



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128594** (13) **C2**
(51) МПК
F16L 15/04 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: a 2022 00583</p> <p>(22) Дата подання заявки: 20.08.2020</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 22.08.2024</p> <p>(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 2019-172936</p> <p>(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 24.09.2019</p> <p>(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: JP</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 18.05.2022, Бюл.№ 20</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 21.08.2024, Бюл.№ 34</p> <p>(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: PCT/JP2020/031453, 20.08.2020</p>	<p>(72) Винахідник(и): Оку Йоусуке (JP), Марута Сатосі (JP), Сугіно Масаакі (JP), Фотергілл Алан (FR)</p> <p>(73) Володілець (володільці): НІППОН СТІЛ КОРПОРЕЙШН, 6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008071, Japan (JP), ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС, 54, rue Anatole France, Aulnoye-Aymeries 59620, France (FR)</p> <p>(74) Представник: Бочаров Максим Анатолійович, реєстр. №367</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 6530607 B1, 11.03.2003 WO 2017/145192 A1, 31.08.2017 US 4676529 A, 30.06.1987 JP 2004-504563 A, 12.02.2004 JP 2013-536339 A, 19.09.2013 JP 2012-510009 A, 26.04.2012</p>
---	--

(54) НАРІЗНЕ З'ЄДНАННЯ

(57) Реферат:

У нарізному з'єднанні двоступінчастої нарізної конструкції, що включає поверхні проміжного заплечика, запобігається розрив у або поруч із проміжними критичними перерізами при прикладанні розтягуючого навантаження, а площі проміжного заплечика є більш легкими в створенні, тим самим підвищуючи продуктивність. Зовнішня периферійна ділянка ніпеля 2, розташована між поверхнею 24 проміжного заплечика ніпеля 2 і другою зовнішньою різьбою 27, забезпечена кільцевою канавкою 25, що включає криволінійну поверхню 25а, плавно прилеглу до поверхні 24 проміжного заплечика, тим самим зменшуючи пластичні деформації, які генеруються біля проміжного критичного перерізу PICCS ніпеля. Внутрішня периферійна ділянка муфти 3, розташована між поверхнею 35 проміжного заплечика муфти 3 і першою внутрішньою різьбою 32, забезпечена кільцевою канавкою 34, що включає криволінійну поверхню 34а, плавно прилеглу до поверхні 35 проміжного заплечика, тим самим зменшуючи пластичні деформації, які генеруються біля проміжного критичного перерізу BICCS муфти.

UA 128594 C2

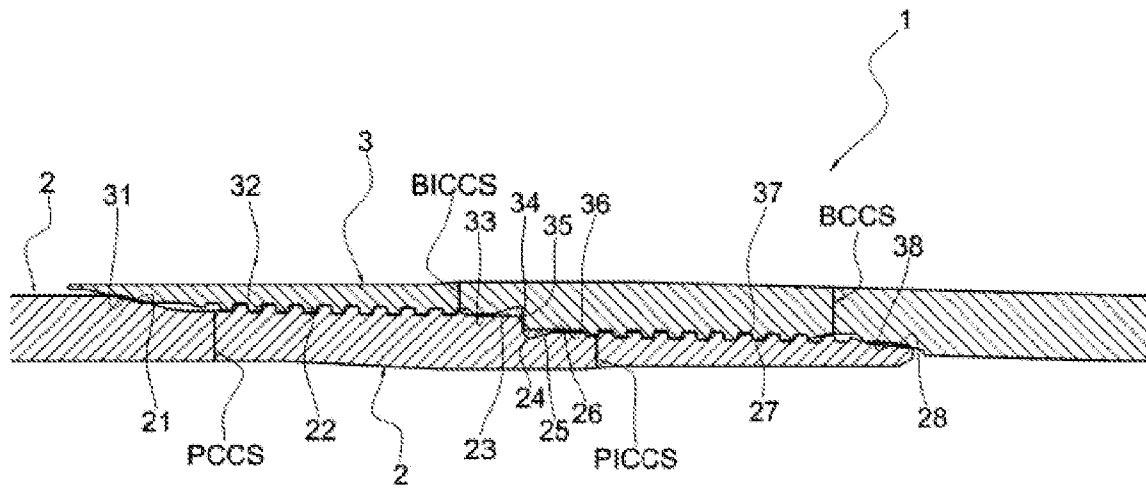


Fig. 1

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ, ДО ЯКОЇ НАЛЕЖИТЬ ВІНАХІД

Цей винахід стосується нарізного з'єднання, яке використовується для з'єднання сталевих труб.

ПЕРЕДУМОВИ ДО СТВОРЕННЯ ВІНАХОДУ

5 Видобування підземних ресурсів у нафтових свердловинах, свердловинах природного газу і т. д. (які далі в сукупності називаються "нафтові свердловини" або тому подібне) включає використання обсадних труб, які утворюють багат шарову стінку свердловин, або трубопроводів, розташованих всередині обсадної труби для видобування нафти або газу. Така обсадна труба або трубопровід виготовляється шляхом з'єднання великої кількості сталевих
10 труб з використанням нарізного з'єднання. Сталева труба, що використовується в нафтовій свердловині, іноді називається трубою для нафтової свердловини.

Нарізни з'єднання звичайно класифікуються як інтегрального типу і муфтового типу.

Інтегральне з'єднання напрямку з'єднує сталеві труби. Конкретно, внутрішня різь передбачена на одному кінці кожної труби для нафтової свердловини, в той час як зовнішня різь передбачена на іншому кінці кожної труби для нафтової свердловини; при цьому у
15 внутрішню різь на одній трубі для нафтової свердловини угвинчується зовнішня різь на іншій трубі для нафтової свердловини, так що труби нафтової свердловини з'єднуються.

У разі з'єднання муфтового типу, труби для нафтової свердловини з'єднуються з використанням трубчастої з'єднувальної муфти. Конкретно, внутрішня різь передбачена на
20 кожному з кінців з'єднувальної муфти, в той час як зовнішня різь передбачена на кожному з кінців кожної труби для нафтової свердловини. Потім одна зовнішня різь на одній трубі для нафтової свердловини угвинчується в одну внутрішню різь з'єднувальної муфти, а одна зовнішня різь іншої труби для нафтової свердловини угвинчується в іншу внутрішню різь з'єднувальної муфти, так що труби для нафтової свердловини з'єднуються. Тобто, з'єднання
25 муфтового типу з'єднує пару труб, одна з яких є трубою нафтової свердловини, в той час як інша є з'єднувальною муфтою.

Кінець труби для нафтової свердловини, на якому передбачена зовнішня різь, включає елемент, який повинен бути вставлений у внутрішню різь, передбачену на трубі для нафтової
30 свердловини або з'єднувальної муфти, і таким чином, звичайно називається ніпелем. Кінець труби для нафтової свердловини або з'єднувальної муфти, на якому передбачена внутрішня різь, включає елемент для прийому зовнішньої різі, передбаченої на трубі для нафтової свердловини, і таким чином, звичайно називається муфтою.

В останні роки з'явилися тенденції до буріння ще більш глибоких свердловин при більш високих температурах і більш високому тиску. У глибоких свердловинах, де складність розподілу пластового тиску по глибині потребує збільшення шарів обсадної труби, іноді використовуються нарізні з'єднання тонкого типу, максимальний зовнішній діаметр яких в стик, тобто зовнішній діаметр муфти, по суті, дорівнює зовнішньому діаметру тіла труби, труби для нафтової
40 свердловини. Нарізне з'єднання із зовнішнім діаметром муфти, таким, що, по суті, дорівнює зовнішньому діаметру тіла труби для нафтової свердловини, часто називають нарізним з'єднанням заглибленого типу. Нарізне з'єднання із зовнішнім діаметром муфти, меншим, ніж приблизно 108 % зовнішнього діаметру тіла труби, труби для нафтової свердловини, часто називають нарізним з'єднанням напівзаглибленого типу. Такі нарізні з'єднання заглибленого типу і напівзаглибленого типу не тільки повинні мати високу міцність і герметичність, але також повинні мати жорсткі обмеження за розміром для їхніх різних ділянок, щоб дозволити їхнім нарізним і ущільнювальним структурам розташовуватися при обмеженій товщині стінки труби.
45

У нарізних з'єднаннях заглибленого типу і напівзаглибленого типу з жорсткими обмеженнями за розміром часто використовується конструкція з'єднання, яка має зовнішню і внутрішню різь, що складається з двоступінчастих різей з нарізними ділянками, розташованими спереду і ззаду проміжних заплечиків, передбачених у середній частині з'єднання, як визначено
50 вздовж осьового напрямку. Нарізні з'єднання таких двоступінчастих нарізних конструкцій розкриті, наприклад, в Патентних Документах 1 і 2, перерахованих нижче. Додатково, нарізні з'єднання двоступінчастих нарізних конструкцій, в яких поверхні проміжних заплечиків замінені конструкціями проміжних заплечиків гакоподібного типу із заплечиками, які підходять один до
55 одного, розкриті, наприклад, в Патентних Документах 3 і 4, перерахованих нижче.

У таких нарізних з'єднаннях із двоступінчастими нарізними конструкціями, присутні критичні перерізи (PICCS і BICCS) в середній частині з'єднання, як розкрито в Патентному Документі 1.

Критичний переріз (CCS) являє собою поперечний переріз з'єднання, що має найменшу площу для опору розтягуючим навантаженням, коли з'єднання згвинчено. При прикладанні
60 надмірного осьового розтягуючого навантаження, ймовірно, станеться розрив у критичному

перерізі або біля нього.

У типовому нарізному з'єднанні з конструкцією одноступінчастої різі, передача розтягуючого навантаження від ніпеля до муфти відбувається в осьовому напрямку по всій ділянці нарізного зачеплення. Таким чином, перерізи ніпеля, на які діє все розтягуюче навантаження, розташовані далі у напрямку до тіла труби ніпеля, ніж ділянка зачеплення, в той час як перерізи муфти, на які діє все розтягуюче навантаження, розташовані далі у напрямку до тіла труби муфти, ніж ділянка зачеплення різі. Переріз, на який діє все розтягуюче навантаження і який має найменшу площу, є критичним перерізом. Тобто, коли з'єднання згвинчене, то поперечний переріз муфти, який містить ту западину різі внутрішньої різі, яка відповідає тому кінцю зачеплення між зовнішньою і внутрішньою різями, який знаходиться ближче до кінчика зовнішньої різі, являє собою критичний переріз муфти (ВССС). Додатково, коли з'єднання згвинчене, то поперечний переріз ніпеля, який містить ту западину різі зовнішньої різі, яка відповідає тому кінцю зачеплення між зовнішньою і внутрішньою різзю, який знаходиться ближче до тіла труби зовнішньої різі, являє собою критичний переріз ніпеля (РССС). Менша з площ критичних перерізів муфти і ніпеля являє собою критичний переріз (ССС) нарізного з'єднання. Відношення площі критичного перерізу до площі перерізу тіла труби для труби нафтової свердловини, є відомим як ефективність з'єднання, і широко використовується як індикатор міцності на розтягнення з'єднання відносно міцності на розтягнення тіла труби для нафтової свердловини.

