



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118743** (13) **C2**

(51) МПК (2019.01)

**F16J 15/22** (2006.01)

**D04C 1/12** (2006.01)

**D04C 1/02** (2006.01)

**C09K 3/10** (2006.01)

**C04B 35/536** (2006.01)

**C01B 32/225** (2017.01)

**C01B 32/158** (2017.01)

B82Y 30/00

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

- (21) Номер заявки: **а 2013 13802**  
(22) Дата подання заявки: **28.11.2013**  
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: **11.03.2019**  
(41) Публікація відомостей про заяву: **10.02.2014, Бюл.№ 3**  
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **11.03.2019, Бюл.№ 5**

- (72) Винахідник(и):  
**Семенцов Юрій Іванович (UA),  
Картель Микола Тимофійович (UA),  
Михайленко Наталія Анатоліївна (UA),  
Янченко Володимир Володимирович (UA)**
- (73) Власник(и):  
**ІНСТИТУТ ХІМІЇ ПОВЕРХНІ ІМ. О.О. ЧУЙКА  
НАН УКРАЇНИ,**  
вул. Генерала Наумова, 17, м. Київ, 03164 (UA),  
**Янченко Володимир Володимирович,**  
вул. Братиславська, 36, кв. 28, м. Київ, 02156 (UA)
- (56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:  
Hui Qian. Carbon nanotube-based hierarchical composites: a review / Hui Qian, E.S. Greenhalgh, Milo S.P. Shaffer, A. Bismarck // J. Mater. Chem. - 2010. - Vol. 20. - N. 23. - P. 4751-4762  
Томишко М.М. Многослойные углеродные нанотрубки и их применение /М.М. Томишко, О.В. Демичева, А.М. Алексеев, А.Г. Томишко, Л.Л. Клинова, О.Е. Фетисова //Рос. хим. ж. - 2008. - Т. LII. - №5. - С. 39-43  
EA 017675 B1, 28.02.2013  
US 20040151905 A1, 05.08.2004  
FR 2931528 A1, 27.11.2009  
CN 203115100 U, 07.08.2013  
CN 101899723 A, 01.12.2010  
JP 2010019380 A, 28.01.2010

UA 118743 C2

## (54) УЩІЛЬНЮВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ І СПОСІБ ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ

### (57) Реферат:

Винахід належить до ущільнювальних матеріалів, які використовують для герметизації різноманітних з'єднань в енергетичній, хімічній, нафтохімічній галузях, насособудуванні. Ущільнювальний матеріал сплетений з армованих ниток у вигляді шнура. Кожна армована нитка складається із терморозширеного графіту (ТРГ) і розміщеної в середині нитки армуючого

волокна. Кожна армована нитка додатково містить клейову дисперсію вуглецевих нанотрубок. Спосіб виготовлення ущільнювального матеріалу включає укладання армуючих ниток на фольгу з ТРГ, розрізання фольги з ТРГ на смужки таким чином, що на кожній смужці перебуває одна армуюча нитка. Перед укладанням армуючих ниток на фольгу з ТРГ наносять клейову дисперсію з вуглецевих нанотрубок суцільним шаром товщиною 0,05-0,5 мм. Фольгу пропускають через першу нагрівальну піч з температурою 150-155 °С, потім наносять рівномірний шар порошку ТРГ товщиною 2-12 мм і прокатують, пропускають через другу нагрівальну піч з температурою 165-170 °С, здійснюють остаточну чистову прокатку одержаної армованої фольги до товщини 0,17-0,25 мм. Розрізають армовану фольгу на стрічки шириною 5-20 мм, скручують кожну стрічку в нитку і пропускають через ряд формуючих філь'єр до діаметра нитки 2-4 мм, з одержаних армованих ниток плетуть ущільнювальний матеріал у вигляді шнура. Технічний результат: **підвищення** пружності ущільнювального матеріалу, а також спрощення способу його виготовлення.

Винахід належить до ущільнювальних матеріалів, які використовують як набивання та ущільнювальні елементи для герметизації різноманітних з'єднань регулюючої, запірної й запобіжної арматури трубопроводів, насосів і компресорів реакторних установок атомних електростанцій та іншого обладнання в енергетичній, хімічній, нафтохімічній галузях, насособудуванні.

