕНЩ ($d_0 = 0,923$)

180% для суміші ПП/ЕПК ($d_0 = 0,890$)

260% для ПЕВЩ ($d_0 = 0,945$)

350% для ПП ($d_0 = 0,900$)

Таким само чином для спіненого покриття товщиною приблизно 3мм, що входить до складу кабелю ідентичних розмірів, отримували значення мінімальної умовної щільності

0,25г/см³ для ПЕНЩ,

0,21г/см³ для 70/30 суміші ПП/ЕПК,

0,17г/см³ для ПЕВЩ,

0,13г/см³ для ПП,

відповідні значення максимального ступеня спінення приблизно

270% для ПЕНЩ,

320% для суміші ПП/ЕПК,

460% для ПЕВЩ,

600% для ПП

Результати, показані вище вказують, що для того, щоб оптимізувати характеристики ударостійкості спіненого покриття визначеної товщини повинні бути узяті до уваги характеристики механічної міцності матеріалу (особливо його модуль вигину) і ступінь спінення вказаного матеріалу. Однак, значення, визначені з застосуванням вищезгаданих відношень не повинні розглядатися, як такі, що обмежують можливості представленого винаходу. Зокрема, максимальний ступінь спінення полімерів, що мають значення модуля вигину близькі до верхніх меж коливання інтервалів, визначених для ряду значень N (тобто 400, 800 і 1000МПа), може в дійсності бути більшим, ніж це

розраховано, відповідно до вищезгаданих відношень, таким чином, наприклад, прошарок ПП/ЕПК товщиною приблизно 2мм (з Мf приблизно 800МПа) буде все ще здатний забезпечити бажаний захист, навіть з ступенем спінення приблизно 200%

Полімер звичайно спінюється під час стадії екструзії, це спінення може мати місце в випадку хімічного впливу, за допомогою додавання відповідної "спінюючої" сполуки, що спінює, тобто тієї, що здатна до продукування газу при визначених температурі і тиску, або може мати місце фізична дія, за допомогою пропускання газу з високим тиском, безпосередньо в циліндр екструзії

Прикладами відповідних хімічних "спінюючих" агентів - є азодикарбоамід, суміші органічних кислот (наприклад лимонна кислота) з карбонатами і/або бікарбонатами (наприклад натрій бікарбонатом)

Прикладами газів, що вводяться при високому тиску в циліндр екструзії є азот, двоокис вуглецю, повітря і низькокиплячі вуглеводні, такі як, пропан і бутан

Звичайно використовуємий захисний кожух, що покриває шар спіненого полімеру може бути звичайного типу. Матеріалами для зовнішнього покриття, що можуть

використовуватися - є поліетилен (ПЕ), зокрема ПЕ середньої щільності (ПЕСЩ) і ПЕ високої щільності (ПЕВЩ), полівінілхлорид (ПВХ), суміші еластомерів і їм подібні. Переважно використовують ПЕСЩ або ПВХ. Як правило, полімерний матеріал, що формує цей кожух, має модуль вигину від приблизно 400 до приблизно 1200МПа, переважно від приблизно 800МПа і приблизно 1000МПа

Заявник встановив, що присутність кожуха у комбінації з спіненим покриттям сприяє забезпеченню покриття бажаних ударостійких характеристик. Зокрема, заявник встановив, що ця стійкість оболонки до ударів, для тієї ж самої товщини спіненого покриття, збільшується, при збільшенні ступеня спінення полімеру, що утворює це покриття. Товщина цього кожуха переважно більша за 0,5мм, особливо вона лежить в межах від 1 до 5мм, переважно від 2 до 4мм