Такі критичні перерізи муфти і ніпеля також присутні в нарізному з'єднанні двоступінчастої нарізної конструкції. Додатково, як описано вище, нарізне з'єднання з двоступінчастою конструкцією різі має положення з невеликими площами перерізу з'єднання для опору розтягуючим навантаженням, причому ці положення знаходяться в осьовій середині з'єднання. Тобто, нарізне з'єднання з двоступінчастою нарізною конструкцією має ділянку без нарізного зачеплення в осьовій середині. У цьому перерізі без нарізного зачеплення, розтягуюче навантаження, що спільно сприймається ніпелем і муфтою, передається в осьовому напрямку без збільшення або зменшення. Таким чином, той переріз ніпеля всередині ділянки без нарізного зачеплення, який має найменшу площу, являє собою проміжний критичний переріз ніпеля (РІССС), в той час як той переріз муфти всередині ділянки без нарізного зачеплення, який має найменшу площу, являє собою проміжний критичний переріз муфти (ВІССС). Для запобігання розриву в середніх ділянках з'єднання, переважно, максимізувати загальну площу проміжних критичних перерізів ніпеля і муфти.

ДОКУМЕНТИ ПОПЕРЕДНЬОГО РІВНЯ ТЕХНІКИ

ПАТЕНТНІ ДОКУМЕНТИ

[Патентний документ 1] JP 2013-536339 A

[Патентний документ 2] JP 2002-357287 A

[Патентний документ 3] JP Hei7-504483 A

[Патентний документ 4] JP 2013-519854 A

СУТЬ ВИНАХОДУ

ПРОБЛЕМИ, ЯКІ ВИРІШУЮТЬСЯ ВИНАХОДОМ

Однак, у нарізному з'єднанні з двоступінчастою нарізною конструкцією, при цьому поверхні проміжного заплечика передбачені в ділянці без нарізного зачеплення. Щоб поліпшити опір крутному моменту, необхідно забезпечити певний радіальний розмір поверхонь проміжного заплечика для забезпечення більшої площі контакту між поверхнями проміжного заплечика. У результаті важко забезпечити, щоб проміжні критичні перерізи ніпеля і муфти в нарізних з'єднаннях заглибленого типу і напівзаглибленого типу двоступінчастих нарізних конструкцій мали великі площі перерізу.

Проміжні критичні перерізи ніпеля і муфти розташовані поблизу поверхонь проміжного заплечика. При вимірюванні вздовж кожного ніпеля і муфти, площа перерізу швидко змінюється на поверхнях проміжного заплечика; як такі проміжні критичні перерізи ніпеля і муфти, які знаходяться поруч, можуть легко створювати великі напруження.

У звичайних нарізних з'єднаннях, діаметр скошеної ділянки в нижній частині кожної поверхні проміжного заплечика мінімізований, як показано в Патентних Документах 1 і 2, щоб гарантувати певну площу контакту між поверхнями проміжного заплечика і гарантувати певну товщину стінки труби на поверхнях проміжного заплечика і поблизу них. У результаті, процес створення поверхонь проміжного заплечика є складним.

Патентний Документ 2 розкриває нарізне з'єднання, яке має кільцеві рельєфи, які забезпечують гнучкість відносно розширення або вигину нарізного з'єднання. Ці кільцеві рельєфи утворені кільцевими канавками, передбаченими на зовнішній периферії ніпеля і внутрішній периферії муфти, розташованої поруч із проміжними заплечиками. Ці кільцеві

канавки розташовані на відстані від поверхонь проміжного заплечика і не впливають на можливість створення проміжних заплечиків. Патентний Документ 2 також нічого не говорить про розриви в проміжних критичних перерізах під час прикладання розтягуючого навантаження.

5 Гакоподібні структури проміжного заплечика, розкриті в Патентних Документах 3 і 4, мають складні конструкції, які ще важче створити.

Задачею цього винаходу є створення нарізного з'єднання двоступінчастої нарізної конструкції, яке включає поверхні проміжного заплечика, де запобігається розрив в або поруч з ділянками проміжного критичного перерізу ніпеля або муфти при прикладанні розтягуючого навантаження, а площі проміжного заплечика є більш легкими в створенні, таким чином, 10 підвищуючи продуктивність.

ЗАСІБ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ

Нарізне з'єднання згідно з цим винаходом включає трубчастий ніпель і трубчасту муфту, при цьому ніпель і муфта згвинчуються при вгвинчуванні ніпеля в муфту. На зовнішній периферії ніпелі передбачені: перша зовнішня різь; друга зовнішня різь, віддалена від першої зовнішньої різі і розташована далі до кінчика, як визначено вздовж осьового напрямку, причому друга зовнішня різь має менший діаметр, ніж перша зовнішня різь; поверхня проміжного заплечика, утворена ступінчастою ділянкою, розташованою між першою зовнішньою різзю і другою зовнішньою різзю; і перша периферійна поверхня, утворена ділянкою зовнішньої периферії ніпеля, розташованою між поверхнею проміжного заплечика і другою зовнішньою різзю. На 20 внутрішній периферії муфти передбачені: перша внутрішня різь, що входить у зачеплення з першою зовнішньою різзю, коли з'єднання згвинчене; друга внутрішня різь, що входить у зачеплення з другою зовнішньою різзю, коли з'єднання згвинчене; поверхня проміжного заплечика, утворена ступінчастою ділянкою, розташованою між першою внутрішньою різзю і другою внутрішньою різзю, причому поверхня проміжного заплечика знаходиться в контакті з 25 поверхнею проміжного заплечика ніпеля, коли з'єднання згвинчене; і друга периферійна поверхня, утворена внутрішньою периферійною ділянкою муфти, розташованою між поверхнею проміжного заплечика і першою внутрішньою різзю. Перша кільцева канавка передбачена на одній з першої периферійної поверхні і другій периферійної поверхні, причому перша кільцева канавка має криволінійну поверхню, плавно прилеглу до поверхні проміжного заплечика, відповідної з периферійною поверхнею, причому криволінійна поверхня є щонайменше 30 ділянкою поверхні всередині канавки першої кільцевої канавки.

ПЕРЕВАГИ ВИНАХОДУ

Цей винахід забезпечує нарізне з'єднання двоступінчастої нарізної конструкції, що включає 35 поверхні проміжного заплечика, де запобігається розрив у або поруч з ділянкою проміжного критичного перерізу ніпеля або муфти при прикладанні розтягуючого навантаження, а площі проміжного заплечика є більш легкими в створенні, тим самим підвищуючи продуктивність.

КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

Фіг. 1 являє собою вигляд подовжного перерізу нарізного з'єднання для сталеві труби згідно з варіантом здійснення, що згвинчене.

40 Фіг. 2 являє собою збільшений вигляд подовжного перерізу основних ділянок нарізного з'єднання для сталеві труби.

Фіг. 3 являє собою вигляд перерізу нарізного з'єднання, який ілюструє профіль поверхонь проміжного заплечика і сусідніх ділянок ніпеля і муфти.

45 Фіг. 4 являє собою вигляд збоку різальної частини кінчика різального інструмента для створення поверхні проміжного заплечика.

Фіг. 5 показує процес створення поверхні проміжного заплечика.

Фіг. 6А являє собою графік, який показує еквівалентну пластичну деформацію, яка виникає в проміжному критичному перерізі ніпеля і поруч з ним, коли до кожного зі зразків №1 і №2 прикладається просте розтягуюче навантаження.

50 Фіг. 6В являє собою графік, який показує еквівалентну пластичну деформацію, яка виникає в проміжному критичному перерізі ніпеля і поруч з ним, коли повторюване навантаження прикладається до кожного зі зразків №1 і №2.

Фіг. 6С являє собою вигляд перерізу западини різі другої зовнішньої різі в проміжному критичному перерізі ніпеля і поруч з ним, що показує положення вимірювання деформації для 55 різних точок на горизонтальних осях графіків за фігурами 6А і 6В.

Фіг. 7А являє собою графік, який показує еквівалентну пластичну деформацію, яка виникає в проміжному критичному перерізі муфти і поруч з ним, коли до кожного зі зразків №1 і №2 прикладається просте розтягуюче навантаження.

60 Фіг. 7В являє собою графік, який показує еквівалентну пластичну деформацію, яка виникає в проміжному критичному перерізі муфти і поруч з ним, коли повторюване навантаження

прикладається до кожного зі зразків №1 і №2.

Фіг. 7С являє собою вигляд перерізу западини різі першої внутрішньої різі в проміжному критичному перерізі муфти і поруч з ним, що показує положення вимірювання деформації для різних точок на горизонтальних осях графіків за фігурами 7А і 7В.

5 Фіг. 8А являє собою графік, який показує еквівалентну пластичну деформацію, яка виникає в проміжному критичному перерізі ніпеля і поруч з ним, коли до кожного зі зразків №3 і №4 прикладається просте розтягуюче навантаження.

Фіг. 8В являє собою графік, який показує еквівалентну пластичну деформацію, яка виникає в проміжному критичному перерізі ніпеля і поруч з ним, коли повторюване навантаження
10 прикладається до кожного зі зразків №3 і №4.

Фіг. 9А являє собою графік, який показує еквівалентну пластичну деформацію, яка виникає в проміжному критичному перерізі муфти і поруч з ним, коли до кожного зі зразків №3 і №4 прикладається просте розтягуюче навантаження.

15 Фіг. 9В являє собою графік, який показує еквівалентну пластичну деформацію, яка виникає в проміжному критичному перерізі муфти і поруч з ним, коли повторюване навантаження прикладається до кожного зі зразків №3 і №4.

