

Мисенко Я.В., аспірант

Науковий керівник: Фролов О.О., д-р техн. наук, проф.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Продуктивність нафтових і газових свердловин визначається передусім тим, наскільки породи, що формують продуктивний пласт, мають пропускну здатність. Чим вища проникність порід у зоні впливу конкретної свердловини, тим більше нафти або газу вона здатна видобувати або приймати. Відповідно, за низької проникності спостерігається протилежний ефект.

У межах одного пласта проникність порід може значно відрізнятися між окремими ділянками. Трапляється так, що навіть за загальом гарних фільтраційних властивостей окремі свердловини потрапляють у зони з погіршеною проникністю, через що зменшується приплив вуглеводнів.

З плином часу під впливом різних чинників природна проникність порід також може погіршуватися. Наприклад, після закінчення буріння вибійні області часто забруднюються фільтратом глинистого розчину, який закупорює поровий простір і зменшує природну проникність. Під час експлуатації свердловин пори вибійної частини можуть забиватися парафіном, смолами чи дрібними частинками глини, що також ускладнює рух рідин і газів.

Поліпшити проникність у таких зонах можна за рахунок штучного розширення дренажних шляхів, збільшення кількості тріщин, а також очищення порових каналів від парафіну, смол та інших забруднень.

Методи підвищення проникності поділяють на хімічні, механічні, теплові та фізичні. Часто для досягнення ефективнішого результату їх комбінують або застосовують послідовно. Вибір оптимального методу залежить від характеристик конкретного пласта. Так, хімічні способи добре працюють у слабопроникних карбонатних породах та у пісковиках, цементованих карбонатними матеріалами.

Механічні методи переважно використовують у щільних породах, де необхідно збільшити тріщинуватість. Теплові – для видалення парафіну і смол зі стінок порових каналів або для посилення ефекту хімічної обробки. Фізичні – щоб усунути залишкову воду та найдрібніші тверді частинки, покращуючи рух нафти. Виконаємо короткий аналіз найвідоміших з методів.

Кислотна обробка свердловин. Цей метод базується на здатності кислот розчиняти певні різновиди гірських порід. Це сприяє очищенню і розширенню порових каналів, збільшенню проникності та, відповідно, підвищенню дебіту свердловини.

Найчастіше застосовують соляну (HCl) та фтористоводневу (HF) кислоти. Соляну кислоту використовують для карбонатних порід – вапняків, доломітів і доломітизованих вапняків, що формують продуктивні горизонти родовищ. Реакція HCl із карбонатами утворює хлориди кальцію та магнію, які добре розчиняються і не випадають в осад, тому після обробки легко видаляються разом із продукцією свердловини. Вуглекислий газ, що виникає під час реакції, також безперешкодно виходить на поверхню.

Під час кислотної дії HCl контактує з породою як на стінках свердловини, так і всередині порових каналів. Основний ефект забезпечується за рахунок очищення та розширення каналів, а також видалення мулистих і карбонатних відкладень. Іноді під впливом кислоти формуються вузькі канали каверноподібної форми, які збільшують зону дренажування і дебіт свердловини. Через це кислотна обробка спрямована на максимальне проникнення розчину в пласт, покращення сполученості каналів і видалення дріб'язку.

Гідравлічний розрив пласта. Гідророзрив ґрунтується на тому, що під дією підвищеного тиску, створюваного закачуваною у свердловину робочою рідиною, у породі формуються та розширюються тріщини. Щоб після зниження тиску вони не закрилися, у щойно утворені порожнини подають спеціально підготовлений крупний пісок, який виконує роль розпірки. Такі тріщини забезпечують гідравлічний зв'язок між свердловиною та віддаленими, але продуктивними ділянками пласта, створюючи легкі шляхи для руху газу або нафти. Їх довжина всередині пласта інколи сягає десятків метрів, а заповнений піском простір товщиною 1-2 мм має дуже високу проникність.

Після проведення гідравлічного розриву пласта дебіт свердловини, як правило, значно зростає – інколи у кілька разів. Технологічна схема виконання робіт включає:

- ✓ подачу рідини, що створює розрив;
- ✓ закачування суміші, яка переносить пісок;
- ✓ продавлювання піску всередину тріщин наступною порцією рідини.

У більшості випадків одна й та сама рідина використовується і як рідина розриву, і як пісконосія, тому її часто називають рідиною розриву. Найчастіше застосовують два типи таких рідин: нафтопродукти та водні склади; інколи – нафтово-водні або кислотно-нафтові емульсії.

Для нафтових свердловин зазвичай використовують загуслену нафту, мазут, дизпаливо, а також суміші нафтопродуктів зі спеціальними добавками. Під час вибору рідини визначальними є в'язкість, фільтраційні властивості та здатність утримувати зерна піску у зваженому стані.