Відомий ущільнювальний матеріал, описаний у патенті США № 4559862, МПК C09K3/10, D04C1/06, D04C1/02, F16J15/22, дата публікації 24 грудня 1985 р. Ущільнювальний матеріал містить серцевину з недорогого органічного волокна, обплетення з неорганічних волокон у комбінації зі щонайменше одним волокном із групи: органічні, вугільні або графітові волокна, і просочення, що містить від 50 до 95 вагових відсотків диспергованого матеріалу вибраного із групи, що складає із графіту,  $\text{MoS}_2$ ,  $\text{TiS}_2$ ,  $\text{WS}_2$  і талька, та від 5 до 50 вагових відсотків в'язучого, вибраного із групи, що включає дисперсний політетрафторетилен й крохмаль. Такий ущільнювальний матеріал не містить азбестового волокна, яке проявляє канцерогенні властивості.

Спільними ознаками з винаходом, що заявляється, є наявність у складі ущільнювального матеріалу графіту та використання плетіння.

Причинами, що перешкоджають одержанню потрібного технічного результату, є надмірна складність та недосить вдалий вибір недорогого органічного волокна для ущільнювального матеріалу.

Відомий ущільнювальний матеріал у вигляді шнура (патент Російської Федерації № 2108511 МПК<sup>6</sup> F16J 15/22, дата публікації: 10.04.1998). Ущільнювальний матеріал складається із сердечника й обплетення. Сердечник утворений шляхом з'єднання в пучок смуг рівної ширини, вирізаних зі стрічки розширеного графіту, а обплетення виконане у вигляді сітки, сплетеної з ниток антифрикційного волокна або з металевого дроту, і встановлене з можливістю зміщення уздовж сердечника.

Спільними ознаками з винаходом, що заявляється, є: зовнішній вигляд ущільнювального матеріалу (ущільнювальний матеріал у вигляді шнура) наявність у складі ущільнювального матеріалу стрічок з ТРГ (терморозширеного графіту).

Причинами, що перешкоджають одержанню потрібного технічного результату, є помірні параметри пружності ущільнювального матеріалу.

Відомо ущільнювальний матеріал у вигляді шнура (патент США № 8297624, МПК F16J 15/22, F16J 15/30 (2006.01); дата публікації 30 жовтня 2012 р.), що складається з великої кількості армованих ниток із ТРГ, кожна з яких містить у собі багато подовжньо розташованих ниток армуючих волокон і порошку ТРГ, які з'єднані клеєм щонайменше з одного боку армуючого волокна. Багато таких ниток можуть бути об'єднані, щоб сформувати сердечник, який оповитий на зовнішній його поверхні плетінням з таких же ниток. Одним з варіантів ущільнювального матеріалу є шнур, виготовлений переплетенням (квадратне плетиво) великого числа армованих ниток із ТРГ. Крім того, множина таких армованих ниток із ТРГ може бути скручена у шнур довільної довжини. Ущільнення у вигляді шнура довільної довжини розрізають на ділянки потрібної довжини залежно від розміру деталей, які ущільнюють, і формують сальник.

Спільними ознаками з винаходом, що заявляється, є: наявність у складі ущільнення армованих ниток із ТРГ, які переплетені (квадратне плетиво) у шнур квадратного перерізу.

Причинами, що перешкоджають одержанню потрібного технічного результату, є відносно надмірна складність будови ущільнювального матеріалу у вигляді шнура, що передбачає подвійний процес плетіння, при помірних ущільнювальних властивостях.

Відомий спосіб виготовлення ущільнювального матеріалу, який описано у патенті ЕР 1179697, МПК<sup>7</sup> F16J 15/22, дата публікації 13 лютого 2002 р. За цим способом стрічку з ТРГ армують багатьма волокнами, які вибрано з ряду природних волокон, синтетичних волокон або металічних дрітін. Армуючі волокна зафіксовані в стрічці із ТРГ за допомогою клею. Волокна розміщені в подовжньому напрямку стрічки із ТРГ з утворенням зазорів у напрямку ширини стрічки. Потім армовану стрічку із ТРГ потрібної ширини згинають так, щоб обидві бічні кромки стрічки із ТРГ були загнуті у бік середньої лінії стрічки, і закручують стрічку до утворення круглого в поперечному перерізі шнура. Спосіб забезпечує зменшення відшаровування частинок ТРГ у процесі виготовлення шнура.