ВАРІАНТИ ЗДІЙСНЕННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ВІНАХОДУ

Нарізне з'єднання згідно з цим варіантом здійснення включає трубчастий ніпель і трубчасту муфту. Ніпель і муфта згвинчуються при вгвинчуванні ніпеля у муфту. Ніпель може бути передбачений на кінці сталеві труби, такої як труба для нафтової свердловини. Муфта може бути передбачена на кінці з'єднувальної муфти або на кінці іншої сталеві труби. Труба для нафтової свердловини або з'єднувальна муфта можуть бути виготовлені з металу, такого як неіржавіюча сталь або сплав на основі нікелю.
20

На зовнішній периферії ніпеля передбачені: перша зовнішня різь; друга зовнішня різь, віддалена від першої зовнішньої різі і розташована далі до кінчика, як визначено вздовж осьового напрямку, причому друга зовнішня різь має менший діаметр, ніж перша зовнішня різь; поверхня проміжного заплечика, утворена ступінчастою ділянкою, розташованою між першою зовнішньою різзю і другою зовнішньою різзю; і перша периферійна поверхня, утворена ділянкою зовнішньої периферії ніпеля, розташованою між поверхнею проміжного заплечика і другою зовнішньою різзю. Поверхня проміжного заплечика може бути утворена стороною ступінчастої ділянки (тобто торцевою поверхнею, повернутою до кінчика, як визначено в осьовому напрямку). Кожна з першої і другої зовнішньої різі може бути утворена звужуваною різзю з діаметром, поступово зменшуваним у напрямку до кінчика ніпеля, як визначено вздовж осьового напрямку. У таких варіантах реалізації, друга зовнішня різь, що має менший діаметр, ніж перша зовнішня різь, означає, що діаметр другої нарізної ділянки зовнішньої різі у напрямку до основи менше діаметра частини першої нарізної ділянки зовнішньої різі у напрямку до кінчика.
25

Крім того, зовнішня ущільнююча поверхня ніпеля може бути передбачена на зовнішній периферії штифта, розташована додатково до основи, ніж перша зовнішня різь, в той час як внутрішня ущільнююча поверхня ніпеля може бути передбачена на зовнішній периферії ніпеля, розташованій додатково до кінчика, ніж друга зовнішня різь. Проміжна ущільнююча поверхня ніпеля може бути передбачена на зовнішній периферії ніпеля, розташованій між поверхнею проміжного заплечика і першою зовнішньою різзю або між поверхнею проміжного заплечика і другою зовнішньою різзю. Залежно від необхідної герметичності і/або конструкції з'єднання можуть бути передбачені одна або декілька таких ущільнюючих поверхонь.
30

На внутрішній периферії муфти передбачені: перша внутрішня різь, що входить у зачеплення з першою зовнішньою різзю, коли з'єднання згвинчене; друга внутрішня різь, що входить у зачеплення з другою зовнішньою різзю, коли з'єднання згвинчене; поверхня проміжного заплечика, утворена ступінчастою ділянкою, розташованою між першою внутрішньою різзю і другою внутрішньою різзю; і друга периферійна поверхня, утворена внутрішньою периферійною ділянкою муфти, розташованою між поверхнею проміжного заплечика і першою внутрішньою різзю. Поверхня проміжного заплечика муфти може бути утворена бічною поверхнею ступінчастої ділянки. Поверхня проміжного заплечика муфти знаходиться у контакті з поверхнею проміжного заплечика ніпеля, коли з'єднання згвинчене.
35

Перша і друга внутрішні різі можуть мати профілі різі, які доповнюють профілі різі першої і другої зовнішньої різей, відповідно, і кожна може складатися зі звужуваної різі з діаметром, поступово зменшуваним до кінчика муфти, як визначено вздовж осьового напрямку (тобто до основи ніпеля, як визначено вздовж осьового напрямку).
40

Кожна зовнішня і внутрішня різі можуть бути упорною різзю або клинковою різзю з подовжнім перерізом, який має форму ластівчиного хвоста, і з шириною різі, поступово зменшуваною до
45

кінчика вздовж спіралі різі, або будь-якою іншою придатною різзю.

Ущільнююча поверхня також може бути передбачена на внутрішній периферії муфти, яка відповідає ущільнюючій поверхні, передбаченій на зовнішній периферії ніпеля. Тобто в реалізаціях, де передбачена зовнішня ущільнююча поверхня ніпеля, може бути передбачена зовнішня ущільнююча поверхня муфти, яка знаходиться в контакті із зовнішньою ущільнюючою поверхнею ніпеля, коли з'єднання згвинчене. У реалізаціях, де передбачена внутрішня ущільнююча поверхня ніпеля, може бути передбачена внутрішня ущільнююча поверхня муфти, яка знаходиться в контакті з внутрішньою ущільнюючою поверхнею ніпеля, коли з'єднання згвинчене. У реалізаціях, де передбачена проміжна ущільнююча поверхня ніпеля, може бути передбачена проміжна ущільнююча поверхня муфти, яка знаходиться в контакті з проміжною ущільнюючою поверхнею ніпеля, коли з'єднання згвинчене. Для кожної пари ущільнюючих поверхонь, що знаходяться в контакті одна з одною, задана величина радіального взаємного впливу встановлюється між ущільнюючими поверхнями, так що при з'єднанні разом кожна ущільнююча поверхня має силу пружного відновлення, завдяки якій намагається відновити свій первинний діаметр. Сила пружного відновлення забезпечує щільний контакт вздовж усієї окружності, тим самим демонструючи герметичність.

Кожна із поверхонь проміжного заплечика ніпеля і муфти може бути плоскою поверхнею, перпендикулярної осі труби, або може бути звужуваною поверхнею, що має звужувану твірну, злегка нахилена відносно прямої лінії, перпендикулярної осі труби, якщо дивитися на неї в поперечному перерізі. Кожна з поверхонь проміжного заплечика ніпеля і муфти може являти собою єдину поверхню, яка розширяється, по суті, по всій радіальній ширині ступінчастої ділянки.

Перша кільцева канавка може бути передбачена на одній з першої периферійної поверхні і другої периферійної поверхні, причому перша кільцева канавка має криволінійну поверхню, плавно прилеглу до поверхні проміжного заплечика, відповідної з однією периферійною поверхнею, при цьому криволінійна поверхня знаходиться щонайменше на ділянці поверхні в канавці першої кільцевої канавки. Перша кільцева канавка має радіальну глибину канавки. У звичайних конструкціях без такої кільцевої канавки, жорсткість ділянок, що включають або поблизу кожної з поверхонь проміжного заплечика ніпеля і муфти, є відносно високою, в той час як жорсткість кожного з проміжних критичних перерізів ніпеля і муфти, розташованих поблизу поверхонь проміжного заплечика, є низькою, так що великі деформації, які перевищують діапазон пружності, можуть виникати в проміжних критичних перерізах ніпеля і муфти і поблизу них, що може легко призвести до поломки. Навпаки, в конструкції цього варіанта здійснення, перша кільцева канавка передбачена в місці, де присутність ступінчастої ділянки, яка утворює поверхню проміжного заплечика, приводить до швидкого зменшення товщини стінки труби, тим самим поліпшуючи розтяжність, пов'язану з розтягуючим навантаженням в цьому положенні, таким чином, знижуючи величину деформації, яка виникає в проміжному критичному перерізі ніпеля або муфти. Додатково, оскільки криволінійна поверхня, яка утворює частину першої кільцевої канавки, плавно прилягає до відповідної поверхні проміжного заплечика, концентрація напружень у першій кільцевій канавці може бути зменшена. Додатково, навіть якщо радіус кривизни вигнутої поверхні є відносно великим, певна ділянка контакту між поверхнями проміжного заплечика забезпечується, оскільки вся або частина вигнутої поверхні розміщується в глибині канавки. Додатково, в міру збільшення радіуса кривизни вигнутої поверхні, кінчик різального інструмента, що використовується для процесу різання поверхонь проміжного заплечика і різних різей, може бути одним із вістрям різання, що має більший радіус кривизни, ніж звичайні кінчики різального інструмента, тим самим збільшуючи осьове переміщення за один оберт під час токарської обробки. Це буде продовжувати термін служби кінчиків різального інструмента і підвищить продуктивність при виготовленні ніпелів і муфт.

Друга кільцева канавка передбачена на іншій одній з першої периферійної поверхні і другої периферійної поверхні, причому друга кільцева канавка має криволінійну поверхню, плавно прилеглу до поверхні проміжного заплечика, відповідної з іншою периферійною поверхнею, причому криволінійна поверхня є щонайменше ділянкою поверхні всередині канавки другої кільцевої канавки. Друга кільцева канавка має радіальну глибину канавки. Оскільки передбачені кільцеві канавки, які прилягають до поверхонь проміжного заплечика як ніпеля, так і муфти, вказані вище переваги можуть бути отримані як на проміжних критичних перерізах ніпеля, так і муфти. Друга кільцева канавка може мати таку ж форму і розмір перерізу, що і перша кільцева канавка.

Переважно, перша і/або друга кільцева канавка (канавки) може бути кільцевою канавкою, що продовжується вздовж усієї окружності кола ніпеля або муфти. Це буде додатково поліпшувати продуктивність.

Переважно, радіус кривизни криволінійної поверхні першої кільцевої канавки дорівнює радіусу кривизни криволінійної поверхні другої кільцевої канавки. Таким чином, загальний кінчик різального інструмента може бути Перша кільцева канавка може бути передбачена на першій периферійній поверхні. Це буде запобігати розриву ділянки критичного перерізу ніпеля і, в той же час, поліпшувати здатність створення поверхні проміжного заплечика ніпеля.

У реалізаціях, де на ніпелі передбачена перша кільцева канавка, перша периферійна поверхня може додатково включати в себе ділянку без різі, розташовану між першою кільцевою канавкою і другою зовнішньою різзю і що має осьову довжину. Ця ділянка без різі може мати зовнішню периферійну поверхню із зовнішнім діаметром, більшим, ніж діаметр западини різі другої зовнішньої різі, яка прилягає до ділянки без різі. У такій реалізації, ділянка без різі забезпечує жорсткість ділянкою ніпеля між першою кільцевою канавкою і проміжним критичним перерізом ніпеля, забезпечуючи опір навантаженням стиснення і/або Перша кільцева канавка, передбачена на ніпелі, може додатково включати в себе звужувану поверхню, прилеглу до цього одного з кінців криволінійної поверхні, як визначено в осьовому напрямку, який є протилежним напрямку, пов'язаному з поверхнею проміжного заплечика, при цьому звужувана поверхня є ділянкою поверхні в канавці першої кільцевої канавки, а криволінійна поверхня і зовнішня периферійна поверхня ділянки без різі можуть бути з'єднані через цю звужувану поверхню. У таких реалізаціях, кінчик різальної частини різального інструмента може бути вставлений в ніпель вздовж звужуваної поверхні до того положення на першій круговій канавці, в якому повинна бути утворена вигнута ділянка, і може бути створена поверхня проміжного заплечика відразу після створення вигнутої поверхні, що ще додатково підвищує продуктивність. В описаній вище конструкції перша периферійна поверхня включає в себе зовнішню периферійну поверхню ділянки без різі, а також вигнуту поверхню і звужувану поверхню першої кільцевої канавки, а перша кільцева канавка визначається формою цієї першої периферійної поверхні.

Ніпель включає проміжний критичний переріз PICCS ніпеля (див. Фіг. 3), розташований поруч з тим одним із кінців другої зовнішньої різі, який знаходиться ближче до поверхні проміжного заплечика. Переважно, площа A_{P1} перерізу того поперечного перерізу ніпеля, який містить нижню частину першої кільцевої канавки, передбаченої на ніпелі, більша, ніж площа A_{P2} перерізу проміжного критичного перерізу ніпеля. Це забезпечить міцність ділянки ніпеля, забезпеченої першою кільцевою канавкою.

Переважно, край, який з'єднує вигнуту поверхню першої кільцевої канавки, передбаченої на ніпелі, і поверхня P_1 проміжного заплечика може бути розташована радіально всередині від радіально внутрішнього краю P_2 поверхні проміжного заплечика муфти (див. фіг. 3). У таких реалізаціях, може бути забезпечена велика площа контакту між поверхнями проміжного заплечика, навіть коли радіус кривизни криволінійної поверхні є відносно великим. Радіально внутрішній край P_2 поверхні проміжного заплечика муфти визначається як внутрішній кінець прямої ділянки поверхні проміжного заплечика, якщо дивитися в подовжньому перерізі, за винятком заокруглених ділянок на вершинах.

