

УДК 622.235.5:622.245.14

О.Г. Драчук, к.т.н.

ДП "Науканафтогаз "Національної акціонерної компанії "Нафтогаз України"

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІТЧИЗНЯНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ВТОРИННОГО РОЗКРИТТЯ ПРОДУКТИВНИХ ПЛАСТІВ

Досліджено особливості конструкції вітчизняних технічних засобів для вторинного розкриття продуктивних пластів. Охарактеризовано проблемні питання щодо ефективності їх конструкцій. Запропоновано конструкції нових та шляхи вдосконалення серійних технічних засобів для підвищення ефективності їх дії та надійності роботи.

Ключові слова: продуктивні пласти, технічні засоби, перфораційні системи.

Вступ. Постановка проблеми. Необхідність збільшення власного видобутку вуглеводнів, визначеного оновленою Енергетичною стратегією України на період до 2030 року, особливо в умовах тенденційного ускладнення геолого-промислових умов видобування, спричинює підвищення вимог до ефективності технічних засобів для вторинного розкриття продуктивних пластів під час розробки вітчизняних родовищ нафти і газу. Наразі найпоширенішими є технічні засоби кумулятивної перфорації – перфораційні системи (кумулятивні перфоратори) та кумулятивні заряди (КЗ), якими вони, власне, споряджаються. Якщо у світі їх використовують у 90–95 % випадків, то в Україні цей показник наближається до абсолютного значення, що зумовлено порівняно простішим та дешевшим проведенням технологічного процесу вторинного розкриття.

Варто наголосити, що перфораційні системи також використовуються і під час проведення інших свердловинних прострілювально-вибухових робіт (ПВР) – для перфорації бурильних труб і обважених бурильних труб із метою відновлення циркуляції промивальної рідини й ліквідації їхнього прихоплення, під час проведення ремонтно-ізоляційних робіт (ліквідації заколонних перетікань).

Після здобуття незалежності Україна вимушена була розпочати власну розробку і виробництво технічних засобів для потреб нафтогазовидобувної промисловості, результатом стало створення, з-поміж іншого, декількох конструкцій кумулятивних перфораторів та КЗ.

Однак вітчизняні нафтогазовидобувні підприємства і надалі продовжують широко використовувати дорогі імпортовані вироби, як, наприклад, зазначається у [6]. Вітчизняний сегмент ринку цих технічних засобів, на жаль, залишається значно меншим.

Це об'єктивно призводить до подорожчання свердловинних робіт із вторинного розкриття продуктивних пластів, іноді затримуючи початок їх проведення, зважаючи на тривалість завезення в Україну необхідних технічних засобів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як показує аналіз науково-технічних та рекламно-інформаційних джерел, провідні світові розробники (західні фірми Owen, DYNAenergetics, Schlumberger, Halliburton), а також найбільші російські розробники (Перфотех, БашВзрывТехнологии, ВНИПИИВзрывгеофизика), що пропонують на вітчизняному ринку свої технічні засоби, продовжують проводити дослідження, спрямовані на підвищення ефективності КЗ та перфораційних систем для вторинного розкриття продуктивних пластів [7, 8]. Завдяки цьому вдалося розширити номенклатуру технічних засобів кумулятивної перфорації, підвищивши ефективність дії у 2–4 рази, порівняно з виробами подібного призначення, які використовувалися у світі в 80-х роках ХХ ст.

В Україні було розроблено достатньо ефективні КЗ і перфоратори, якими вони споряджаються, із використанням у конструкціях конверсійних вибухових речовин. Це, зокрема, КЗ типу ЗКМ, ЗГ2-42, ЗК1, ЗК2, ЗП1, ЗП2, ЗП2М та перфоратори типу ПБ2, ПКМ, ПКБ, ПК1Р [2-5].

Характерною ознакою є порівняно більша вартість закордонних технічних рішень для кумулятивної перфорації. Так вітчизняні КЗ, наприклад типу ЗКМ, майже удвічі дешевші за російські аналоги та більш ніж в 4–5 разів – за аналоги провідних західних фірм. Згідно з даними рекламно-інформаційних джерел, за ефективністю вітчизняні КЗ наближаються до російських, проте поступаються кращим аналогам світових виробників.

