



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **90411** (13) **C2**  
(51) **МПК (2009)**  
**E21B 33/12**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПАКЕР

1

2

(21) а200901537

(22) 23.02.2009

(24) 26.04.2010

(46) 26.04.2010, Бюл.№ 8, 2010 р.

(72) СОКОЛОВ СТЕПАН ДЕМИДОВИЧ, ВОЛОШИНІВСЬКИЙ БОГДАН ОНУФРІЄВИЧ, РОЙ МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ, ФЕДЬКІВ ПЕТРО ІВАНОВИЧ, ЛАСТОВКА ВІКТОР ГРИГОРОВИЧ

(73) СОКОЛОВ СТЕПАН ДЕМИДОВИЧ

(56) Варламов П.С., Григулецкий В.Г., Варламов В.Г., Варламов С.П. Пластоиспытательное оборудование для гидродинамических исследований пластов нефтяных и газовых скважин. Производственно-практическое издание. - Уфа, 2004

SU 1502807 A1, 23.08.1989

SU 1348497 A1, 30.10.1987

RU 2184209 C1, 27.06.2002

UA 10627 U, 15.11.2005

US 3068942 C1, 18.12.1962

US 5311938 C1, 17.05.1994

Карнаузов М.Л., Н.Ф. Рязанцев Н.Ф. Справочник по испытанию скважин. - М.: Недра, 1985

(57) Пакер, який складається з верхнього і нижнього перехідників, ущільнюючого елемента, опор і штока, який **відрізняється** тим, що ущільнюючий елемент складається з двох частин, розміщених на штоці, причому нижній ущільнюючий елемент з'єднаний з нижньою опорою знизу і опорою зверху, яка одночасно є нижньою опорою для верхнього ущільнюючого елемента, який зверху взаємодіє з рухомою, жорстко закріпленою на штоці, верхньою опорою, а поверхня опори має форму гіперболоїда обертання, кінцева частина якого, що має найбільший діаметр, відповідає найбільшому діаметру верхньої опори, яка відповідає діаметру ущільнюючих елементів пакера.

Винахід відноситься до нафтогазовидобувної промисловості, а саме до пристроїв для дослідження свердловин при їх випробуванні і може бути використаний для забезпечення можливості проведення надійного пакерування глибоких і надглибоких свердловин, в яких перепад тиску на пакер може складати більше, ніж 25МПа.

Відомий пакер [Справочник по испытанию скважин. / М.Л. Карнаузов, Н.Ф. Рязанцев. - М.: Недра, 1985. - С.106-110], який по функціональному призначенню і технічному результату, що досягається, є найбільш близьким до того, що заявляється. Він прийнятий за прототип. Пакер містить верхній перехідник, ущільнюючий елемент, нижню металеву і гумову опору, нижній перехідник і шток.

Оскільки нижня частина гумового елемента пакера знаходиться в найбільш тяжких умовах при пакеруванні внаслідок того, що крім механічного навантаження, що передається для його стискання і пакерування, діє ще і гідравлічне навантаження, яке виникає в результаті зниження тиску під пакером і залежить від величини перепаду тиску на пакер при випробуванні, він не в змозі забезпечити можливість проведення надійного пакерування глибоких і надглибоких свердловин, коли вели-

чина перепаду тиску складає більше 25Мпа, а температура становить більше 100°C. В таких умовах гумовий елемент пакера втрачає стійкість, затікає під опору пакера і руйнується, внаслідок чого порушується герметизація стовбура свердловини під час випробування.

В основу винаходу поставлено задачу створення такої конструкції пакера, яка б забезпечувала можливість проведення надійного перекриття кільцевого простору глибоких і надглибоких свердловин при високих перепадах тиску і температури з метою підвищення ефективності випробування та дослідження пластів в процесі буріння свердловин.

Поставлена задача вирішується наступним чином: у пакері, який складається з верхнього і нижнього перехідників, ущільнюючого елемента, опор і штока, згідно винаходу для надійного перекриття кільцевого простору свердловини ущільнюючий елемент складається з двох частин, розміщених на штоці, причому нижній ущільнюючий елемент жорстко з'єднаний з нижньою опорою знизу і опорою зверху, яка одночасно є нижньою опорою для верхнього ущільнюючого елемента, який зверху взаємодіє з рухомою, жорстко закріп-

(19) **UA** (11) **90411** (13) **C2**

леною на штоці, верхньою опорою, а поверхня опори має форму гіперболоїда обертання, кінцева частина якого, що має найбільший діаметр, відповідає найбільшому діаметру верхньої опори, яка відповідає діаметру ущільнюючих елементів пакера.