Перша кільцева канавка може бути передбачена на другій периферійній поверхні. У таких реалізаціях, може бути відвернутий розрив у проміжному критичному поперечному перерізі муфти, і в той же час може бути поліпшена здатність створювати поверхню проміжного заплечика муфти.

У реалізаціях, де на муфті передбачена перша кільцева канавка, друга периферійна поверхня може додатково включати в себе ділянку без різі, розташовану між першою кільцевою канавкою і першою внутрішньою різзю і що має подовжню довжину. Ця ділянка без різі може мати внутрішню периферійну поверхню з внутрішнім діаметром, меншим, ніж діаметр западини різі першої внутрішньої різі, яка прилягає до ділянки без різі. У таких реалізаціях, ділянка без різі забезпечує жорсткість для ділянок муфти між першою кільцевою канавкою і проміжним критичним перерізом муфти, тим самим забезпечуючи опір проти навантажень стиснення і/або згинаючих навантажень.

Перша кільцева канавка, передбачена на муфті, може додатково включати в себе звужувану поверхню, прилеглу до цього одного з кінців криволінійної поверхні, як визначено вздовж осьового напрямку, який є протилежним напрямку, пов'язаному з поверхнею проміжного заплечика, при цьому звужувана поверхня є ділянкою поверхні у канавці першої кільцевої канавки, а криволінійна поверхня і внутрішня периферійна поверхня ділянки без різі можуть бути з'єднані через цю звужувану поверхню. У таких реалізаціях, кінчик різальної частини різального інструмента може бути вставлений в муфту вздовж звужуваної поверхні до того положення на першій круговій канавці, в якому повинна бути утворена криволінійна поверхня, і може бути створена поверхня проміжного заплечика відразу після створення вигнутої поверхні,

що ще додатково підвищує продуктивність. У описаній вище конструкції, перша периферійна поверхня включає в себе внутрішню периферійну поверхню ділянки без різи, а також криволінійну поверхню і звужувану поверхню першої кільцевої канавки, а перша кільцева канавка визначається формою цієї першої периферійної поверхні.

5 Муфта включає проміжний критичний переріз муфти (див. Фіг. 3), розташований поруч із тим одним з кінців першої внутрішньої різи, який знаходиться ближче до поверхні проміжного заплечика. Переважно, площа A_{B1} перерізу того поперечного перерізу муфти, який містить нижню частину першої кільцевої канавки, передбаченої на муфті, більша, ніж площа A_{B2} перерізу проміжного критичного перерізу BICCS муфти. Це забезпечить міцність ділянки муфти, 10 забезпеченої першою кільцевою канавкою.

Переважно, край, який з'єднує криволінійну поверхню першої кільцевої канавки, передбаченої на муфті, і поверхня P_3 проміжного заплечика може бути розташована радіально назовні радіально зовнішнього краю P_4 поверхні проміжного заплечика ніпеля (див. фіг. 3). У таких реалізаціях, може бути забезпечена велика площа контакту між поверхнями проміжного заплечика, навіть коли радіус кривизни криволінійної поверхні є відносно великим. Радіально 15 внутрішній край P_3 поверхні проміжного заплечика муфти визначається як зовнішній кінець прямої ділянки поверхні проміжного заплечика, якщо дивитися в подовжньому перерізі, за винятком заокруглених ділянок на вершинах.

Нарізне з'єднання згідно з цим варіантом здійснення може бути відповідно реалізоване як 20 нарізне з'єднання напівзаглибленого типу з муфтою, що має максимальний зовнішній діаметр менше ніж 108 % діаметру труби сталеві труби, включаючи ніпель, і, зокрема, відповідно реалізоване як інтегральне нарізне напівзаглиблене з'єднання з муфтою, передбаченою на кінці іншої сталеві труби.

У контексті цього винаходу, різні критичні перерізи не включають в себе перерізу різей, а 25 площа перерізу кожного критичного перерізу визначається як площа перерізу, що виключає будь-яку різь, незалежно від того чи то ділянка з ідеальною різзю, чи ділянка з незавершеною різзю, гвинта зі звужуваною різзю.

[Конструкція нарізного з'єднання для труби нафтової свердловини]

Посилаючись на фіг. 1, нарізне з'єднання для сталеві труби згідно з цим варіантом 30 здійснення, позначене цифрою 1, являє собою нарізне з'єднання інтегрального типу, яке включає трубчастий ніпель 2 і трубчасту муфту 3, виконану з можливістю нагвинчування на ніпель 2, коли ніпель 2 вкручується в неї. Ніпель 2 передбачений на кінці однієї з пари труб для нафтової свердловини, які повинні бути з'єднані разом, в той час як муфта 3 передбачена на кінці іншої труби для нафтової свердловини. Щоб максимізувати товщину стінки труби кожного з 35 ніпеля 2 і муфти 3 в розташуванні, де ніпель 2, передбачений на кінці однієї труби для нафтової свердловини, вставлений у внутрішню частину муфти 3, розташованої на кінці іншої труби для нафтової свердловини, ніпель 2 і муфта 3 утворюються шляхом обробки кінця труби для нафтової свердловини, забезпеченого ніпелем 2 для отримання зменшеного діаметра, і обробки кінця труби для нафтової свердловини, забезпеченого муфтою 3 для отримання 40 збільшеного діаметра з подальшою обробкою кожного кінця труби, що має зменшений або збільшений діаметр.

Ніпель 2 продовжується від кінця тіла однієї труби для нафтової свердловини вздовж осі 45 труби, де напрямок продовження (тобто напрямок праворуч на фіг. 1) може також називатися як напрямок зовнішнього кінця ніпеля. На зовнішній периферії ніпеля 2, починаючи від тіла труби до зовнішнього кінця, передбачені зовнішня ущільнююча поверхня 21 ніпеля, перша зовнішня різь 22, утворена гвинтом зі звужуваною різзю, ділянка 23 без різи, що має зовнішню периферійну поверхню, суміжну із западиною різи першої зовнішньої різи 22, ступінчаста ділянка, що включає проміжну поверхню 24 затягування заплечика, кільцева канавка 25, ділянка 26 без 50 різи, що має зовнішню периферійну поверхню, прилеглу до вершини різи другої зовнішньої різи 27, друга зовнішня різь 27, що складається з гвинта зі звужуваною різзю з меншим діаметром, ніж перша зовнішня різь 22, і внутрішня ущільнююча поверхня 28 ніпеля. Кільцева канавка 25 передбачена на зовнішній периферійній поверхні ніпеля, розташованій між поверхнею 24 проміжного заплечика і другою зовнішньою різзю 27.

Муфта 3 продовжується від кінця тіла іншої труби для нафтової свердловини вздовж осі 55 труби, де напрямок продовження (тобто напрямок ліворуч на фіг. 1) може також називатися як напрямок зовнішнього кінця муфти. На зовнішній периферії муфти 3, починаючи від зовнішнього кінця до тіла труби, передбачені зовнішня ущільнююча поверхня 31 муфти, перша внутрішня різь 32, утворена гвинтом зі звужуваною різзю, ділянка 33 без різи, що має внутрішню периферійну поверхню, суміжну з вершиною різи першої зовнішньої різи 32, кільцева канавка 34, 60 ступінчаста ділянка, що включає проміжну поверхню 35 затягування заплечика, ділянка 36 без

різі, прилегла до западини різі другої внутрішньої різі 37, друга внутрішня різь 37, що складається з гвинта зі звужуваною різзю з меншим діаметром, ніж перша внутрішня різь 32, і внутрішня ущільнююча поверхня 38 муфти. Кільцева канавка 34 передбачена на внутрішній периферійній поверхні муфти, розташованій між поверхнею 35 проміжного заплечика і першою внутрішньою різзю 32.

Як показано на Фіг. 1, нарізне з'єднання 1 з двоступінчастою нарізною конструкцією за цим варіантом здійснення має критичний переріз PCCS ніпеля, розташований поруч з тим кінцем ділянки зачеплення між першою зовнішньою і внутрішньою різями 22 і 32, який знаходиться ближче до ніпеля тіла труби, і критичний переріз BCCS муфти, розташований поруч з тим кінцем ділянки зачеплення між другою зовнішньою і внутрішньою різями 27 і 37, який знаходиться ближче до муфти тіла труби. Додатково, з'єднання має проміжний критичний переріз VICCS муфти, розташований поруч з тим кінцем ділянки зачеплення між першою зовнішньою і внутрішньою різями 22 і 32, який знаходиться ближче до поверхні проміжного заплечика, і проміжний критичний переріз PICCS ніпеля, розташований поруч з тим кінцем ділянки зачеплення між другою зовнішньою і внутрішньою різями 27 і 37, який знаходиться ближче до поверхні проміжного заплечика.

Коли ніпель 2 і муфта 3 згвинчені, зовнішня ущільнююча поверхня 21 ніпеля і зовнішня ущільнююча поверхня 31 муфти знаходяться у контакті вздовж усієї окружності для утворення ущільнення метал-метал, перша зовнішня різь 22 зачіплює першу внутрішню різь 32, поверхні 24 і 35 проміжного заплечика знаходяться в контакті, щоб витримувати крутний момент згвинчування, друга зовнішня різь 27 входить у зачеплення з другою внутрішньою різзю 37, а внутрішня ущільнююча поверхня 28 ніпеля знаходиться у контакті з внутрішньою ущільнюючою поверхнею 38 муфти вздовж усієї окружності для утворення ущільнення метал-метал.

Коли з'єднання згвинчене, ділянка 23 без різі ніпеля 2 була вставлена в ділянку 33 без різі муфти 3, і ділянка 26 без різі ніпеля 2 була вставлена в ділянку 36 без різі муфти 3. Між ділянками 22 і 33 без різі утворюється зазор, і між ділянками 26 і 36 без різі утворюється зазор.

Кожна з кільцевих канавок 25 і 34 складена кільцевою канавкою, яка є безперервною вздовж усієї окружності. Кільцева канавка 25 ніпеля 2 включає в себе криволінійну поверхню 25a, плавно прилеглу до поверхні проміжного заплечика ніпеля 2 і яка має постійний радіус кривизни, і звужувану поверхню 25b, прилеглу до одного з кінців криволінійної поверхні 25a, яка визначається вздовж осьового напрямку, який є протилежним кінцю, зв'язаному з поверхнею 24 проміжного заплечика, при цьому криволінійна поверхня і звужувана поверхня утворюють поверхню у канавці кільцевої канавки. Звужувана поверхня 25b з'єднує криволінійну поверхню 25a із зовнішньою периферійною поверхнею ділянки 26 без різі. Кільцева канавка 34 муфти 3 включає в себе криволінійну поверхню 34a, плавно прилеглу до поверхні 35 проміжного заплечика муфти 3 і яка має постійний радіус кривизни, і звужувану поверхню 34b, прилеглу до одного з кінців криволінійної поверхні 34a, яка визначається вздовж осьового напрямку, який є протилежним кінцю, зв'язаному з поверхнею 35 проміжного заплечика, при цьому криволінійна поверхня і звужувана поверхня утворюють поверхню у канавці кільцевої канавки. Звужувана поверхня 34b з'єднує криволінійну поверхню 34a із внутрішньою периферійною поверхнею ділянки 33 без різі.

