



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 3795

(13) U

(51) 7 H01B7/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ГНУЧКИЙ СИЛОВИЙ КАБЕЛЬ

1	2
(21) 2004031947	пластифікатор 60-80
(22) 16.03.2004	триоксид сурми 6-10
(24) 15.12.2004	свинцевий стабілізатор 4-8
(46) 15.12.2004, Бюл. № 12, 2004 р.	хлоропарафін 15-30
(72) Андрющенко Володимир Олексійович	дифенілолпропан 0,3-1,0
(73) Андрющенко Володимир Олексійович	гідроксид алюмінію 20-40
(57) 1. Гнучкий силовий кабель, що містить скручені в одному напрямку струмопровідні жили, кожна з яких покрита ізоляцією, і оснащений розташованою поверх струмопровідних жил оболонкою, причому ізоляція та оболонка виконані з полівінілхлоридного пластикату, що включає полівінілхлоридну смолу, пластифікатор, свинцевий стабілізатор, дифенілолпропан та наповнювач, який відрізняється тим, що оболонка виконана з полівінілхлоридного пластикату, що додатково містить кальцій стеариновокислий, триоксид сурми, хлоропарафін, гідроксид алюмінію при наступному співвідношенні компонентів, мас. част.:	наповнювач 20-50.
	2. Гнучкий силовий кабель за п. 1, який відрізняється тим, що ізоляція виконана з полівінілхлоридного пластикату, що додатково містить кальцій стеариновокислий, аеросил, кислоту стеаринову при наступному співвідношенні компонентів, мас. част.:
полівінілхлоридна смола 100	полівінілхлоридна смола 100
кальцій стеариновокислий 1,5-3,0	кальцій стеариновокислий 1,2-1,6
	пластифікатор 60-80
	аеросил 0,7-2,0
	свинцевий стабілізатор 3,5-4,5
	кислота стеаринова 8-15
	дифенілолпропан 0,15-0,30
	наповнювач 5-30.

Корисна модель відноситься до електротехнічної промисловості, зокрема до кабельної техніки, та може бути використаний для приєднання машин і механізмів до мережі.

Відомий гнучкий силовий кабель (див. свідоцтво на корисну модель РФ № 20193, М. кл.<sup>7</sup> H01B 7/04, заявл. 20.04.01, опубл. 20.10.01), що містить скручені в одному напрямку струмопровідні жили, кожна з яких покрита ізоляцією, та оснащений розташованою поверх струмопровідних жил оболонкою. У відомому пристрої ізоляція струмопровідних жил виконана з гуми, а оболонка - зі стирольного термоеластопласта з додаванням полімерних і мінеральних наповнювачів.

Відомий гнучкий силовий кабель має недостатньо високі експлуатаційні властивості, що обмежує його застосування. Це пов'язано з тим, що матеріал оболонки має низьку гнучкість, що знижує гнучкість силового кабелю, а гумова ізоляція, яка має достатню гнучкість, має обмежені ізоляційні властивості та низьку стійкість до поширення горіння.

Відомий також гнучкий силовий кабель (див. патент України № 60273А, М. кл.<sup>7</sup> H01B 7/04, заявл. 30.07.03, опубл. 15.09.03), що містить скручені в одному напрямку струмопровідні жили, кожна з яких покрита ізоляцією, і оснащений розташованою поверх струмопровідних жил оболонкою, де ізоляція жил та оболонка виконані з полівінілхлоридного пластикату. Відомий кабель додатково має під оболонкою випресовану суцільну поясну ізоляцію, яка заповнює проміжки між жилами, і виготовлена з можливістю одночасного відокремлення від ізоляції жил та оболонки. Струмопровідні жили скручені з м'яких мідних дротин, мають різну площу перерізу та відмінності за кольором.

Відомий силовий кабель має низьку гнучкість, тому що матеріал ізоляції й оболонки недостатньо гнучкий. Це знижує експлуатаційні властивості кабелю.

