

Корисна модель відноситься до вибухових робіт в нафтогазових свердловинах і може бути використана для підвищення проникності привибійних зон свердловин, а також створення умов припливу і видобутку розсіяного метану з низькопористих колекторів.

Відомий, обраний як прототип, спосіб вибухової обробки свердловин в інтервалі продуктивного пласта за рахунок розміщення розосереджених зарядів вибухових речовин і підривання їх з ультракоротким уповільненням по відношенню один до одного з метою утворення тріщин проникності в свердловині, який дозволяє підвищити сумарну масу заряду до 5,84кг за рахунок використання відбивача ударної хвилі та демпфуючих елементів [декларативний патент UA №30919A, МПК 6 E21B43/11, E21B43/263, опубл. Бюл. №7, 15.12.2000р.]. Недоліком цього способу є те, що використовується багатократна обробка вибухом зони раніше здійсненої кумулятивної перфорації. Як відомо, стандартна фугасна вибухівка забезпечує дроблення породи близько $1,0\text{м}^3$ на 0,5кг заряду та утворює зону дроблення порід розміром не більш ніж три - чотири діаметри камуфлетної порожнини. Крім того, технологічна складність використання вказаного способу обумовлена необхідністю доставки другого заряду у вже зруйновану попереднім вибухом зону та недостатня довжина і потужність заряду, яка не забезпечує зону дроблення порід, необхідну для ефективного припливу розсіяного метану з ущільнених колекторів.

В основу корисної моделі поставлено задачу у способі вибухової обробки свердловин шляхом впливу на присвердловинну зону потужного комбінованого кумулятивно-фугасного заряду з одночасним використанням металевих конструктивних елементів у якості складової комбінованого заряду, забезпечити утворення обширної зони дроблення порід в присвердловинній зоні, без технічних обмежень на довжину інтервалу зони дроблення порід з наступним розкриттям інтервалу вибуху бурінням і використанням стандартних прийомів виклику приливу розсіяного метану.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі вибухової обробки свердловин, що включає розміщення в свердловині в інтервалі продуктивного пласта зарядів вибухових речовин і підривання їх, згідно з корисною моделлю, однією технологічною операцією здійснюють двохфазову обробку і обширне дроблення порід у присвердловинному просторі шляхом забезпечення осьового поширення хвилі вибуху при первинній ініціалізації бризантних зарядів, ініціалізації фугасної складової заряду і подальшого окислення та перетворення в продукти вибуху металевих елементів конструкції заряду.

Для вирішення цієї задачі застосовують комбінований кумулятивно-фугасний заряд підвищеної потужності у вигляді циліндричної конструкції, зібраної на осьовій трубі в циліндричному кожусі з демпфуючих елементів, що гасять осьову хвилю детонації, і однотипних вибухових модулів, що складаються з периферійного фугасного заповнювача з уповільненою швидкістю детонації і надлишковим кисневим балансом, а також сегментів бризантних зарядів, у зовнішній поверхні яких розміщені кумулятивні лійки, а у внутрішньому просторі розміщений, також сформований з сегментів високошвидкісний циліндричний стрижневий детонатор, який забезпечує осьове поширення хвилі вибуху та первинну ініціалізацію бризантних зарядів, які в свою чергу, забезпечують підриг фугасної складової, що забезпечує окислювання й перетворення в продукти вибуху металевих елементів конструкції.

В зоні попередньо утворених кумулятивних отворів застосовують потужний фугасний заряд, який дозволяє створювати великі зони дроблення навколо стовбура свердловини, та забезпечити великий радіус фільтрації вуглеводнів з колекторів малої проникності. Ці отвори, які послаблюють міцність гірської породи, не можуть бути зроблені відомими свердловинними технічними пристроями вибухової природи. Крім того, надана можливість групувати низку запропонованих кумулятивно-фугасних зарядів дозволяє формувати єдині лінійні заряди необмеженої довжини (100, 200 і більш метрів) і формувати обширні зони для приливу нафти і газу у свердловину.

Можливість здійснення корисної моделі детально пояснюється за допомогою креслення.