Глибина канавки кільцевої канавки 25, тобто її глибина відносно зовнішньої периферійної поверхні ділянки 26 без різі, може, по суті, дорівнювати глибині западини біля того одного з кінців другої зовнішньої різі 27, який розташований всередину, як визначено вздовж осьового напрямку (тобто ближче до поверхні проміжного заплечика). Посилаючись на фіг. 3, площа поперечного перерізу ніпеля 2, що містить нижню частину периферійної канавки 25, яка називається площею A_{P1} перерізу, переважно, більше, ніж площа проміжного критичного перерізу PICCS ніпеля, яка називається як площа A_{P2} перерізу. Додатково, щоб дозволити кільцевій канавці 25 в достатній мірі виявляти свої ефекти, глибина канавки може бути, переважно, такою, щоб площа A_{P1} перерізу була меншою 110 % площі A_{P2} перерізу. Більш переважно, глибина канавки кільцевої канавки 25 може бути такою, щоб площа A_{P1} перерізу була меншою 105 % площі A_{P2} перерізу.

Глибина канавки кільцевої канавки 34, тобто її глибина відносно внутрішньої периферійної поверхні ділянки 33 без різі, може, по суті, дорівнювати глибині западини біля того одного з кінців першої внутрішньої різі 32, який розташований всередину, як визначено вздовж осьового напрямку (тобто ближче до поверхні проміжного заплечика). Посилаючись на фіг. 3, площа поперечного перерізу муфти 3, що містить нижню частину периферійної канавки 34, що називається площею A_{B1} перерізу, переважно, більше, ніж площа проміжного критичного перерізу BCCS ніпеля, що називається як площа A_{B2} перерізу. Додатково, щоб дозволити кільцевій канавці 34 в достатній мірі виявляти свої ефекти, глибина канавки може бути,

переважно, такою, щоб площа A_{B1} перерізу була меншою 110 % площі A_{B2} перерізу. Більш переважно, глибина канавки кільцевої канавки 34 може бути такою, щоб площа A_{P1} перерізу була меншою 105 % площі A_{P2} перерізу.

У показаному варіанті здійснення, кожна з поверхонь 24 і 35 проміжного заплечика утворена плоскою поверхнею, перпендикулярною осі труби. Як детально показано на фіг. 3, радіально внутрішній край P_1 поверхні 24 проміжного заплечика ніпеля 2, загалом, знаходиться в тому ж радіальному положенні, що і зовнішня периферійна поверхня ділянки 26 без різи, а радіально зовнішній край P_4 поверхні 24 проміжного заплечика, загалом, знаходиться в тому ж радіальному положенні, що і зовнішня периферійна поверхня ділянки 23 без різи. Радіально внутрішній край P_2 поверхні 35 проміжного заплечика муфти 3, загалом, знаходиться в тому ж радіальному положенні, що і внутрішня периферійна поверхня ділянки 36 без різи, а радіально зовнішній край P_3 поверхні 35 проміжного заплечика, загалом, знаходиться в такому ж радіальному положенні, що і внутрішня периферійна поверхня ділянки 33 без різи. Внутрішній край поверхні 24 проміжного заплечика ніпеля 2, тобто край, що з'єднує поверхню 24 проміжного заплечика і криволінійну поверхню 25а периферійної канавки 25, позначений P_1 , розташований радіально всередині від радіально внутрішнього краю P_2 проміжного заплечика 35 муфти. Зовнішній край поверхні 35 проміжного заплечика муфти 3, тобто край, що з'єднує поверхню 35 проміжного заплечика і криволінійну поверхню 34а кільцевої канавки 34, позначений P_3 , розташований радіально назовні від радіально зовнішнього краю поверхні 24 проміжного заплечика ніпеля, позначеного P_4 . Оскільки криволінійні поверхні 25а і 34а з'єднуються з поверхнями 24 і 35 проміжного заплечика, радіуси кривизни криволінійних поверхонь 25а і 34а можуть бути збільшені без зменшення площі контакту між проміжними поверхнями 24 і 35 проміжного заплечика.

[Спосіб обробки для створення кільцевої канавки]

Фіг. 4 являє собою збільшений вигляд збоку загостреної різальної частини 4 кінчика різального інструмента (різенарізної пластини) для обробки з метою створення різи 22, 27, 32 і 37 і кільцевих канавок 25 і 34. Різальна частина 4 має заокруглений кінчик 41 із заданим радіусом R кривизни, а також лівий і правий бічні краї 42 і 43. Лівий і правий бічні краї 42 і 43 розташовані під кутом α різальної пластини, для того, щоб поступово розширюватися в міру віддалення від заокругленого кінчика 41.

Різальна частина 4 має задні кути K' і K'' відносно поверхні, яка обробляється, які необхідні під час обробки. Тобто, як показано на фіг. 5, механічна обробка неможлива, якщо кути θ' і θ'' між лівим і правим бічними краями 42 і 43 і поверхнею, що обробляється, більше, ніж задні кути K' і K'' . Таким чином, під час обробки для створення поверхні 24 проміжного заплечика ніпеля і кільцевої канавки 25Ю різальна частина 4 може бути вставлена в заготовку під кутом, який задовольняє співвідношенню $\theta' > K'$ і співвідношенню $\theta'' > K''$, як показано на фіг. 5, щоб забезпечити послідовну механічну обробку для створення кільцевої канавки 25 і поверхні 24 проміжного заплечика. Додатково, оскільки кільцева канавка 25 включає в себе звужувану поверхню 25b, можна вставити різальну частину 4, зберігаючи задній кут K' . Додатково, в зв'язку з необхідністю використання заокругленого кінчика 41 з радіусом R кривизни, меншим, ніж радіус кривизни криволінійної поверхні 25а, яка повинна бути створена, кільцева канавка 25 цього винаходу має глибину, яка дозволяє забезпечувати відносно великий радіус R' кривизни для криволінійної поверхні 25а без збитку для площі контакту між поверхнями проміжного заплечика, що дозволяє використовувати кінчик різального інструмента із заокругленим кінчиком 41, що має великий радіус R кривизни. Те ж саме стосується процесу для кільцевої канавки 34 і поверхні 35 проміжного заплечика муфти.

Цей винахід є не тільки застосовним до нарізних з'єднань інтегрального типу, а також і до нарізних з'єднань муфтового типу. Додатково, кожна із різей може бути трапецієподібною різзю, заокругленою кромкою API, упорною різзю API або клиноподібною різзю. У іншому випадку, цей винахід не обмежений ілюстрованими вище варіантами здійснення, і можливі різні модифікації без відхилення від духу цього винаходу.

ПРИКЛАДИ

Для підтвердження ефектів нарізного з'єднання для сталевих труби згідно з цим варіантом здійснення, числовий імітаційний аналіз проводився з використанням пружнопластичного методу кінцевих елементів.

<Умови випробування>

Зразки (моделі для аналізу) інтегрального нарізного з'єднання для труби нафтової свердловини, показаного на фігурах 1-3, з двох (великого і малого) діаметрів труби, де зразки №2 і №4 мали кільцеві канавки 25 і 34, а зразки №1 і №3 не мали жодної кільцевої канавки, і був проведений пружнопластичний аналіз із використанням методу кінцевих елементів для кожного

зразка, і було проведене порівняння між різними значеннями еквівалентної пластичної деформації, що створюється у западині різі другої зовнішньої різі, включаючи проміжний критичний переріз ніпеля, і еквівалентної пластичної деформації, що створюється у западині різі першої внутрішньої різі, включаючи проміжний критичний переріз муфти.

5 <Розмір труб для нафтової свердловини>

Труби для нафтової свердловини зразків №1 і №2 мали розмір 9 5/8" 47,0# (зовнішній діаметр тіла труби: 244,48 мм; внутрішній діаметр тіла труби: 220,50 мм), а ефективність з'єднання (тобто відношення площі критичного перерізу ВССС муфти до площі перерізу тіла труби) 67,3 %.

10 Труби для нафтової свердловини зразків №3 і №4 мали розмір, описаний як 13 3/8" 72,0# (зовнішній діаметр тіла труби: 339,73 мм; внутрішній діаметр тіла труби: 313,60 мм), і ефективність з'єднання 70,5 %.

Для кожного зразка кожна з кільцевих канавок 25 і 34 кожного зразка мала єдиний розмір, описаний як кут звуження різі 1,591°, висоту різі 1,3 мм і крок різі 5,08 мм.

15 Додатково, кожна з кільцевих канавок 25 і 34 кожного зразка мала єдину форму, де радіус кривизни криволінійної поверхні 25а, 34а становив 1,7 мм, глибина канавки становила 1,2 мм і кут між звужуваною поверхнею 25b, 34b, що утворює звуження, і віссю труби становив 15°.

<Матеріал труб для нафтової свердловини>

20 Матеріал труб для нафтової свердловини Q125 згідно зі стандартами API (номінальна межа текучості YS=862 МПа (125 тис. Фунтів на кв. Дюйм))

<Спосіб обчислення>

25 Спочатку кожний зразок у тому вигляді, в якому він був виготовлений, був змодельований і проаналізований, перед повторними складними навантаженнями, що імітують випробування серії А, визначені в API 5С5: 2017 CAL IV, були застосовані до зібраних моделей, а значення для різних зразків еквівалентної пластичної деформації безпосередньо після прикладання простого розтягуючого навантаження на більш ранній стадії, складного навантаження, і еквівалентна пластична деформація після завершення всього процесу багаторазового складного навантаження, порівнювалися.

<Результати обчислення>

30 Результати порівняння між зразками №1 і №2 з малим діаметром показані на графіках на фігурах 6А, 6В, 7А і 7В.

Фіг. 6А показує еквівалентний розподіл пластичної деформації в проміжному критичному перерізі ніпеля і поруч з ним безпосередньо після прикладання простого розтягуючого навантаження; фіг. 6В показує еквівалентний розподіл пластичної деформації в проміжному критичному перерізі ніпеля і поруч з ним після завершення всього процесу багаторазового складного навантаження; фіг. 7А показує еквівалентний розподіл пластичної деформації в проміжному критичному перерізі муфти і поруч з нею безпосередньо після прикладання простого розтягуючого навантаження; і фіг. 7В показує еквівалентний розподіл пластичної деформації в проміжному критичному перерізі муфти і поруч з нею після завершення всього процесу багаторазового складного навантаження. Горизонтальна вісь, позначена "осьова координата", вказує відстань від поверхні проміжного заплечика, виміряну в напрямку осі труби, де позитивне значення означає відстань від поверхні проміжного заплечика в напрямку до тіла труби від ніпеля, а негативне значення означає відстань від поверхні проміжного заплечика в напрямку до кінчика ніпеля. Місця, в яких була виміряна еквівалентна пластична деформація, позначені точками на фігурах 6С і 7С.