Досвід проведення вітчизняними нафтогазовидобувними підприємствами вторинного розкриття продуктивних пластів та інших свердловинних ПВР із використанням технічних засобів провідних закордонних виробників, які позиціонують свої вироби як високоефективні і надійні в експлуатації, а також вітчизняних виробів, свідчить про виникнення низки аварійних ситуацій, зокрема, прихоплень (заклинювань) у свердловині [1]. Це є свідченням того, що конструкції, які використовуються, не є досконалими та потребують удосконалення не лише щодо підвищення ефективності дії, а й щодо забезпечення надійнішої роботи.

Тому питання, пов'язані з розробкою ефективніших і надійніших у роботі технічних рішень для вторинного розкриття продуктивних пластів, залишаються і надалі будуть залишатися об'єктом науково-технічних досліджень, що зумовлює актуальність обраного дослідження.

Метою роботи є дослідження особливостей конструкцій вітчизняних технічних засобів для вторинного розкриття продуктивних пластів та визначення проблемних питань, вирішення яких дасть змогу підвищити їх ефективність з огляду на ефективнішу дію та надійнішу роботу.

Викладення основного матеріалу. Найбільше в Україні використовуються перфоратори, які спускаються до інтервалу на кабелі – великогабаритні корпусні типу ПКО (ПКО-89, ПКО-73) та їхні конструктивні аналоги (розроблені УкрДГРІ вітчизняні аналоги ПК1Р-89, ПК1Р-73), ПК-105, безкорпусні великогабаритні ПКС-80, безкорпусні малогабаритні типу ПР, що повністю руйнуються, типу Strip ($1^{1/16}$, $2^{1/8}$), з каркасом, що вилучається, фірм Owen й DYNAenergetics, вітчизняні малогабаритні безкорпусні перфоратори ПКМ-38 і ПКМ-54, які споряджаються КЗ, відповідно ЗКМ-38 і ЗКМ-У-54. Останні замінили перший вітчизняний малогабаритний безкорпусний перфоратор ПБ2-42Н, який споряджається КЗ типу ЗГ2-42. Малогабаритні перфоратори можуть транспортуватися до інтервалу перфорації через насосно-компресорні труби (НКТ).

Основним технологічним недоліком конструкцій малогабаритних безкорпусних перфораторів типу ПКМ, ПБ2 є нульовий кут фазування (КЗ розташовані на прямолінійній стрічці і діють у одній площині).

Через брак фінансування та відсутність підприємств-виготовлювачів уже декілька років призупинені роботи з промислового впровадження розробленого в УкрДГРІ, за безпосередньої участі автора, великогабаритного безкорпусного перфоратора типу ПКБ (ПКБ-80 і ПКБ-100, які споряджаються КЗ у скляних оболонках, відповідно, ЗК1-80С, ЗК2-80С і ЗГ2-100). Перфоратор ПКБ є вітчизняним аналогом російського перфоратора типу ПКС.

Варто зазначити, що ця конструкція перфораторів, окрім порівняно високого фугасного впливу на стінку свердловини, має ще один недолік – обмежений кут фазування КЗ (180°). Подальшим напрямком удосконалення конструкції перфораторів ПКБ могло б стати просторове розташування його КЗ.

Проведені експериментальні дослідження показали, що найочевидніше технологічне рішення – використання спірально вигнутого каркасу, на якому закріплюються КЗ, – потребує доопрацювання. Під час спускання до свердловини на такий каркас перфоратор діє значне зусилля крутіння, яке гальмує спускання та може призвести до деформації каркасу з наступним заклинювання перфоратора у свердловині. Одним з найраціональніших шляхів вирішення цієї проблеми могла би стати різноспрямованість гнуття окремих сегментів спірального каркасу, що нівелювало би взаємні крутні моменти. Проте подальше вдосконалення конструкції було призупинено у зв'язку із загальним припиненням робіт.