На Фіг.1 приведений загальний вигляд пакера.

Пакер включає корпус 1, який нижньою частиною жорстко за допомогою різьби поєднаний з нижнім перехідником 2, а в верхній частині корпусу - з перехідником 3, та розміщеною в ньому шпонкою 4 через паз 5 поєднується зі штоком 6. В свою чергу перехідник 3 за допомогою різьби з'єднаний з нижньою опорою 7, на якій закріплений нижній ущільнюючий елемент 8. Верхній ущільнюючий елемент 9 вільно розташований на штоці 6 і обмежується знизу опорою 10, яка є спільною для обох ущільнюючих елементів 8 і 9, а зверху - верхньою опорою 11, зовнішня поверхня якої має форму гіперболоїда, та за допомогою різьби поєднується з верхнім перехідником 12, який різьбою з'єднується зі штоком 6.

Пакер працює наступним чином. Під час спуску пакера у свердловину він знаходиться у транспортному положенні.

При досягненні заданої глибини пакування здійснюють осьовим навантаженням бурильної колони. При цьому навантаження через верхній перехідник 12 передається на шток 6 і верхню опору 11, яка діє своєю зовнішньою поверхнею на верхній ущільнюючий елемент 9. В результаті дії зовнішньої гіперболоїдної поверхні верхньої опори верхній ущільнюючий елемент 9 приймає форму цієї поверхні і герметично та надійно перекриває кільцевий простір свердловини, одночасно сприймаючи гідравлічне навантаження від стовпа промивальної рідини, розташованої над ним, та передає стискаюче зусилля через опору 10 на нижній ущільнюючий елемент 8, який верхньою своєю частиною також герметично перекриває кільцевий простір свердловини.

При відкритті впускного клапана випробувача пластів підпакерна зона сполучається з порожниною бурильних труб на нижній ущільнюючий елемент 8, крім механічного навантаження, додатково діє гідравлічна складова стискаючого зусилля, величина якого може бути в декілька разів більша від механічного стискаючого навантаження. Під дією цього додаткового навантаження відбувається максимальне ущільнення елементів 8 і 9 при збереженні їх цілісності за рахунок того, що на кожен ущільнюючий елемент діють лише стискаючі їх зусилля з боку стінок свердловини та опор 7, 10, 11.

При знятті пакера після завершення випробування пласта та відкритті зрівнювального клапана випробувача пластів, та вирівнювання тиску над- і під- пакером натягом бурильної колони приводяться в дію всі рухомі деталі пакера. Знімається навантаження з верхньої опори 11 та з верхнього ущільнюючого елемента 9, з опори 10 та нижнього ущільнюючого елемента 8; при цьому обидва ущільнюючі елементи послідовно приймають транспортне положення і пакер без перешкод піднімається угору.

Після закінчення процесу випробування свердловини знімають пакер і піднімають його з іншим глибоким обладнанням на поверхню.

Запропонований пакер забезпечує надійну установку пакера та його зняття зі збереженням цілісності ущільнюючих елементів, що в значній мірі підвищує ефективність і достовірність випробування і дослідження пластів.

Висоту гіперболоїдної поверхні верхньої опори 11, яка тисне на верхній ущільнюючий елемент 9 пакера, можна визначити, використавши властивості гіперболи, оскільки зовнішня поверхня верхньої опори 11 має форму гіперболоїда (Фіг.2), який утворюється при обертанні гіперболи навколо фокальної осі. При перетині гіперболоїда площиною, що проходить через фокальну вісь утворюється гіпербола. Розглянемо випадок (оптимальний з точки зору математики), коли асимптоти утвореної гіперболи перетинаються під кутом 45°. Припустимо, що пакер встановлюється в свердловині Ø215,9мм. Тоді діаметр опори верхнього ущільнюючого елемента пакера дорівнює  $d_1=195\text{мм}=0,195\text{м}$ , що відповідає діаметру верхнього ущільнюючого елемента в його найширшій частині (вершині гіперболи), а діаметр штока пакера дорівнює  $d_{\text{шт}}=73\text{мм}=0,073\text{м}$ , що відповідає точці E, розташованій на гіперболі.