45 Як буде очевидно з цих графіків, було підтверджено, що еквівалентна пластична деформація була нижче в зразку №2, включаючи кільцеві канавки 25 і 34, ніж у зразку №1 без кільцевої канавки, у всьому діапазоні на і біля проміжного критичного перерізу ніпеля, а також на і біля проміжного критичного перерізу муфти. У графіках за фігурами 6А і 6В, правий пік відповідає заокругленій ділянці нижньої частини опорної сторони другої зовнішньої різі 27, в той час як лівий пік відповідає заокругленій ділянці нижньої частини закладної сторони.

Відмінності між зразками №1 і №2 більш значні безпосередньо після прикладання простого розтягуючого навантаження, ніж після завершення всього процесу, приблизно через те, що пластичні деформації в різних положеннях нагромаджувалися при повторенні складних навантажень.

55 Аналогічно, результати порівнянь між зразками №3 і №4 великого діаметру показані на графіках фігур 8А, 8В, 9А і 9В. Як буде очевидно з цих графіків, зразки великого діаметра продемонстрували тенденції, аналогічні таким для зразків малого діаметра, підтверджуючи, що забезпечення кільцевих канавок знижує пластичні деформації, які виникають у западині різі на проміжних критичних перерізах і поблизу них, незалежно від діаметра труби.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАЛЬНИХ ПОЗИЦІЙ

- 1: нарізне з'єднання;
 2: ніпель;
 22: перша зовнішня різь;
 5 24: поверхня проміжного заплечика;
 25: кільцева канавка;
 25a: криволінійна поверхня;
 25b: звужувана поверхня;
 26: ділянка без різі;
 10 27: друга зовнішня різь;
 3: муфта;
 32: перша внутрішня різь;
 33: ділянка без різі;
 34: кільцева канавка;
 15 34a: криволінійна поверхня;
 34b: звужувана поверхня;
 35: поверхня проміжного заплечика;
 37: друга внутрішня різь;
 PICCS: проміжний критичний переріз ніпеля;
 20 VICCS: проміжний критичний переріз муфти.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Нарізне з'єднання, яке містить трубчастий ніпель і трубчасту муфту, при цьому ніпель і муфта згвинчуються при вгвинчуванні ніпеля в муфту,
 25 де на зовнішній периферії ніпеля передбачені: перша зовнішня різь; друга зовнішня різь, віддалена від першої зовнішньої різі і розташована далі до кінчика, як визначено вздовж осьового напрямку, причому друга зовнішня різь має менший діаметр, ніж перша зовнішня різь; поверхня проміжних заплечиків, утворена ступінчастою ділянкою, розташованою між першою зовнішньою різзю і другою зовнішньою різзю; і перша периферійна поверхня, утворена ділянкою зовнішньої периферії ніпеля, розташованою між поверхнею проміжних заплечиків і другою зовнішньою різзю,
 30 на внутрішній периферії муфти передбачені: перша внутрішня різь, яка входить у зачеплення з першою зовнішньою різзю, коли з'єднання згвинчене; друга внутрішня різь, яка входить у зачеплення з другою зовнішньою різзю, коли з'єднання згвинчене; поверхня проміжних заплечиків, утворена ступінчастою ділянкою, розташованою між першою внутрішньою різзю і другою внутрішньою різзю, причому поверхня проміжних заплечиків знаходиться в контакт із поверхнею проміжних заплечиків ніпеля, коли з'єднання згвинчене; і друга периферійна поверхня, утворена внутрішньою периферійною ділянкою муфти, розташованою між поверхнею проміжних заплечиків і першою внутрішньою різзю,
 40 перша кільцева канавка передбачена на першій периферійній поверхні, причому перша кільцева канавка має криволінійну поверхню, плавно прилеглу до відповідної поверхні проміжних заплечиків, при цьому криволінійна поверхня є щонайменше ділянкою поверхні всередині канавки першої кільцевої канавки,
 45 перша периферійна поверхня додатково включає ділянку без різі, яка розташована між першою кільцевою канавкою і другою зовнішньою різзю і яка має осьову довжину, причому ділянка без різі має зовнішню периферійну поверхню із зовнішнім діаметром більше, ніж діаметр западини другої зовнішньої різі, прилеглої до ділянки без різі,
 перша кільцева канавка додатково включає звужувану поверхню, прилеглу до цього одного з
 50 кінців криволінійної поверхні, як визначено вздовж осьового напрямку, який є протилежним напрямку, зв'язаному з поверхнею проміжних заплечиків, при цьому звужувана поверхня є ділянкою поверхні в канавці першої кільцевої канавки, і криволінійна поверхня і зовнішня периферійна поверхня ділянки без різі з'єднані через цю звужувану поверхню, і ділянка без різі ніпеля вставлена в ділянку без різі муфти, коли з'єднання згвинчене, таким
 55 чином, що утворюється зазор між ділянкою без різі ніпеля і ділянкою без різі муфти.
 2. Нарізне з'єднання за п. 1, де друга кільцева канавка передбачена на другій периферійній поверхні, причому друга кільцева канавка має криволінійну поверхню, плавно прилеглу до відповідної поверхні проміжних заплечиків, при цьому криволінійна поверхня є щонайменше ділянкою поверхні всередині канавки другої кільцевої канавки.
 60 3. Нарізне з'єднання за п. 2, де радіус кривизни криволінійної поверхні першої кільцевої канавки

дорівнює радіусу кривизни криволінійної поверхні другої кільцевої канавки.

4. Нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 1-3, де ніпель включає проміжний критичний переріз ніпеля, розташований поруч з тим одним із кінців другої зовнішньої різі, який знаходиться ближче до поверхні проміжних заплечиків, і площа перерізу цього поперечного перерізу ніпеля, який містить нижню частину першої кільцевої канавки, є більшою ніж площа перерізу проміжного критичного перерізу ніпеля.

5. Нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 1-4, де край, який з'єднує криволінійну поверхню першої кільцевої канавки і поверхню проміжних заплечиків, розташований радіально всередині від радіально внутрішнього краю поверхні проміжних заплечиків муфти.

6. Нарізне з'єднання, яке містить трубчастий ніпель і трубчасту муфту, при цьому ніпель і муфта згвинчуються при вгвинчуванні ніпеля в муфту,

де на зовнішній периферії ніпеля передбачені: перша зовнішня різь; друга зовнішня різь, віддалена від першої зовнішньої різі і розташована далі до кінчика, як визначено вздовж осьового напрямку, причому друга зовнішня різь має менший діаметр, ніж перша зовнішня різь; поверхня проміжних заплечиків, утворена ступінчастою ділянкою, розташованою між першою зовнішньою різзю і другою зовнішньою різзю; і перша периферійна поверхня, утворена ділянкою зовнішньої периферії ніпеля, розташованою між поверхнею проміжних заплечиків і другою зовнішньою різзю,

на внутрішній периферії муфти передбачені: перша внутрішня різь, яка входить у зачеплення з першою зовнішньою різзю, коли з'єднання згвинчене; друга внутрішня різь, яка входить у зачеплення з другою зовнішньою різзю, коли з'єднання згвинчене; поверхня проміжних заплечиків, утворена ступінчастою ділянкою, розташованою між першою внутрішньою різзю і другою внутрішньою різзю, причому поверхня проміжних заплечиків знаходиться в контакт з поверхнею проміжних заплечиків ніпеля, коли з'єднання згвинчене; і друга периферійна поверхня, утворена внутрішньою периферійною ділянкою муфти, розташованою між поверхнею проміжних заплечиків і першою внутрішньою різзю,

перша кільцева канавка передбачена на другій периферійній поверхні, причому перша кільцева канавка має криволінійну поверхню, плавно прилеглу до відповідної поверхні проміжних заплечиків, при цьому криволінійна поверхня є щонайменше ділянкою поверхні всередині канавки першої кільцевої канавки,

друга периферійна поверхня додатково включає ділянку без різі, яка розташована між першою кільцевою канавкою і першою внутрішньою різзю і яка має осьову довжину, причому ділянка без різі має внутрішню периферійну поверхню із внутрішнім діаметром менше, ніж діаметр западини першої внутрішньої різі, прилеглої до ділянки без різі,

перша кільцева канавка додатково включає звужувану поверхню, прилеглу до цього одного з кінців криволінійної поверхні, як визначено вздовж осьового напрямку, який є протилежним напрямку, зв'язаному з поверхнею проміжних заплечиків, при цьому звужувана поверхня є ділянкою поверхні в канавці першої кільцевої канавки, і криволінійна поверхня і внутрішня периферійна поверхня ділянки без різі з'єднані через цю звужувану поверхню, і

ділянка без різі ніпеля вставлена в ділянку без різі муфти, коли з'єднання згвинчене, таким чином, що утворюється зазор між ділянкою без різі ніпеля і ділянкою без різі муфти.

7. Нарізне з'єднання за п. 6, де друга кільцева канавка передбачена на першій периферійній поверхні, причому друга кільцева канавка має криволінійну поверхню, плавно прилеглу до відповідної поверхні проміжних заплечиків, при цьому криволінійна поверхня є щонайменше ділянкою поверхні всередині канавки другої кільцевої канавки.

8. Нарізне з'єднання за п. 7, де радіус кривизни криволінійної поверхні першої кільцевої канавки дорівнює радіусу кривизни криволінійної поверхні другої кільцевої канавки.

9. Нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 6-8, де муфта включає проміжний критичний переріз муфти, розташований поруч з тим одним із кінців другої внутрішньої різі, який знаходиться ближче до поверхні проміжних заплечиків, і площа перерізу цього поперечного перерізу муфти, який містить нижню частину першої кільцевої канавки, є більшою ніж площа перерізу проміжного критичного перерізу муфти.

10. Нарізне з'єднання за будь-яким з пп. 6-9, де край, який з'єднує криволінійну поверхню і поверхню проміжних заплечиків першої кільцевої канавки, розташований радіально назовні від радіально зовнішнього краю поверхні проміжних заплечиків ніпеля.