Перфоратори типу ПР (ПР-43, ПР-54), що повністю руйнуються, в Україні часто використовувалися під час розкриття газоносних пластів. Нерідко вони використовувалися на етапі дострілювання нових інтервалів без глушіння свердловин, під час розкриття пластів з аномально низькими пластовими тисками. Однак використання застарілих перфораторів типу ПР та їх сучасніших аналогів супроводжується певними складнощами, які пов'язані зі значним засміченням свердловини осколками, іноді із винесенням у НКТ зі створенням "корків", порівняно високим фугасним впливом на стінки свердловини та затрубне цементне кільце.

Однак можливість використання перфораторів типу ПР та їхніх аналогів в газовому середовищі зумовлює необхідність їх активного використання на вітчизняних родовищах вуглеводнів, незважаючи на наведені вище недоліки. Використання ж корпусних перфораторів в газовому середовищі або за великих депресій обмежене з огляду на можливе роздуття корпусу, а отже – неминуче заклинювання у свердловині.

На жаль, незважаючи на наявність серійних КЗ герметичної конструкції (ЗКМ-38 та ЗКМ-У-54), вітчизняних аналогів перфораторів типу ПР і досі не розроблено. Заряди ЗКМ-38 і ЗКМ-У-54 могли би стати апробованою основою для створення вітчизняного малогабаритного корпусного перфоратора, який теж досі не розроблявся, хоча його використання дало би змогу покращити результативність проведення вторинного розкриття, коли необхідно забезпечити незначний фугасний вплив на стінки свердловини, наприклад, у свердловинах з неякісним цементуванням або близько розташованими міжфлюїдними контактами, якими у значній кількості представлені вітчизняні нафтогазові родовища. Основною причиною затримки робіт з розробки таких перфораційних систем є, насамперед, відсутність належного фінансування.

Продовження використання деякими підприємствами найпершого вітчизняного КЗ типу ЗГ2-42-150/100, а також його вдосконаленого аналога ЗГ2-42-01-150/100, який має більшу пробивну здатність, порівняно з прототипом, але меншу, порівняно з іншими аналогами, в сучасних свердловинних геолого-технічних умовах, є недоцільним з наступних міркувань.

Високу ефективність вторинного розкриття з використанням перфоратора ПБ2-42Н, спорядженого КЗ типу ЗГ2-42, можливо забезпечити в дещо ідеалізованих умовах, які є нечастими на вітчизняних

родовищах – під час вторинного розкриття високопористих флюїдонасичених порід-колекторів при депресії на пласт, фільтраційно-ємнісні властивості яких мало змінилися під час первинного розкриття та наступних технологічних операцій.

Таким чином, наразі цілком актуальним є питання відмови від використання перфоратора ПБ2-42Н, спорядженого КЗ типу ЗГ2-42, або ж удосконалення конструкції КЗ із метою збільшення його пробивної здатності. Найраціональнішим варіантом могло би стати вдосконалення кумулятивного облицювання КЗ, зокрема, зміна його конічної форми на більш прогресивнішу, з огляду на забезпечення глибокого пробиття, наприклад, складної геометричної форми (з криволінійним поверхнями).

Менше на вітчизняних родовищах застосовуються корпусні перфоратори типів ПНКТ-89 (ПНК-89) та ПНКТ-73 (ПНК-73), ПК-2, що спускаються до інтервалу перфорації на колоні НКТ. Вони є аналогами перфораторів фірм Owen та DYNAenergetics (TCP 3^{3/8} та TCP 2^{7/8}), що також досить часто застосовуються в Україні.

В цілому можна стверджувати, що чисельність технологічних операцій із використанням перфораторів, які спускаються до інтервалу перфорації на НКТ, буде надалі зростати, з огляду на прогнозоване зростання масиву горизонтальних, похилоскерованих, багатовибійних свердловин, зарізання бічних стовбурів з метою відновлення свердловин старого фонду.

