



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37471 (13) A

(51) 7 E21B43/114

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ СВЕРДЛОВИННОЇ ГІДРОПЕРФОРАЦІЇ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

(21) 99010414

(22) 26.01.1999

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Степанчиков Олександр Омелянович, Стефан-
ник Юрій Васильович, Гвоздевич Олег Васильович

(73) Інститут геології і геохімії горючих копалин

(57) 1. Спосіб свердловинної гідроперфорації, при якому спускають в свердловину на колоні насосно - компресорних труб /НКТ/ відхильник, створюють в стінці обсадної колони навпроти вихідного отвору відхильника вікно методом гідроабразивного струменевому впливу, герметично розміщують над відхильником гідроприводу трубчатий гнучкий зонд з соплом на кінці, закачують в порожнину НКТ і зонда рідину під тиском, просувають зонд всередину відхильника до стінки свердловини і вводять його через вікно обсадної колони в породу пласта, впливають струменем рідини, що витікає з сопла, на породу для утворення каналу з одночасним просуванням зонда гідроприводом в канал в міру його заглиблення, який **відрізняється** тим, що після спуску в свердловину відхильника всередину НКТ спускають і герметично фіксують над відхильником гнучкий невисувний патрубок з сопловим насадком на кінці так, щоб сопловий насадок патрубка розміщувався у вихідному отворі відхильника, закачують в порожнину НКТ гідроабразивну суміш, з якої формують за допомогою соплового насадка плоский струмінь, і циклічно діють цим струменем на стінку колони, після кожного циклу витягують патрубок з

відхильника, повертають його навколо осі і знову фіксують над відхильником, діючи так струменем на стінку обсадної колони до утворення в ній наскрізного вікна, після чого патрубок витягують із свердловини, спускають гідропривід зонда всередину НКТ і проводять гідроструменеву проходку каналу.

2. Пристрій свердловинної гідроперфорації, що складається з відхильника з криволінійним направляючим каналом, верхній вхідний отвір якого знаходиться на осі нагнітальної колони НКТ, а нижній вихідний отвір - на бічній поверхні відхильника, гнучкого трубного зонда із соплом на нижньому кінці, з'єднаного з гідроприводом висунання зонда, порожнина якого сполучена з порожниною НКТ, в якій над відхильником на посадковому гнізді герметично розміщений гідропривід, який **відрізняється** тим, що пристрій має гнучкий невисувний патрубок, жорстко закріплений в нижньому торці камери-фільтра, яка виконана з можливістю герметичного розміщення на посадковому гнізді над відхильником, а вільний кінець гнучкого патрубка обладнаний сопловим насадком, сопло якого виконане у вигляді щілини, що розширюється, або у вигляді віялоподібно розташованих циліндричних отворів, осі яких лежать у площині, що проходить через вісь гнучкого патрубка, при цьому порожнина гнучкого патрубка сполучена з порожниною камери-фільтра, довжина гнучкого патрубка дорівнює віддалі від посадкового гнізда до вихідного отвору відхильника, а діаметр гнучкого патрубка дорівнює діаметру висувного зонда.

Винахід стосується процесу свердловинної гідроперфорації і може бути використаним, переважно, в нафтовидобувній промисловості для перфорації пласта через експлуатаційні свердловини.

Відомим є спосіб утворення перфораційних каналів у стінці свердловини гідроабразивними струменями /струменями гідроабразивної суміші/, які направляються в пласт нерухомими соплами, розташованими на бічній поверхні корпусу гідроперфоратора, що спускається в свердловину на колоні насосно-компресорних труб /НКТ/, в яку під високим тиском /15... 20МПА/ з поверхні закачують рідину з абразивом./1, 2/.

Недоліком такого способу є мала глибина проникнення струменя в привибійній зоні пласта. Глибина каналу, що створюється при цьому способі не перевищує, за літературними даними, 350...400мм.