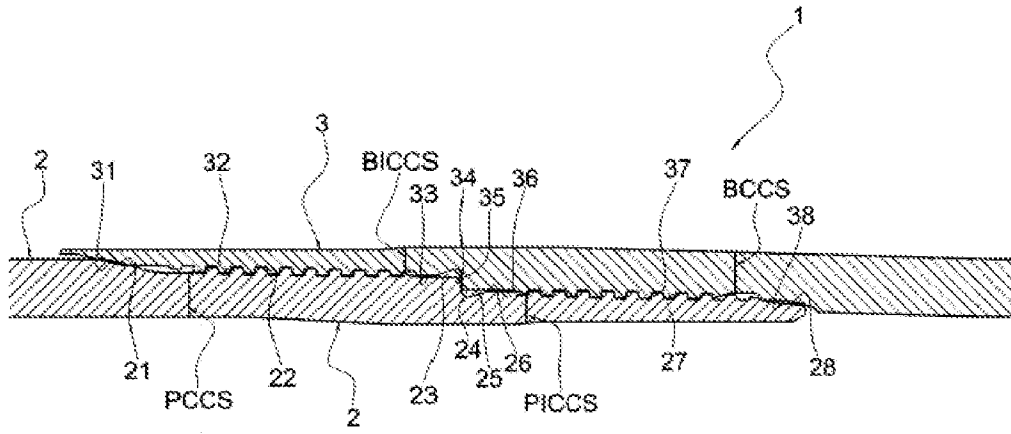


Fig. 1

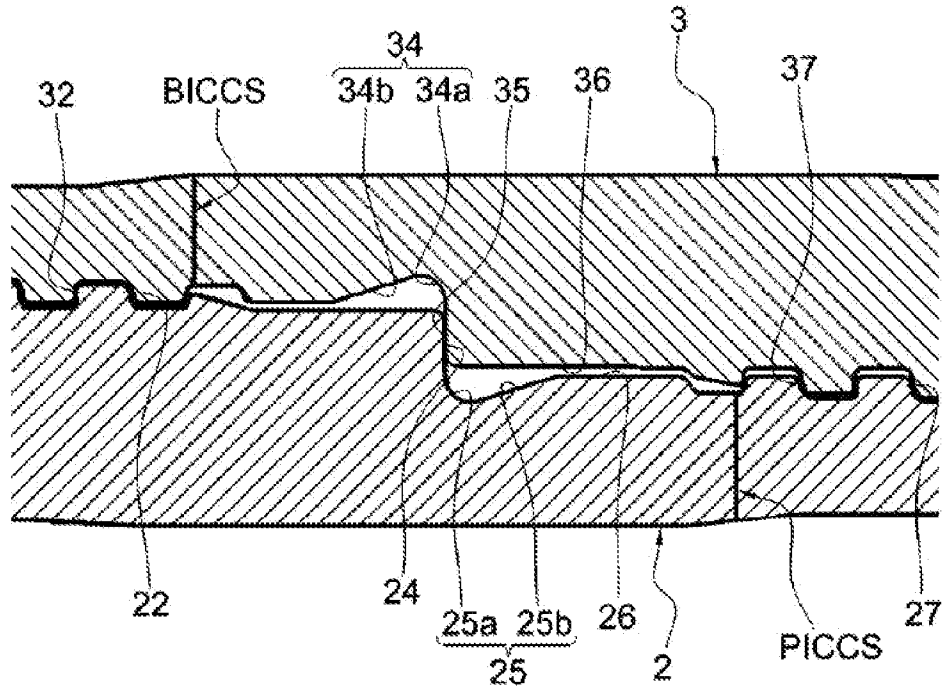
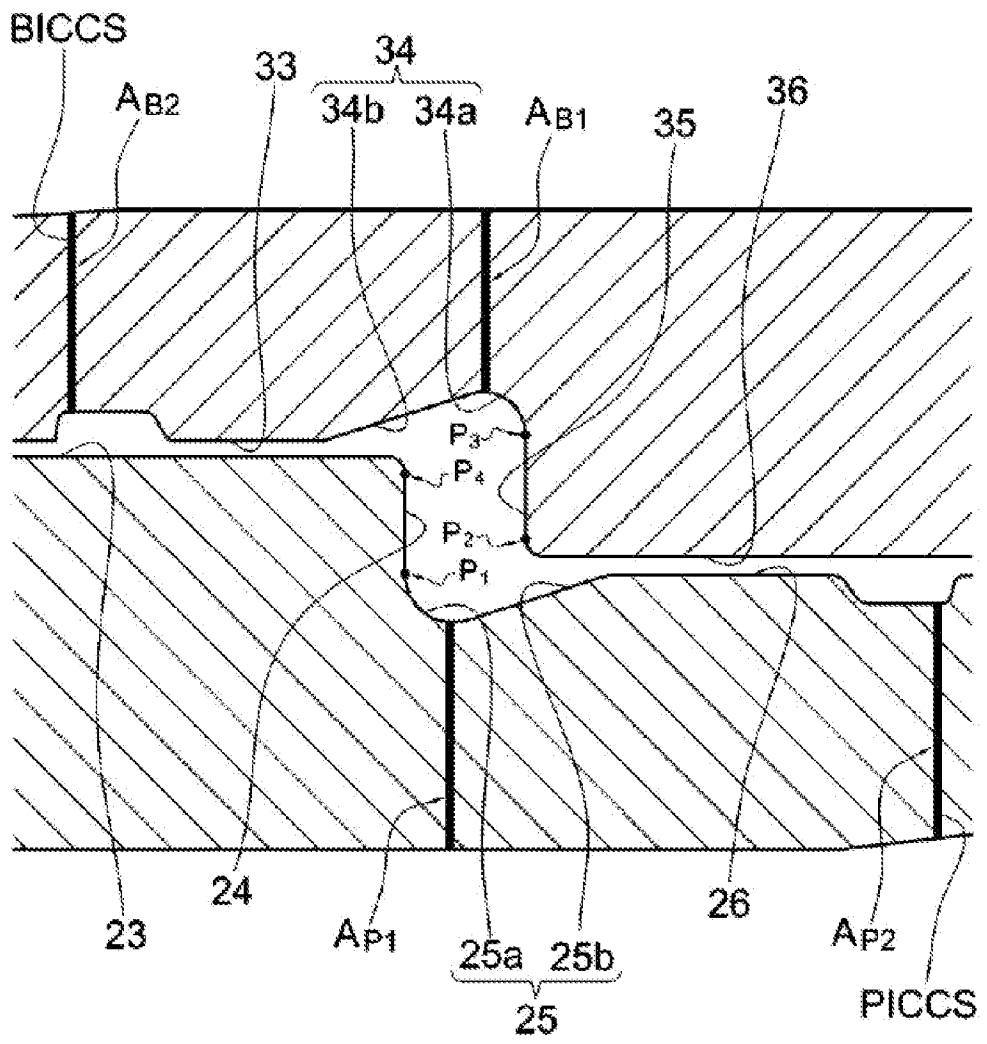


Fig. 2



Фиг. 3

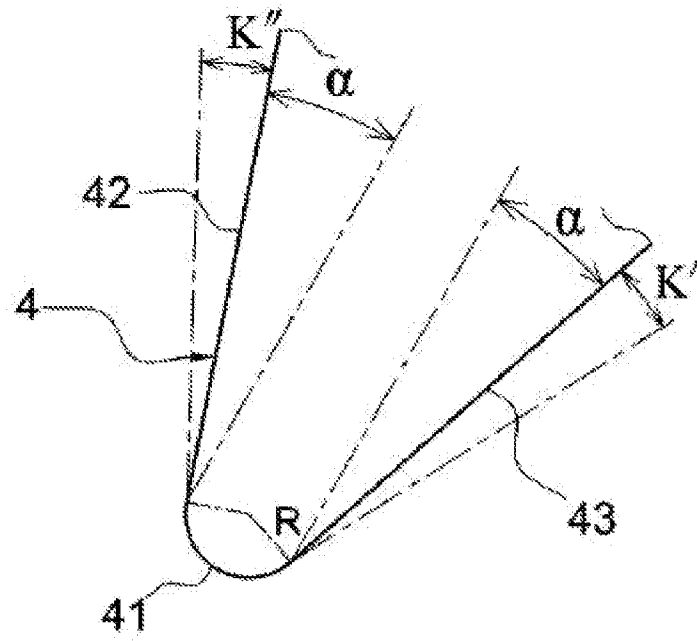


Fig. 4

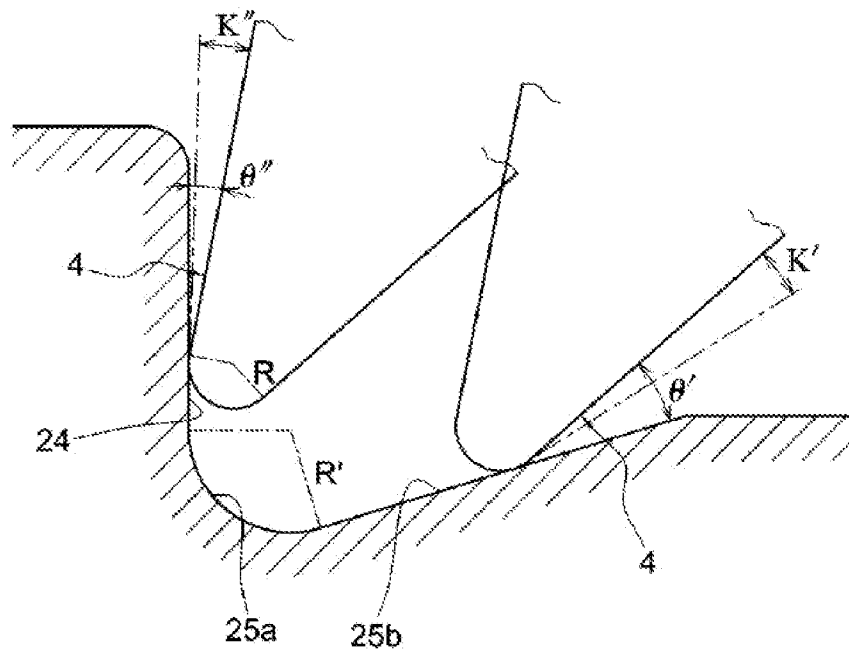
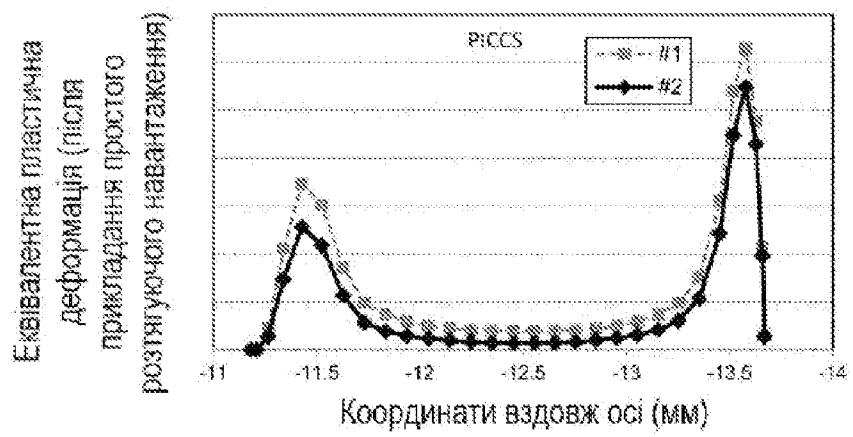
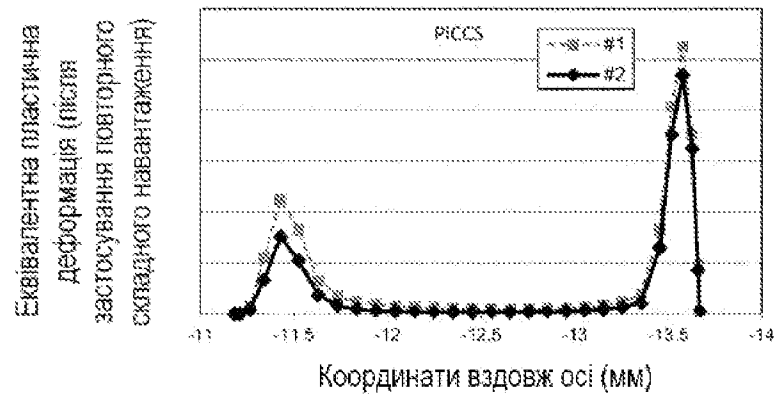