Найбільш близьким за технічною суттю та результатом, що досягається, є гнучкий силовий кабель (див. свідоцтво на корисну модель РФ № 20407, М. кл.<sup>7</sup> H01B 7/04), що містить скручені в

(13) U

(11) 3795

(19) UA

одному напрямку струмопровідні жили, кожна з яких покрита ізоляцією, і оснащений розташованою поверх струмопровідних жил оболонкою, причому ізоляція та оболонка виконані з полівінілхлоридного пластику, що містить, мас. ч.: полівінілхлорид - 100; складноефірний пластифікатор - 40-55; свинцевий стабілізатор - 5-7; антипірен-димоподавлувач - 60-130; іонол з дифенілолпропаном у співвідношенні 3:1-1:3 - 0,4-1,0; діоксид титану з каоліном де-гідратованим у співвідношенні 2:1-1:2 - 10-20.

Однак відомий силовий кабель має недостатню гнучкість і недостатньо високі експлуатаційні властивості, зокрема недостатньою стійкістю до поширення горіння. Це зв'язано з тим, що матеріал, який використовується для оболонки та ізоляції, не забезпечує необхідних експлуатаційних властивостей кабеля.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення гнучкого силового кабелю, у якому виконання оболонки та ізоляції жил кабелю з нових матеріалів - полівінілхлоридних пластиків нового складу, що мають поліпшену гнучкість і вогнестійкість з одночасним збереженням високих діелектричних характеристик дозволяє підвищити гнучкість кабелю і поліпшити його експлуатаційні характеристики.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому гнучкому силовому кабелі, що містить скручені в одному напрямку струмопровідні жили, кожна з яких покрита ізоляцією, і оснащеному розташованою поверх струмопровідних жил оболонкою, причому ізоляція та оболонка виконані з полівінілхлоридного пластику, що включає полівінілхлоридну смолу пластифікатор, свинцевий стабілізатор, дифенілолпропан та наповнювач новим є те, що оболонка виконана з полівінілхлоридного пластику, що додатково містить кальцій стеариновокислий, триоксид сурми, хлорпарафін, гідроксид алюмінію при наступному співвідношенні компонентів мас.ч.:

полівінілхлоридна смола	100
пластифікатор	60-80
свинцевий стабілізатор	4-8
дифенілолпропан	0,3-1,0
кальцій стеариновокислий	1,5-3,0
триоксид сурми	6-10
хлор парафін	15-30
гідроксид алюмінію	20-40
наповнювач	20-50

Новим є також те, що ізоляція виконана з полівінілхлоридного пластику, що додатково містить кальцій стеариновокислий, аеросил, кислоту стеаринову при наступному співвідношенні компонентів, мас. ч.:

полівінілхлоридна смола	100
пластифікатор	60-80
свинцевий стабілізатор	3,5-4,5
дифенілолпропан	0,15-0,30
кальцій стеариновокислий	1,2-1,6
аеросил	0,7-2,0
кислота стеаринова	8-15
наповнювач	5-30

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак корисної моделі, що заявляється, і технічним результатом, що досягається, полягає в такому.

Те, що в пристрої, що заявляється, ізоляція та оболонка виконані з нового матеріалу, забезпечує підвищення гнучкості силового кабелю і поліпшує його експлуатаційні характеристики. Викотворення оболонки з нового матеріалу, що заявляється, до складу якого входять відомі і нові компоненти в співвідношенні, що заявляється, дозволяє підвищити гнучкість оболонки, а, отже, і гнучкість силового кабелю. Одночасне виготовлення ізоляції з нового матеріалу, що заявляється, до складу якого входять відомі і нові компоненти в співвідношенні, що заявляється, дозволяє підвищити гнучкість ізоляції, а, отже, і гнучкість силового кабелю.

Це пояснюється таким.

Полівінілхлоридний пластикат, з якого виконана оболонка гнучкого силового кабелю, має одночасно високі гнучкість і експлуатаційні якості. Експериментально встановлено, що нова якість матеріалу оболонки обумовлена наявністю в ньому нових компонентів та їх новим співвідношенням у пластикаті. Компоненти, що введені до складу пластику, впливають на його властивості таким чином.

Кальцій стеариновокислий діє як змочувальний та емульгуючий компонент, оскільки має у своїй сполуці довгий вуглеводневий радикал і гідрофільний іон. Крім того, кальцій стеариновокислий у сполученні з полівінілхлоридною смолою сприяє підвищенню температури розкладання полівінілхлоридного пластику, з якого виконані оболонка та ізоляція кабелю, сприяє підвищенню його термічної стійкості.

