



УКРАЇНА

(19) UA (11) 44935 (13) U  
(51) МПК (2009)  
E21B 10/46

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) РОБОЧИЙ ОРГАН ІНСТРУМЕНТУ З ТВЕРДОСПЛАВНИМИ ВСТАВКАМИ

1

2

(21) u200903171

(22) 03.04.2009

(24) 26.10.2009

(46) 26.10.2009, Бюл.№ 20, 2009 р.

(72) КОРНУТА ВОЛОДИМИР АНДРІЙОВИЧ, ДРА-  
ГАНЧУК ОКСАНА ТЕОДОРІВНА, КОРНУТА ОЛЕ-  
НА ВОЛОДИМИРІВНА

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(57) 1. Робочий орган інструменту із твердосплав-  
ними вставками, який містить породоруйнуючі  
вставки, які складаються з робочої головки і хвост-  
товика, запресованого в гнізді (отворі) корпусу  
інструменту за допомогою проміжної втулки, який  
**відрізняється** тим, що отвір під вставку виконано  
двоступінчастим, втулку запресовано у ступінь  
отвору, ближчий до устя.

2. Робочий орган інструменту із твердосплавними  
вставками за п. 1, який **відрізняється** тим, що

отвір виконано триступеневим, де перший (верх-  
ній) ступінь циліндричний або конічний, або части-  
на поверхні тора чи іншої поверхні обертання, дру-  
гий - меншого діаметра - циліндричний, в другий  
ступінь запресовано втулку, третій (нижній) ступінь  
- циліндричний номінального діаметра з'єднання з  
натягом "твердосплавна вставка - отвір".

3. Робочий орган інструменту із твердосплавними  
вставками за п. 1 та п. 2, який **відрізняється** тим,  
що втулка має розмір висоти вздовж осі, більший  
від глибини ступеня отвору, в якому вона (втулка)  
запресована.

4. Робочий орган інструменту із твердосплавними  
вставками за п. 1, п. 2 та п. 3, який **відрізняється**  
тим, що на зовнішній поверхні втулки зі сторони  
дна отвору є фаска з кутом менше 15° і висотою,  
яка забезпечує посадку з зазором в площині ниж-  
ньої основи втулки.

Корисна модель стосується галузі інструмен-  
тального виробництва, а саме конструкції робочих  
органів інструмента із твердосплавними вставка-  
ми, закріпленими у сталевих корпусах- державках,  
зокрема у нафтовому машинобудуванні робочих  
органів інструменту із твердосплавними вставками  
- зубцями для руйнування породи, точніше таких  
робочих органів у тілі яких вставки закріплюються  
в отворах корпусу з'єднанням з натягом.

Відоме бурове долото [1], що включає корпус  
шарошки, оснащеної твердосплавними вставками,  
які мають хвостовик та робочу поверхню, хвостовик  
сполучається з отвором; вставка виконується з  
двох різних матеріалів: середини із підвищеною  
зносоустійкістю та твердістю та зовнішньої частини  
(втулки) з нижньою зносоустійкістю але вищою в'яз-  
кістю; частини вставки та вставка з шарошкою мо-  
нтуються за допомогою паяного шва твердим при-  
поєм.

Недоліком вирішення є необхідність викорис-  
тання для збирання двох паяних швів, що може  
призводити до зниження якості шва, утвореного  
першим, при створенні другого шва, можливе ви-  
никнення значних залишкових напружень після  
остигання деталей. Недоліком також є значна різ-

ниця механічних характеристик паяного шва та  
матеріалів частин вставки.

Відомий орган для руйнування породи [2]  
оснащений ступінчастими вставними зубцями,  
який включає корпус із ступінчастими отворами під  
вставні зубці, ступінчасті породоруйнуючі зубці,  
які складаються з робочої головки та гладкого хвост-  
товика меншого діаметра, корпус та хвостовик  
з'єднані між собою деформованою вставкою, яка  
дозволяє знизити нерівномірність натягу вздовж  
зубця та полегшити технологію збирання з'єднан-  
ня.

