



УКРАЇНА

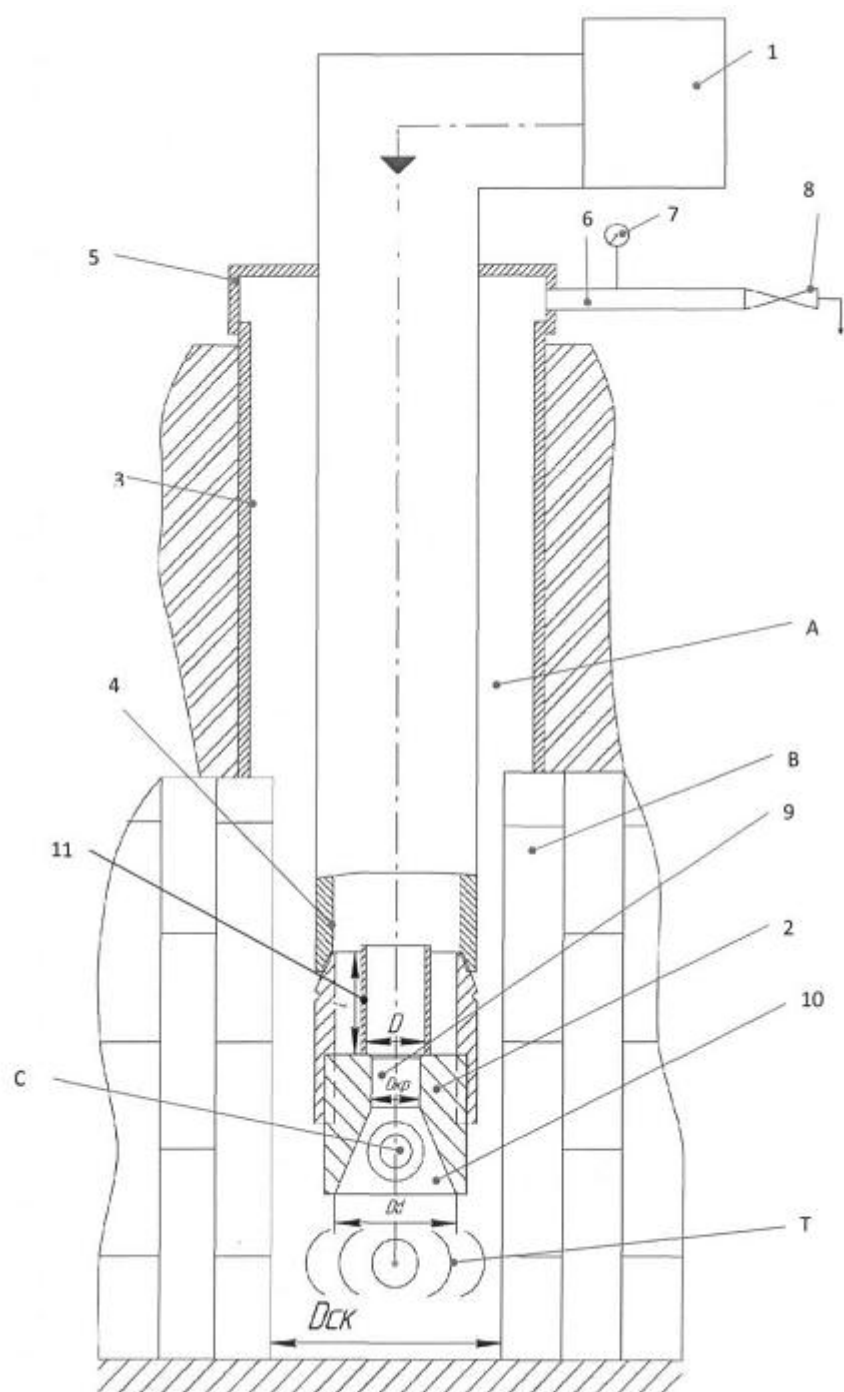
(19) **UA** (11) **108764** (13) **C2**
(51) МПК**E21B 43/25** (2006.01)**E21B 37/08** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2013 02129	(72) Винахідник(и): Манько Іван Карпович (UA), Козловський Євген Євгенович (UA), Козловський Максим Євгенович (UA), Алексашина Надія Іванівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.02.2013	(73) Власник(и): Манько Іван Карпович, ж/м Тополя 2, буд. 37, кв. 45, м. Дніпропетровськ, 49000 (UA), Козловський Євген Євгенович, вул. Набережна Перемоги, 118, корп. 2, кв. 127, м. Дніпропетровськ, 49000 (UA), Козловський Максим Євгенович, вул. Набережна Перемоги, 118, корп. 2, кв. 127, м. Дніпропетровськ, 49000 (UA), Алексашина Надія Іванівна, ж/м Тополя 2, буд. 37, кв. 45, м. Дніпропетровськ, 49000 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.06.2015	(74) Представник: Єгорова Тамара Петрівна, реєстр. №174
(41) Публікація відомостей про заявку: 26.08.2014, Бюл.№ 16	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2224883 C2, 27.02.2004 RU 2211320 C2, 27.08.2003 UA 31118 A, 15.12.2000 SU 1727431 A1, 20.10.1996 RU 30161 U1, 20.06.2003 RU 2005135582 A, 10.06.2007 RU 2161237 C1, 27.12.2000 RU 2190762 C2, 10.10.2002 RU 2281389 C2, 10.08.2006 DE 19702197 C1, 03.09.1998
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.06.2015, Бюл.№ 11	