Більш ефективним і близьким за технічною суттю до пропонованого є спосіб /3/, створення глибокопроникаючих перфораційних каналів, при якому проходку каналу проводять рухомих соплом, яке встановлюють на кінці зонда, що просувається в канал в міру заглиблення останнього. Перед вводом в пласт зонда попередньо в стінці обсадної колони створюють в місці введення його

(19) UA (11) 37471 (13) A

вікно, для чого на колону діють гідроабразивними струменями, спрямовуючи їх нерухомими похилими соплами на ділянку колони, розташовану на протилежній вихідного отвору відхилювача зонда. Спосіб передбачає послідовне перемикання потоку робочої рідини /РР/: спочатку перекривають канал відхилювача, спрямовуючи РР до нерухомих похилих сопел, потім відкривають канал відхилювача, закачуючи РР в порожнину зонда.

Недоліком способу є його мала надійність і трудомісткість. Низька надійність способу пов'язана з тим, що для локалізації струменів при прорізанні отвору в обсадній колоні повинна суворо витримуватися задана відстань від корпусу перфоратора до колони. При зменшенні або збільшенні цієї відстані відбувається розфокусування гідроабразивних струменів і замість отвору достатньо великого перерізу, необхідного для введення зонда, отримуємо роз'єднані між собою окремі невеликі отвори. В цьому випадку зонд не буде введенний в породу пласта крізь стінку обсадної колони.

Трудомісткість способу полягає в тому, що при одночасній роботі декількох похилих, сопел /5, 6 і більше/ для забезпечення перед соплами високого тиску /15...20Мпа/ необхідно використовувати для закачування РР велику кількість одночасно працюючих високопродуктивних насосних агрегатів, а для подачі потоку РР до сопел необхідно монтувати перфоратор в свердловині на колоні НКТ підвищеної пропускної здатності. Ці вимоги збільшують витрати при реалізації способу.

Відомі конструкції свердловинних гідроперфораторів, в яких передбачена наявність відхилювача, що спускається в свердловину на колоні НКТ, а також розміщення над відхилювачем посадкового гнізда для фіксації і герметизації на ньому гідропривода висунування зонда /4, 5, 6/. При цьому вузол герметизації гідропривода має конічну або сферичну поверхню /4, 6/, що взаємодіє з верхньою поверхнею посадкового гнізда, а в конструкції /5/ посадкове гніздо обладнане посадковим якорем для защемлення замка гідропривода і підвищення надійності герметизації останнього в порожнині НКТ над відхилювачем. У відомих конструкціях гідроперфораторів гідропривід висунування зонда є або поршневого типу /5/, або плунжерного /4, 6/, при якому плунжером є циліндричне тіло зонда.

Відомі конструкції /4, 5, 6/ свердловинних гідроперфораторів мають той недолік, що вони призначені для перфорації відкритого ствола свердловини, тобто свердловини, вибій якої не перекритий обсадною колоною, так як у цих конструкціях не передбачені засоби для утворення в стінці обсадної колони вікна для введення зонда в породу пласта.

Найбільш близьким до пропонованого є свердловинний гідроперфоратор /3/, в конструкції якого є відхилювач, що спускається в свердловину на колоні НКТ, похилі сопла гідроперфоратора розташовані нижче вихідного отвору відхилювача і закріплені жорстко на корпусі гідроперфоратора та сполучені з порожниною його корпусу. Даний гідроперфоратор також обладнаний висувним зондом і гідроприводом для його переміщення під час проходження перфораційного каналу. Похилі сопла служать для утворення вікна в стінці обсадної колони, крізь яке в пласт вводиться висувний зонд.

Недоліком конструкції такого свердловинного гідроперфоратора є те, що він може бути використаний переважно в свердловинах великого діаметру, оскільки для розміщення нижче вихідного отвору відхилювача похилих сопел необхідно робити корпус апарата підвищеного діаметра. При зменшенні кількості похилих сопел (у випадку встановлення їх на корпус перфоратора зменшеного діаметра) надійність утворення в стінці обсадної колони вікна достатньо великого перерізу, необхідного для введення зонда, зменшується.