Рівняння рівносторонньої гіперболи (з урахуванням того, що кут між асимптотами складає 45°) має вигляд:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{a^2} = 1; \text{ або } x^2 - y^2 = a^2$$

Ордината найвищої точки гіперболи співпадає з ординатою найширшої частини верхньої опори 11 пакера, а ордината точки E, що належить гіперболі є одночасно кінцевою точкою найменшого діаметра верхньої опори 11, що відповідає діаметру штока, на якому жорстко закріплена верхня опора 11 верхнього ущільнюючого елемента 9 пакера. Тому задача визначення висоти верхньої опори 11 зводиться до знаходження ординати кінцевої точки гіперболи, що відповідає найбільшому радіусу верхньої опори, тобто найбільшому радіусу верхнього ущільнюючого елемента 9. Для гіперболи:

$$AB = a = \frac{d_{\text{штока}}}{2} = \frac{0,073\text{м}}{2} = 0,0365\text{м}$$

Для точки C:

$$x = \frac{d_{\text{в.у.е.}}}{2} = \frac{0,195\text{м}}{2} = 0,0975\text{м}$$

Тоді ординату точки C можна отримати з рівняння рівносторонньої гіперболи:

$$y = \sqrt{0,0975^2 - 0,0375^2} = 0,0904(\text{м})$$

Такої висоти верхньої опори 11 достатньо для того, щоб вона, діючи на верхній ущільнюючий елемент 9, надавала йому в верхній його частині також форму гіперболоїда і за рахунок цього надійно перекривала кільцевий простір свердловини Ø215,9мм.

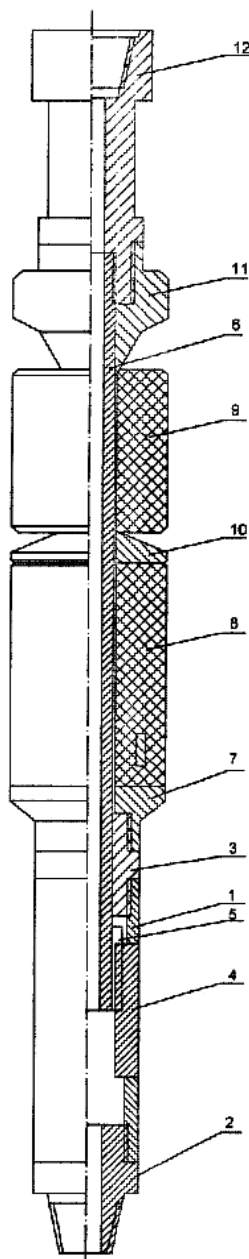
Аналогічно можна розрахувати висоту верхньої опори 11 для інших діаметрів штока пакера та

діаметрів гумового елемента і, відповідно, діаметра свердловини.

Висоту ущільнюючого елемента можна розрахувати виходячи з того, що гума, з якої виготовлені ущільнюючі елементи, практично нестискувана, а тому об'єм її при пакуванні залишається незмінним; змінюється при пакуванні лише її поверхня, площа якої залежить від її форми. Відомо, що найоптимальніший розв'язок при вирішенні задачі про оптимізацію площі поверхні ущільнюючого елемента буде тоді, коли площа ущільнюючого елемента мінімальна для даного об'єму [Пластоиспытательное оборудование для гидродинамических исследований пластов нефтяных и газовых скважин. / Варламов П.С., Григулецкий В.Г., Вар-

ламов Г.П., Варламов С.П. Производственно-практическое издание. - Уфа, 2004. - С.584-589]. Розв'язуючи задачу мінімізації площі поверхні ущільнюючого елемента, можна аналітично розрахувати його висоту. Підрахунки показують, що для пакера з діаметром штока 0,073м, оптимальною є висота ущільнюючого елемента, яка рівна 0,460м.

При проведенні робіт по випробуванню пластів в виробничих умовах запропонованим пакером на 17 об'єктах гумовий елемент забезпечив надійне перекриття кільцевого простору свердловини при пакуванні і зберігав свою цілісність на протязі випробувань 5-6 об'єктів, що значно зменшує затрати на випробування.



Фіг. 1

