



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **101686** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
F16L 15/00
E21B 17/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 03106	(72) Винахідник(и): Георгієв Олександр Афтонділович (UA), Жаріков Євген Юрійович (UA), Кабак Валерій Григорович (UA), Махов Олександр Вікторович (UA)
(22) Дата подання заявки: 03.04.2015	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.09.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.09.2015, Бюл.№ 18	(73) Власник(и): Георгієв Олександр Афтонділович, вул. Євпаторійська, 40, м. Дніпропетровськ, 49049 (UA), Жаріков Євген Юрійович, пр. Миру, 55, кв. 33, м. Дніпропетровськ, 49130 (UA), Кабак Валерій Григорович, вул. Почтова, 63, м. Дніпропетровськ, 49108 (UA), Махов Олександр Вікторович, вул. Вологодська, 44, м. Дніпропетровськ, 49074 (UA)

(54) ВИСОКОГЕРМЕТИЧНЕ РІЗЬБОВЕ З'ЄДНАННЯ ОБСАДНИХ ТРУБ

(57) Реферат:

Високогерметичне різьбове з'єднання обсадних труб, яке утворене охоплюваною трубою та трубою, що охоплює, з упорними конічними різьбами з конусністю 1:16 та кутом профілю 12,5°÷13,5°. На охоплюваній трубі виконано циліндричне розточення, паралельне осі зазначеної труби, а конусність конічних опорних поверхонь, виконаних відповідно на зовнішній поверхні охоплюваної труби на ділянці між циліндричним розточенням і торцем труби та на внутрішній поверхні труби, що охоплює, на ділянці між конічною різьбою і тілом труби дорівнює 3:20.

UA 101686 U

Корисна модель належить до області машинобудування, а саме до високогерметичних різьбових з'єднань обсадних труб, і може бути використана при облаштуванні та експлуатації нафтових і газових свердловин.

Відоме різьбове з'єднання обсадних труб, яке утворене охоплюваною трубою та трубою, що охоплює, з упорними конічними різьбами з конусністю 1:16 та кутом профілю $12,5^\circ \div 13,5^\circ$, при цьому профіль упорної конічної різьби має вигляд нерівнобедреної трапеції з упорною гранню витка, що розташована під більшим кутом до напрямку дії навантаження, охоплювана труба та труба, що охоплює, контактують між собою конічними опорними поверхнями, виконаними відповідно на зовнішній поверхні охоплюваної труби на ділянці між конічною різьбою і торцем труби в вигляді конічної опорної поверхні з конусністю 1:10 в бік цієї труби та на внутрішній поверхні труби, що охоплює, на ділянці між конічною різьбою і тілом труби в вигляді конічної опорної поверхні з конусністю 1:10 в бік цієї труби, й конічними упорними поверхнями, виконаними відповідно на торці охоплюваної труби в вигляді конічної упорної торцевої поверхні з кутом конусності $74,5^\circ \div 75,5^\circ$ в напрямку охоплюваної труби та на внутрішній поверхні труби, що охоплює, на ділянці переходу опорної конічної поверхні до тіла труби в вигляді конічної упорної поверхні з кутом конусності $74,5^\circ \div 75,5^\circ$ у напрямку труби, що охоплює, при цьому на охоплюваній трубі виконане циліндричне розточення, паралельне осі зазначеної труби, а на трубі, що охоплює, виконане циліндричне розточення, паралельне осі зазначеної труби, зазначені циліндричні розточення виконані таким чином, що при збиранні різьбового з'єднання вони утворюють порожнину, що з однієї сторони обмежена циліндричним розточенням на охоплюваній трубі, а з іншої сторони циліндричним розточенням на трубі, що охоплює, причому довжина циліндричного розточення на охоплюваній трубі знаходиться в інтервалі від:

$$L_{1.\max} = L_5 - 0,1F + 0,1X + L_9 - 0,025 \quad \text{до:} \quad L_{1.\min} = L_5 - 0,1F + 0,1X + L_9 - 0,525, \quad \text{а довжина циліндричного розточення на трубі, що охоплює, знаходиться в інтервалі від:}$$

$$L_{2.\max} = L_3 - Y - 0,0625E + 0,0625Z + 1,3817 \quad \text{до:} \quad L_{2.\min} = L_3 - Y - 0,0625E + 0,625Z - 2,1698, \quad \text{де:}$$