В основу винаходу способу свердловинної гідроперфорації поставлено задачу створення в пласті корисних копалин (нафти, газу та ін.) довгих перфораційних каналів через свердловини, обсажені колонами малих діаметрів (наприклад, 127мм, 159мм). Це досягається шляхом проведення перфораційної обробки в дві стадії: спочатку, після спуску в свердловину на колоні НКТ відхилювача, в порожнину НКТ спускають і герметизують над відхилювачем камеру-фільтр із жорстко закріпленим на ній гнучким невисувним патрубком, довжина якого дорівнює відстані від посадкового гнізда камери-фільтра до вихідного отвору відхилювача. Закачують в колону НКТ гідроабразивну суміш /ГАС/, наприклад, водо- чи нафтопіщану суміш. За допомогою соплового насадка, встановленого на кінці гнучкого невисувного патрубка, формують плоский струмінь ГАС, спрямовуючи його на стінку обсадної колони, щоб прорізати в ній довільно орієнтовану щілину. Потім витягують гнучкий патрубок з відхилювача, повертають його навколо осі, знову вводять в канал відхилювача, герметизують камеру-фільтр в порожнині НКТ на посадковому гнізді над відхилювачем і прорізають нову поперечну щілину, яка перетинається з першою. Такі цикли повторюють доти, поки в стінці обсадної колони не утвориться навпроти вихідного отвору відхилювача таке наскрізне вікно, переріз якого буде достатнім для введення в нього висувного зонда гідроперфоратора.

Вікно в стінці обсадної колони буде утворено щілинами, що перетинаються і кожна з яких є зміщеною відносно інших на довільний кут. При цьому в центрі зони впливу плоских струменів ГАС утворюється наскрізне вікно, а із збільшенням кількості циклів воно розширюється. Очевидно, що із збільшенням кількості циклів форма вікна в обсадній колоні буде наближатися до круглої, буде збільшуватися і надійність виходу крізь це вікно висувного зонда за межі обсадної колони. Очевидно також, що утворення вікна в обсадній колоні пропонованим способом не обмежується діаметром свердловини - цим способом з однаковим успіхом і ефективністю можна користуватися в свердловинах як малих, так і великих діаметрів. При цьому не вимагається суворо дотримуватися заданої віддалі від корпусу перфоратора до стінки обсадної колони, так як її зміна суттєво не впливає на фокусування плоского струменя.

На другій стадії реалізації способу, тобто в процесі створення власне довгого перфораційного каналу, з НКТ витягують камеру-фільтр з гнучким невисувним патрубком і на його місце спускають та герметизують на посадковому гнізді над відхилювачем контейнер гідропривода висунування зонда. Гідропривід може бути виконаний як у вигляді

порожнистого поршня, поздовжній отвір якого сполучає надпоршневу зону з порожниною гнучкого висувного зонда, так і у вигляді плунжера, зовнішня поверхня якого ущільнена з можливістю його поздовжнього переміщення відносно нерухомого корпусу. Завдяки тиску РР поршень гідроприводу спускається вниз по гідроциліндрі або висувається вниз з ущільненням корпусу, просуваючи гнучкий рухомий зонд з соплом на кінці в утворюваний струменями РР канал в міру його поглиблення.

Такі суттєві ознаки пропонованого способу як проведення свердловинної гідроперфорації в дві стадії, коли спочатку циклічно діють на стінку обсадної колони плоскими струменями ГАС, обертаючи щільний сопловий насадок після кожного циклу до створення навпроти вихідного отвору відхилювача наскрізного вікна достатньо великого перерізу, а потім, витягнувши із колони НКТ гнучкий патрубок із щільними сопловим насадком, на його місце спускають гідропривід зонда і через створене вікно проводять в породі пласта гідроструменеву проходку каналу, дозволяють одержати необхідний технічний результат: використовуючи відхилювач простої конструкції і малого діаметра створювати в стінці обсадної колони малого діаметра вікна для виходу висувного зонда в породу пласта.

В основу винаходу пристрою для свердловинної гідроперфорації поставлено задачу розробки малогабаритного гідроперфоратора, здатного в свердловинах, обсаджених колонами малих діаметрів, створювати систему довгих перфораційних каналів для дренажування прибіної зони пласта.