Нечисленне використання великогабаритних перфораторів ПШ-2 вітчизняної розробки (НВТ "Зонд"), споряджених КЗ ЗП2М-80, який являє собою безкорпусний великогабаритний перфоратор з масивною стрічкою, що вилучається на поверхню, супроводжувалося ускладненнями, пов'язаними з утворенням великофрагментованих осколків КЗ, що спостерігалось, наприклад, під час вторинного розкриття продуктивних пластів на нафтовому родовищі Субботіна шельфу Чорного моря.

Як відомо, наявність між стінкою свердловини та КЗ (перфоратором) зазору, заповненого рідиною, призводить до зменшення ефективності кумулятивного пробиття до 25–30 %. Це зумовлює необхідність використання досконаліших, з огляду на розміщення КЗ у свердловині, перфораційних систем.

Найефективнішим свердловинним малогабаритним кумулятивним перфоратором у цьому контексті нині є модель Pivot з поворотними КЗ фірми Shlumberger, особливістю конструкції якого є наявність поворотних КЗ, які після виходу перфоратора з НКТ в обсадну колону повертаються в робоче положення перпендикулярно до стінки свердловини. За пробивною здатністю цей перфоратор наближається до великогабаритних кумулятивних перфораторів завдяки мінімальному зазору між КЗ і стінкою обсадної колони свердловини. Проте такого перфоратора в арсеналі вітчизняних споживачів немає.

В УкрДГРІ за участі автора було розроблено та проведено стендові випробування малогабаритного кумулятивного перфоратора, який забезпечує двохсторонню кумулятивну дію на пласт (рис. 1). Перфоратор може транспортуватися до інтервалу перфорації через НКТ або звужені ділянки свердловини, а в інтервалі перфорації розкривається, притискаючи стрічки із КЗ до стінок свердловини, завдяки чому зазор між КЗ та стінкою свердловини, який зменшує ефективність перфорації, відсутній, як і під час використання перфоратора Pivot.

Діаметр перфоратора під час транспортування через НКТ не перевищує 43 мм, споряджається КЗ ЗКМ-38 у габариті 38 мм. Одним з найпроблемніших вузлів цього перфоратора став вузол розкриття у потрібному інтервалі. Було запропоновано декілька варіантів його конструкції.