Зборку модулів і конструкції заряду в цілому здійснюють за допомогою епоксидної смоли, що заповнює всі зазори конструкції, наповнювачем якої є порошкоподібні метали й окисли, що забезпечує високу твердість і механічну міцність конструкції.

На Фіг.1 показаний кумулятивно-фугасний модуль, призначений для створення зони дроблення порід, нанизаний на осьову трубу - 1. Кумулятивно-фугасний модуль складається з: внутрішньої циліндричної тонкостінної обійми - 2, демпфуючих кільцевих прокладок з пористого матеріалу - 3, зовнішньої циліндричної тонкостінної обійми - 4, зібраного з напівциліндрів осьового детонатора - 5, сегмента бризантного заряду - 6, фугасного заповнювача - 7, закритої захисним ковпаком кумулятивної лійки - 8. Монтажні зазори між сегментами бризантних зарядів заповнюються пористим гранульованим окислювачем. Застосовуваний варіант інертного фугасного заповнювача має високу механічну міцність і забезпечує захист конструкції від випадкових ударів.

На Фіг.2 показаний короткофокусний модуль дистанційного підригу, призначений для руйнування замкових з'єднань і надійної передачі енергії вибуху по технологічних зазорах нарізних з'єднань, нанизаний на осьову трубу - 1. Короткофокусний модуль дистанційного підригу складається з: внутрішньої циліндричної тонкостінної обійми - 2, демпфуючих кільцевих прокладок - 3, зовнішньої циліндричної тонкостінної обійми - 4, захисної кільцевої металевої шайби - 9, осьового детонатора - 5, кільцевого детонатора - 10, бризантного заряду - 6, фугасного наповнювача - 7, кільцевого кумулятивного профілю - 11. Швидкість передачі детонаційної хвилі короткофокусного модулю дистанційного підригу підібрана така, щоб забезпечити передачу вибухової хвилі в зону дроблення попереднього заряду при формуванні хвилі розрядження.

На Фіг.3 показаний активний (вибухово провідний) демпфуючий модуль, призначений для гасіння вибухової хвилі в осьовому напрямку усередині конструкції комбінованого кумулятивно-фугасного заряду, нанизаний на осьову трубу - 1. Активний демпфуючий модуль складається з: внутрішньої циліндричної тонкостінної обійми - 2, зовнішньої циліндричної тонкостінної обійми - 4, захисних кільцевих металевих шайб - 9, осьового детонатора - 5, скляно волоконної обійми - 15, дюралюмінієвих шайб еліпсоїдного профілю - 13, дюралюмінієвих шайб сфероїдного профілю - 14, керамічних гранул і порошкового окислювача - 12.

На Фіг.4 показаний пасивний (вибухово не провідний) демпфуючий модуль, призначений для гасіння вибухової хвилі в осьовому напрямку, нанизаний на осьову трубу -1. Пасивний демпфуючий модуль складається з: внутрішньої циліндричної тонкостінної обойми - 2, зовнішньої циліндричної тонкостінної обойми - 4, захисних кільцевих металевих шайб - 9, дюралюмінієвих шайб еліпсоїдного профілю - 13, дюралюмінієвих шайб сфероїдного профілю - 14, керамічних гранул у суміші з порошковим окислювачем - 12. Усередині модуля є чотири наскрізних трубчастих отвори, призначених для прокладки детонаційних шнурів і кабелю електричного детонатора (на рисунку не показані). Гірлянда пасивних демпферів розміщується у вигляді єдиного блоку, вище гірлянди кумулятивно-фугасних модулів. Кількість демпферів підбирається з умови гасіння енергії вибуху на інтервалі від зони розміщення зарядів, до низу обсадної колони.

На Фіг.5 показана кумулятивна лійка - 16, зона конуса інверсії якої збагачена окислами важких металів, а зона опорного конуса збагачена Al, Ni, Zr, що забезпечує при вибуху фугасної складової екзотермічну реакцію утворення інтерметаллідів. Внутрішня порожнина кумулятивної лійки захищена дюралюмінієвим ковпачком - 17. Наявність опорної поверхні кумулятивної лійки обумовлено особливостями вибухового процесу. Схема монтажу кумулятивної лійки показана на Фіг.1, поз.8.