(54) СПОСІБ ІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ ПРОДУКТИВНИХ ПЛАСТІВ І ФІЛЬТРІВ СВЕРДЛОВИН**(57)** Реферат:

Спосіб імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин полягає в перетворенні потоку робочого агента в імпульсний за допомогою встановленого на нижньому кінці колони генератора коливань тиску рідини, працюючого в режимі періодично-зривної кавітації. Затрубний простір свердловини ізолюють з можливістю контролю і управління тиском в ньому, робочий агент подають з витратою не менше 8 л/хв і підтримують відношення тиску в зоні продуктивного пласта до тиску потоку робочого агента на вході вказаного генератора коливань в діапазоні 0,05-0,5. В зоні продуктивного пласта додатково створюють депресію 5-20 кг/см², а колону труб з вказаним генератором коливань переміщують по глибині продуктивного пласта дискретно на відстань 0,3-0,5 м. Забезпечується стійка робота генератора коливань тиску рідини в режимі періодично-зривної кавітації і підвищується надійність і ефективність способу імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин.

UA 108764 C2



Винахід належить до імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин і може бути використаний при експлуатації нафтогазових і водозабірних свердловин для збільшення проникності гірської породи, обробки привибійної зони пласта, розколюматції водоносних горизонтів, усунення природних закупорок каналів в гірських породах, з метою освоєння свердловини, підвищення продуктивності свердловини, відновлення дебіту продукту, що добувається, або очищення свердловин від відкладень, які утворилися в колоні труб.

Імпульсна обробка продуктивних пластів і фільтрів свердловин нині розглядається як найбільш ефективна і така, що має широкі функціональні можливості.

Відомий спосіб імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин згідно з патентом RU №2224883, МПК E21 B 43/25, E21 B 28/00, опубл. 27.02.2004, "Способ импульсной обработки продуктивных пластов и фильтров", що включає подання потоку робочого агента через розміщену у свердловині колону труб і перетворення вказаного потоку в імпульсний потік і механічні коливання вібратора. При цьому вібратор складається з працюючого в режимі періодично-зривної кавітації генератора коливань тиску рідини у вигляді трубки Вентурі з вхідним соплом і дифузorzом, ствола і вихідного пристрою.

У відомому способі розділяють затрубний простір свердловини вище за продуктивний пласт пакером, вище за який встановлюється струминний насос. У струминний насос для забезпечення ежектування рідини з підпакерної зони з колони труб подають частину робочого агента і здійснюють ежектування в надпакерну зону. Швидкість ежектування рідини з підпакерної зони забезпечують рівною, або такою, що перевищує суму швидкостей робочого агента і потоку з продуктивного пласта.