Спільними ознаками з винаходом, що заявляється, є: армування волокнами стрічки з ТРГ, закручування армованої стрічки у шнур.

Причинами, що перешкоджають одержанню потрібного технічного результату, є відносно складний процес виготовлення шнура з ТРГ, що передбачає загинання країв армованої стрічки з ТРГ перед стадією закручування стрічки у шнур.

За прототип вибрано ущільнювальний матеріал і спосіб його виготовлення, що наведені у патенті США № 5240769, МПК<sup>7</sup> F16J 15/20; D04C 1/00; D06P 7/00 дата публікації 31.08.1993. Ущільнювальний матеріал у вигляді шнура, сплетений квадратним плетінням або скручений з декількох армованих ниток, а кожна армована нитка складається з двох - десяти смужок фольги із ТРГ товщиною менше 1 мм (переважно: 0,38 мм), шириною менше 5 мм (переважно до 3 мм), які обв'язані трикотажним плетінням з волокон, вибраних з ряду: азбестове волокно, керамічне волокно, скловолокно, вуглецеве волокно, бавовна, віскоза, металеві волокна з нікель-хром-залізного сплаву нікель-мідних сплавів або нержавіючої сталі тощо. Поверхня волокон обв'язки трикотажного плетіння оброблена порошком лускатого графіту або силіконовим маслом, або гумовим клеєм з добавкою політетрафторетилена, а також може додатково містити цинк і нітрит натрію як антикорозійної добавки. В одному з варіантів винаходу між другим і третім листом фольги із ТРГ розміщена армуюча нитка товщиною 0,15 мм, виготовлена зі сплаву нікель-хром-залізо.

Спільними ознаками з ущільнювальним матеріалом, що заявляється, є: шнур, сплетений з декількох армованих ниток, кожна армована нитка складається із графітової фольги з ТРГ, що армована відповідним волокном.

Причинами, що перешкоджають одержанню потрібного технічного результату, є дещо надмірна складність структури ущільнювального матеріалу, яка зокрема передбачає можливість використання азбестового волокна, яке має канцерогенні властивості.

За патентом США № 5240769 ущільнювальний матеріал виготовляють у такий спосіб. Укладають декілька гнучких графітових листів із ТРГ менше 1 мм у товщину (переважно: 0,38 мм) і розрізають на смужки менше 5 мм завширшки (найбільше переважно до 3 мм завширшки). Підготовлену смугу із декількох гнучких графітових листів із ТРГ обплітають трикотажним плетінням, застосовуючи азбестове волокно, керамічне волокно, скловолокно, вуглецеве волокно, бавовну, віскозу, металеві волокна з нікель-хром-залізного сплаву, нікель-мідних сплавів або нержавіючої сталі тощо. Потім поверхню волокон трикотажної обв'язки, обробляють принаймні, одною з наступних речовин: силіконове масло, лускатий графіт, політетрафторетилена у гумовому клеї, або переважно, ці три герметики використовують разом із цинком або нітритом натрію (антикорозійна добавка). Потім, вісім обв'язаних армованих ниток з ТРГ сплітають квадратним плетінням в ущільнювальний шнур або шість обв'язаних армованих ниток з ТРГ скручують в ущільнювальний шнур з розрахунку 20 оборотів на погонний метр шнура. Виготовлений шнур може бути легко розрізаний на фрагменти необхідної довжини, яка відповідає діаметру вала, наприклад, для використання як набивання сальника. Іншим варіантом способу є пошарове укладання в смугу трьох гнучких листів із ТРГ товщиною менше 1 мм і шириною менше 5 мм (переважно товщиною 0,38 мм і шириною до 3 мм) і чотирьох листів свинцевої фольги до 0,1 мм по товщині й 3 мм завширшки. Поверхню такої шаруватої смуги обплітають нитками зі сплаву нікель-хром-залізо з утворенням обв'язаної стрічки із графітової й свинцевої фольги, яка використовується як ущільнювальний матеріал, а також для виготовлення ущільнювального шнура шляхом сплетення або скручування декількох смужок обв'язаної стрічки із графітової й свинцевої фольги. Поверхню волокон, якими обв'язані стрічки із графітової й свинцевої фольги перед сплетенням чи скручуванням просочують принаймні однією з наступних речовин: силіконове масло, лускатий графіт або політетрафторетилена у гумовому клеї. Переважно ці три просочення застосовують разом із цинком або нітритом натрію (антикорозійні добавки). Модифікований приклад способу виготовлення ущільнювального матеріалу включає укладання чотирьох гнучких листів із ТРГ 0,38 мм у товщину. Між другим і третім листом фольги із ТРГ укладають армуючі нитки товщиною 0,15 мм, виготовлені зі сплаву нікель-хром-залізо. Потім листи розрізають на смужки шириною 3 мм, причому в кожній смужці перебуває одна армуюча нитка. Кожну смужку обплітають трикотажним плетінням, використовуючи волокно товщиною 0,1 мм зі сплаву нікель-хром-залізо. Сформовану обв'язану смужку із ТРГ використовують як ущільнювальний матеріал, а також для виготовлення ущільнювального шнура, який сплітають або скручують із декількох обв'язаних смужок із ТРГ так, як описано вище. Іншим прикладом способу виготовлення ущільнювального матеріалу є перемішування 60 % частинок ТРГ, 25 % природного графіту, 10 % каучуку, і 5 % коротких волокон арамідного волокна. З такої суміші методом екструзії одержують циліндричну нитку діаметром 3 мм, яку обплітають трикотажним в'язанням, використовуючи для обв'язки волокна діаметром 0,1 мм зі сплаву нікель-хром-залізо. Отриману обв'язану нитку використовують як ущільнювальний матеріал, а також для плетіння або скручування ущільнювального шнура так, як описано вище.