$L_{1.\max}$ і $L_{1.\min}$ - максимальна й мінімальна довжини циліндричного розточення на охоплюваній трубі; $L_{2.\max}$ і $L_{2.\min}$ - максимальна й мінімальна довжини циліндричного розточення на трубі, що охоплює; Z - діаметр циліндричного розточення в трубі, що охоплює; Y - відстань від торця труби, що охоплює, до основної площини; F - діаметр циліндричного розточення в охоплюваній трубі; X - діаметр конічної опорної поверхні, який визначається на відстані L_9 від торця, утвореного її умовним перетином з конічною опорною поверхнею; E - середній діаметр конічної різьби в основній площині; L_3 - відстань від торця труби, що охоплює, до кінця циліндричного розточення; L_5 - загальна довжина ущільнювального елемента охоплюваної труби; L_9 - відстань від торця охоплюваної труби до вимірювальної площини діаметра її ущільнювального елемента. (Патент UA № 96313, C2 F16L 15/00, 25.10.2011. Бюл. № 20.).

Недоліком відомого пристрою є недостатня герметичність безрізьбової замкової частині з'єднання, в якій ущільнення здійснюється "метал-по-металу". Мала конусність конічних опорних поверхонь обумовлює високі вимоги до їх виконання в частині якості обробки поверхонь та точності. В трубі, що охоплює, важко виконати з високою точністю та якістю складну ділянку "циліндричне розточення - конічна опорна поверхня" в зв'язку з тим, що зазначена ділянка знаходиться в "сліпій" зоні, до котрої немає вільного доступу, ріжучий інструмент для її обробки має велике плече, що призводить до його подовження при нагріванні та значного вигину. Формули для розрахунку довжин ущільнювальних елементів не враховують якість обробки сполучених поверхонь, відхилення осей різьб та самих конічних опорних елементів, овальність ущільнювальних елементів. Все наведене, в загалом, не дозволяє використовувати зазначене з'єднання в якості високогерметичного.

Найбільш близьким аналогом того ж призначення є різьбове з'єднання обсадних труб, яке утворене охоплюваною трубою та трубою, що охоплює, з упорними конічними різьбами з конусністю 1:16 та кутом профілю $12,5^\circ \div 13,5^\circ$, при цьому профіль упорної конічної різьби має вигляд нерівнобедреної трапеції з упорною гранню витка, що розташована під більшим кутом до напрямку дії навантаження, охоплювана труба та труба, що охоплює, контактують між собою конічними опорними поверхнями, виконаними відповідно на зовнішній поверхні охоплюваної труби на ділянці між конічною різьбою і торцем труби в вигляді конічної опорної поверхні з конусністю 1:10 в бік цієї труби та на внутрішній поверхні труби, що охоплює, на ділянці між конічною різьбою і тілом труби в вигляді конічної опорної поверхні з конусністю 1:10 в бік цієї труби, й конічними упорними поверхнями, виконаними відповідно на торці охоплюваної труби в

вигляді конічної упорної торцевої поверхні з кутом конусності $74,5^\circ \div 75,5^\circ$ в напрямку охоплюваної труби та на внутрішній поверхні труби, що охоплює, на ділянці переходу опорної конічної поверхні до тіла труби в вигляді конічної упорної поверхні з кутом конусності $74,5^\circ \div 75,5^\circ$ в напрямку труби, що охоплює. (Патент RU № 2297512, C2 F16L 15/00, 20.04.2007. Бюл. № 11.).

До недоліків відомого пристрою належить те, що вищезазначене різьбове з'єднання має недостатню герметичність через виконання його конструкції з малою конусністю опорних конічних поверхонь. Це не дозволяє отримати задану величину натягу при малих осьових переміщеннях охоплюваної труби, що, в свою чергу, збільшує період від першого контакту ущільнювальних поверхонь до забезпечення заданого натягу. Така форма ущільнювального елемента на охоплюваній трубі не дозволяє використовувати універсальний кільцевий калібр для комплексного контролю якості виконання різьби, що обумовлює значні витрати виробничого часу на контроль кожного параметру її форми і розміру.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення надійності та герметичності різьбового з'єднання обсадних труб та одночасне забезпечення спрощення контролю форми і розмірів різьби.