Одержання кабелю з ударостійкими властивостями відповідно до винаходу описано з посиланнями на діаграму структури кабелю фіг 2, у якій, однак, зіркоподібна порожнина між сердечниками, що будуть покриті, заповнена безпосередньо не спіненим полімером (10), а скоріше звичайним наповнювачем, спінене покриття потім екструдовано по цьому напівобробленому кабелю, утворюючи круговий край (11) навколо цього напівобробленого кабелю і згодом плаковано зовнішньою полімерною оболонкою (2). Одержання жили кабелю, тобто зборка кабелю виконана, як відомо в цій галузі, наприклад за допомогою пресування провідника (4), внутрішнього напівпровідного шару (9), діелектрика (5), зовнішнього напівпровідного шару (8) і металевий сітки (4). Щоб одержати напівоброблений кабель з круглим поперечним перетином, сердечники потім зв'язували разом і зіркоподібну порожнину заповнювали звичайним наповнювачем (наприклад пружною сумішшю, полі-

пропіленовими волокнами і т.і.) це звичайно здійснювали за допомогою екструзії наповнювача по зв'язаних сердечниках. Покриття із спіненого полімеру (10) тоді екструдували по наповнювачу. Переважно, плашка голівки преса для видавлювання мала діаметр злегка менший ніж кінцевий діаметр кабелю із спіненим покриттям, щоб дозволити полімеру спінитися поза пресом після видавлювання

Було встановлено, що при ідентичних умовах екструзії (швидкості обертання гвинта, швидкості ряду екструзії, діаметру голівки преса для видавлювання і т.і.) температура екструзії - один з технологічних параметрів, що має значний вплив на ступінь спінення. Взагалі, для температури екструзії нижче 160°C, важко одержати достатній ступінь спінення, температура екструзії - переважно повинна бути принаймні 180°C, особливо переважно 200°C. Звичайно, збільшенню температури екструзії відповідає більш висока ступінь спінення

Крім того, до деякої міри можливо керувати ступенем спінення полімеру, що утворює спінене покриття, діючи на швидкість охолодження полімеру при виході з преса для видавлювання, відповідно уповільнюючи або прискорюючи охолодження, якщо необхідно збільшити або зменшити ступінь спінення згаданого полімеру

Як згадано, заявник встановив, що можливо кількісно визначити результати впливу сторонніх сил на покриття кабелю за допомогою виміру міцності поверхневого шару, що покриває внутрішні шари кабелю, яка є різницею між середнім значенням міцності поверхневого шару і значенням, вимірним в місці прикладення сили. Зокрема, для кабелів для передачі струму середньої напруги з структурою, що включає внутрішній напівпровідний шар, ізолюючий шар і зовнішній напівпровідний шар, корисно вимірювати міцність поверхневого шару (і відносну різницю) між зовнішнім напівпровідним шаром і ізолюючим шаром

Заявник встановив, що результати особливо несприятливих зіткнень, до яких може бути підданий кабель, особливо броньований кабель для передачі струму середньої напруги, можуть бути відтворені за допомогою випробувань на ударостійкість, що описані в французькому стандарті HN 33-S-52, який стосується броньованих кабелів для передачі струму високої напруги, і який враховує енергію дії на кабелі сили приблизно в 72 джоуля (Дж)

Міцність поверхневого шару покриття може бути виміряна відповідно до Французького стандарту HN 33-S-52, згідно до якого вимірювали силу, що необхідно застосовувати, щоб відокремити зовнішній напівпровідниковий шар від ізолюючого шару

Заявник встановив, що, вимірюючи цю силу безперервно, у місці до якого має місце прикладення сили, вираховували силові піки, що вказують значення у силі зчеплення між цими двома шарами. Також було встановлено, що ці зміни взагалі пов'язані із зменшенням в ізоляційній здатності покриття. Зміна буде пропорційно більшою чим менша ударостійкість, що забезпечується зовнішнім покриттям (який, у випадку представленого винаходу, включає спінене покриття і кожух). Розмір змін цієї сили вимірювали в місцях прикла-

дення сили, щодо середнього значення вимірюного у такий спосіб по кабелю, що забезпечує індикацію градусу захисту, що забезпечується захисним покриттям. Взагалі, є прийнятними коливання в силі поверхневого шару до 20-25%, щодо середнього значення.