Спільними ознаками зі способом одержання ущільнювального матеріалу, що заявляється, є укладання армуючих ниток на фольгу з ТРГ, розрізання фольги з ТРГ на смужки, так, що на

кожній смужці перебуває одна армуюча нитка, наступне плетіння шнура.

Причинами, що перешкоджають одержанню потрібного технічного результату є відносна складність способу, що зумовлена використанням спеціального обладнання для трикотажного обплітання смужок з фольги ТРГ.

5 В основу винаходу поставлена задача в ущільнювальному матеріалі і способі його виготовлення шляхом зміни складу ущільнювального матеріалу та параметрів способу його виготовлення, а також введенням додаткових компонентів у склад ущільнювального матеріалу і додаткових дій у спосіб його виготовлення забезпечити підвищення пружності ущільнювального матеріалу, а також спростити спосіб його виготовлення.

10 Поставлена задача вирішується тим, що ущільнювальний матеріал, який сплетений з армованих ниток у вигляді шнура, а кожна армована нитка складається із ТРГ і розміщеної в середині нитки армуючого волокна, згідно з винаходом, кожна армована нитка додатково містить клейову дисперсію вуглецевих нанотрубок.

15 Згідно з винаходом, ущільнювальний матеріал, який сплетений з армованих ниток у вигляді шнура, має в перерізі квадратну форму з розмірами сторін перерізу від 4×4 мм до 50×50 мм або прямокутну форму з розмірами сторін перерізу від 4 до 50 мм.

Згідно з винаходом, ущільнювальний матеріал, який сплетений з армованих ниток у вигляді шнура, має в перерізі круглу форму з діаметром перерізу 10-30 мм.

20 Поставлена задача також вирішується тим, що у способі виготовлення ущільнювального матеріалу, який включає укладання армуючих ниток на фольгу з ТРГ, розрізання фольги з ТРГ на смужки таким чином, що на кожній смужці перебуває одна армуюча нитка, виготовлення армованих ниток, наступне плетіння шнура з армованих ниток, згідно з винаходом, перед укладанням армуючих ниток на фольгу з ТРГ наносять клейову дисперсію з вуглецевих нанотрубок суцільним шаром товщиною 0,05-0,5 мм, укладають армуючі нитки по ширині фольги з ТРГ, далі фольгу пропускають через першу нагрівальну піч з температурою 150-25 155 °С, потім наносять рівномірний шар порошку ТРГ товщиною 2-12 мм і прокатують, пропускають через другу нагрівальну піч з температурою 165-170 °С, здійснюють остаточну чистову прокатку одержаної армованої фольги до товщини 0,17-0,25 мм, розрізають армовану фольгу на стрічки шириною 5-20 мм, скручують кожну стрічку в нитку і пропускають через ряд 30 формуючих фільтрів до діаметра нитки 2-4 мм, з одержаних армованих ниток плетуть ущільнювальний матеріал у вигляді шнура.