Це досягається тим, що пристрій має два модулі, один з яких використовується для прорізки вікна в стінці обсадної колони, а другий - для вводу в створене вікно висувного зонда з соплом на кінці для гідроструменевого руйнування породи пласта і проходки каналу.

Забезпечення прорізки вікна в колоні достатньо великого перерізу, скрізь яке проходить в пласт висувний зонд, а також гарантованого попадання висувного зонда в центр вікна при малих габаритах гідроперфоратора складає технічний результат, який досягається сукупністю суттєвих ознак пристрою.

Модуль для прорізки колони має гнучкий невисувний патрубок, жорстко закріплений в нижньому торці камери-фільтру, що герметично розміщується в колоні НКТ над відхилювачем, при цьому суттєвою ознакою є те, що довжина цього патрубку з сопловим насадком на вільному кінці, дорівнює віддалі від посадкового гнізда камери-фільтру до вихідного отвору відхилювача. Цим гарантується розміщення соплового насадка у вихідному отворі відхилювача і скерування струменя ГАС на стінку обсадної колони.

Виконання сопла насадка гнучкого патрубку у вигляді щілини, що розширюється, або у вигляді віялоподібно розташованих циліндричних отворів, осі яких лежать у площині, яка проходить через вісь гнучкого патрубку, забезпечує гідроабразивну прорізку щілини в стінці обсадної колони, при цьому довжина щілини буде більшою від діаметра патрубку. Це необхідно для прорізки в обсадній колоні вікна з достатньо великим перерізом для вводу скрізь нього в пласт висувного зонда.

Суттєвою ознакою пристрою також є те, що діаметр гнучкого патрубку дорівнює діаметру висувного зонда. Цим забезпечується однакова траєкторія руху через відхилювач як гнучкого патрубку, так і висувного зонда і гарантований вихід зонда в центр раніше прорізаного вікна.

В цілому сукупність суттєвих ознак даного пристрою забезпечує вирішення поставленої задачі - створення малогабаритного гідроперфоратора для роботи в свердловинах, обсаджених колонами малих діаметрів.

Винахід ілюструється кресленнями. На них зображено: фіг. 1 - гідроперфоратор в режимі гідроабразивної прорізки стінки обсадної колони (на посадковому гнізді встановлена ущільнена камера-фільтр із закріпленим гнучким патрубком); на фіг. 2 і фіг. 3 - варіанти виконання соплового насадка, що формує плоский струмінь ГАС; фіг. 4 - гідроперфоратор в режимі проходки протяжного перфораційного каналу в пласті /на посадковому гнізді розміщено контейнер гідропривода висування зонда/; на фіг. 5 - схема утворення вікна в обсадній колоні щілинами, що перетинаються.

Свердловинний гідроперфоратор /фіг. 1, 4/ складається з відхилювача 1 з напрямним каналом 2, вихідний отвір 3 якого орієнтований на стінку обсадної колони 4. Відхилювач 1 спущений всередину обсадної колони 4 на колоні 5 НКТ. Всередину колони 5 на штангах 6 до герметичного упору на посадковому гнізді 7 спускається камера-фільтр 8 /фіг. 1/ на першій стадії перфораційної обробки і контейнер 9 гідропривода висування зонда 10 /фіг. 5/ на другій стадії обробки.

На нижньому торці камери-фільтру 8 жорстко кріпиться гнучкий невисувний патрубок 11, що закінчується сопловим насадком 12, отвір якого може бути виконаний або у вигляді вузької щілини, що розширюється, або у вигляді віялоподібно розташованих циліндричних отворів /фіг. 3/, осі яких лежать у площині, що проходить через вісь гнучкого патрубку 11. В гирлі свердловини колона 5 НКТ має ущільнення 13, крізь яке проходить штанга 6. В стінці камери-фільтру 8 прорізані отвори 14, ширина яких є меншою ширини (діаметра) сопла насадки 12 - ці щілини призначені для захисту соплового насадка 12 від закупорення механічними домішками.