Триоксид сурми, уведений до складу оболонки одночасно з галогенвмісними компонентами, виявляє себе в системі як синергетичний компонент, сприяє підвищенню захисних властивостей оболонки від зовнішніх факторів, є сповільнювачем горіння і депресантом димоутворювання.

Уведення хлорпарафіну в кількості, що заявляється, в оболонку гнучкого силового кабелю дозволяє досягти необхідного для матеріалу оболонки розм'якшення і підвищити стійкість до поширення горіння.

Сполуки, що утворюються в результаті модифікації гідроксиду алюмінію, уведеного до складу оболонки, сприяють утворенню додаткових хімічних зв'язків полівінілхлоридної смоли з наповнювачем, що сприяє оптимізації властивостей матеріалу оболонки. При цьому гідроксид алюмінію є уповільнювачем горіння і депресантом димоутворювання. Це пов'язано з тим, що у разі горіння гідроксид алюмінію утворює оксид алюмінію, що створює ізолюючий шар і утримує пари води, які перешкоджають доступу повітря до розпеченої поверхні. Уведення гідроксиду алюмінію дозволяє знизити відносний зміст пальної складової матеріалу, при цьому змінюються теплофізичні характеристики й умови тепло- і масообміну при переробці полівінілхлоридного пластику оболонки.

Для підвищення діелектричних властивостей ізоляції гнучкого силового кабелю до її складу вводять аеросил. Використання аеросилу пов'язане з тим, що його кристали мають властивість деформуватися під дією електричного поля.

Як пом'якшувач в ізоляцію уведена стеаринова кислота, що сприяє підвищенню стійкості отри-

маної системи, додає їй ліофільних властивостей, збільшує гнучкість пластикату.

Підвищення гнучкості силового кабелю, що заявляється, і поліпшення його експлуатаційних властивостей досягається також за рахунок введення в новий матеріал ізоляції й оболонки відомих компонентів у кількостях, що заявляються.

Введення пластифікатора до складу оболонки та ізоляції забезпечує високу стійкість проти старіння і дії олій.

Свинцевий стабілізатор сприяє тривалому збереженню фізичних і хімічних властивостей матеріалу ізоляції та оболонки.

Запобігання та уповільнення процесу окислювання молекулярним киснем сприяє введення в матеріал ізоляції оболонки дифенілолпропану. Будучи антиоксидантом, дифенілолпропан сприяє призупиненню окислювання сполук, що входять до складу матеріалу ізоляції й оболонки, сповільнює їхнє старіння.

Таким чином, виконання гнучкого силового кабелю з оболонкою та ізоляцією з нових матеріалів ~ полівінілхлоридних пластикатів, підвищує гнучкість силового кабелю, а також поліпшує його експлуатаційні властивості: підвищує питомий електричний опір, стійкість до поширення горіння, тривалість збереження високого питомого електричного опору, термічну стійкість. Крім того, новий матеріал має гарну здатність до переробки.

Експериментально встановлено, що найкращими властивостями характеризуються оболонка та ізоляція, виконані з пластикатів, в яких компоненти містяться саме в тих співвідношеннях, що заявляються. При виготовленні оболонки та ізоляції з пластикатів, що містять компоненти в поза межних значеннях, вони мають гірші властивості.

Так, при введенні в матеріал оболонки та ізоляції пластифікатора, у кількості, меншій за заявлену, знижується гнучкість оболонки та ізоляції. Кількість пластифікатора, що перевищує заявлену, знижує діелектричні властивості матеріалу і виробу.

Уведення до складу пластикату свинцевого стабілізатора в кількості, нижчій за заявлену, знижує стійкість ізоляції та оболонки до теплових навантажень, а також термін служби кабелю, а збільшення кількості свинцевого стабілізатора вище межі, що заявляється, негативно позначиться на екології при виробництві виробів через його токсичність.

Дифенілолпропан, уведений у полівінілхлоридний пластикат оболонки та ізоляції в кількості, нижчій за заявлену, знижує термін старіння, а при збільшенні його кількості, вище за заявлену, погіршується технологічність переробки матеріалу, а також може відбутися налипання ізоляційного матеріалу до металевих жил.