На Фіг.6 показаний умовний варіант компонування в єдиній конструкції модуля газогенератора - 24 і зображеного на Фіг. 2 модуля вилученого підриву -25 (без блоку демпфуючих модулів та фіксуєчого пакера). До складу зборки входить: осьова труба - 1, глуха монтажна шайба - 20, розділова шайба - 21, вузол сповільнювача - 22, замок із внутрішньою різьбою - 18, замок із зовнішньою різьбою - 19, тонкостінний кожух - 28. Модуль газогенератора - 24 спрацьовує з розрахунковим часом запізнювання від зовнішнього активатора (на рисунку не показаний). Пінно-газова суміш (показана білими стрілками), активно заповнює простір усередині свердловини і за рахунок гасіння енергії вибуху у вертикальному напрямку запобігає здійсненню гідравлічного удару по гірловому устаткуванню і фонтануванню бурового розчину через розкритий при вибуху превентор. Після вигорання наповнювача газогенератора спрацьовує ініціюючий заряд - 23 і хвиля детонації поширюється на всьому інтервалі стрижневого детонатора - 6. Короткофокусний модуль вилученого підриву забезпечує руйнування замкових з'єднань - 18,19 і гарантований підрив нижче розташованих зарядів кільцевим кумулятивним струменем.

На Фіг.7 показаний варіант компонування в єдиній конструкції: сприймаючого заряду - 23, показаного на Фіг.3 активного демпфера - 26, показаних на Фіг.1 кумулятивно-фугасних модулів - 27, і показаного на Фіг.2 модуля вилученого підриву - 25, що забезпечує гарантоване поширення вибухового процесу у вертикальному напрямку. До складу зборки входить: осьова труба - 1, глухі монтажні шайби - 20, замок із внутрішньою різьбою - 18, замок із зовнішньою різьбою - 19, тонкостінний кожух - 28. Зовнішні геометричні параметри компонування забезпечують проведення спуско-підйомних операцій також як зі стандартною обсадною трубою, за рахунок наявності стандартних нарізних з'єднань і наскрізного внутрішнього отвору. У замкове з'єднання - 19 низу гірлянди зарядів укрічується натискний пакер (на рисунку не показаний), що забезпечує фіксацію низу гірлянди при її посадці на вибій свердловини. Напрямки вибуху показані чорними стрілками.

На Фіг.8 показаний варіант компонування гірлянди зарядів, де: фонтанне устаткування - 29, денна поверхня - 30, низ обсадної колони - 31, відкритий стовбур - 32, зворотний переводник і блок керування ініціалізацією - 33, модуль газогенератора - 34, верхній фіксуєчий пакер і блок керування вибухом - 35, гірлянда пасивних демпферів - 36, гірлянда кумулятивно-фугасних модулів, нижній фіксуєчий пакер - 38, опорний хвостовик - 39.

Динаміка розвитку хвилі вибухового процесу обумовлена співвідношенням швидкостей детонації вибухових компонентів. При цьому, швидкість детонації вибухової речовини детонаційного стрижня вище швидкості детонації бризантного заряду яка, у свою чергу, значно вище швидкості детонації фугасного наповнювача. Наявність демпфуючих прокладок і демпфуючих модулів, а також заповнення флюїдом осьової труби забезпечує фокусування енергії вибуху по перпендикуляру до осі заряду.

Спосіб використання універсального комбінованого кумулятивно-фугасного заряду підвищеної потужності визначається, виходячи з гірничо-геологічних умов розкритого розрізу, компонування інженерного кріплення свердловини, інтервалу дроблення порід і має кілька варіантів реалізації. У випадку використання для спуско-підйомних операцій колони бурильних труб спосіб здійснюють таким чином.