Зображений на фіг. 4 контейнер гідропривода висування зонда 10 відноситься до гідроприводів плунжерного типу, в яких можливість поздовжнього пересування зонда 10 з соплом 15 на кінці забезпечується наявністю порожнистого плунжера 16. Плунжер 16 герметизується ущільненням 17, яке встановлюється на перегородці 18 контейнера 9. Знизу до плунжера 16 під'єднано гнучкий зонд 10. Стінки контейнера 10 вище перегородки 18 перфоровані щілинами 19, які відіграють роль фільтру.

Працює пристрій для свердловинної перфорації наступним чином:

На вибій свердловини, обсадженої колоною 4, на колоні 5 НКТ спускають відхилювач 1, встановлюючи вихідний отвір 3 направляючого каналу 2 навпроти запланованого для перфораційної обробки інтервалу пласта. Закріплюють колону 5 НКТ на гирлі свердловини і на штанзі 6 в порожнину колони 5 спускають камеру-фільтр 8 з жорстко за-

кріпленим на її нижньому торці гнучким невисувним патрубком 11 з сопловою насадкою 12. Спуск камери-фільтра 8 проводять до упору її нижнього торця на посадкове гніздо 7.

При цьому гнучкий патрубок 11 входить в направляючий канал 2 відхилювача 1. Враховуючи те, що довжина патрубка 11 дорівнює відстані від посадкового гнізда 7 до вихідного отвору 3 каналу 2 відхилювача 1, сопловий насадок зупиняється в вихідному отворі 3. Поверхня нижнього торця камери-фільтра 8, що взаємодіє з поверхнею посадкового гнізда 7, виконана такою, що при їхньому контакті забезпечується герметичність стику (наприклад, поверхню торця камери-фільтра 8 виконують сферичною, а поверхню посадкового гнізда 7 - конічною, як показано на фіг. 1).

Після герметизації колони 5 НКТ гирловим ущільненням 13 в її порожнину закачує ГАС, наприклад, водно піщану суміш, під тиском 20...25 МПа. Режим закачування ГАС (тиск та тривалість) попередньо експериментально визначають на поверхні для кожного виду ГАС та товщини стіни обсадної колони.

Протягом певного часу, достатнього для гарантованого утворення наскрізної щілини в стінці обсадної колони, закачування ГАС в колону 5 припиняють. Піднімаючи штангу 6, витягують гнучкий патрубок 11 з каналу 2 відхилювача 1, після чого повертають штангу 6 навколо осі на довільний кут та знову спускають камеру-фільтр 8 до упору на посадкове гніздо 7. При цьому гнучкий патрубок 11 знову вводять в канал 2 відхилювача 1, проте сопло насадка 12 займає у вихідному отворі 3 нове, відмінне від попереднього циклу обробки, положення. Повторно закачують ГАС, утворюючи нову щілину, що перетинає попередньо зроблену.

Повторюючи цикли гідроабразивної обробки та повертаючи камеру-фільтр 8 з гнучким патрубком 11 після кожного циклу, отримують наскрізне вікно в стінці обсадної колони 4. При цьому вікно утворюється шляхом створення гідромонітором щілинних прорізів, що перехреснюються на стінці колони 4 (фіг. 5). Кількість циклів, ширину та довжину прорізів вибирають таким чином, щоб у центрі вікна утворився отвір розміром не менше двох діаметрів висувного зонда 10 ($2d$, де d - діаметр зонда). Таке вікно забезпечить гарантовану проходку зонда 10 за межі обсадної колони 4, а надійність попадання зонда 10 у вікно задається тим, що гнучкий патрубок 11, який використовується при гідроабразивному прорізу вікна в колоні 4, має такий же діаметр, як і висувний зонд 10. Цим задається одна і та ж траєкторія їх руху через канал 2 відхилювача 1, а також однакові радіуси згину у відхилювачі 1 та вихід висувного зонда 10 в центр вікна, прорізаного щілинним соплом 12 гнучкого патрубка 11.