Введення кальцію стеариновокислого в полівінілхлоридний пластикат для оболонки та ізоляції в кількості, меншій за заявлену, знижує термічну стійкість при теплових навантаженнях, а введення його в кількості, вищій за заявлену, не приводить до підвищення ефекту теплостійкості.

Хлорпарафін, уведений у полівінілхлоридний пластикат оболонки в кількості, меншій за заявлену, не дозволить розм'якшити його необхідним

чином і знизить його стійкість до поширення горіння. Збільшення кількості хлорпарафіну може негативно позначитись на технологічності переробки пластикату.

Уведення гідроксиду алюмінію в кількості, нижчій за заявлену, не забезпечить необхідної стійкості до поширення горіння оболонки кабелю, а в кількості, що перевищує заявлену, негативно позначиться на складі оболонки, погіршить експлуатаційні властивості гнучкого силового кабелю.

Триоксид сурми, введений в матеріал оболонки в кількості, нижчій за заявлену, не забезпечить необхідних захисних властивостей оболонки від зовнішніх факторів. Перевищення кількості триоксиду сурми вище межі, що заявляється, може привести до збільшення димоутворювання через її здатність підтримувати тління матеріалу після загасання полум'я, і погіршить екологічність при переробці полівінілхлоридного пластикату внаслідок токсичності триоксиду сурми.

Уведення кислоти стеаринової до складу ізоляції в кількості, меншій за заявлену, знизить гнучкість, м'якість пластикату, а введення її в кількості, що перевищує ту, що заявляється, може привести до зайвого розм'якшення матеріалу ізоляції, до порушення технології переробки пластикату.

Недостатня кількість аеросила, уведеного до складу ізоляційного пластикату, не забезпечить його необхідні діелектричні властивості, а кількість, що перевищує межу, що заявляється, негативно позначиться на переробці пластикату, може привести до "підгоряння" ізоляційного матеріалу на жилі.

Промислове застосування корисної моделі, що заявляється, підтверджується можливістю виготовлення гнучкого силового кабелю на відомому устаткуванні.

Гнучкий силовий кабель, що заявляється, оболонка й ізоляція якого виконані з нових полівінілхлоридних пластикатів, виготовляють таким чином. На електропровідні жили, переважно мідні, накладають ізоляцію з полівінілхлоридного пластикату, що заявляється. Як матеріал жил використовується катанка мідна, виготовлена згідно ТУ 16-705.491-2001. Ізоляція повинна щільно прилягати до струмопровідної жили, але легко відокремлюватися без їх ушкодження. Потім жили скручують в одному напрямку. Поверх ізоляції одножильних кабелів і поверх скручених жил багатожильних кабелів накладають із заповненням виготовлену оболонку з полівінілхлоридного пластикату, що заявляється. Щоб уникнути зварювання ізольованих жил з оболонкою, скручені ізольовані жили повинні бути протальковані або під оболонку повинна бути накладена поліетилентерефталатна плівка з позитивним перекриттям. Як матеріали для оболонки ізоляції використовують нові полівінілхлоридні пластикати з компонентами в кількостях, які заявляються.

На існуючому устаткуванні Бердянського кабельного заводу були виготовлені дослідні партії гнучких силових кабелів з різним перетином основних жил, та з ізоляцією і оболонкою, виконаними відповідно до технічного рішення, що заявляється. Для виготовлення гнучких силових кабелів, що заявляються, використовували матеріали відпові-

дно з такими діючими нормативними документами:

Полівінілхлоридна смола суспензійна	ДСТ 14332-78
Пластифікатор (діоктилфталат)	ДСТ 8728-88
Свинцевий стабілізатор	ТУ 6-09-17-210-88
Дифенілолпропан	ДСТ 12138-86
Кальцій стеариновокислий	ТУ 6-09-17-270-80
Триоксид сурми	ТУ 48-14-1-88
Гідроксид алюмінію	ТУ 6-47-107-88
Аеросил	ДСТ 14922-77
Кислота стеаринова	ДСТ 6484-96
Хлорпарафін	ТУ 6-09-16-90

Виготовлені гнучкі силові кабелі використовували для приєднання пересувних механізмів до електричних мереж на номінальну перемінну напругу 0,66 кВт з частотою до 40 Гц або постійну номінальну напругу 1кВт.