Характеристики спіненого покриття (матеріал, ступінь спінення, товщина), що призначене забезпечити захист основної структури кабелю і яке корисно використовувати разом із відповідною захисною зовнішньою полімерною оболонкою, можуть бути вибрані відповідно для захисту від зіткнення і також у залежності від характеристики матеріалу, типу твердисті матеріалу, щільності і т.і., що використовується в якості діелектрика і/або напівпровідника.

Оскільки, це може бути оцінене згідно представленого опису, кабель, що описано в цьому винаході, особливо придатний, щоб замінити звичайні броньовані кабелі, що пов'язано з вигідними властивостями спіненого полімерного покриття, щодо металевих армування. Однак, його використання не повинно обмежуватись цим визначенням застосуванням. Фактично, кабель винаходу, корисно використовувати за усіма цими застосуваннями, причому, бажаний кабель із спініними ударостійкими властивостями. Зокрема, було б вигідно замінити звичайні кабелі без броні за усіма застосуваннями ударостійким кабелем винаходу, за якими дотепер, використовуються броньовані кабелі, але їх використання було небажано через недоліки металевих армування.

Декілька ілюстративних прикладів даються нижче, щоб описати винахід у деталях.

Приклад 1

Одержання кабелю із спініним покриттям

Щоб оцінити ударну в'язкість спіненого полімерного покриття відповідно до винаходу, були підготовлені різні зразки для випробувань, шляхом екструзування по сердечнику декількох полімерів з різними товщинами і з різними ступенями спінення, і що складались з багатопровідного провідника приблизно завтовшки 14мм, плакованого 0,5мм шаром напівпровідного матеріалу, 3мм шаром ізоляційної суміші, що має за основу ЕПК і наступним 0,5мм шаром "просто знімаемого" напівпровідного матеріалу, що має за основу ЕВА і доповнений саженом, з повною коловою товщиною приблизно 22мм.

В якості полімерних спінюємих матеріалів використовували поліетилен низької щільності (ПЕНЩ), поліетилен високої щільності (ПЕВД), поліпропілен (PP), 70/30 вагову механічну суміш ПЕНЩ і дрібно порошкового вулканізованого натурального каучуку (розмір часток 300-600мкм), ПП модифікований ЕПК (ПП-ЕПК як 70/30 вагова су-

міш), ці матеріали позначені на наступних сторінках тексту буквами від А до Д і докладно описані в наступній таблиці.

Таблиця 1

	Матеріал	Найменування і виробник	Модуль (Мпа)
А	ПЕНЩ	Riblene FL30 - Enichem	260
Б	ПЕВД	DGDK 3364 - Union Carbide	1000
В	ПП	PF814-Montell	1600
Г	ПП-ЕПК	FINA -PRO 3680S	1250
Д	ПЕ/порошок	Riblene FL30 - Enichem	

Для полімеру, що спінюється хімічно, використовували два різних спінюючих сполуки (СЕ), вони позначені наступним чином.

	Сполука	Найменування і виробник
СЕ1	азодикарбоамід	Sarmapor PO - Sarma
СЕ2	карбонова кислота - бікарбонат	Hydrocerol CF70 - Boehringer Ingelheim

Полімер, що буде спінений і сполука, що спінює, були завантажені (у відношеннях, позначених у Таблиці 2) у 80мм - 25D одновинтовий екструдер (Bandera), цей екструдер обладнували розмітчим гвинтом, що характеризується глибиною в

кінцевій зоні 9,6мм. Система екструзії складається з пуансона здатного забезпечувати гладке продукування сердечника, що буде покритий (взагалі з діаметром, що є приблизно на 0,5мм більшим ніж діаметр сердечника, що буде покритий), і матриці, в якій діаметр вибраний таким чином, щоб мати розмір приблизно на 2мм менший ніж діаметр кабелю з спініним покриттям, таким чином, екструдований матеріал, потім зупиняється на виході з екструдера, головного частини якого це голівка, розташована всередині екструдера. Швидкість продукування сердечника з покриттям (лінійна швидкість екструзії) є функцією бажаної товщини спінення матеріалу (див. Таблицю 2). На відстані приблизно 500мм від головки екструдера розташована труба охолодження (що містить холодну воду), що призначена для припинення експансії і охолодження екструдированого матеріалу. Кабель потім намотують на бабину.