Недоліком відомого способу є складність і ненадійність його реалізації, оскільки для ефективної імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин потрібна надійна контрольована можливість створення різних статичних тисків рідин на вході в генератор коливань тиску рідини і тиску в затрубному просторі. Наявність пакера, струминних насосів, процесу ежектування рідини з підпакерної зони і ежектування в надпакерну зону, за умови жорстких вимог по забезпеченню необхідного режиму швидкостей і з урахуванням змін параметрів на глибині свердловини дозволяє зробити висновок про ненадійність забезпечення режиму періодично-зривної кавітації генератора коливань тиску рідини у відомому технічному рішенні.

Посилює положення наявність в конструктивному рішенні пристрою вихідного ствола трубки Вентурі. За наявності за дифузorzом ствола з вихідним пристроєм каверни кавітацій, що утворюються в соплі, згортаються в стволі пристрою. На ділянці ствола від дифузора сопла до вихідного пристрою виникають коливання тиску рідини, внаслідок чого стаціонарний потік рідини перетворюється в пульсуючий потік. Але пульсуючий потік, витікаючи по вихідному пристрою, втрачає багато енергії і перетворюється в пульсуючі струмені. В результаті цього енергії пульсуючих струменів, що залишилися, недостатньо на ефективну дію на пласт або фільтр свердловини.

Очевидним недоліком відомого технічного рішення є також його конструктивна складність, що додатково знижує надійність пристрою і збільшує його вартість.

Найбільш близьким технічним рішенням, яке вибране як найближчий аналог, є відомий спосіб імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин і пристрій для його реалізації згідно з патентом RU № 2211320. МПК E21 B 43/25, E21 B 37/08, опубл. 27.08.2003. Відомий спосіб включає подання насосом потоку робочого агента через розміщену у свердловині колону труб, перетворення вказаного потоку в імпульсний потік і механічні коливання вібратора. Вібратор складається з працюючого в режимі періодично-зривної кавітації генератора коливань тиску рідини у вигляді трубки Вентурі з вхідним соплом і дифузorzом, ствола і вихідного пристрою. При цьому заздалегідь визначають статичні тиски робочого агента усередині колони труб над вхідним соплом і рідини в затрубному просторі. Для підтримки значення коефіцієнта кавітації в межах значень 0,1-0,5 задають витрату потоку робочого агента і підбирають параметри режиму роботи пристрою. Пристрій для реалізації цього способу включає колону труб і вібратор. Вібратор складається з генератора коливань тиску рідини з вхідним соплом і дифузorzом з кутом розкриття більше 15°, ствола, внутрішній діаметр якого перевищує не менше ніж в 4 рази внутрішній діаметр вхідного сопла, і вихідного пристрою. Причому вхідне сопло сполучене з колоною труб і дифузorzом, а вихідний пристрій - із стволом і затрубним простором. Над вібратором встановлений струминний насос, що складається з сопла, приймальної камери, камери змішування і дифузора, причому вхід сопла струминного насоса сполучений з колоною труб, камера змішування через зворотний клапан і приймальну камеру - із затрубним простором, а його дифузorz - з вхідним соплом вібратора.

У відомому технічному рішенні зроблена спроба оптимізації параметрів роботи генератора коливань тиску рідини, а також прохідних перерізів пристрою, з метою забезпечення режиму періодично-зривної кавітації роботи генератора коливань тиску рідини. Інструментами управління у відомому технічному рішенні способом є контроль статичного тиску усередині колони труб і в затрубному просторі і при заданому коефіцієнті кавітації 0,1-0,5 підбір різних вібраторів з відповідними значеннями площ перерізів вхідного сопла і визначення необхідного тиску і витрати робочого агента.

При порівнянні підібраних параметрів з параметрами насоса беруть до уваги гідравлічні опори в колоні труб. При необхідності їх зниження змінюють питому вагу рідини, що подається, або у свердловину подають меншу кількість робочого агента, доповнюючи його рідиною зі свердловини через струминний насос, подаючи у вібратор їх сумарну кількість і забезпечуючи, таким чином, необхідний динамічний тиск перед вхідним соплом.

Недоліком відомого способу імпульсної обробки продуктивних пластів є складність багатостадійного процесу оптимізації безлічі параметрів режиму роботи генератора коливань тиску рідини, їх невизначеність. Наслідком цього є низька надійність результату - нестійка робота генератора коливань тиску рідини в режимі періодично-зривної кавітації.