Поставлена задача вирішується тим, що в відомому різьбовому з'єднанні обсадних труб, яке утворене охоплюваною трубою та трубою, що охоплює, з упорними конічними різьбами з конусністю 1:16 та кутом профілю $12,5^\circ \div 13,5^\circ$, при цьому профіль упорної конічної різьби має вигляд нерівнобедреної трапеції з упорною гранню витка, що розташована під більшим кутом до напрямку дії навантаження, охоплювана труба та труба, що охоплює, контактують між собою конічними опорними поверхнями, виконаними відповідно на зовнішній поверхні охоплюваної труби на ділянці між конічною різьбою і торцем труби в вигляді конічної опорної поверхні з конусністю в бік цієї труби та на внутрішній поверхні труби, що охоплює, на ділянці між конічною різьбою і тілом труби в вигляді конічної опорної поверхні з конусністю в бік цієї труби, й конічними упорними поверхнями, виконаними відповідно на торці охоплюваної труби в вигляді конічної упорної торцевої поверхні з кутом конусності $74,5^\circ \div 75,5^\circ$ в напрямку охоплюваної труби та на внутрішній поверхні труби, що охоплює, на ділянці переходу опорної конічної поверхні до тіла труби в вигляді конічної упорної поверхні з кутом конусності $74,5^\circ \div 75,5^\circ$ в напрямку труби, що охоплює, згідно з корисною моделлю, на охоплюваній трубі виконано циліндричне розточення, паралельне осі зазначеної труби, а конусність конічних опорних поверхонь, виконаних відповідно на зовнішній поверхні охоплюваної труби на ділянці між циліндричним розточенням і торцем труби та на внутрішній поверхні труби, що охоплює, на ділянці між конічною різьбою і тілом труби дорівнює 3:20, при цьому довжина зони ущільнювання конічної опорної поверхні на охоплюваній трубі L_y визначається залежністю:

$$L_y = L_K + 0,15D_{Ц} - 0,15D_{K.P}, \text{ де: } L_K - \text{відстань від торця охоплюваної труби до контрольної}$$

вимірювальної площини діаметра її конічної опорної поверхні, мм; $D_{Ц}$ - діаметр циліндричного розточення на охоплюваній трубі, визначається діаметром кільцевого калібру для комплексного контролю якості виконання різьби з додаванням технологічного зазору, мм; $D_{K.P} = K \times D_K$ -

розрахунковий діаметр конічної опорної поверхні на відстані L_K від торця охоплюваної труби, мм; D_K - довідковий діаметр конічної опорної поверхні на відстані L_K від торця охоплюваної

$$K = 1 + \frac{a+b+c}{L_0}$$

труби (задається виробником), мм; L_0 - розрахунковий коефіцієнт, враховуючий вплив основних похибок виконання конічного ущільнювального елемента на охоплюваній трубі;

L_0 - відстань від торця охоплюваної труби до кінця циліндричного розточення (задається виробником), мм; a - відхилення від співвісності осей різьби та конічного опорного елемента охоплюваної труби в площині торця (задається виробником в нормативно-технічній документації), мм; b - якість обробки конічної опорної поверхні (шорсткість) охоплюваної труби (задається виробником в нормативно-технічній документації), мм; c - відхилення від круглості (овальності) конічного опорного елемента охоплюваної труби (задається виробником в нормативно-технічній документації), мм.

Введення циліндричного розточування між різьбою та конічною опорною поверхнею на охоплюваній трубі дозволяє використовувати універсальний кільцевий калібр для комплексного контролю якості виконання різьби, спрощує процедуру контролю, економить виробничий час. Конусність по радіальній утворюючій герметизуючого клина 3:20, більш крута в порівнянні з

відомими з'єднаннями, де максимальна конусність складає 1:10. Це дозволяє отримати задану величину натягу при порівняльно малому осьовому переміщенні охоплюваної труби, що знижує період от першого контакту ущільнювальних поверхонь до забезпечення заданого натягу, а також забезпечує більшу зносостійкість і ущільнення при кінцевій збірці-розбірці. Основні похибки виконання конічного ущільнювального елемента на охоплюваній трубі, такі як: якість обробки його поверхні (шорсткість), відхилення осей різьби та зазначеного елемента, а також його овальності, що мають суттєвий вплив на герметичність з'єднання, враховуються через розрахунковий коефіцієнт K . Таким чином, зниження вимог до якості виконання безрізбового з'єднання призводить до збільшення діаметру охоплюваної труби в ньому, при цьому довжина зони ущільнювання конічної опорної поверхні зменшується. Все це забезпечує підвищення герметичності не тільки за рахунок росту сил тертя на сполучених ущільнювальних конусних поверхнях, а й за рахунок виникнення пружної деформації між ними. В загалом, з урахуванням вищенаведеного розроблена конструкція дозволяє досягнути оптимальної величини напруг в ущільнювальних і упорних елементах, обумовлює ефективне використання розробленого з'єднання в складних умовах експлуатації без втрати герметичності.