Газогідродинамічний розрив пласта. Ця технологія полягає в тому, що у спеціальному приладі спалюється пороховий заряд, і енергія газів, які при цьому утворюються, створює потужний короточасний імпульс тиску. Він через перфораційні канали передається у пласт, провокуючи появу системи тріщин різного масштабу. Унаслідок такого впливу між свердловиною та віддаленою частиною пласта встановлюється розвинений гідродинамічний зв'язок, що приводить до зростання продуктивності.

Метод доцільно застосовувати в умовах, коли продуктивні горизонти сформовані щільними тріщинуватими вапняками, доломітами або малоглинистими пісковиками. Він ефективний як для видобувних, так і для нагнітальних свердловин.

Торпедування свердловин. Торпедування (перфорація) передбачає спуск у свердловину подовженого корпусу, в середині якого розміщена вибухова речовина (ВР), та його підрив у межах продуктивного інтервалу. Вибухом утворюється порожнина (каверна), а також система тріщин, що радіально відходять від свердловини, унаслідок чого збільшується її діаметр та покращується приплив нафти та газу.

Для заряджання торпед застосовують вискобризантні ВР – тротил, тетрил, гексоген, нітрогліцерин, ТЕН, а також амоніти та динаміти.

Щоб уберегти обсадні труби від пошкодження, над зарядом установлюють рідку (нафта, вода, буровий розчин) або тверду (глина, пісок, цемент) пробку.

Перфораційні роботи з використанням вибуху зазвичай виконуються на геофізичному кабелі (каротажні роботи). Це найбільш дешевий і простий метод торпедування (перфораційних робіт). Він здатен вирішувати невеликий спектр задач, але дозволяє ефективно виконувати операції зі збільшення продуктивності свердловин. В горизонтальних свердловинах його сфера застосування обмежена.

За конструктивним принципом обладнання виділяють два різновиди перфораційних систем:

1) Кульова або торпедна перфорація є одним із найдавніших способів пробивання каналів, коли у пласт спрямовують металеві кулі або невеликі торпеди (рис. 1, а). Ефект від таких снарядів виявляється слабким: при проходженні крізь щільні породи вони швидко втрачають енергію, тому отвори виходять нерівномірними і малоєфективними. Однак, у минулому цей метод досить широко використовувався.

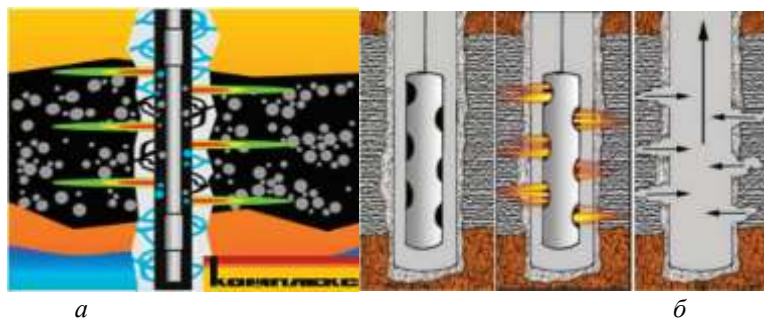


Рис. 1. Види перфораційних систем

2) Кумулятивна перфорація. У цьому виді отвори утворюються під дією кумулятивного струменя, який виникає під час спрацювання спеціальних зарядних елементів, розміщених у корпусі перфоратора. Метод вважається основним і найбільш поширеним завдяки поєднанню надійності та технологічної простоти. Однак він також має певні недоліки. Зокрема, кумулятивний струмінь ущільнює навколишню породу, погіршуючи її фільтраційні властивості, а висока температура та ударна хвиля додатково змінюють структуру вибійної частини пласта.

Теплова обробка вибійної зони. Тепловий вплив застосовують у випадках, коли видобувана нафта містить парафінові та смолисті компоненти. При зниженні температури їхня розчинність зменшується, і вони починають осідати на стінках труб, у фільтрах та у поровому просторі пласта, що погіршує фільтраційні властивості та знижує дебіт. Підвищення температури у вибійній зоні сприяє плавленню цих відкладень, і потік нафти виносить їх на поверхню. Внаслідок цього відновлюється прохідність порових каналів, зменшується в'язкість нафти і підвищується її рухливість у пласті.

Прогрівання здійснюють за допомогою електричних та газових нагрівачів, парових установок, гарячих нафтопродуктів або шляхом термохімічних реакцій. Введення гарячих рідин (нафти, дизпалива та ін.) зазвичай проводять без зупинки свердловинного насоса – нагріта рідина подається в затрубний простір, а розплавлений парафін відкачується разом з нафтою.

Отже, існуючі методи підвищення продуктивності нафтових і газових свердловин досить різноманітні, однак сфера їх застосування обмежується технологічною або економічною доцільністю. Тому подальші дослідження будуть спрямовані на удосконалення окремих методів підвищення нафто- та газовіддачі.