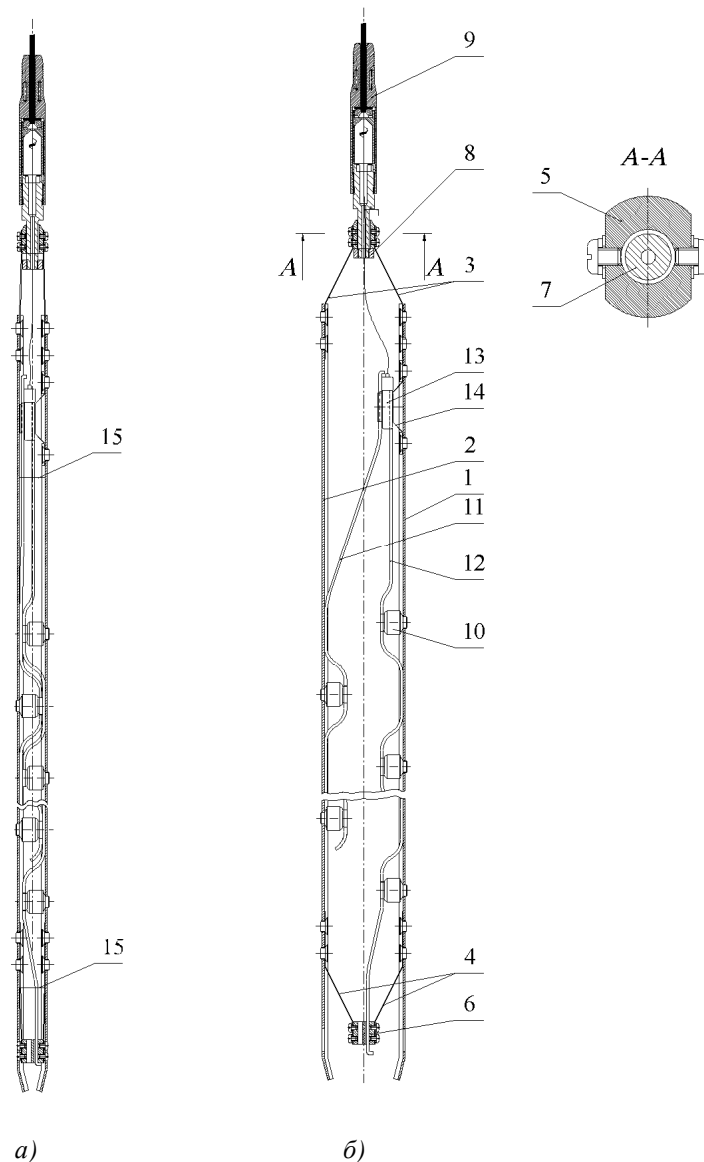


Рис. 1. Конструкція кумулятивного перфоратора, що забезпечує двохсторонню дію на пласт: а) в положенні для транспортування через НКТ; б) в робочому (розкритому) положенні. 1, 2 – стрічка; 3, 4 – пластинчасті пружини; 5, 6 верхній та нижній трубчасті елементи; 7 – перехідник; 8 – гайка; 9 – кабельний наконечник; 10 – КЗ; 11, 12 – детонуючий шнур; 13 – вибуховий патрон; 14 – хомут; 15 – фіксатори

Так у транспортному положенні (рис. 1, а) для зменшення тертя по стінках НКТ й, відповідно, поліпшення прохідності перфоратора стрічки 1, 2 пропонувалося фіксуватися фіксаторами 15 з низькоплавкого матеріалу (сплав Розе, ПОС тощо), температура плавлення якого не перевищує температуру в інтервалі перфорації. Розглядалася можливість переведення перфоратора у робоче положення (рис. 1, б) розплавленням фіксаторів під дією свердловинною температурою, струмом від наземного джерела живлення. Також розглядався варіант зменшення тертя шляхом установлення на стрічках роликів. Проте через брак фінансування подальші роботи з удосконалення та випробування конструкції було призупинено.

Якщо для корпусних перфораторів, які використовуються вітчизняними нафтогазовидобувними підприємствами, виконується умова фазування КЗ (як правило, через 45° , 60° або 90°), що закономірно створює умови для збільшення дебіту свердловин, то для малогабаритних перфораторів ПКМ-38, ПКМ-54, ПБ2-42Н така умова не виконується.

Вони мають нульовий кут фазування КЗ, що збільшує локальний фугасний вплив на обсадну колону і цементне кільце, створює умови для виникнення заколонних перетікань і обводнення продукції,

забезпечує гірші умови припливу вуглеводнів до свердловини, порівняно з перфораторами, що мають фазоване розташування КЗ.

Останнім часом в Україні активніше починають застосовуватися малогабаритні перфоратори зі спіральним каркасом, де КЗ є просторово орієнтованими. Це перфоратори фірми Owen – Shogun Spiral Strip, Shogun Snake ($1^{11/16}$, $2^{1/8}$), які, однак, дорожчі у виготовленні за перфоратори з прямолінійним каркасом (типу Strip).

Промислове впровадження вітчизняних аналогів цих перфораторів ПКМФ-38 та ПКМФ-54, розроблених в УкрДГРІ за участі автора, на жаль, затягнулися, насамперед, з огляду на недостатнє фінансування.

Такому перспективному напрямку розвитку технічних засобів для вторинного розкриття, як проведення вторинного розкриття з одночасною інтенсифікацією припливу донедавна належної уваги не приділялося. Варто зауважити, що розроблені малогабаритні перфоратори типу ПК та зі спіральним каркасом є експериментально апробованою основою для нових конструкцій малогабаритних технічних рішень для комплексного впливу на пласт. Розробка таких пристроїв віднедавна проводилася в УкрДГРІ, проте наразі промислове впровадження відсутнє.

Під час спуску до свердловини через НКТ безкорпусних малогабаритних перфораторів із нульовим фазуванням КЗ унаслідок співударяння КЗ зі стінками свердловини, муфтовими з'єднаннями НКТ можлива їх наступна розгерметизація, зіскакування заціпок із наступним зміщенням детонуючого шнура. У перфораторах зі спіральним каркасом такого не спостерігається, оскільки в них КЗ із детонуючим шнуром повністю захищені від співударянь зі стінками свердловини або НКТ каркасом.