Згідно з винаходом, у способі виготовлення ущільнювального матеріалу, сплетений ущільнювальний матеріал у вигляді шнура додатково прокатують валками у двох взаємно перпендикулярних площинах до одержання квадратного перерізу шнура з розмірами сторін 35 перерізу від 4×4 мм до 50×50 мм.

Згідно з винаходом, у способі виготовлення ущільнювального матеріалу, сплетений ущільнювальний матеріал у вигляді шнура додатково прокатують валками у двох взаємно перпендикулярних площинах до одержання прямокутного перерізу шнура з розмірами сторін перерізу від 4 мм до 50 мм.

40 Згідно з винаходом, у способі виготовлення ущільнювального матеріалу, сплетений ущільнювальний матеріал у вигляді шнура додатково пропускають через фільтри з діаметром отвору 10-30 мм.

Технічним результатом винаходу, що заявляється, є підвищення пружності ущільнювального матеріалу, а також спрощення способу його виготовлення.

45 Ущільнювальний матеріал, що заявляється, має вигляд плетеного шнура квадратного перерізу з розміром сторін перерізу від 4×4 мм до 50×50 мм або прямокутного перерізу з розмірами сторін від 4 мм до 50 мм, або круглого перерізу з діаметром від 10 мм до 30 мм. Ущільнювальний матеріал, що заявляється, сплетений з графітових армованих ниток діаметром від 2,0 мм до 4,0 мм, які армовані волокном і клейовою суспензією ВНТ.

50 Ущільнювальний матеріал використовують так: плетений шнур розрізають на шматки, довжина яких залежить від розмірів деталей, що ущільнюються, і викладають потрібне сальникове ущільнення. Отже, ущільнювальний матеріал, що заявляється, має універсальні ущільнювальні властивості і може бути використаний для ущільнення різноманітних деталей складної форми різних розмірів.

55 Для здійснення способу виготовлення ущільнювального матеріалу використовували наступні матеріали та пристрої:

- графітову фольгу "Термографеніт" за ТУ У 26.8-30969031-002-2002;

- клейову дисперсію ВНТ (вуглецевих нанотрубок), яка складається з води господарсько-питного призначення за ГОСТ 24902-81, акрилової дисперсії AXSILAT(TM) 86924 та вуглецевих 60 нанотрубок за ТУ У 24.1-03291669-009:2009;

- скловолокно за ДСТУ 8325;
- дріт з високолегованої корозійностійкої і жароміцної сталі 08 × 18Н10Т, 12 × 18Н10Т діаметром 0,14-0,16 мм;

- нитки швейні бавовняні за ГОСТ 6309;

5 - комплекс вузлів лінії армування фольги з ТРГ, що включає в себе: вузол нанесення клейової дисперсії ВНТ; вузол подачі ниток армування, вузол укладання ниток армування, вузол подачі й розрівнювання порошку ТРГ, а також дві печі відпалу армованої фольги та вузол намотування армованої фольги;

10 - верстат марки AM NTC для розрізання неметалічної стрічки на ширину 5; 10; 12; 14; 16; 18; 20 мм;

- установка для скрутки нитки;

- машини для плетіння 8; 18; 24; 32 катушкові;

- універсальне пристосування для прокатки плетеного шнура в двох взаємно перпендикулярних площинах.

15 Процес виготовлення здійснюють так. На фольгу з ТРГ наносять суцільним шаром товщиною 0,05-0,5 мм клейову дисперсію ВНТ, потім укладають армуючі нитки по ширині фольги з ТРГ так, щоб у подальшому розрізанні фольги з ТРГ на кожній стрічці знаходилась одна армуюча нитка, пропускають фольгу з ТРГ через першу нагрівальну піч з температурою 150-155 °С, наносять рівномірний шар порошку ТРГ товщиною 2-12 мм і прокатують, 20 пропускають через другу нагрівальну піч з температурою 165-170 °С, здійснюють остаточну чистову прокатку одержаної армованої фольги до товщини 0,17-0,25 мм, розрізають армовану фольгу на стрічки шириною 5-20 мм, скручують кожну стрічку в нитку і пропускають через ряд формуючих філь'єр до одержання нитки діаметром 2-4 мм, з одержаних армованих ниток плетуть ущільнювальний матеріал у вигляді шнура. Виготовлений шнур прокатують валками у 25 двох взаємно перпендикулярних площинах до одержання квадратного перерізу шнура з розмірами сторін перерізу від 4×4 мм до 50×50 мм. За потреби виготовлений шнур прокатують валками у двох взаємно перпендикулярних площинах до одержання прямокутного перерізу шнура з розмірами сторін перерізу від 4 мм до 50 мм. Також виготовлений шнур пропускають через філь'єри з діаметром отвору 10-30 мм.