Композиції полімерний матеріал/спінююча сполука і умови екструзії (швидкість, температура) відповідно змінювались, як описано в Таблиці 2, що представлена нижче.

Таблиця 2

Спінюєма суміші і умови екструзії

Кабель №	Матеріал + % і тип спінюючого агента	Швидкість екструзування (обер/хв)	Температура екструзії (°C)	Лінійна швидкість (м/хв)
1	А+2%СЕ1	6,4	165	3
2	А+2%СЕ1	11,8	190-180	2
3	А+2%СЕ1	5,5	190-180	3

Продовження таблиці 2

Кабель №	Матеріал + % і тип спінюючого агенту	Швидкість екструзування (обер/хв)	П) Температура екструзії (°C)	Лінійна швидкість (м/хв)
4	A+2%CE1	6,8	190-180	2
5	A+2%CE1	6,4	165	1,5
6	A+0,8%CE2	5,7	225-200	2
7	B+0,8%CE2	3,7	200	2
8	B+0,8%CE2	6,3	200	2
9	D+0,8%CE2	4,9	225-200	1,8
10	B+1,2%CE2	8,2	225-200	2
11	Г+2%CE2	8	225-200	2

(1) Температура екструзії стосується голівки екструдера і циліндра. Коли дається тільки одне значення ці температури ідентичні. У початковій зоні екструдера температура приблизно 150°C.

Зразок 1 не піддався експансії, можливо, тому що температура екструдера була нижче (165°C), і аналогічно, по тій же самій причині зразок 5 піддався обмеженій експансії (тільки 5%).

Кабель з спіненим покриттям був згодом покритий звичайною оболонкою на основі ПЕСЦ (CE 90 - Materie Plastiche Bresciane) перемінної товщини (див. Таблицю 3) за допомогою звичайних методів екструзії і у такий спосіб одержували зразки кабелю із характеристиками, визначеними в Таблиці 3, кабель номер 1, в якому полімер не піддався експансії, був прийнятий в якості порівняльного неспіненого полімерного покриття. Таблиця 3 дана для порівняння характеристик кабелю, що не містить спіненого наповнення, а плакований тільки кожухом (кабель номер 0).

Таблиця 3

Характеристики покриття

Кабель №	Ступінь спінення наповнення (%)	Товщина наповнення (мм)	Товщина оболонки (мм)
0	-	0	3
1	0	1	3
2	31	4,3	3
3	61	1	3
4	48	2,5	3
5	5	3	3
6	35	2	2
7	52	2	2
8	29	3	2,2
9	23	2,5	2
10	78	4	2
11	82	4	2

Способом подібним до описаного вище, використовуючи спінене полімерне покриття з модулем вигину приблизно 600МПа, що складається з поліпропілену, модифікованого приблизно 30% ЕПК каучуку, були одержані інші 6 зразків кабелю, які вказані в Таблиці 4 (Приклади 12-17), Таблиця 4 також дає два порівняльних приклади кабелів із спіненим покриттям, але в яких відсутній кожух (Приклади 16а і 17а).

Таблиця 4

Характеристики покриття

Кабель №	Ступінь спінення наповнення (%)	Товщина наповнення (мм)	Товщина оболонки (мм)
12	71	3	1,9
13	22	2	2
14	167	3	1,8
15	124	2	2
16	56	2	2
16а	56	2	-
17	84	2	2
17а	84	2	-