Для підвищення надійності роботи таких конструкцій вітчизняними розробниками було запропоновано нескладне в реалізації, але, водночас, ефективне рішення – встановлювати на стрічку перфоратора спеціальний центратор у вигляді пружного стрижня з пружиною основою [9]. Це дає змогу зменшити аварійність під час використання малогабаритних безкорпусних перфораторів типу ПКМ, ПБ2-42Н. Використання центраторів дає змогу унеможливити контактування корпусів КЗ із заціпками й детонуючим шнуром з муфтовими з'єднаннями НКТ, що іноді призводило до заклинювання у НКТ.

У деяких закордонних перфораторах типу Strip, що використовуються в Україні, наконечник являє собою масивне обтічне тіло, прикріплене до нижньої стрічки перфоратора. Вітчизняний виробничий досвід свідчить, що в такому випадку можливе заклинювання перфоратора після відстрілу в НКТ внаслідок потрапляння осколків корпусів або ж кришок КЗ, що можуть випасти з різьбового гнізда деформованої вибухом стрічки перфоратора. Тому наконечник таких перфораторів повинен виготовлятися з тонколистового чи крихкого матеріалу, або ж включати встановлену на кінці стрічки із зігнутих кінцем групу центраторів.

Це є однією з причин аварійності (заклинювання) малогабаритних кумулятивних перфораторів, в тому числі й провідних світових виробників. Тому використовувати масивні наконечники у конструкціях малогабаритних безкорпусних перфораторів не рекомендується.

Вагома частка виникнення аварійних ситуацій під час вторинного розкриття продуктивних пластів, як показує вітчизняний виробничий досвід, спричинюється діями споживача, який комплектує перфораційну систему несертифікованими конструктивними елементами, а також персоналу, який безпосередньо споряджає перфоратор на свердловині, інколи порушуючи технологічний цикл його спорядження та використання.

Так типовим явищем є закупівля у виробників лише КЗ. Інші комплектуючі, зокрема, корпуси корпусних перфораторів, стрічки безкорпусних перфораторів, головки та наконечники, елементи кріплення не закуповуються у відповідного виробника (розробника) перфораційної системи, а виготовляються самостійно за довільною документацією.

Тому інколи досить складно чи взагалі неможливо установити причину виникнення ускладнення чи аварійної ситуації у свердловині, а нарікання на якість та технічну досконалість розробленої перфораційної системи або ж її окремих конструктивних елементів, звісно ж, є безпідставними та безадресними. Відсутність контролю якості комплектуючих перфораторів, тобто використання несертифікованої продукції, недотримання вимог конструкторської й експлуатаційної документації ("людський фактор") є частими причинами ускладнень та незадовільних результатів під час проведення ПВР із вторинного розкриття.

Висновки. Ринок вітчизняних технічних засобів для вторинного розкриття продуктивних пластів представлений низкою кумулятивних перфораторів та КЗ до них. Вони мають меншу вартість, порівняно із закордонними аналогами, проте гірші за ефективністю. Потреба вітчизняних нафтогазовидобувних підприємств у таких засобах задовольняється, в основному, за рахунок імпортованих виробів.

Розробка нових, удосконалення існуючих конструкцій вітчизняних технічних засобів кумулятивної перфорації, в тому числі з одночасним проведенням інтенсифікації, завершення їх випробувань та впровадження у виробництво стримується, перш за все, недостатнім фінансуванням. Через це

призупинено впровадження декількох розроблених і випробуваних конструкцій малогабаритних безкорпусних кумулятивних перфораторів із фазованим розташуванням КЗ, зокрема, зі спіральним каркасом та з двохсторонньою дією на пласт.

Конструкції малогабаритного корпусного перфоратора в Україні не розроблялися, хоча є потреба у їх використанні на вітчизняних нафтогазових родовищах.

