

Винахід відноситься до гірничовидобувної промисловості, а саме до робіт по освоєнню і введенню в експлуатацію нафтогазових свердловин і може бути використаний для інтенсифікації процесу нафтогазовидобування.

Відомі способи гідророзриву продуктивного нафтогазоносного пласту методом нагнітання в пласт рідини гідророзриву в об'ємах достатніх для створення в пласті тиску спроможного провести його розрив (Муравьев В.М., Основы нефтяного и газового дела. М. Надра, 1980, гл. V, §7). При цьому гідравлічний тиск в зоні розриву  $P_r$  в залежності від глибини свердловини і структури каркасної породи продуктивного пласту повинен складати для свердловин малої глибини (до 1000м)

$$P_r = (1,74 \div 2,57) P_{ст},$$

а для глибоких свердловин (понад 1000м)

$$P_r = (1,32 \div 1,97) P_{ст},$$

де  $P_{ст}$  - гідростатичний тиск стовпа води, висота якого рівна глибині залягання пласту.

Створення тиску  $P_r$  вимагає інтенсивного закачування з поверхні в пласт рідини гідророзриву через колону насосно компресорних труб і перфоровані отводи в обсадній колоні. Для цього на усті свердловини необхідно створити тиск  $P_y$ , який визначається рівнянням

$$P_y = P_r + P_{тр} - P_{ст}$$

Зважаючи на значні втрати тиску в колоні насосно-компресорних труб  $P_{тр}$  необхідне значення  $P_y$  може перевищувати 1000 атмосфер.

Недолік способу полягає в тому, що для гідророзриву глибоких свердловин вимагається використання досить складної і потужної техніки, здатної забезпечити інтенсивне закачування в свердловину рідини гідророзриву під тиском до 1000 ат.

Відомий спосіб гідродинамічного розриву пласту (див.а.с. SU № 1652519, Бюл. №20. 1981р.) в якому гідророзрив пласту досягається за рахунок резонансного підсилення амплітуди коливань рідини, які збуджуються в інтервалі гідророзриву шляхом періодичного чергування прискореного та сповільненого спуску в свердловину обтяженої колони з зворотнім клапаном.

Недоліком способу є те, що резонансні коливання тиску в свердловині діють не тільки на зону гідророзриву, а і на стінки обсадної колони на всій її нижній половині, що може привести до значного перевантаження обсадної колони і відслоювання цементного каменю. По-друге, процес резонансного підсилення амплітуди коливань обмежено двома-трьома періодами збудження, що не завжди дозволяє досягти необхідних для гідророзриву пикових тисків.

Найбільш близьким до способу, що заявляється, є спосіб гідророзриву за авторським свідоцтвом SUN № 1745903A1, Бюл. №25. 1992р, обраний за прототип.

Відповідно до цього способу, гідророзрив пласту виконується шляхом закачування в свердловину спеціальної роузцільної робочої рідини під тиском і в пульсуючому режимі при одночасному вібраційному збудженні масиву гірничих порід вібраціями частотою 60-1500 Гц з поверхні родовища, спочатку на частотах 60-1500 Гц, а потім на частоті власних коливань робочої рідини.

Цей спосіб має ряд недоліків. По-перше, енергія пульсуючих коливань збуджених при нагнітанні робочої рідини в свердловину практично повністю поглинається при розповсюдженні в колоні насосне компресорних труб обмеженого перетину.

По-друге, енергетична ефективність вібраційного збудження продуктивного пласту надто низька із-за низького коефіцієнту корисної дії самих поверхневих вібраторів ( $< 1\%$ ) і зменшення інтенсивності звукової хвилі в масиві гірничих порід як мінімум в  $1/H$  раз, де  $H$  - глибина залягання пласту гідророзриву в метрах.

По-третє, встановлення вібраційних генераторів потребує буріння навколо продуктивної свердловини додаткових свердловин глибиною до 12м.

Таким чином недоліком способу є низька його ефективність і складність технічної реалізації, особливо на свердловинах значної глибини.

В основу винаходу поставлено задачу розробити спосіб гідророзриву в якому шляхом використання свердловинних генераторів, що працюють на резонансних частотах гірничого масиву, чи резонансних або домінантних частотах продуктивного пласту буде забезпечена підвищена ефективність гідророзриву при гідростатичному тиску нижчому ніж це необхідно для статичного гідророзриву пласта.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі гідророзриву пласта, який полягає в встановленні в перфорованій обсадній колоні колони насосно-компресорних труб (НКТ), відсіканні пакерами необроблюваних ділянок свердловин, заповненні свердловини рідиною гідророзриву, поетапному підвищенні статичного тиску в колоні НКТ до отримання тріщин і гідророзриву, новим є те, що тріщиноутворення і гідророзрив пласту створюється за рахунок періодичної дії на зону гідророзриву інфранизькочастотними та низькочастотними пульсаціями тиску, збудженими свердловинним генератором, при гідростатичному підпорі в свердловині нижчому ніж це необхідно для статичного гідророзриву пласту.

Новим також є те, що робоча частота пульсацій генератора вибирається в полісі домінантної частоти породи продуктивного пласту  $F_d$ , яка визначається за попередніми дослідженнями або безпосередньо в ході гідророзриву за мінімумом частотної характеристики поглинання акустичного сигналу пульсацій при міжсвердловинному прозвучуванні пласту гідророзриву.