Корисна модель пояснюється графічно: на фіг. 1 - схема високогерметичного різбового з'єднання обсадних труб; 2 - схема елементів охоплюваної труби; фіг. 3 - схема елементів труби, що охоплює.

Високогерметичне різбове з'єднання обсадних труб, яке утворене охоплюваною трубою 1 та трубою 2, що охоплює, з упорними конічними різьбами 3 із конусністю 1:16 і кутом профілю $12,5^\circ \div 13,5^\circ$. Профіль упорної конічної різьби 3 має вигляд нерівнобедреної трапеції з опорною гранню витка 4, що розташована під більшим кутом до напрямку дії навантаження. Контактуючі між собою конічні опорні поверхні виконані на зовнішній поверхні охоплюваної труби 1 на ділянці між конічною різьбою 3 і торцем труби 1 в вигляді конічної опорної поверхні 5 з конусністю 3:20 в бік цієї труби й на внутрішній поверхні труби 2, що охоплює, на ділянці між конічною різьбою 3 і тілом труби 2 в вигляді конічної опорної поверхні 6 з конусністю 3:20 в бік цієї труби. Контактуючі між собою конічні упорні поверхні, виконані відповідно на торці охоплюваної труби 1 в вигляді конічної упорної торцевої поверхні 7 з кутом конусності $74,5^\circ \div 75,5^\circ$ в напрямку охоплюваної труби 1 та на внутрішній поверхні труби 2, що охоплює, на ділянці переходу опорної конічної поверхні 6 до тіла труби 2 в вигляді конічної упорної поверхні 8 з кутом конусності $74,5^\circ \div 75,5^\circ$ в напрямку труби 2, що охоплює. На охоплюваній трубі 1 виконано циліндричне розточення 9, паралельне осі зазначеної труби, а довжина зони ущільнювання конічної опорної поверхні L_y на охоплюваній трубі визначається залежністю:

$$L_y = L_k + 0,15D_{\text{ц}} - 0,15D_{\text{кр}},$$
 де: L_k - відстань від торця охоплюваної труби до контрольної вимірювальної площини діаметра її конічної опорної поверхні, мм; $D_{\text{ц}}$ - діаметр циліндричного розточення на охоплюваній трубі, мм; $D_{\text{кр}} = K \times D_k$ - розрахунковий діаметр конічної опорної поверхні на відстані L_k від торця охоплюваної труби, мм; D_k - довідковий діаметр конічної опорної поверхні, який задається на відстані L_k від торця охоплюваної труби, мм;

$$K = 1 + \frac{a+b+c}{L_0}$$

- розрахунковий коефіцієнт, враховуючий вплив основних похибок виконання конічного ущільнювального елемента на охоплюваній трубі; L_0 - відстань від торця охоплюваної труби до кінця циліндричного розточення, мм; a - відхилення від співвісності осей різьби та конічного опорного елемента охоплюваної труби в площині торця, мм; b - якість обробки конічної опорної поверхні (шорсткість) охоплюваної труби, мм; c - відхилення від круглості (овальності) конічного опорного елемента охоплюваної труби, мм.

Робота високогерметичного різбового з'єднання обсадних труб здійснюється в такий спосіб. При виконанні операції загвинчування з'єднання спочатку здійснюється взаємодією охоплюваної труби 1 і труби 2, що охоплює, за допомогою упорної конічної різьби 3. В процесі загвинчування відбувається просування конічної опорної поверхні 5 з подальшою взаємодією її з конічною опорною поверхнею 6. За рахунок діаметральних деформацій цих поверхонь створюється ущільнювальний вузол "метал-по-металу". При подальшому відносному переміщенні труб 1 і 2 здійснюється силове контактування конічної упорної торцевої поверхні 7 охоплюваної труби 1 й конічної упорної поверхні 8 труби 2, що охоплює, в результаті чого на їхніх поверхнях виникають контактні напруги, величина яких перебуває в області пружних деформацій. Рівень контактних напруг, при всіх рівних умовах, визначається величиною