Наявність вихідного ствола трубки Вентурі, як і у вищерозглянутому аналозі, також знижує ефективність дії на пласт або фільтр свердловини.

Конструктивна складність додатково знижує надійність пристрою і збільшує його вартість.

У основу винаходу поставлено задачу підвищення надійності і ефективності способу імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин реалізації шляхом забезпечення надійної і стійкої роботи генератора коливань тиску рідини в режимі періодично-зривної кавітації за рахунок надійно контрольованих і керованих параметрів способу і пристрою.

Вказаний результат досягається за рахунок того, що в способі імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин, що включає подання насосом в зону продуктивного пласта робочого агента через розміщену з утворенням затрубного простору у свердловині колону труб, перетворення потоку робочого агента в імпульсний за допомогою встановленого на нижньому кінці колони генератора коливань тиску рідини, працюючого в режимі періодично-зривної кавітації, повернення робочого агента через затрубний простір свердловини, згідно з винаходом, затрубний простір свердловини ізолюють з можливістю контролю і управління тиском в ньому, робочий агент подають з витратою не менше 8 л/хвил. і підтримують відношення тиску в зоні продуктивного пласта до тиску потоку робочого агента на вході вказаного генератора коливань в діапазоні 0,05-0,5, при цьому в зоні продуктивного пласта додатково створюють депресію 5-20 кг/см², а колону труб з вказаним генератором коливань переміщують по глибині продуктивного пласта дискретно на відстань 0,3-0,5 м.

На вході в генератор коливань тиску рідини вирівнюють поле швидкостей потоку робочого агента.

Експериментально встановлено, що при підтримці співвідношення тисків в районі продуктивного пласта до тиску на вході у вхідну циліндричну ділянку в межах від 0,05 до 0,5 і подання робочого агента з витратою не менше 8 л/хвил. надійно забезпечується стійка робота генератора коливань тиску рідини в режимі періодично-зривної кавітації.

Ізоляція затрубного простору свердловини за допомогою встановленого на обсадній трубі оголовка із зливним патрубком, до якого приєднані манометр і підпірний дросель, дає можливість здійснити депресію в зоні продуктивного пласта. Депресія дозволяє глибше проникнення сферичних хвиль тиску, що створюються генератором, в масив продуктивного пласта. Величину депресії створюють в межах 5-20 кг/см².

Час обробки пласта, залежно від потужності пласта, властивостей породи, витрати робочого агента і значення відношення тиску в районі продуктивного пласта до тиску на вході в циліндричну ділянку, підбирають експериментально. Для дії сферичних хвиль тиску з максимальним зусиллям по всій глибині продуктивного пласта, колону труб з вказаним генератором коливань переміщують по глибині продуктивного пласта дискретно на відстань 0,3-0,5 м.

Для забезпечення більш стійкої роботи генератора коливань тиску рідини на його вході вирівнюють поле швидкостей потоку робочого агента.

Таким чином для забезпечення виникнення режиму періодично-зривної кавітації при течії в проточному каналі генератора коливань тиску рідини по вибраній витраті і мінімальному значенню тиску на вході в генератор визначають діаметр вхідної циліндричної ділянки генератора, який не міняється з переміщенням генератора по глибині свердловини. Якщо діаметр вхідної циліндричної ділянки генератора постійний, то при збільшенні тиску на вході в генератор (при збільшенні глибини свердловини або підвищенні тиску насоса) збільшується

перепад тиску Δp і збільшується витрата робочого агента, що забезпечує розвиненіший режим кавітації і гарантує стійку роботу пристрою. За цих умов у вхідній циліндричній ділянці з діаметром $D_{кр}$ швидкість рідини збільшується до значення, при якому тиск в потоці падає до тиску P_s насиченої пари рідини при цій температурі, що призводить до холодного кипіння рідини. При цьому, в перерізі переходу вхідної циліндричної ділянки в дифузор утворюються розриви суцільності рідини, що призводить до утворення великих тороїдальних порожнин кавітацій.