Після утворення вікна в стінці обсадної колони 4 припиняють нагнітання ГАС та, піднімаючи штангу 6, витягують на поверхню камеру-фільтр 8 з гнучким патрубком 11. На їх місце всередині колони 5 НКТ спускають контейнер 9 гідропривода висування зонда 10 з встановленим у верхнє положення плунжером 16 та зондом 10 (фіг. 4).

Спуск ведуть до зупинки (герметичної посадки) нижнього кінця контейнера 9 в посадковому гнізді 7. Після посадки контейнера 9 на гніздо 7 герметизують на гирлі порожнину колони 5 з виведеною з неї штангою 6 та приступають до нагнітання в колону 5 під тиском 20...25 МПа робочої рідини РР. Як РР може використовуватися технічна або пластова вода, соляна кислота при перфорації карбонатних пластів або концентровані розчини хлористого натрію або хлористого кальцію, що застосовуються при глушенні свердловин.

Робоча рідина, яка закачується по колоні 5, поступає всередину контейнера 9 через отвори 19, входить у порожнину плунжера 16, звідки подається в трубний зонд 10. Плунжер 16 при цьому під дією тиску РР, долаючи тертя в ущільненні 17, просувається вниз, вводять зонд 10 в канал 2 відхилювача 1. Зонд 10 через отвір 3 та через вікно в стінці обсадної колони 4, яка була зроблена раніше, направляє струмінь РР із сопла 15 в породу пласта.

В міру руйнування породи плунжер 16 спускається, а зонд 10 з соплом 15 просувається в канал, що створюється.

Після створення каналу, тобто після повного висування зонда 10, припиняють закачувати РР та, піднімаючи штангу 6, витягують контейнер 9 на поверхню.

Для повторного використання плунжер 16 та зонд 10 переводять у вихідне верхнє положення, готують контейнер 3 для проходки наступного каналу по пласті. Утворення нового каналу починають з переміщення вихідного отвору 3 відхилювача 2 в нове положення шляхом обертання або спуску (підйому) колони 5. Після цього повторюють операції, описані вище.

Таким чином, запропонований спосіб характеризується новою сукупністю операцій, а конструкція запропонованого пристрою для свердловинної гідроперфорації, що призначений для реалізації даного способу, містить такі нові елементи, які забезпечують проведення вказаних операцій. В цілому ознаки нового способу та нового пристрою спрямовані на отримання одного технічного результату та взаємозв'язані. Це дозволяє об'єднати спосіб та пристрій свердловинної гідроперфорації в спільній заявці на видачу патенту.

Джерела інформації

1. Временная инструкция по гидрорескоструйному методу перфорации и вскрытия пласта. ВНИИ, М., 1962. - 25 с.