Недоліком вирішення є виникнення додатко-  
вих напружень внаслідок нерегульованої дефор-  
мації вставки у тілі породоруйнуючого інструменту,  
в тому числі й при дії експлуатаційних наванта-  
жень, що може призвести до утворення тріщин на  
границі контакту зубця та тіла інструменту, руйну-  
вання отвору та випадання зубця або сколювання  
головки зубця в процесі роботи та додаткове під-  
вищення напружень у зоні вищих напружень по-  
близу дна отвору.

Відома конструкція породоруйнуючої вставки  
[3], яка складається з робочої головки і хвостови-  
ка, запресованого в гнізді (отворі) корпусу інстру-

UA (19) 44935 (13) U

мента за допомогою проміжної втулки із дном з отвором співвідношення розмірів якої складає:

$$0,69 < \frac{d_1}{d_2} < 1; 0,4 \leq \frac{d_1 \delta_1}{d_2 \delta_2} \leq 0,5;$$

де  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  - натяги, що забезпечуються відповідно внутрішньою поверхнею втулки діаметром  $d_1$  та зовнішньою діаметром  $d_2$ .

Як варіант для забезпечення більш рівномірного розподілу напружень вздовж контактної поверхні хвостовика на боковій поверхні втулки із сторони дна виконується кільцева виточка, що забезпечує посадку з зазором.

Недоліком існуючої конструкції є розміри отвору, втулки та вставки, при яких натяг може спричинити як пружні, так і пластичні деформації. При збиранні елементів з'єднання із запропонованими співвідношеннями розмірів в послідовності, визначеній описом, у стінках тонкостінної втулки, особливо поблизу дна, при значеннях параметрів розмірів (натягів та діаметрів), запропонованих в конструкції, виникають значні напруження, що може призводити до значних пластичних деформацій та до розтріскування стінок втулки. Виточка втулки розвантажує корпус (отвір), але рівномірність напружень у вставці не досягається за рахунок впливу дна втулки, що також є недоліком існуючої конструкції.

Найближчою за отриманим результатом та технічною суттю є відома ріжуча вставка інструментів для руйнування породи [4], які включають корпус, робоча поверхня якого оснащена твердосплавними вставками, вставки закріплено в отворах робочої поверхні за допомогою захисної втулки з матеріалу, значно м'якшого за матеріал вставки; вставка монтується у захисну втулку наприклад із сталі, а складений елемент запресовується і / або сполучається з отвором на поверхні руйнуючого породи органу за допомогою пайки, втулка може мати пази або прорізи.

Недоліком вирішення є не лімітовані натяги та їх відношення на меншому та більшому радіусах контакту, що може призводити як до виникнення високих еквівалентних напружень у втулці, так і до низьких значень радіальних напружень від натягу, які визначають силу тертя, що є головною силою утримання вставки в корпусі, ніяк не знімається недолік нерівномірного розподілу напружень вздовж осі з'єднання. Недоліком використання для закріплення паяного з'єднання є відносно низькі механічні характеристики матеріалу припою та п'яного шва. Недоліком також є значна різниця механічних характеристик матеріалів вставки та втулки, що може призводити до зминання втулки та втрати зубців через випадання.

Метою корисної моделі є вдосконалення конструкції інструменту для руйнування породи, оснащеного твердосплавними вставними зубцями, для підвищення надійності закріплення зубця і зменшення величини еквівалентних напружень на границі контакту корпусу робочого органу інструменту та зубця, спрощення та прискорення монтажу зубців у тілі корпусу, зниження концентрації напружень біля устя отвору, вирівнювання величини напружень по висоті хвостовика зубця.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому інструменті для руйнування породи робочий орган інструменту із твердосплавними вставками, який містить породоруйнуючі вставки, які складаються з робочої головки і хвостовика, запресованого в гнізді (отворі) корпусу інструмента за допомогою проміжної втулки, закріплення вставки та втулки виконується за рахунок натягів між отвором та зовнішньою поверхнею втулки і хвостовиком вставки та внутрішньої поверхні втулки, які проєктуються при виборі розмірів хвостовика зубця, отвору та внутрішньої і зовнішньої поверхонь втулки пропонується отвір під вставку робити двохступінчастим, у ступінь більшого діаметра, ближчу до устя отвору, запресовується втулка, а розміри втулки, отвору та хвостовика зубця підбирати так, щоб забезпечити достатній рівень радіальних напружень при одночасному забезпеченні рівня еквівалентних напружень, за теорією найбільших дотичних напружень або енергетичною теорією міцності, нижчого за обраний гранично допустимий рівень.

