



УКРАЇНА

(19) UA (11) 56667 (13) A

(51) 7 B29C61/06, F16L47/02, H01B1/20,  
H05B3/14, H05B3/34, H05B3/58

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

### ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ДВОШАРОВОЇ МУФТИ І ГНУЧКИЙ НАГРІВАЛЬНИЙ ЕЛЕМЕНТ ДЛЯ ТЕРМОУСАДКИ МУФТ

1

2

(21) 2002086659

(22) 12 08 2002

(24) 15 05 2003

(46) 15 05 2003, Бюл. № 5, 2003 р.

(72) Білошенко Віктор Олександрович, Борзенко Олександр Петрович, Варюхін Віктор Миколайович  
(73) ДОНЕЦЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) 1 Спосіб виготовлення двошарової термоусаджувальної муфти, що включає виготовлення з епоксидного компаунда заготовки епоксидного фітінга, деформування фітінга у високоеластичному стані на дорні необхідного діаметра з наступним охолодженням його на дорні для переходу в скловидний стан, формування на зовнішній поверхні епоксидного фітінга співвісної захисної втулки, який відрізняється тим, що формування захисної втулки здійснюють нанесенням тонкого шару композиційного полімерного матеріалу на основі епоксидного компаунда УП 5-168с (ТУ 6-10-64-90) і

порошку ливарного графіту на знежирену зовнішню поверхню епоксидного фітінга, накривають шар фторопластовою або поліетиленовою плівкою і рівномірно розкочують його до необхідної товщини, після чого отверджують сформовану втулку при температурі 40°C протягом 30 хв.

2 Спосіб по п. 1, який відрізняється тим, що співвідношення епоксидний компаунд - порошок графіту складає 100 : 100 - 125 мас. ч., відповідно, а товщина захисної втулки складає 0,5 - 1 мм.

3 Гнучкий нагрівальний елемент для термоусадки муфт, що містить струмопровідний ізольований гнучкий плівковий елемент з дротами для підведення електричного струму, який відрізняється тим, що як матеріал струмопровідного елемента використовують полімерну композицію з епоксидного компаунда УП 5-168с (ТУ 6-10-64-90) і порошку ливарного графіту при їхньому співвідношенні 100 : 75-125 мас. ч., відповідно, а товщина гнучкого плівкового елемента складає 0,7 - 1 мм.

Винахід відноситься до області технології створення нероз'ємних муфтоклеювих з'єднань труб, стрижнів і т.п. погонажних виробів, у тому числі виготовлених з таких полімерних матеріалів, що погано склеюються, як поліолефіни, за допомогою з'єднувальних елементів з пам'яттю форми (термоусадкою), отриманих з епоксидних полімерів.

Відомі роботи авторів по створенню епоксидних фітінгів, що термоусаджуються із епоксидних композицій (патенти України 10298, 10299, бюл. №4, 1996, 27618, бюл. №4, 2000, пат. РФ №2141600, F16L 47/02, B29C 61/00, C08L 63/00, бюл. № 32, 1999). Відомий спосіб виготовлення комбінованої муфти, що термоусаджується, з захисною втулкою із поліолефіну, що термоусаджується, встановленою на внутрішній епоксидній втулці, який полягає у виборі відповідних діаметрів отворів втулок і температур їхньої деформації та усадки (див., наприклад, патент України № 23579А, B29C 61/00, бюл. № 4, 1998).

У відомому рішенні по зазначеному патенту

України № 23579А, обраному як прототип для винаходу, що заявляється, по збігу призначення, вирішувалася мета забезпечення додаткового захисту епоксидної втулки від зовнішніх механічних впливів з одночасним створенням у ній стискаючих напружень, за рахунок чого підвищується міцність і експлуатаційна надійність з'єднання. При цьому внутрішній діаметр вихідної заготовки зовнішньої захисної втулки, що зроблена з поліолефіну, вибирають менше зовнішнього діаметра внутрішньої епоксидної втулки в її усадженому стані, роздають зазначену захисну втулку при температурі деформації  $T_{дн} < T_{уе}$ , де  $T_{дн}$  — температура деформації поліолефіну,  $T_{уе}$  — температура усадки епоксидного полімеру, до діаметра, що забезпечує співвісне складення втулок зі ступенем деформації, що дозволяє з запасом компенсувати усадку внутрішньої втулки. Закріплення захисної втулки з поліолефіну здійснюють шляхом співвісної усадки її зовнішньої втулки з наступним короточасним нагріванням до температури, близької до температури усадки поліолефіну.

(13) A

(11) 56667

(19) UA

Складність відомого рішення одержання двошарової муфти обумовлена різними класами полімерних матеріалів втулок, що до того ж відрізняються і кінетикою термоусадки. Внаслідок цього для забезпечення натягу між зовнішньою і внутрішньою втулками необхідно правильно підбирати температурні і силові режими деформування цих втулок. Установити їх розрахунковим шляхом дуже складно. Тому в кожному випадку потрібно експериментально знаходити температуру деформування і ступінь деформації для обраної пари матеріалів.