контактуючих площ поверхонь 7 і 8. Конічні поверхні упорних торців виконано таким чином, що при дії на них осевого зусилля, що виникає при загвинчуванні різьб, поперечна складова цього зусилля спрямована до осі з'єднання. Це виключає так зване явище "розгортання", тобто поперечну деформацію зі збільшенням діаметра в області упорних торців, що робить з'єднання менш критичним до перевищення крутного моменту загвинчування й збільшує його експлуатаційну надійність. Високогерметичне з'єднання може бути загвинчено з використанням полімеризованого мастила, що твердіє після збирання. Перевірку якості виконання різьби 3 на охоплюваній трубі виконують універсальним кільцевим калібром (не показаний) завдяки наявності циліндричного розточування 9 між різьбою 3 та конічною опорною поверхнею 5, це спрощує процедуру контролю, економить виробничий час.

Запропоноване високогерметичне різьбове з'єднання обсадних труб пройшло апробацію в умовах ТОВ "Дніпровський трубний завод" при виготовленні експериментальної партії з'єднань з муфтами (розмір труб $D_T \times S_T = 244,48 \times 11,99$ мм, клас сталі Р110). В одній партії труб в кількості 21 штука з'єднання труб з муфтами виконували відповідно до прототипу. В другій партії труб в кількості 21 штука з'єднання труб з муфтами виконували відповідно до корисної моделі, що заявляється. Під час виробничого експерименту фіксували час, за який буде досягнуто оптимальний крутний момент загвинчування (задана величина натягу), на підставі отриманих даних були побудовані опосередковані графіки (фіг. 4), де прототипу відповідає суцільна крива, а запропонованій корисній моделі - переривчаста крива.

Аналіз графіків показує, що задана величина натягу була досягнута за менший проміжок часу при використанні запропонованої корисної моделі.

На контроль якості виконання різьб за допомогою кільця-калібру, в частині відповідності вимогам її форми і розмірів, на охоплюваній трубі, виготовленій згідно з заявленою конструкцією, було витрачено часу в 2 рази менше ніж на аналогічний контроль традиційними методами на прототипі.

Випробування на герметичність в частині здатності витримувати більший внутрішній гідравлічний тиск до появи течії показали, що муфтові з'єднання труб, виконані відповідно до корисної моделі, витримують тиск в 1,10-4,15 рази вище, ніж муфтові з'єднання, виконані згідно з прототипом.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Високогерметичне різьбове з'єднання обсадних труб, яке утворене охоплюваною трубою та трубою, що охоплює, з упорними конічними різьбами з конусністю 1:16 та кутом профілю $12,5^\circ \div 13,5^\circ$, при цьому профіль упорної конічної різьби має вигляд нерівнобедреної трапеції з упорною гранню витка, що розташована під більшим кутом до напрямку дії навантаження, охоплювана труба та труба, що охоплює, контактують між собою конічними опорними поверхнями, виконаними відповідно на зовнішній поверхні охоплюваної труби на ділянці між конічною різьбою і торцем труби в вигляді конічної опорної поверхні з конусністю в бік цієї труби та на внутрішній поверхні труби, що охоплює, на ділянці між конічною різьбою і тілом труби в вигляді конічної опорної поверхні з конусністю в бік цієї труби, й конічними упорними поверхнями, виконаними відповідно на торці охоплюваної труби в вигляді конічної упорної торцевої поверхні з кутом конусності $74,5^\circ \div 75,5^\circ$ в напрямку охоплюваної труби та на внутрішній поверхні труби, що охоплює, на ділянці переходу опорної конічної поверхні до тіла труби в вигляді конічної упорної поверхні з кутом конусності $74,5^\circ \div 75,5^\circ$ в напрямку труби, що охоплює, яке **відрізняється** тим, що на охоплюваній трубі виконано циліндричне розточення, паралельне осі зазначеної труби, а конусність конічних опорних поверхонь, виконаних відповідно на зовнішній поверхні охоплюваної труби на ділянці між циліндричним розточенням і торцем труби та на внутрішній поверхні труби, що охоплює, на ділянці між конічною різьбою і тілом труби дорівнює 3:20, при цьому довжина зони ущільнювання конічної опорної поверхні на охоплюваній трубі L_y визначається залежністю: $L_y = L_K + 0,15D_{Ц} - 0,15D_{КР}$, де: L_K - відстань від торця охоплюваної труби до контрольної вимірювальної площини діаметра її конічної опорної поверхні, мм; $D_{Ц}$ - діаметр циліндричного розточення на охоплюваній трубі, мм; $D_{КР} = K \times D_K$ - розрахунковий діаметр конічної опорної поверхні на відстані L_K від торця охоплюваної труби, мм; D_K - довідковий діаметр конічної опорної поверхні, який задається на відстані L_K від торця охоплюваної труби, мм; $K = 1 + \frac{a+b+c}{L_0}$ - розрахунковий коефіцієнт, враховуючий вплив основних