Приклад 2

Вимірювання ударостійкості

Щоб оцінити ударостійкість кабелів, підготовлених відповідно до Прикладу 1, здійснювали випробування на зіткнення кабелю із наступною оцінкою ушкоджень. Результати зіткнення було оцінено за допомогою візуального аналізу кабелю і за допомогою виміру змін у міцності поверхневого шару напівпровідного матеріалу, в місці прикладення сили. Випробування на ударостійкість базувались на французькому стандарті HN 33-S-52, що забезпечує енергію зіткнення кабелю приблизно 72 джоуля (Дж), що одержується скиданням вантажу вагою 27кг з висоти 27см. Для представленого випробування, така енергія зіткнення була одержана за допомогою вантажу вагою 8кг кинутого з висоти 97см. Кінцева стадія зіткнення забезпечується клиноподібним закругленим краєм (з радіусом кривизни 1мм) пробивної голівки. Для представленого винаходу, ударостійкість була оцінена після одиночного зіткнення. Для зразків 6-12, випробування було повторено другий раз, на відстані приблизно 100мм від першого. Міцність поверхневого шару була виміряна відповідно до французького стандарту HN 33-S-52, згідно з яким вимірювали силу, що необхідно застосовувати, щоб відокремити зовнішній напівпровідний шар від ізолюючого шару. Цю силу вимірювали безупинно, реєструючи силові піки в місцях прикладення сили. Для кожного досліджуваного зразка, у місці прикладення сили, "позитивна" сила піків, відповідали збільшенню сили (щодо середнього значення) необхідної, щоб відокремити ці два шари, і "негативна" сили піків (менша, щодо середнього значення). Вимірювали різницю між розмірами максимуму (Fmax) і мінімуму (Fmin) прикладеної сили, одержуючи максимальне відхилення міцності поверхневого шару в місці прикладення сили. Відхилення

у міцності поверхневого шару було розраховано у такий спосіб, визначаючи процентне відношення між вищезгаданою різницею ($F_{\max}-F_{\min}$) і середнім значенням міцності поверхневого шару вимірюваного для кабелю ($F < >$), відповідно до наступного відношення % відхилення $=100(F_{\max}-F_{\min})/F < >$ У такий спосіб одержували ступінь захисту, що забезпечується спіненням покриттям, вимірюючи величину відхилення цієї сили в місцях зіткнення, щодо середнього значення, вимірюваного по кабелю. Взагалі, відхилення на 20-25%, розглядаються як прийнятні. Таблиця 5 дає значення відхилення міцності поверхневого шару для зразків 0-17а

Таблиця 5

% відхилення міцності поверхневого шару		
Кабель	Перший тест	Другий тест
0	62	78
1	40	-
2	18	-
3	27	-
4	13	-
5	21	-
6	17	23
7	9	12
8	4	5
9	19	15
10	9,8	12,5
11	4,3	2,5
12	7	14
13	16	17
14	14	12
15	10	10
16	16	18
16a	30	55
17	15,5	13
17a	116	103

Як вказано в Таблиці 3, для зразка 1 (для якого не було одержано ніякої експансії), відсоток відхилення в міцності поверхневого шару надзвичайно високий, це свідчить, що неспінений полімер поглинає незначну кількість енергії зіткнення, ніж шар ідентичної товщини, того ж самого полімеру, що є спіненням (дивіться зразок 3, з 61% спінення покриття). Зразок 3 показує, що відхилення міцності поверхневого шару, є злегка вищим граничного розміру 25%, обмеження ударостійкості, вказаного зразка може бути пояснено, головним чином, товщиною, тільки 1 мм, спіненого покриття, в інших зразках ця товщина була 2-3мм. Зразок 5, із спіненням покриттям товщиною шару 3мм, має високе значення міцності поверхневого шару через низьку ступінь спінення полімеру (5 %), таким чином демонструючи обмежену ударостійкість, що забезпечується покриттям з низьким ступенем спінення. Зразок 4, при товщині спіненого матеріалу меншою ніж у зразка 5 (2,5мм і відповідно 3мм), має однак більш високу ударостійкість, з відхиленнями у міцності поверхневого шару 13%, порівняно з 21% для зразка 5, показуючи, що більш високому ступеню спінення відповідає більш висока ударостійкість. Порівнюючи зразок 13 із зразком 15, від-

мічено, що збільшення ступеню спінення полімеру (від 22 до 124%), для тієї ж самої товщини шару спіненого матеріалу і кожуха, тягне за собою збільшення в ударостійкості покриття (міцність поверхневого шару коливається від 16-17% до 10%). Ця тенденція підтверджується, якщо порівняти зразок 16 із зразком 17. Однак, порівнюючи зразки 16а і 17а (без кожуха) із відповідними зразками 16 і 17, видно як сприяє, наявність кожуха на збільшення захисту при збільшенні ступеня спінення.