Новим також є те, що частота пульсацій генератора вибирається в полісі власної резонансної частоти продуктивного пласту  $F_{пл}$  попередньо визначеній за формулою:

$$F_{пл} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2E_{пл}g}{K_{1p}Hh}} \quad (1)$$

де  $E_{пл}$  - модуль жорсткості породи пласту,  $h$  - потужність (товщина) продуктивного пласту,  $H$  - глибина залягання пласту,  $g$  - прискорення вільного падіння,  $p$  - густина породи масиву,  $K=1+2$  коефіцієнт концентрації напруженості в пласті, або безпосередньо в ході процесу гідророзриву за частотою максимального збудження акустичного сигналу в контрольній свердловині.

Новим також є те, що частота пульсацій свердловинного генератора вибирається в полісі власної

резонансної частоти масиву порід  $F_m$ , що лежать над продуктивним пластом і орієнтовно визначається за формулою:

$$F_m = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2E_m g}{K_2 \rho H^2}} \quad (2)$$

де  $E_m$  - модуль жорсткості порід масиву, чи безпосередньо в ході процесу гідророзриву за частотою максимального збудження акустичного сигналу в контрольній свердловині, або за частотою максимального збудження вертикальних коливань поверхні родовища поблизу свердловини.

Спосіб здійснюється таким чином.

Після проведення стандартних технологічних операцій по перфорації обсадної колони, опусканню в свердловину колони НКТ, відсіканню необроблюваної зони свердловини пакерами і заповнення свердловини робочою рідиною за допомогою насосних агрегатів, наприклад типу 5АН-700, створюється деякий підпір тиску робочої рідини в НКТ, наприклад 0,2Рст. Далі, наприклад, за рахунок енергії часткового перетоку робочої рідини в свердловині збуджуються пульсуючі коливання частотою  $F$ . Вибір типу збуджуваних коливань проводиться з огляду на діапазон можливої зміни робочої частоти свердловинного пульсатора. При цьому слід врахувати те, що робоча частота пульсатора для збудження на домінантній частоті пласту повинна відповідати діапазону 5÷100Гц.

При збудженні власних резонансних коливань пласту потужністю  $h=1\div 20$ м, що залягає на глибинах  $H=500\div 5000$ м робоча частота пульсатора повинна відповідати діапазону 0,5÷20Гц.

При збудженні власних резонансних коливань масиву, що лежить над продуктивним пластом при  $E=5\cdot 10^9$ кг/м<sup>2</sup>,  $\rho=2,5\cdot 10^3$ кг/м<sup>3</sup>,  $H=500\div 5000$ м робоча частота пульсатора може знаходитись в діапазоні 0,1÷2,0Гц.

Конкретні значення резонансних, чи домінантних частот, характерних для даного пласту розраховуються попередньо за формулами (1), (2) чи методикою викладеного в статті Алексеев А.С. и др. "Вынужденные колебания трещиновато-блочных флюидонасыщенных слоев при вибросейсмическом воздействии" // ФТПРПИ №6, 2001г. стр.3-12. і потім уточнюються за амплітудно-частотними характеристиками відгуку пласта на збудження. При цьому резонансним і домінантним частотам будуть відповідати максимуми сигналу сприйнятому геофоном, опущеним в сусідню (контрольну) свердловину на глибину даного продуктивного пласту.

Збудження масиву порід чи пласта на власних резонансних частотах чи домінантній частоті дозволяє досягти резонансного підсилення коливань пульсатора до амплітуд близьких до рівня гідростатичного тиску в свердловині. Використання резонансних коливань дозволяє сконцентрувати енергетичний вплив цих коливань безпосередньо на пласті гідророзриву стимулюючи циклічною дією коливань прискорене тріщиноутворення.

За рахунок суперпозиції тиску підпору і пульсацій тиску збуджених генератором в певні моменти часу в зоні гідророзриву створюється тиск амплітуда якого стає достатньо для гідророзриву пласта.

Фіксація процесу гідророзриву пласта, як і при гідростатичному гідророзриві, може проводитись за моментом збільшення поглинання пластом робочої рідини. При невдалій спробі гідророзриву збільшується гідростатичний підпір, наприклад до 0,3Рст і цикл гідророзриву повторюється. Для збільшення ефективності гідророзриву доцільно на першому етапі провести обробку пласта на його власній домінантній частоті  $F_d$ , стимулювавши тим чином тріщиноутворення, а на другому етапі перейти до гідророзриву збуджуючи пласт на частоті  $F_m$  чи  $F_{пл}$ .

Проведення гідророзриву при низьких значеннях тиску гідростатичного підпору зменшує необхідні об'єми закачування в свердловину рідини гідророзриву, що відповідно приводить до зниження необхідного тиску  $P_y$  на усті свердловини.

Таким чином використання резонансних та домінантних частот інфранизькочастотного діапазону дозволяє збільшувати тріщинуватість та проводити гідророзрив глибоких свердловин при мінімальних енергетичних витратах з використанням серійного комплексу гідророзривної техніки.

Крім того використання інтенсивних резонансних коливань дозволяє проводити нарощування створених тріщин та їх закріплення за рахунок незворотної деформації каркасу породи при циклічній дії на нього.