Варіантом закріплення є виконання отвору триступеневим, де перша (верхня) ступінь циліндрична або конічна або частина поверхні тора чи іншої поверхні обертання, друга меншого діаметра - циліндрична, в другу ступінь запресовано втулку, третя (нижня) ступінь циліндрична номінального діаметра з'єднання з натягом "твердосплавна вставка-отвір". Закріплення відбувається за рахунок натягу між хвостовиком зубця і ступінню меншого діаметра отвору в тілі корпусу, та натягів, які виникають між зовнішньою поверхнею втулки та поверхнею середньої ступені більшого діаметра отвору в тілі корпусу і зовнішньою поверхнею хвостовика зубця та внутрішньою поверхнею втулки. Розміри поверхонь підбираються аналогічно попередньої конструкції.

Варіантом вказаних вище конструкцій є використання втулки, що має розмір висоти вздовж осі більший глибини отвору, в якому вона (втулка) запресована. Діаметральні розміри поверхонь підбираються аналогічно попереднім конструкціям.

Варіантом запропонованих конструкцій є конструкція з виконаною на зовнішній поверхні втулки зі сторони дна отвору фаскою з кутом 10-15° і висотою, яка забезпечує з'єднання з зазором в площині нижньої основи втулки.

Використання проміжної втулки дає можливість керувати напруженим станом деталей підбором співвідношень розмірів та натягів за рахунок відомого ефекту компенсації напружень від дії тиску на внутрішній поверхні циліндра у багатокomпонентному циліндрі дією натягу між компонентами циліндра. Дія вказаного ефекту спричиняє підвищення радіальних з одночасним зниженням колових напружень, за рахунок чого досягається збільшення сили утримання вставки в отворі з одночасним зниженням еквівалентних напружень. Радіус зовнішньої поверхні втулки більший радіуса вставки, що веде до вирівнювання напруженого стану елементів з'єднання, зниження концентрації напружень від контакту відносно з'єднання без проміжної втулки.

Відомо, що розподіл напружень на поверхні контакту двох циліндричних тіл вздовж висоти з'єднання є нерівномірним, зокрема для з'єднань з глухим отвором спостерігається підвищення рівня напружень вздовж висоти отвору / закріплення від устя до дна отвору, що пояснюється зміною граничних умов. Таким чином, навіть при з'єднанні, спроектованому з оптимальним натягом виникає небезпека перевищення границі міцності матеріалів при дні отвору та / або недостатнього натягу при усті отвору. Використання ступінчастого отвору з поміжною втулкою для закріплення у ступені більшого діаметра дозволяє досягти вирівнювання напруженого стану по висоті хвостовика вставки.

Відомо, що при усті отвору виникає концентрація напружень, яка особливо проявляється з прикладенням експлуатаційного навантаження. У вставці в зоні концентрації напружень виникає складний навантажений стан, що призводить до небезпеки розтріскування матеріалу вставки з подальшим розвитком магістральної тріщини та сколюванням робочої головки. Для зменшення концентрації напружень рекомендують знижувати жорсткість корпусу в межах устя отвору формуванням кільцевої виточки, створенням конічного виступу, тощо. Використання втулки, вищої за глибину отвору, в якому вона кріпиться формує навколо вставки кільце пониженої жорсткості, що дозволить досягти зниження концентрації напружень та запобігти небезпеці сколювання робочої головки зубців.

Створення третьої ступені отвору поблизу устя є варіантом підвищення надійності закріплення вставки при одночасному пониженні жорсткості та концентрації напружень, яка виникає внаслідок зміни діаметрів, у вставці поблизу устя отвору.