Нероз'ємне муфтоклеєве з'єднання труб за допомогою зазначеної двошарової муфти отримували за рахунок нанесення на поверхні кінців труб, що з'єднуються, і внутрішньої епоксидної втулки спеціального епоксидного компаунда марки УП 5-168с ТУ 6-10-64-90 і прогріву збірки при температурі  $\sim 80^{\circ}\text{C}$  протягом 10-15 хвилин. Прогрів муфт відкритим вогнем не допускається. Тому спочатку застосовувалися нагрівачі у вигляді щипців із двома півколами, що охоплюють муфту, із вмонтованими в них нагрівальними елементами з ніхромового дроту діаметром від 0,2 до 0,4 мм за ДСТ 9389. Але такий варіант нагрівачів незручний, оскільки для муфт різних діаметрів потрібно мати відповідні півкола, з нагрівальними елементами.

Відомі численні конструкції плівкових електронагрівальних елементів, у т.ч. гнучких, наприклад, у вигляді сітки, тканини з графітовими нитками і т.п. Зокрема, для прогріву муфтоклеєвого з'єднання труб також застосовувалися електричні грилки з тканим нагрівальним елементом, яким обмотувалося місце з'єднання. Однак проблема виготовлення якісних гнучких нагрівальних елементів продовжує залишатися актуальною.

Загальними ознаками винаходу, що заявляється, і прототипу у способі є

- виготовлення з епоксидного компаунда заготовки епоксидної втулки (фтинга),
- деформування фтинга у високоеластичному стані на дорні необхідного діаметра з наступним охолодженням на дорні для переходу в скловидний стан,
- формування на зовнішній поверхні епоксидного фтинга співвісної захисної втулки,

Загальними ознаками по гнучкому нагрівальному елементу є

- струмопровідний ізольований гнучкий плівковий елемент, що має дрони для підведення електричного струму

Сутність винаходу

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу виготовлення двошарової муфти, що термоусаджується, у якому за рахунок вибору матеріалу для зовнішньої захисної втулки забезпечується в тому самому температурному діапазоні як і формування на внутрішній епоксидній втулці, так і наступна спільна їх термоусадка нагріванням у випадку формування муфтоклеєвого з'єднання труб.

Поставлена задача зважується двома взаємозв'язаними винаходами

По-перше, поставлена задача вирішується тим, що в частині способу виготовлення двошарової муфти, яка термоусаджується, що включає виготовлення з епоксидного компаунда заготовки

епоксидного фтинга, деформування фтинга у високоеластичному стані на дорні необхідного діаметра з наступним охолодженням його на дорні для переходу в скловидний стан, формування на зовнішній поверхні епоксидного фтинга співвісної захисної втулки, відповідно до винаходу, формування захисної втулки здійснюють нанесенням тонкого шару композиційного полімерного матеріалу на основі епоксидного компаунда УП 5-168с ТУ 6-10-64-90 і порошку ливарного графіту (ЛГ) на знежирену зовнішню поверхню епоксидного фтинга, накривають шар фторопластовою або поліетиленовою плівкою і рівномірно розкочують його до необхідної товщини, після чого стверджують сформовану втулку при температурі  $40^{\circ}\text{C}$  протягом 30 хвилин.

Конкретна відмінність способу полягає в тому, що співвідношення епоксидний композит-порошок графіту складає 100 : 100-125 мас. ч., відповідно, а товщина захисної втулки складає 0,5-1 мм.

Успішне виготовлення для епоксидного фтинга зовнішньої захисної втулки з одночасною функцією нагрівального елемента для наступної термоусадки двошарової муфти і прогріву муфтоклеєвого з'єднання вказало можливість виготовлення з подібного композиційного полімерного матеріалу спеціального гнучкого багатфункціонального нагрівального елемента, яким можна, зокрема, обертати місце з'єднання.

По-друге, поставлена задача в частині виготовлення знімного гнучкого нагрівального елемента, що містить струмопровідний ізольований гнучкий плівковий елемент, який має дрони для підведення електричного струму, відповідно до винаходу, вирішується тим, що як матеріал струмопровідного елемента використовують полімерну композицію з епоксидного компаунда УП 5-168с (ТУ 6-10-64-90) і порошку ЛГ при їхньому співвідношенні 100 : 75-125 мас. ч., а товщина плівкового елемента складає 0,7-1 мм.

Причинно-наслідковий зв'язок відмітних ознак і технічного результату, що досягається, полягає в наступному

У процесі рішення проблеми формування якісних муфтоклеєвих з'єднань для поліетиленових труб (патент України № 10298, У29С 65/02) був розроблений спеціальний еластичний епоксидний клей, час життєдіяльності якого в діапазоні температур термоусадки епоксидного фтинга в 2-3 рази більше часу, необхідного для термоусадки фтинга. Відомо, що максимальна міцність клейового з'єднання досягається при мінімальній товщині його шару. Досвід застосування зазначеного клею показав, що після отвердження шару клею товщиною до 1,5-2 мм утворюється гнучка еластична і досить міцна плівка. Введення в зазначений клей порошку ЛГ дозволило провести експерименти з струмопровідних властивостей такого композиційного полімерного матеріалу як в умовах зовнішньої захисної плівки на епоксидному фтингу, так і у вигляді окремої гнучкої струмопровідної плівки.