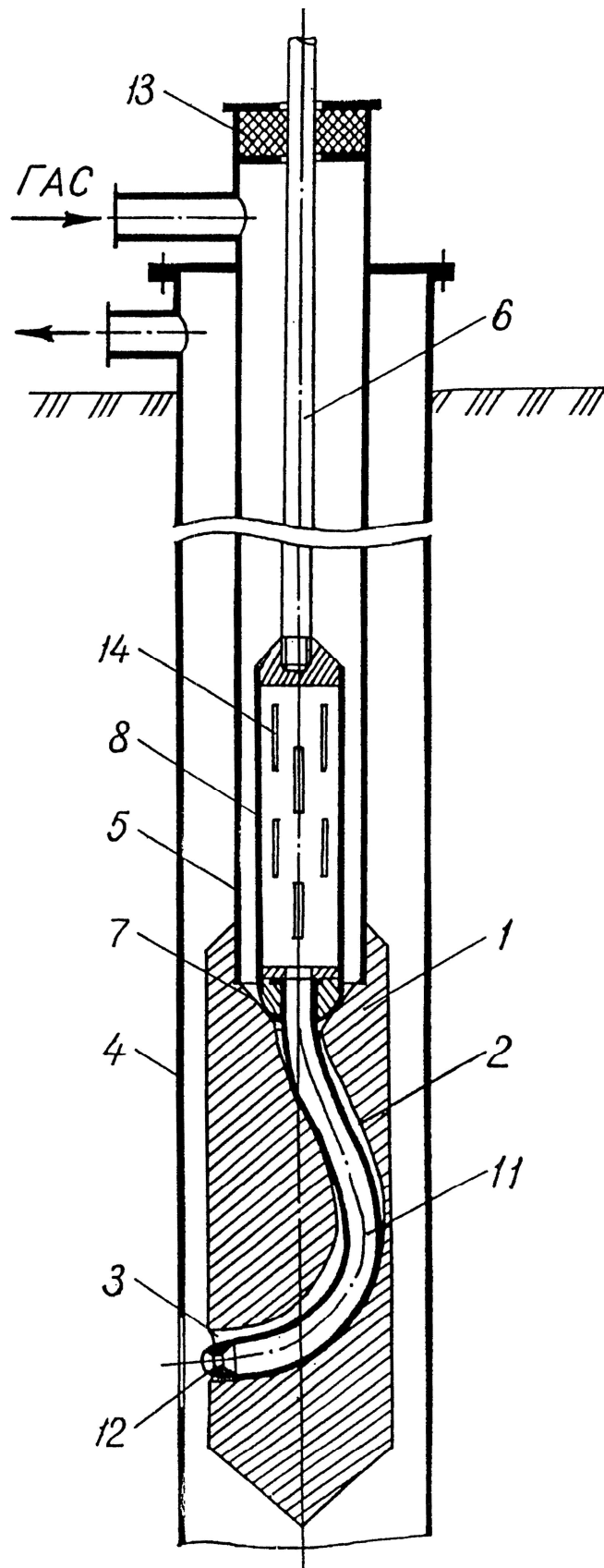
2. Опыт гидрорескоструйной перфорации. Сер. "Нефтепромышленное дело". ЦНИИТЭ нефтегаз, М., 1964. - 138 с.

3. Авторское свидетельство СССР № 883350, М. Кл. E21B 43/114 заявлено 10.05.1978г., опубликовано 23.11.1981 г., бюллетень № 43 - прототип.

4. Авторское свидетельство СССР № 1693919, М. Кл. E 21 B 43/114, 43/00, заявлено 11.09.1989 г, ДСП.

5. Заявка № 4922372/03 от 28.03.1991 г., решение о выдаче патента СССР от 22.10.1991г.

6. Авторское свидетельство СССР № 1830983 М. Кл. E 21 B 43/114, заявлено 28.03.1991г.