Приклад 3

Порівняльні випробування броньованого кабелю на ударостійкість

Кабель номер 10 був порівняний із звичайним броньованим кабелем, щоб перевірити ефективність (КПД) ударостійкого спіненого шару покриття. Броньований кабель має той же самий сердечник, що і кабель номер 10 (тобто, багатопровідний провідник приблизно 14мм завтовшки, плакований 0,5мм шаром напівпровідного матеріалу, 3мм шаром ізоляційної суміші, що базується на ЕПК і потім 0,5 шаром "просто знімаемого" напівпровідного матеріалу, що базується на ЕВА, доповненого сажкою, з повної круговою товщиною приблизно 22мм). Згаданий сердечник оточений від внутрішньої частини до зовнішнього боку кабелю а) шаром гумового наповнювача товщиною приблизно 0,6мм, б) ПВХ оболонкою товщиною приблизно 0,6мм, в) 2 сталевими стрічками армування товщиною приблизно 0,5мм кожна, г) ПЕСЦ кожухом товщиною приблизно 2мм. Для порівняльних випробувань використовувалась динамічна машина типу "падаючий вантаж" (CEAST Мод. 6758). Були виконані два набори випробувань, під час яких опускали вантаж 11кг з висоти 50см (силове зіткнення приблизно в 54 джоуль) і 20см (силове зіткнення приблизно в 21 джоуль), відповідно, вантаж забезпечував зіткнення кінця сферичною головки з радіусом приблизно 10мм. Результати деформації кабелю показані на фіг 4 і 5 (з висоти 50см і 20см, відповідно), на яких кабель відповідно до винаходу позначений а), у той час як звичайний броньований кабель позначений б). Була виміряна деформація сердечника, виходячи із збитків структури кабелю. Фактично, більш висока деформація напівпровідної-ізолюючої-напівпровідної оболонки, мабуть викликана електричними дефектами в ізоляційних властивостях кабелю. Результати зазначені в Таблиці 6.

Таблиця 6

% відновлення товщини напівпровідного шару після зіткнення

	У звичайному броньованому кабелі	В кабелі № 10
Висота зіткнення 50 см	41%	26,5%
Висота зіткнення 20 см	4,4%	2,9%

Як видно з результатів, вказаних у Таблиці 6, кабель винаходу показує навіть кращу ефективність ударостійкого покриття, ніж звичайний броньований кабель.