30 Можливість здійснення винаходу, що заявляється, підтверджують наступні приклади.

Приклад 1. Попередньо готують клейову дисперсію ВНТ, що складається з води, акрилової дисперсії та ВНТ у такому співвідношенні:

|                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| вода               | 2 л                     |
| акрилова дисперсія | 1 л                     |
|                    | 10 г на 1л              |
| ВНТ                | водно-акрилової суміші. |

Фольгу з ТРГ протягують між привідним валком і валками для нанесення клейової дисперсії ВНТ, через пристрій для накладання армуючих ниток, через першу нагрівальну піч, пристрій для 35 нанесення порошку ТРГ, валки попередньої прокатки, через другу нагрівальну піч, валки остаточної (чистової) прокатки до пристрою змотування армованої фольги в рулон. Вмикають першу та другу нагрівальні печі і чекають їх виходу на робочий температурний режим: для першої печі - 150 °С, а для другої печі - 165 °С. Після виходу нагрівальних печей на робочий температурний режим вмикають привідні валки, що рухають стрічку фольги з ТРГ. Під час руху 40 фольги з ТРГ на її поверхню наносять суцільним шаром клейову дисперсію ВНТ товщиною 0,25 мм, накладають нитки армуючого волокна по ширині графітової фольги, нагрівають до температури 150 °С, потім наносять шар порошку терморозширеного графіту товщиною 8 мм, проводять первинну прокатку одержаного шаруватого вуглецевого матеріалу, нагрівають до 165 °С, після цього проводять остаточну чистову прокатку одержаного армованого вуглецевого 45 матеріалу до товщини 0,2 мм. Намотують шаруватий вуглецевий матеріал на прийомну картонну гільзу в рулон. При досягненні необхідного діаметра рулону процес зупиняють. Рулон зважують, і відправляють на пристрій для розрізання армованої стрічки на стрічки шириною 10 мм. Потім кожну стрічку скручують у нитку і пропускають через ряд формуючих філь'єр, одержують нитку товщиною 3 мм. З виготовлених ниток плетуть набивання у вигляді гнучкого 50 шнура наскрізного плетіння квадратного перетину. Виготовлений шнур прокатують валками у двох взаємно перпендикулярних площинах до потрібного квадратного перерізу 12×12 мм. Шнур намотують на катушки або в бухти, пакують, маркують і відправляють споживачеві або на склад. Виготовлений шнур мав такі характеристики пружності: стискальність становила 46,8 %, відновлюваність - 12,4 %

Приклади 2-8. Ущільнювальний матеріал виготовляли так, як описано у прикладі 1, за винятком того, що змінювали параметри способу в межах, що заявлені у формулі винаходу. Конкретні числові значення параметрів способу, а також характеристики пружності виготовленого ущільнювального матеріалу наведено у прикладах 2-8 таблиці.

5

Таблиця

| № прикладу | Товщина шару клейової дисперсії ВНТ, мм | Температура першої нагрівальної печі, °C | Товщина шару порошку ТРГ | Температура другої нагрівальної печі, °C | Остаточна товщина армованої фольги, мм | Ширина стрічки армованої фольги, мм | Діаметр одержаної нитки, мм | Переріз або діаметр плетеного шнура, мм | Стискальність, % | Відновлюваність, % |
|------------|---|--|--------------------------|--|--|-------------------------------------|-----------------------------|---|------------------|--------------------|
| 1          | 0,25                                    | 150                                      | 8                        | 165                                      | 0,2                                    | 10                                  | 3                           | 12×12                                   | 46,8             | 12,4               |
| 2          | 0,05                                    | 155                                      | 2                        | 170                                      | 0,17                                   | 8                                   | 2                           | 12×12                                   | 48,8             | 11,7               |
| 3          | 0,5                                     | 155                                      | 12                       | 170                                      | 0,25                                   | 15                                  | 4                           | 50×50                                   | 44,8             | 13,6               |
| 4          | 0,25                                    | 150                                      | 8                        | 165                                      | 0,2                                    | 8                                   | 2                           | 4×50                                    | 47,0             | 12,6               |
| 5          | 0,25                                    | 150                                      | 8                        | 165                                      | 0,2                                    | 8                                   | 2                           | 4×25                                    | 47,1             | 12,7               |
| 6          | 0,25                                    | 150                                      | 8                        | 165                                      | 0,2                                    | 15                                  | 4                           | 25×50                                   | 46,6             | 12,2               |
| 7          | 0,5                                     | 155                                      | 12                       | 170                                      | 0,25                                   | 6                                   | 2                           | Ø10                                     | 44,9             | 13,8               |
| 8          | 0,5                                     | 155                                      | 12                       | 170                                      | 0,25                                   | 12                                  | 3                           | Ø30                                     | 44,7             | 13,7               |