Відомості, які підтверджують можливість здійснення винаходу

Експериментальним шляхом були підібрані концентрації порошку графіту, що вводиться в епоксидний клей, і товщини плівок для забезпе-

чення нагрівання муфти до температури 75-80°C протягом 10-16 хвилин шляхом пропущення через плівку електричного струму. Забезпечення захисту від електричного струму в експерименті було досягнуто за рахунок зовнішньої полімерної плівки. У реальних виробках електрозахист може бути забезпечений іншими відомими засобами.

Приклад захисна втулка-нагрівач

1 Результати дослідження впливу товщини стінки захисної втулки

– при товщині від 1 мм і більш термічна усадка двохшарової муфти викликає руйнування захисної втулки,

– при товщині менш 0,5 мм різко зростає електричний опір (більш 100 кОм), що призводить до росту напруги, необхідної для прогріву муфти до величини, що перевищує 220 В.

Виходячи з економічних і наведених технологічних факторів, оптимальна товщина стінки захисної втулки визначена рівної 0,5-0,6 мм.

2 Результати дослідження впливу концентрації ЛГ

На Фіг. 1 представлені залежності температури нагрівання двохшарової муфти від тривалості нагрівання при різних напругах перемінного електричного струму і концентраціях ливарного графту, де прийняті наступні позначення: + – 75% ЛГ, U=100 В, х – 75% ЛГ, U=150 В, ж – 75% ЛГ, U=220 В, ● – 100% ЛГ, U=170 В, ▲ – 100% ЛГ, U=200 В, ○ – 125% ЛГ, U=36 В, Δ – 125% ЛГ, U=100 В, □ – 125% ЛГ, U=100 В. Встановлено, що

– при вмісті в композиції 75 мас % ЛГ опір зовнішньої втулки складає R = 20-25 кОм. При напрузі 220 В муфта прогривається тільки до 55°C (недостатньо для її усадки),

– при 100 мас % ЛГ електричний опір захисної втулки зменшується до R ~ 10 кОм. Необхідна температура 75-80°C досягається через 8-10 хвилин при напрузі U=200 В,

– при 125 мас % ЛГ R ~ 4 кОм. Температура усадки досягається при U=80 В через 4-5 хвилин.

З вищесказаного випливає, що для практичної експлуатації підходять двохшарові муфти з товщи-

ною зовнішнього шару 0,5-1,0 мм і концентрацією ЛГ у зовнішній втулці 100-125 мас %.

Приклад гнучкий нагрівальний елемент (ГНЕ)

Дослідження впливу товщини з урахуванням попереднього досвіду показали, що оптимальна товщина гнучкого нагрівального елемента складає 0,7-1,0 мм.

Результати дослідження впливу концентрації ЛГ у композиційному матеріалі приведені на Фіг. 2 у вигляді залежності температури нагрівання гнучкого нагрівального елемента від тривалості нагрівання при різних напругах перемінного електричного струму і концентраціях ЛГ, де прийняті позначення: х – 75% ЛГ, U=160 В, + – 75% ЛГ, U=220 В, ■ – 100% ЛГ, U=160 В, ♦ – 100% ЛГ, U=190 В, ● – 100% ЛГ, U=220 В, ○ – 125% ЛГ, U=24 В, ◇ – 125% ЛГ, U=50 В, Δ – 125% ЛГ, U=70 В, □ – 125% ЛГ, U=100 В. Встановлено, що

– при концентрації 75 мас % ЛГ ГНЕ нагрівається максимум до 60°C при U=220 В, що недостатньо для усадки муфт. Електричний опір R змінюється при нагріванні від 5 кОм до 15 кОм,

– при 100 мас % ЛГ температура усадки муфт (75-80°C) досягається в ГНЕ за 5-12 хвилин при U=190-200 В. При цьому R=0,5-2 кОм,

– при 125 мас % ЛГ температура усадки досягається за 12, 4,5, 2,2 хв при U=50, 70, 100 В, відповідно. При цьому R = 0,2-0,65 кОм.

Розміри гнучкого плівкового елемента можуть вибиратися будь-якими, щоб забезпечити термоусадку муфт різного діаметра.

Електрична потужність гнучких нагрівальних елементів порівняно мала для таких температур нагрівання і знаходиться в межах P = 20 - 100 Вт.

Таким чином, приведені дані підтверджують можливість виготовлення захисної втулки з композиційного полімерного матеріалу, яка одночасно виконує функцію нагрівального елемента при пропущенні через нього перемінного електричного струму. Також можливе виготовлення гнучкого знімного нагрівального елемента з розглянутого полімерного композита.