1. У зону відкритого стовбура свердловини, до посадки на вибій, на бурильних трубах, спускають гірлянду зарядів необхідної довжини, конструктивна міцність якої, з урахуванням сили виштовхування, вище зусиль зминання нижньої частини. Нижня частина гірлянди, що закінчується фіксуєчим пакером, обладнана хвостовиком з отворами, що забезпечують циркуляцію розчину при посадці в буровий шлам.

2. Стикування гірлянди зарядів з бурильною колоною здійснюють через скомбінований з пакером спеціалізований зворотний переводник. У конструкцію переводника включений пристрій, що ініціює вибуховий процес (таймер вибуху).

2. Через внутрішній простір бурильних труб буровий розчин видавлюється водою, до повного його витіснення із затрубного простору гірлянди зарядів.

3. Потім, при необхідності, через бурильні труби здійснюють накачування вибухового гелю типу "Іреджел", що має щільність вище щільності бурового розчину й позитивний кисневий баланс. Розрахунковий обсяг гелю передбачає повне заповнення затрубного простору зарядів. При цьому вибуховий гель відокремлюється від продавочної рідини за допомогою шару. Кінець продавки гелю (або включення пакера) фіксується стрибком тиску при посадці шару на зворотний переводник і ініціює спрацьовування скомбінованого з зворотним переводником пакера, що відокремлює зону зарядів від внутрішнього простору усередині свердловини. Крім того, ініціюється спрацьовування годинникового механізму, що забезпечує затримку вибуху на період часу, необхідний для витягу бурильної колони.

В результаті вибуху газоподібна складова сумарного вибуху проникає в створені бризантними зарядами кумулятивні отвори й розширює зону дроблення порід на інтервалі гірлянди комбінованих зарядів.

4. Бурильну колоду приводять в обертання, від'єднують від гірлянди зарядів і витягають зі свердловини.

Зниження рівня пластового флюїду у свердловині не поповнюється, що додатково захищає гірлове устаткування від гідравлічного удару. До моменту від'єднання бурильної колони годинник ініціатору вибуху блокують. У випадку виникнення аварійної ситуації і неможливості звільнити бурильну колону зі зворотного пакера допоміжний ініціатор вибуху спускають через внутрішній простір бурильної колони.

5. Після вибуху зону дроблення породи розкривають бурінням, очищають від шламу і елементів конструкції, що не зруйнувалися. Потім здійснюють стандартні операції по обробці зони створеної штучної тріщинуватості, спуску обладнаного фільтром хвостовика, виклику припливу і освоєнню свердловини. У випадку використання для спуско-підйомних операцій спеціалізованого кабелю і лебідки замість зворотного переводника використовують електрокерований роз'єднувальний пристрій. Підриг може здійснюватися від електричного детонатора, по сигналу з поверхні Землі. Для того щоб уникнути заплутування кабелю, нижче електричного детонатора передбачено трос, що детонує, довжиною 200-300м, що повністю згорає при поширенні фронту вогню, розгалуження якого пропущені через канали пасивних демпферів. При необхідності, до складу гірлянди комбінованого кумулятивно-фугасного заряду включають наступні ліквідатори:

1. Розташований у хвостовому пакері ініціатор вибуху із запізнюванням на кілька місяців. При посадці на вибій і розкритті хвостового пакера даний ініціатор вибуху забезпечує затримку вибуху на кілька діб.

2. Розташований у головному пакері ініціатор вибуху, що при розкритті пакера спрацьовує через розрахунковий час, без звільнення бурильної колони зі зворотного пакера.

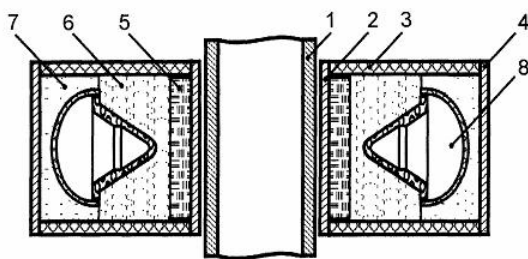
Крім того, може бути використаний зовнішній ліквідатор, що спускається на каротажному кабелі.