Зниження концентрації напружень при дні отвору дозволить зменшити ризик розтріскування корпусу. Цього можна досягти обточуванням по низу втулки. Але формування ступені на втулці може спричинити виникнення локальної концентрації напружень, погіршити складання конструкції. Плавний перехід від низьких натягів до підвищених дозволяє суттєво вирівняти розподіл напружень по висоті з'єднання, конічна поверхня сприяє самоцентруванню вставки в отворі. Пропонуване створення, в необхідних випадках, конічної фаски на зовнішній поверхні втулки сприятиме покращенню монтажу та вирівнюванню напружень. Розрахунки та відомі експериментальні дослідження показують, що кут фаски для покращення монтажу має бути в межах  $15^\circ$ , при більших кутах відбувається змінання та / або зрізування поверхневого шару отвору при складанні, що призводить до нерегульованого зниження проектного натягу та послаблення закріплення зубця. Якщо кут менше  $15^\circ$  вплив ребра на переході від конічної поверхні фаски до циліндричної бокової поверхні практично нівелюється, виникає незначна концентрація напружень. Виконання фаски поблизу верхнього торця втулки 3, однакової з глибиною отвору висоти, може призводити до зниження сили утримання та локальних зміщень вставки і втулки, що може призводити до втрати вставки. Формування такої фаски на втулці, що виступає з отвору, зменшить

жорсткість, але може призводити до розтріскування втулки.

Основною силою, що утримує вставку в отворі, при з'єднанні з натягом виступає сила тертя. Сила тертя залежить від значення нормальної сили та коефіцієнта тертя. Нормальна сила у з'єднанні, що розглядається, виникає внаслідок дії натягів. Для підвищення коефіцієнта тертя можна використовувати підготовку контактуючих поверхонь перед складанням. Такою підготовкою може слугувати нанесення покриття (напр., гальванічним способом), очищення та знежирювання поверхонь (промивання розчинниками на зразок уайт-спіриту, ацетону), прожарювання поверхонь сталевих деталей до утворення окалини, обробка поверхонь пастами з вмістом абразиву. Перераховані засоби дозволяють підвищити коефіцієнт тертя незалежно від зміни нормальної сили або підвищити адгезію поверхонь, ефект від останнього особливо проявляється при підвищенні нормальної сили. Тобто, варіантом вказаних вище конструкцій є конструкція, контактуючі поверхні деталей якої оброблено для підвищення тертя / адгезії.

На Фіг. 1 зображено головний вигляд робочого органа інструмента на прикладі шарошки долота в зборі з зубцями,

на Фіг. 2. - вигляд А Фіг. 1: запропонована конструкція з'єднання в зборі при двохступеновому отворі, втулка однакової з отвором висоти,

на Фіг. 3 та Фіг. 4 - вигляд А Фіг. 1: запропоновані конструкції з триступеним отвором та, відповідно, втулкою однакової з отвором висоти та виступаючою над устям отвору на Фіг. 5 - "рознесене" з'єднання, втулка з виконаною біля нижньої основи фаскою.

Породоруйнівний інструмент або його робочий орган (напр. шарошка, Фіг. 1) містить корпус 1, на робочій поверхні якого виконано отвори для закріплення твердосплавних вставок 2. Вставки 2 виконано з хвостовиком 3, який використовується для закріплення вставки в отворах корпусу 1, та з робочою головкою 4, якою здійснюється головна корисна функція (безпосередня обробка породи, напр.) інструмента. Робоча головка 4 залежно від призначення та умов роботи інструменту може виконуватись різноманітних форм та розмірів, наведені на Фіг. 2, Фіг. 3, Фіг. 4 та Фіг. 5 форми та розміри робочої головки є лише прикладами. Для закріплення вставок 2 у отворах корпусу 1 використовуються втулки 5; втулка займає призначену для її монтажу ступінь отвору. Двоступеневий отвір виконується із ступенями більшого 6 та меншого 7 діаметрів, триступеневий - 6, 7 та 8.

Зносостійкі твердосплавні вставки 2 закріплюють у корпусі 1 наступним чином.