При виході з дифузора в зону досить високого тиску порожнини кавітацій різко стискаються і згортаються в центрі потоку. В результаті різкого згортання порожнин кавітацій в центрі свердловини виникають гідроудари, що викликають утворення сферичних хвиль тиску високої інтенсивності, які поширюються до стінок свердловини і чинять силову дію на продуктивний пласт. Максимальне значення тиску в центрі свердловини в результаті виникнення гідроудару в 4-5 разів перевищує значення тиску, що встановилося на вході в циліндричну ділянку. При сталому значенні тиску на вході в циліндричну ділянку процес утворення і згортання порожнин кавітацій стає строго періодичним. Залежно від тиску, що встановився на вході в циліндричну ділянку, кута розкриття дифузора і відношення тиску в районі продуктивного пласта до тиску на вході в циліндричну ділянку, частота утворення і згортання порожнин кавітацій, а, отже, і утворення сферичних хвиль тиску, може знаходитися в межах 100-10000 Гц. Частота утворення розривів суцільності рідини і згортання порожнин кавітацій залежить від діаметра $D_{кр}$ циліндричної ділянки генератора, кута розкриття дифузора, тиску P_1 на вході в циліндричну ділянку і відношення тиску P_2 , що встановився у свердловині в місці знаходження генератора коливань тиску рідини, до тиску P_1 . При цьому частота утворення розривів суцільності рідини і згортання порожнин кавітацій за інших рівних умов, збільшується зі збільшенням тиску P_1 , кута розкриття дифузора, відношення тисків P_2/P_1 і зменшенням діаметра $D_{кр}$ циліндричної ділянки.

Таким чином сукупність відмітних ознак заявлюваного технічного рішення дозволяє вирішити поставлену задачу - підвищити надійність і ефективність способу імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин і пристрою для його реалізації.

Це підтверджується прикладом конкретної реалізації.

На кресл. зображено пристрій імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин, загальний вигляд, подовжній розріз.

Пристрій для імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин містить насос 1, генератор 2 коливань тиску рідини, працюючий в режимі періодично-зривної кавітації, обсадну трубу 3 свердловини, в яку з утворенням затрубного простору А свердловини в зону В продуктивного пласта опущена колона труб 4 з робочим агентом, приєднана верхнім кінцем до насоса 1, а нижнім кінцем до генератора 2 коливань тиску рідини. Обсадна труба 3 над рівнем свердловини забезпечена оголовком 5, що ізолює затрубний простір А, із зливним патрубком 6, до якого приєднаний манометр 7 і підірний дросель 8. Генератор 2 коливань тиску рідини складається з вхідної циліндричної ділянки 9 з діаметром $D_{кр}$, сполученої з дифузором 10 з кутом розкриття 10-45°. Діаметр D_d вихідного перерізу дифузора дорівнює 0,1-0,5 діаметру $D_{ск}$ свердловини і одночасно дорівнює 2-8 діаметрам $D_{кр}$ вхідної циліндричної ділянки 9 генератора 2 коливань тиску рідини.

На вході вхідної циліндричної ділянки 9 генератора 2 коливань тиску рідини встановлений вирівнювач 11 полів швидкостей потоку робочого агента, виконаний у формі циліндра, розташованого осесиметрично відносно вхідної циліндричної ділянки 9 генератора 2, завдовжки L не менше $10D_{кр}$ і діаметром D , рівним $2D_{кр}$.

Здійснюють спосіб так. По колоні труб 4 під тиском подають робочий агент з витратою в межах 8-30 л/хвил. при співвідношенні тиску P_2 в зоні В продуктивного пласта до тиску P_1 на вході в циліндричну ділянку 9 в межах від 0,05 до 0,5. За цих умов у вхідній циліндричній ділянці 9 генератора 2 з діаметром $D_{кр}$ швидкість рідини збільшується до значення, при якому тиск в потоці падає до тиску P_s насиченої пари рідини при цій температурі. За цих умов відбувається холодне кипіння рідини, і в перерізі переходу вхідної циліндричної ділянки 9 в дифузор 10 утворюються розриви суцільності рідини. При цьому в дифузорі 10 утворюються великі тороїдальні порожнини С кавітацій, заповнені парами рідини. Великі тороїдальні порожнини С кавітацій потоком рідини зносяться вниз по потоку. При виході з дифузора 10 в зону з досить високим тиском тороїдальні порожнини С кавітацій різко стискаються і згортаються в центрі потоку в зоні В продуктивного пласта. В результаті різкого згортання тороїдальних порожнин С в центрі свердловини виникають гідроудари, що викликають утворення сферичних хвиль Т тисків високої інтенсивності, які при відсутності ствола з вихідним пристроєм за дифузором генератора поширюються до стінок свердловини і чинять силову дію на зону В продуктивного