- похибок виконання конічного ущільнювального елемента на охоплюваній трубі; L_0 - відстань від торця охоплюваної труби до кінця циліндричного розточення, мм; a - відхилення від співвісності осей різьби та конічного опорного елемента охоплюваної труби в площині торця, мм; b - якість обробки конічної опорної поверхні (шорсткість) охоплюваної труби, мм; c - відхилення від круглості (овальність) конічного опорного елемента охоплюваної труби, мм.

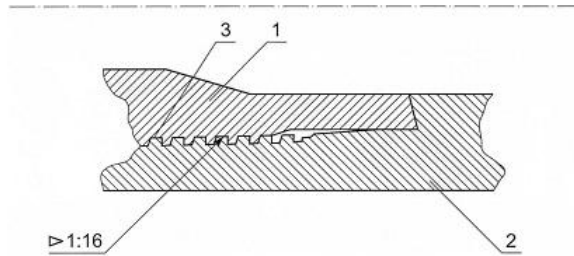


Fig. 1

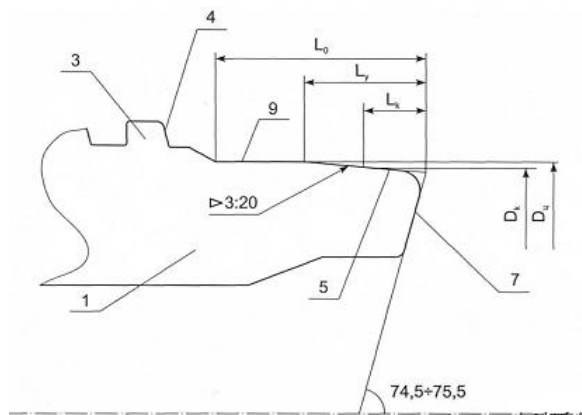


Fig. 2

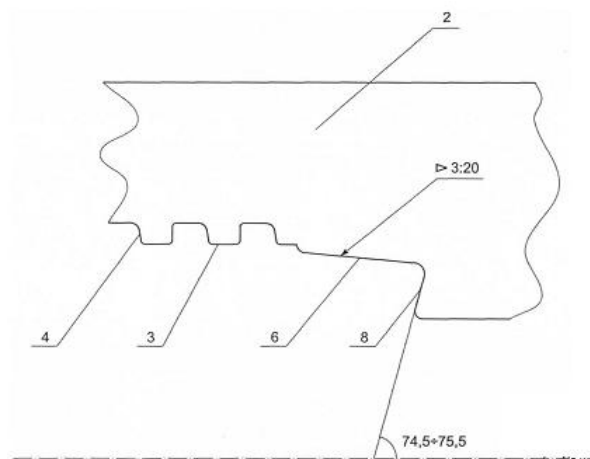
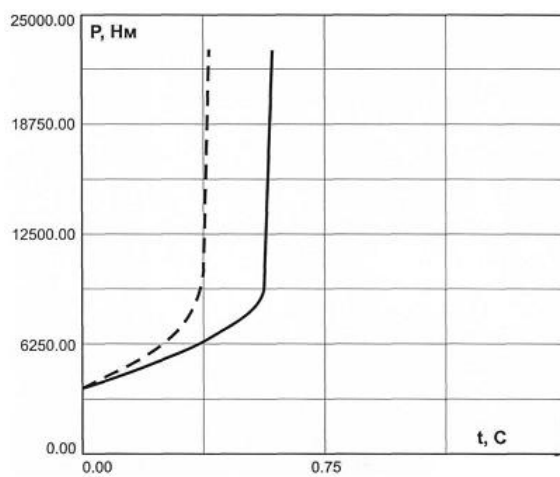


Fig. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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