Досліджували вплив складу матеріалу оболонки та ізоляції на експлуатаційні властивості гнучких силових кабелів, оболонка та ізоляція яких виконана з полівінілхлоридного пластикату, що заявляється (результати досліджень наведені в таблицях 1 і 2).

У таблиці 1 наведений склад полівінілхлоридного пластикату оболонки і ізоляції. У прикладах 1-3 наведений склад полівінілхлоридного пластикату, з якого виготовляють оболонку (граничні та середні значення кількості компонентів), у прикладах 4-6 наведений склад полівінілхлоридного пластикату, який використовують для виготовлення ізоляції (граничні та середні значення кількості компонентів).

У таблиці 2 наведені результати дослідження властивостей гнучких силових кабелів, виконаних з оболонкою та ізоляцією з полівінілхлоридного пластикату із співвідношенням компонентів, що заявляється. Дослідження показали, що гнучкі силові кабелі, що заявляються, мають підвищену гнучкість, про що свідчать показники циклів вигину через систему роликів (приклади 1-12), які значно перевищують показники гнучкості кабелів за прототипом (приклад 13). Проведена перевірка експлуатаційних характеристик підтверджує також їхні високі електричні показники, зокрема питомий об'ємний електричний опір при 20°C для оболонки складає

Таблиця 1

№ з/р	Полівінілхлоридний пластикат	Полівінілхлорид на смола	Пластифікатор	Свинцевий стабілізатор	Кальцій стеариновокислий	Дифенілолпропан	Триоксид сурми	Хлорпарафін	Гідроксид алюмінію	Кислота стеаринова	Наповнювач (мел гідрокал)
1.	Склад для оболонки I	100	60	4,0	1,5	0,3	6,0	15,0	20,0	-	20,0
2.	Склад для оболонки П	100	70	6,0	2,2	0,7	8,0	23,0	30,0	-	35,0
3.	Склад для оболонки III	100	80	8,0	3,0	1,0	10,0	30,0	40,0	-	50,0
4.	Ізоляційний склад I	100	60	3,5	1,2	0,15	-	-	-	8,0	5,0
5.	Ізоляційний склад II	100	70	4,0	1,4	0,24	-	-	-	12,0	15,0
6.	Ізоляційний склад III	100	80	4,5	1,6	0,30	-	-	-	15,0	30,0
7.	Склад для оболонки IV	100	50	6,0	-	0,6 з іонолом	-	антипірен - 80,0		-	30,0
8.	Ізоляційний склад IV	100	50	6,0	-	0,6 з іонолом	-	антипірен - 80,0		-	30,0

Таблиця 2

№ з/р	Характеристика кабеля	Склад полівінілхлоридного пластикату оболонки	Склад полівінілхлоридного пластикату ізоляції	Номінальний діаметр роликів, мм	Кількість циклів вигину через систему роликів
1.	Кабель з перетином основних жил 1,5 мм <sup>2</sup>	Склад I	Склад I	120	30000
2.		Склад II	Склад II	120	30000
3.		Склад III	Склад III	120	30000
4.	Кабель з перетином основних жил 4,0 мм <sup>2</sup>	Склад I	Склад I	160	28000
5.		Склад II	Склад II	160	30000
6.		Склад III	Склад III	160	29000
7.	Кабель з номінальним діаметром 7-25 мм	Склад I	Склад I	200	7500
8.		Склад II	Склад II	200	9000
9.		Склад III	Склад III	200	8000
10.	Кабель з номінальним діаметром 25-40 мм	Склад I	Склад I	200	4000
11.		Склад II	Склад II	200	6000
12.		Склад III	Склад III	200	5000
13.	Кабель з номінальним діаметром 25-40 мм (прототип)	Склад IV	Склад IV	400	500

$1,7 \cdot 10^{12}$  Ом·см, для ізоляції -  $3,3 \cdot 10^{14}$  Ом·см, також встановлено, що вони мають підвищену стійкість до поширення горіння.

Таким чином, гнучкий силовий кабель, що заявляється, має підвищену гнучкість та підвищену

стійкістю до поширення горіння з одночасним збереженням високих діелектричних характеристик, що дозволяє розширити області його застосування, а також збільшити термін його експлуатації.