Приклад 9. Для порівняння одержали зразок плетеного вуглецевого шнура квадратного перерізу 12×12 мм за прототипом. Стискальність одержаного зразка становила 53,8 %, а відновлюваність - лише 8,9 %.

10 Наведені приклади підтверджують досягнення заявленого технічного результату винаходу, що заявляється: Якщо для зразка плетеного вуглецевого шнура квадратного перерізу 12×12 мм, одержаного за прототипом, стискальність становила 53,8 %, а відновлюваність - лише 8,9 %, то одержаний за способом, що заявляється, ущільнювальний матеріал мав кращі параметри пружності: стискальність становила 44,8-48,8 %, а відновлюваність мала величину 11,7-13,6 %.

15 Винахід, що заявляється, можна здійснити на підприємствах хімічної промисловості без значних додаткових фінансових затрат.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 20 1. Ущільнювальний матеріал, що сплетений з армованих ниток у вигляді шнура, а кожна армована нитка складається із терморозширеного графіту і розміщеного в середині нитки армуючого волокна, який **відрізняється** тим, що кожна армована нитка додатково містить клейову дисперсію вуглецевих нанотрубок.
- 25 2. Ущільнювальний матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що сплетений з армованих ниток шнур має в перерізі квадратну форму з розмірами сторін перерізу від 4×4 мм до 50×50 мм або прямокутну форму з розмірами сторін перерізу від 4 до 50 мм.
3. Ущільнювальний матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що плетений з армованих ниток шнур має в перерізі круглу форму з діаметром перерізу 10-30 мм.
- 30 4. Спосіб виготовлення ущільнювального матеріалу, що включає укладання армуючих ниток на фольгу з терморозширеного графіту, розрізання фольги з терморозширеного графіту на смужки таким чином, що на кожній смужці знаходиться одна армуюча нитка, виготовлення армованих ниток, наступне плетіння шнура з армованих ниток, який **відрізняється** тим, що перед укладанням армуючих ниток на фольгу з терморозширеного графіту наносять клейову дисперсію з вуглецевих нанотрубок суцільним шаром товщиною 0,05-0,5 мм, укладають
- 35 армуючі нитки по ширині фольги з терморозширеного графіту, далі фольгу пропускають через першу нагрівальну піч з температурою 150-155 °C, потім наносять рівномірний шар порошку терморозширеного графіту товщиною 2-12 мм і прокатують, пропускають через другу нагрівальну піч з температурою 165-170 °C, здійснюють остаточну чистову прокатку одержаної армованої фольги до товщини 0,17-0,25 мм, розрізають армовану фольгу на стрічки шириною 5-
- 40 20 мм, скручують кожну стрічку в нитку і пропускають через ряд формуючих фільтрів до діаметра нитки 2-4 мм, з одержаних армованих ниток плетуть ущільнювальний матеріал у вигляді шнура.
5. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що сплетений ущільнювальний матеріал у вигляді шнура додатково прокатують валками у двох взаємно перпендикулярних площинах до одержання квадратного перерізу шнура з розмірами сторін перерізу від 4×4 до 50×50 мм.
- 45 6. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що сплетений ущільнювальний матеріал у вигляді шнура додатково прокатують валками у двох взаємно перпендикулярних площинах до одержання прямокутного перерізу шнура з розмірами сторін перерізу від 4 до 50 мм.

7. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що сплетений ущільнювальний матеріал у вигляді шнура додатково пропускають через круглі філь'єри з діаметром отвору 10-30 мм.

---

Комп'ютерна верстка О. Рябко

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

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