Fig. 1

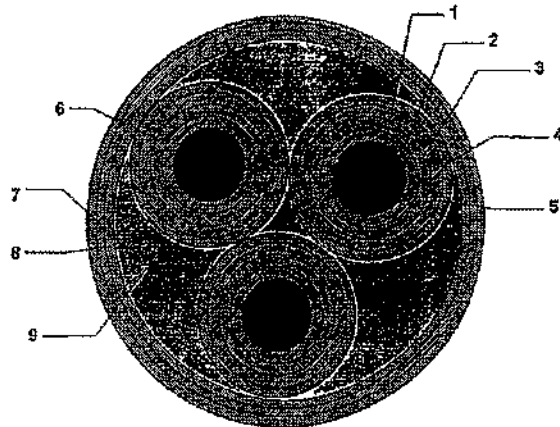


Fig. 2

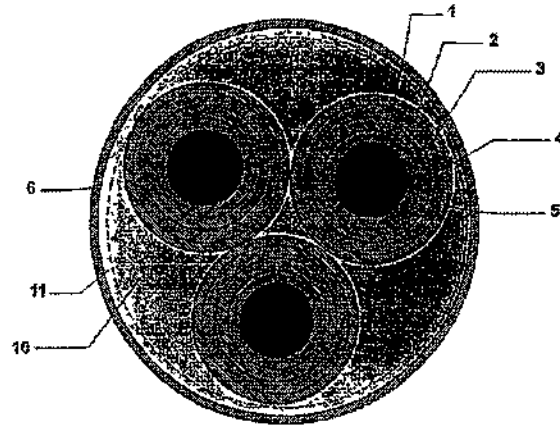
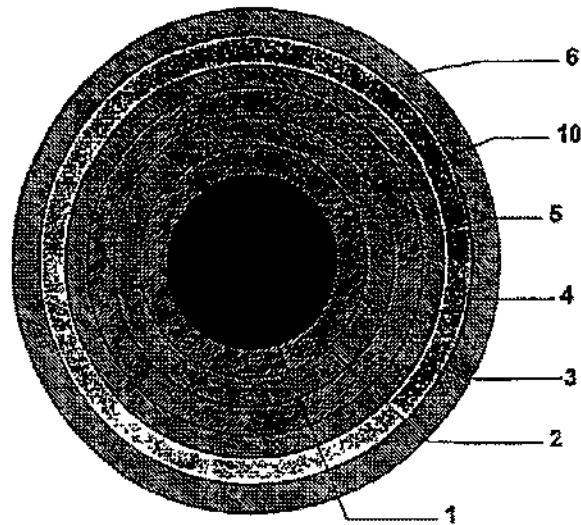
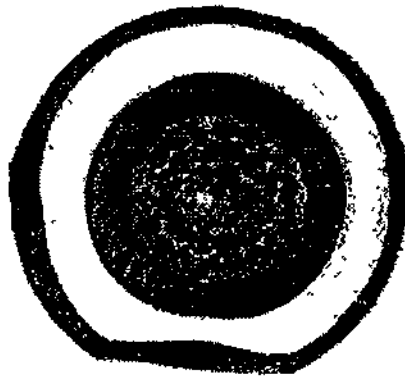
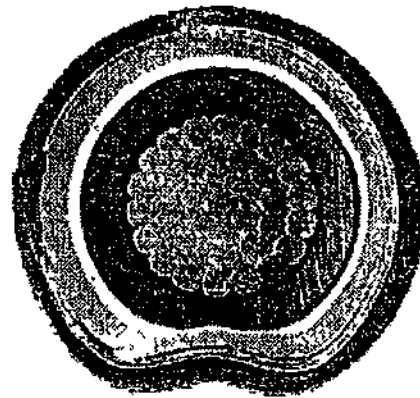


Fig. 3

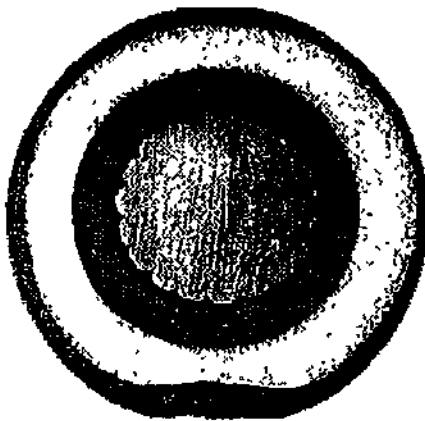


Фіг. 4 Тест на зіткнення з висотою 50 см

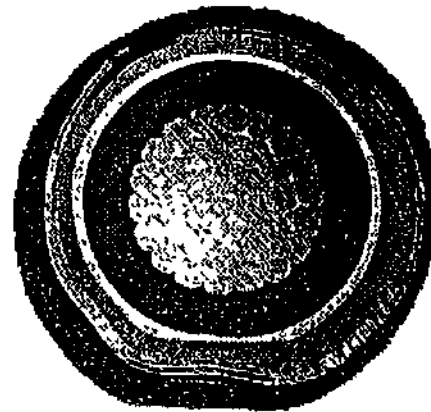
а) Кабель № 10



б) Звичайний армований кабель

Фіг. 5 Тест на зіткнення з висотою 20 см

а) Кабель № 10



б) Звичайний армований кабель

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71