пласта. Максимальне значення тиску в центрі свердловини в результаті виникнення гідроудара в 4-5 разів перевищує значення тиску, що встановилося на вході в циліндричну ділянку 9.

При сталому значенні тиску на вході в циліндричну ділянку 9 процес утворення і згортання тороїдальних порожнин С стає строго періодичним. Залежно від тиску, що встановився, на вході в циліндричну ділянку 9, кута розкриття дифузора 10 і відношення тиску в зоні В продуктивного пласта до тиску на вході в циліндричну ділянку 9 частота утворення і згортання порожнин С, а, отже, і утворення сферичних хвиль тиску Т може знаходитися в межах 100-10000 Гц. Частота утворення розривів суцільності рідини і згортання парових порожнин С визначається діаметром $D_{кр}$ вхідної циліндричної ділянки 9, кутом розкриття дифузора 10, тиском P_1 на вході у вхідну циліндричну ділянку 9 генератора 2 і відношенням тиску P_2 , що встановився у свердловині, в місці, де знаходиться генератор 2 коливань тиску рідини, до тиску P_1 на вході у вхідну циліндричну ділянку 9 генератора 2. При цьому частота утворення розривів суцільності рідини і згортання тороїдальних порожнин С кавітацій за інших рівних умов збільшується зі збільшенням тиску P_1 , кута розкриття дифузора 10, відношення тисків P_2/P_1 і зі зменшенням діаметра $D_{кр}$ вхідної циліндричної ділянки 9.

Діаметр $D_{кр}$ визначають так:

$$D_{кр} = \sqrt{F_{кр} / \pi},$$

де: $F_{кр}$ - площа прохідного перерізу вхідної циліндричної ділянки, що дорівнює:

$$F_{кр} = G / \mu \sqrt{2g\gamma\Delta p},$$

де: G - вагова секундна витрата робочого агента;

μ - коефіцієнт витрати робочого агента у вхідній циліндричній ділянці генератора коливань тиску рідини;

g - прискорення сили тяжіння;

γ - питома вага робочого агента;

Δp - перепад тиску у вхідній циліндричній ділянці,

$\Delta p = P_1 - P_s$,

де: P_1 - мінімальне значення тиску робочого агента на вході вхідної циліндричної ділянки,

P_s - тиск насиченої пари робочого агента при реальній температурі.

Діапазон витрати робочого агента в межах 8-30 л/хвил., що подається у свердловину, вибраний з умови досягнення позитивного ефекту обробки і можливостей існуючого устаткування. Зі збільшенням витрати робочого агента, що подається у свердловину, досягається більш високий ефект обробки.

Експериментальним шляхом встановлено, що при розривах суцільності рідини максимальні за розміром порожнини С кавітацій, а, отже, і потужні сферичні хвилі тиску Т, утворюються при кутах розкриття дифузора 10 генератора 2 в межах $\beta = 10-45^\circ$.

При частоті 100-10000 Гц і інтенсивній дії хвиль тиску Т на продуктивний пласт в місцях зчеплення частинок різних порід виникає втомна напруга, що призводить до утворення безлічі тріщин в масиві пласта на досить велику глибину.

Для більш глибокого проникнення сферичних хвиль Т в масив пласта здійснюють депресію на пласт шляхом зменшення прохідного перерізу дроселя 8, встановленого на зливному патрубку 6. Величину депресії створюють в межах 5-20 кг/см², значення якої контролюють по манометру 7. Межа величини депресії вибрана експериментально з умови досягнення позитивного результату по проникненню сферичних хвиль Т тиску на значну глибину і недопущення розриву продуктивного пласта.