Всі ініціатори вибуху мають системи блокування. Транспортування зібраних блоків модулів здійснюється у відповідності з правилами транспортування вибухових зарядів рівноцінної потужності. При зборці блоків модулів безпосередньо на площадці свердловини використовують спеціалізований стенд, розташований у шахтному напрямку відповідно напрямку свердловини.

На першій фазі вибуху бризантні заряди формують від 60 до 90 кумулятивних отворів на погонний метр, а на другій фазі вибуху детонація всієї вибухової речовини комбінованого заряду, забезпечує розрив та дроблення порід, механічна міцність яких вже знижена. Довжина інтервалу дроблення порід обумовлена кількістю з'єднаних у низку кумулятивно-фугасних модулів.

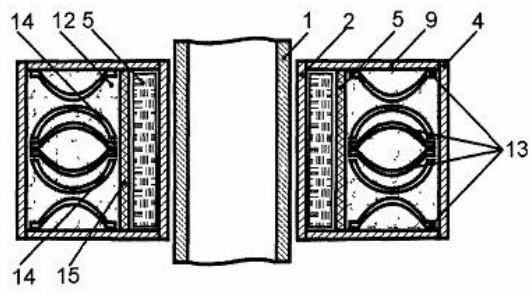
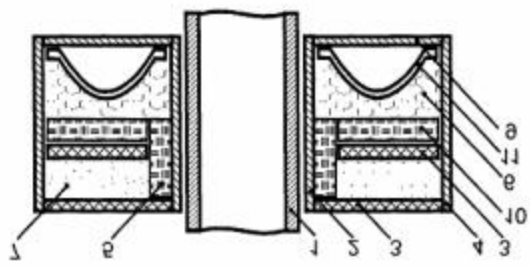
Порівняльна оцінка даного способу з аналогічними дозволяє зробити висновки про те, що за рахунок принципово більшої енергетики вибухової обробки присвердловинного простору, створюється принципово більша зона тріщинуватості, що дозволяє одержати промислові припливи вуглеводів з колекторів, нерентабельних для експлуатації при їхньому розкритті по стандартних технологіях. У такий спосіб до розробки залучаються геологічні об'єкти, на дослідження яких понесені витрати, а експлуатація є економічно нерентабельною через низький дебіт вуглеводнів. Крім того, застосування у момент вибуху вибухових компонентів з позитивним кисневим балансом приводить до загоряння металевих елементів конструкції зарядів (алюміній, дюралюміній, нікель, цирконій). Застосування порошкових сумішей (карбід вольфраму, нітрат барію, оксид заліза, свинцевий сурик, ферросіліцій, порошок алюмінію, порошкова мідь, сульфат кальцію) в елементах конструкції (оболонки кумулятивних зарядів, стикувальні муфти) також забезпечує виділення додаткового тепла за рахунок утворення інтерметаллідів, а також збільшення енергії вибуху за рахунок реакції зі пластовою водою. Вибухове згорання компонентів конструкції і висока крихкість незруйнованих вибухом демпферних елементів усувають технічні проблеми при розкритті зони дроблення бурінням.

Звідси видно, що широке впровадження даного способу може дати значний ефект, особливо в тих випадках, коли по геологічних передумовах запаси вуглеводної сировини є значними, а з технічних причин їхній видобуток економічно недоцільний. Спосіб може бути придатний і для поновлення припливу нафти й газу в свердловинах, дебіт яких різко знизився із причин закупорки присвердловинного порового простору парафіном й іншими продуктами.