фиг. 1

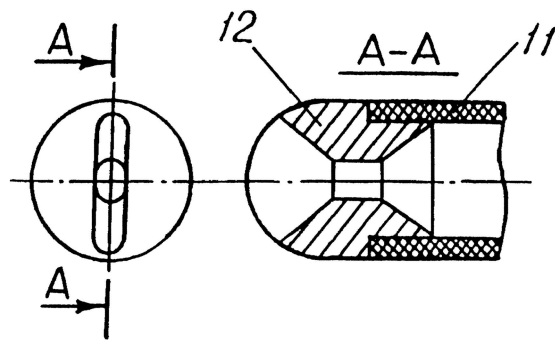


Fig. 2

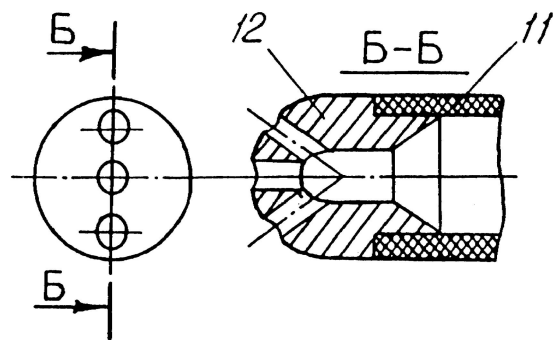


Fig. 3

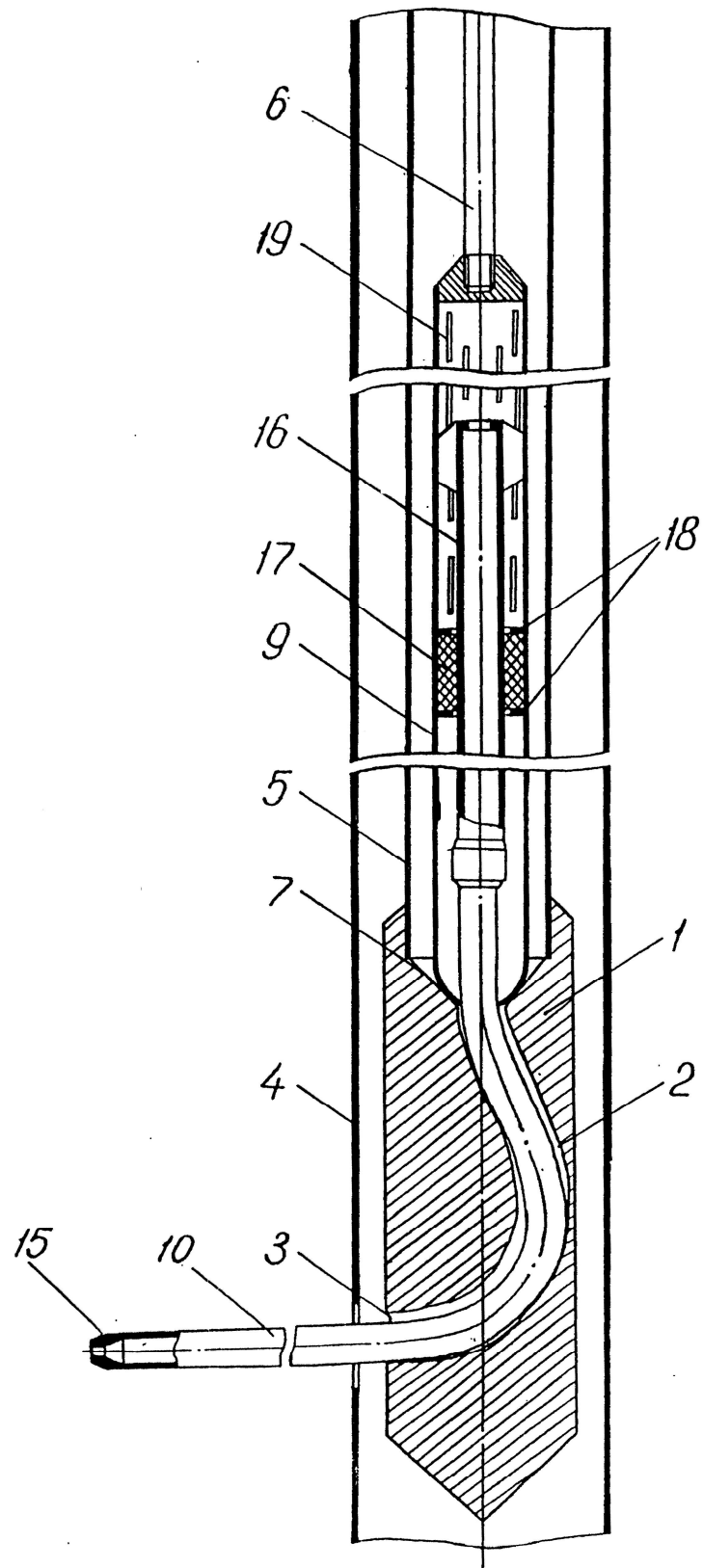


Fig. 4

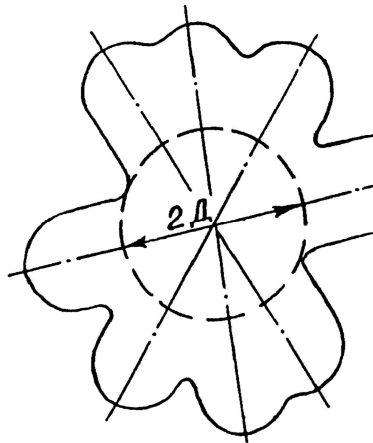


Fig. 5

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22