При такому режимі дії сферичних хвиль Т тиску на продуктивний пласт забезпечується розкриття тріщин в масиві на досить велику глибину, збільшується проникність пласта, що забезпечує повніше витягання з масиву корисної копалини.

Час обробки пласта підбирають експериментально, залежно від потужності пласта, властивостей породи, витрати робочого агента і значення відношення тиску в районі продуктивного пласта до тиску на вході в генератор 2. Як показує практика час обробки пласта знаходиться в межах 0,5-10 годин.

Оскільки зі збільшенням відстані від центру згортання тороїдальних порожнин інтенсивність сферичних хвиль згортає, то для більш рівномірної максимальної дії сферичних хвиль тиску по глибині пласта колону труб 4 з генератором 2 коливань переміщують по глибині продуктивного пласта з інтервалом 0,3-0,5 м.

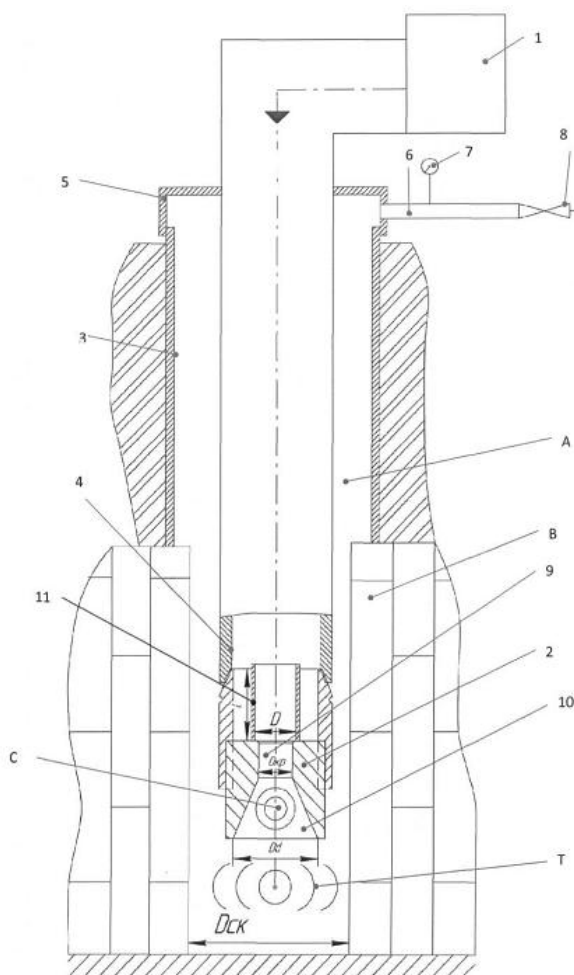
Таким чином, при використанні запропонованого способу обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловини і пристрою для його здійснення, створюються сприятливі умови для інтенсивного розвитку тріщин в усьому масиві пласта. Як показали попередні дослідження,

інтенсивний розвиток тріщин зафіксовано по радіусу на відстань принаймні до 81 м. Істотно підвищується проникність пласта. Це забезпечує повніше витягання корисної копалини на будь-яких глибинах залягання продуктивного пласта.

5

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

1. Спосіб імпульсної обробки продуктивних пластів і фільтрів свердловин, що включає подання насосом в зону продуктивного пласта робочого агента через розміщену з утворенням затрубного простору у свердловині колону труб, перетворення потоку робочого агента в імпульсний за допомогою встановленого на нижньому кінці колони генератора коливань тиску рідини, працюючого в режимі періодично-зривної кавітації, повернення робочого агента через затрубний простір свердловини, який **відрізняється** тим, що затрубний простір свердловини ізолюють з можливістю контролю і управління тиском в ньому, робочий агент подають з витратою не менше 8 л/хв і підтримують відношення тиску в зоні продуктивного пласта до тиску потоку робочого агента на вході вказаного генератора коливань в діапазоні 0,05-0,5, при цьому в зоні продуктивного пласта додатково створюють депресію 5-20 кг/см², а колону труб з вказаним генератором коливань переміщують по глибині продуктивного пласта дискретно на відстань 0,3-0,5 м.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що на вході в генератор коливань тиску рідини вирівнюють поле швидкостей потоку робочого агента.



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