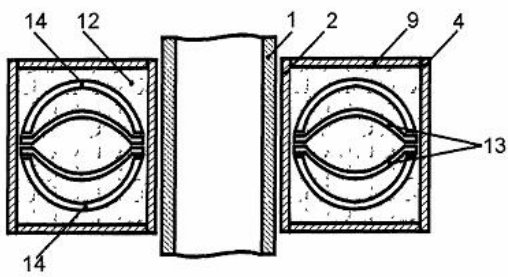


Фір. 1

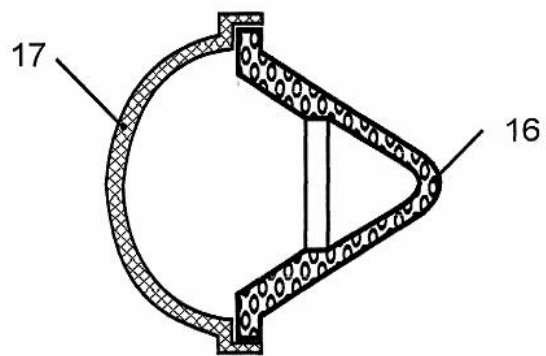
Φir. 3



Φir. 3



Φir. 4



Φir. 5

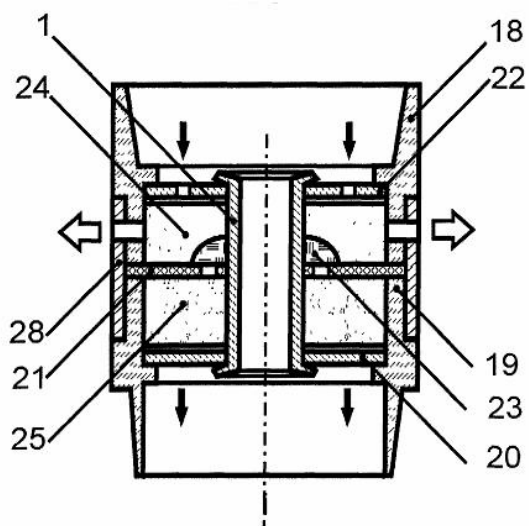


Fig. 6

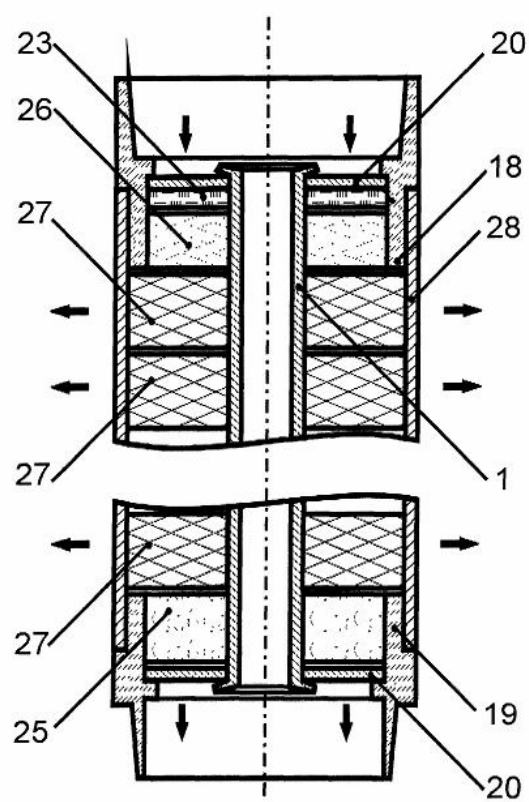
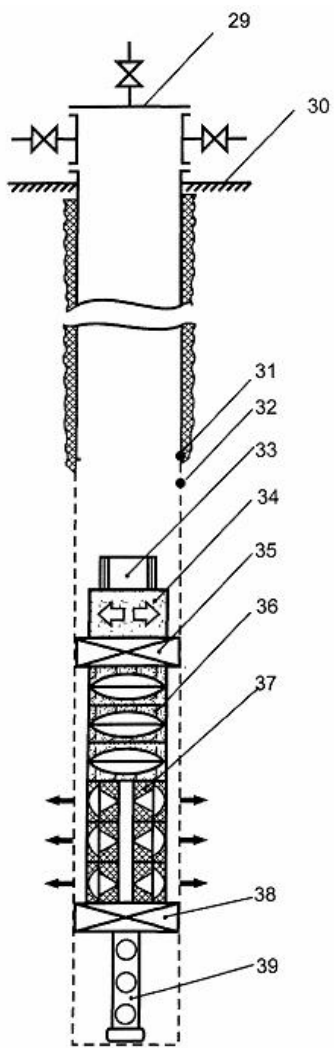


Fig. 7



Фиг. 8