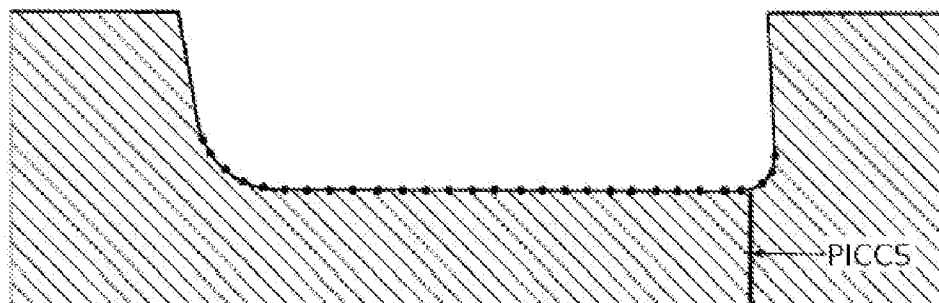
Fig. 5



Фіг. 6А

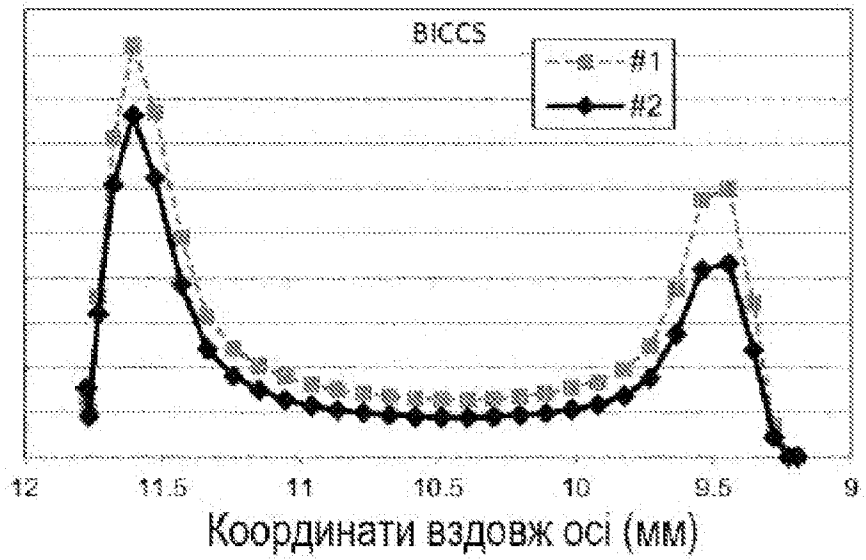


Фіг. 6В



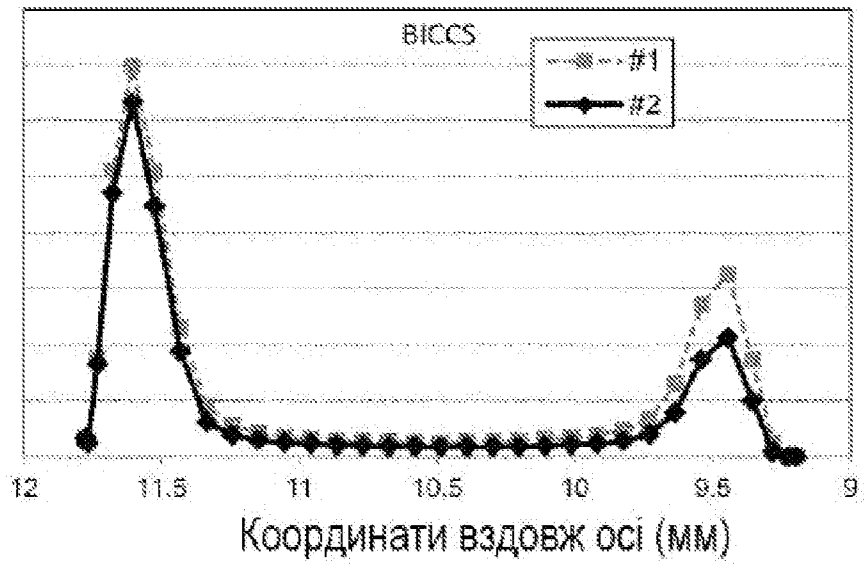
Фіг. 6С

Еквівалентна пластична
деформація (після
прикладання простого
розтягуючого навантаження)

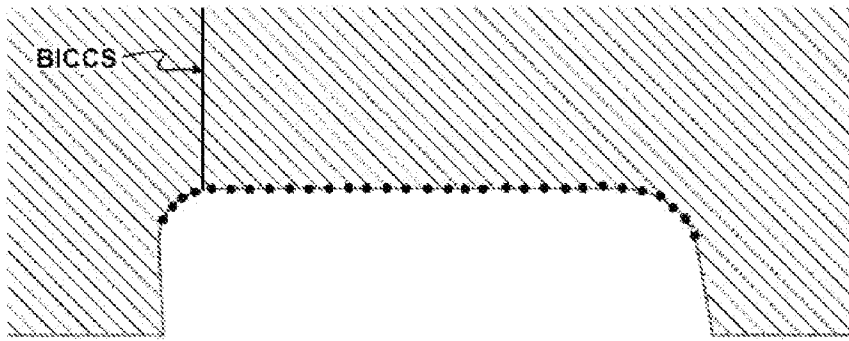


Фіг. 7А

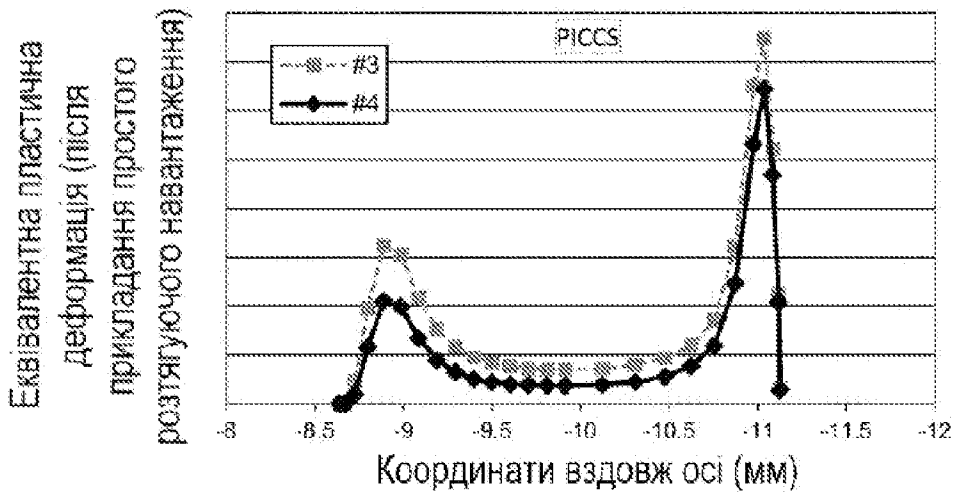
Еквівалентна пластична
деформація (після
застосування повторного
складного навантаження)



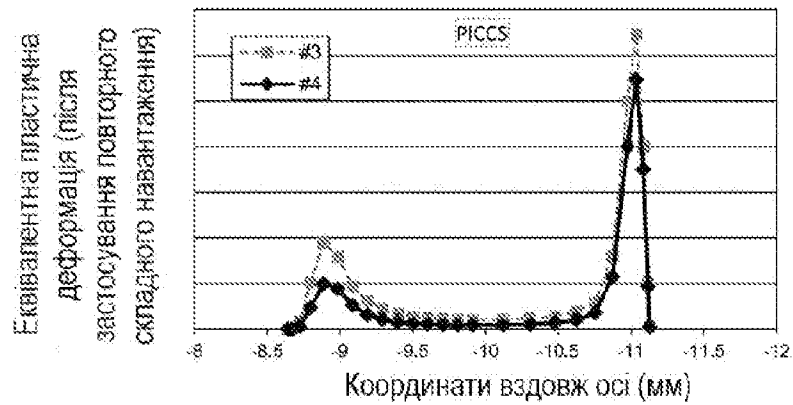
Фіг. 7В



Фіг. 7С



Фіг. 8А



Фіг. 8В

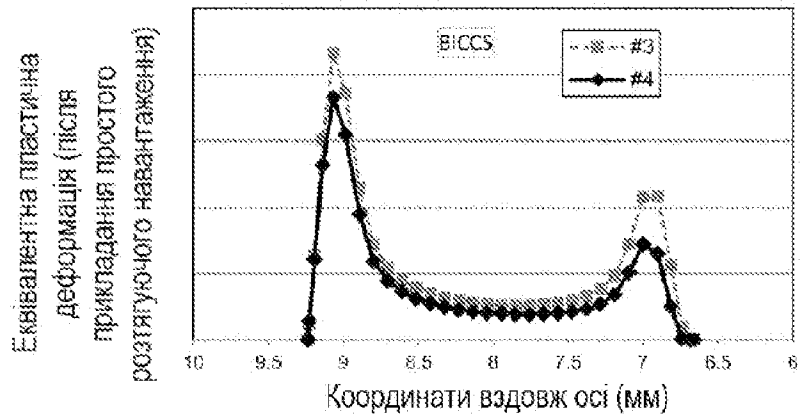


Fig. 9A

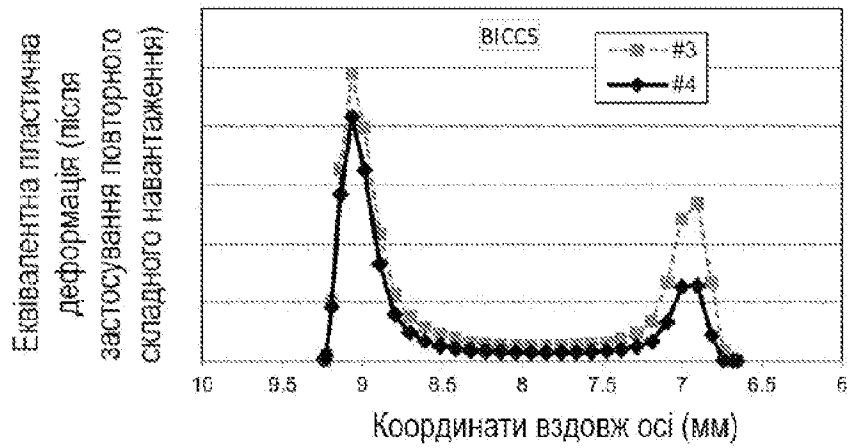


Fig. 9B