У корпусі 1 виконують циліндричний двоступеневий отвір. Дно отвору плоске або із слідом від свердла. Діаметр основи сліду від свердла має бути меншим діаметра основи хвостовика твердосплавної вставки. Отвір виконують за прийнятою на виробництві інструмента технологією із забезпеченням необхідної точності. Ступінь 6, призначена для монтажу втулки 5, має мати плоске дно.

Втулка 5 може бути виготовлена із заготовки прутка механічною обробкою, може бути виготов-

лена штампуванням або з безшовних трубок. Виготовлені механічною обробкою втулки необхідно піддати термообробці, напр., покращенню, внутрішні поверхні бажано обробити дорнуванням, зовнішні обкатати роликками. Взагалі, при необхідності калібрування для досягнення необхідного розміру, слід надавати, при можливості, перевагу обробці з поверхневим пластичним деформуванням, замість механічної обробки. За можливості вибору варто надавати перевагу втулкам, виготовленим за допомогою штампування або із трубок.

Обробка твердосплавних вставок 2 повинна забезпечувати необхідний рівень їх точності, перевагу слід надавати шліфованим.

Для полегшення складання та покращення якості з'єднання варто охолодити втулку 5 за допомогою твердої вуглекислоти, твердосплавну вставку 2 за допомогою рідкого азоту. Корпус 1 на складання поставляти одразу після завершення операції термообробки. Таким чином досягається різниця температур деталей, при якій за рахунок термічного стиснення та розширення проєктовані натяги практично нівелюються. Додатковою перевагою є відомий ефект покращення структури та механічних властивостей металевих деталей при обробці переохолодженням. Отже, створення з'єднання проводиться наступним чином: 1) охолодити твердосплавні вставки рідким азотом; 2) охолодити втулки твердим вуглекислим газом; 3) монтувати втулки в отвори, а потім вставки у отвори із втулками за допомогою преса. При використанні посадок з зазором, між внутрішньою поверхнею втулки та поверхнею хвостовика вставки, до складання можна обидві деталі охолоджувати твердим вуглекислим газом.

Можлива послідовність складання: 1) втулка 5 насаджується на твердосплавну вставку 2, а потім разом монтується у отвір чи 2) втулка 5 монтується у отвір, а потім монтується вставка 2. Вибір варіанту послідовності складання залежить від співвідношення натягів між хвостовиком 3 та внутрішньою поверхнею втулки і отвором та зовнішньою поверхнею втулки, обраних серед можливих. У складеному стані з'єднання утримується за рахунок дії натягів між хвостовиком 3 та внутрішньою поверхнею втулки 5 та зовнішньою поверхнею втулки 5 і отвором.

Така послідовність та технологія складання сприяє зменшенню необхідної потужності пресів для створення з'єднань, а також зменшенню ймовірності пошкодження контактних поверхонь. Без

термічної/кріо підготовки деталі складаються за допомогою преса. В будь-якому випадку вставки та втулки монтуються до упора в дно.

Вибір варіанту послідовності складання також аналогічний попередньому варіанту. У складеному стані з'єднання утримується за рахунок натягів між хвостовиком 3 та внутрішньою поверхнею втулки 5 та зовнішньою поверхнею втулки 5 і отвором у ступені більшого діаметра 6 та за рахунок натягу між хвостовиком 3 та ступінню отвору меншого діаметра 7.

При бурінні у контакт з породою перебуває робоча головка 4 зубця 2, навантаження передаватиметься від робочої головки хвостовику 3, від якого через втулку 5 та дно отвору передаватиметься тілу інструмента 1. Вирівнювання напружень по висоті з'єднання та зниження напружень розтягу в тілі інструмента 1 поблизу отвору сприятиме більш надійному утримуванню твердосплавних вставок в отворах, що дозволить підвищити надійність інструмента в цілому та знизити відсоток втрачених вставок.

При армуванні інструмента з використанням втулки, висота якої більша глибини ступені отвору, в якому закріплено втулку 5, додатково зменшиться концентрація напружень у тілі вставки, що сприятиме зменшенню сколювання робочих головок 4 твердосплавних вставок.

Корисна модель може бути застосована і в інших галузях, крім бурового інструменту, де застосовується інструмент, робочі органи якого оснащені твердосплавними вставками.

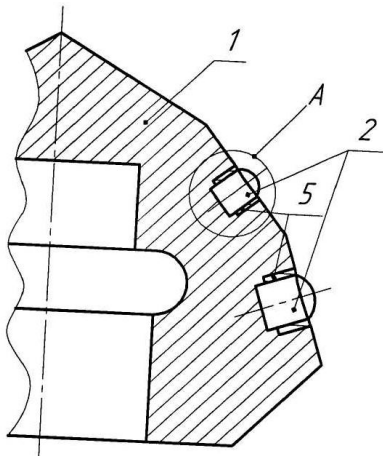
Посилання:

1. Patent 4854405 United States, IPC<sup>4</sup> E21B10/52. Cutting tools /Donald S. Stroud; assignee American National Carbide Company. - № 07/140539; filed 04.01.1988; patented 08.08.1989.

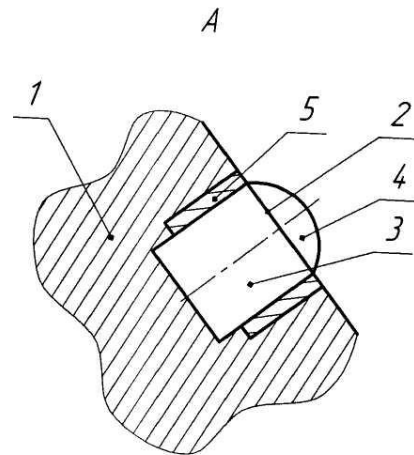
2. А.с. 909100 СССР, МКИ<sup>3</sup> E21B10/16. Породоразрушающий орган /Линдо Г. В., Одиноц С. И., Подкопаев П. А. и др. (СССР). -№ 2967714/22-03; заявл. 30.07.1980; опубл. 28.02.1982, Бюл № 8.

3. А. с. 1303696 СССР, МКИ<sup>4</sup> E21B10/46. Породоразрушающая вставка /С. Е. Алексеев, А. П. Геде (СССР). - № 2872267/22-03; заявл. 25.03.1985; опубл. 15.04.1987, Бюл № 14.

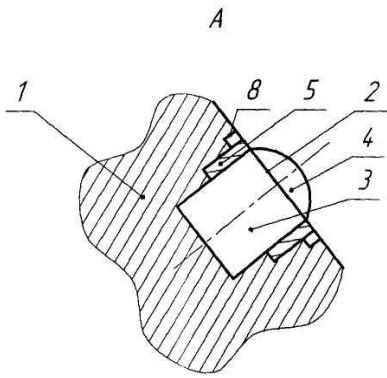
4. Patent 3693736 United States, IPC<sup>1</sup> E21C13/01. Cutter insert for rock bits /Jimmy D. Gardner; assignee Mission Manufacturing Company. -№ 04/855208; filed 04.09.1969; patented 26.09.1972.



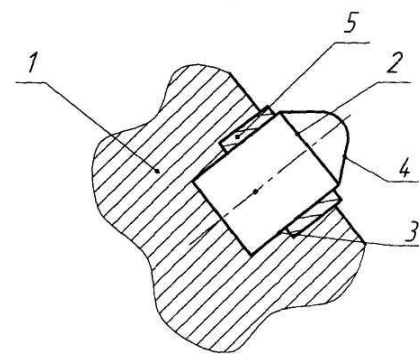
Фиг. 1



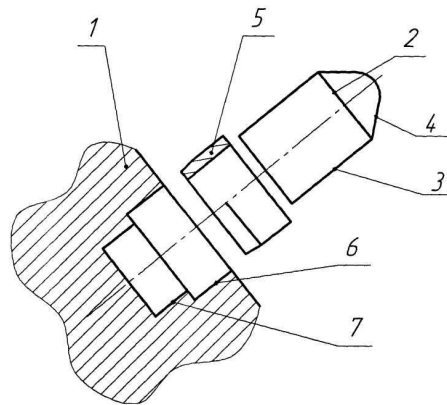
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5