Необхідно відмовитися від використання малоефективних КЗ типу ЗГ2-42, поки не буде підвищено ефективність їх дії. Під час розробки технічних засобів кумулятивної перфорації перевагу варто надавати конструкціям із фазованим розташуванням КЗ.

Запропоновано конструкцію малогабаритного кумулятивного перфоратора із двохсторонньою дією на пласт. Запропоновано рішення, що дають змогу підвищити надійність роботи технічних засобів під час проведення свердловинних ПВР (встановлення центраторів, використання немасивного наконечника).

Використання несертифікованих комплектуючих технічних засобів для вторинного розкриття, наявність "людського фактора" під час їхнього спорядження зумовлює необхідність підвищення культури виробництва, що є особливо актуальним під час використання вибухових матеріалів.

Вирішення цих проблемних питань дасть змогу підвищити ефективність технічних засобів для вторинного розкриття продуктивних пластів щодо ефективності їх дії та надійнішої роботи, а також зменшити залежність вітчизняних споживачів від імпортованих виробів, сприятиме виконанню конверсійної програми щодо утилізації вибухових речовин та забезпечить умови для нарощування власного видобутку вуглеводнів.

Список використаної літератури:

1. *Войтенко Ю.І.* Причини ускладнень при використанні перфораторних систем і безпека прострілювально-вибухових робіт у свердловинах / *Ю.І. Войтенко, О.Г. Драчук, Д.Д. Глагола* // *Нафта і газ України : матер. VIII Міжнар. наук.-практ. конф. "Нафта і газ України – 2004"*. – К. : УНГА, 2004. – С. 387–388.
2. Дослідження впливу особливостей конструкції та геометричних параметрів на ефективність малогабаритних кумулятивних зарядів / *С.В. Гошовський, О.Г. Драчук, Ю.І. Войтенко та ін.* – К. : УкрДГРІ, 2007. – 56 с.
3. Результати розробки і впровадження вітчизняних малогабаритних перфораторних зарядів та систем / *С.В. Гошовський, О.Г. Драчук, Ю.І. Войтенко та ін.* // *Зб. наук. пр. УкрДГРІ.* – 2008. – № 4. – С. 116–127.
4. *Драчук О.Г.* Аналітичне оцінювання ефективності вітчизняних малогабаритних кумулятивних перфораторів / *О.Г. Драчук* // *Зб. наук. пр. УкрДГРІ.* – 2011. – № 2. – С. 200–206.
5. *Драчук О.Г.* Дослідження кумулятивного пробиття мішеної малогабаритними кумулятивними зарядами з порошковими облицюваннями для свердловинних перфораторів / *О.Г. Драчук* // *Зб. наук. пр. УкрДГРІ.* – 2010. – № 1–2. – С. 131–139.
6. *Стельмах В.* Кумулятивні перфораційні системи Deep Star Millenium виробництва фірми Halliburton готові використовувати в Україні сервісні компанії Nadra Group! / *В.Стельмах* // *Геолог України.* – № 3–4 (35–36). – 2011. – С. 48–49.
7. *Ликотов А.Р.* Конструктивно-технологические особенности перфорации и аппаратура для проведения прострелочно-взрывных работ / *А.Р. Ликотов, А.А. Меркулов, В.В. Сильвачев* // *Нефтяное хозяйство.* – 2013. – № 5 – С. 84–86.
8. *Токарев Г.М.* Совершенствование вскрытия продуктивных пластов в сложных технологических условиях / *Г.М. Токарев* // *Нефтегазовое дело.* – 2013. – № 1. – С. 232–241.
9. Кумулятивний свердловинний перфоратор: Патент України 38487, МПК Е21В43/117 / *Войтенко Ю.І.; Гошовський С.В., Драчук О.Г.* ; заявник та патентовласник Український державний геологорозвідувальний інститут. – № 200810136; заявл. 06.08.2008 ; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1.

ДРАЧУК Олександр Григорович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник ДП "Науканафтогаз" Національної акціонерної компанії "Нафтогаз України".

Наукові інтереси:

- техніка та технології видобування нафти і газу;
- свердловинна прострілювально-вибухова апаратура.

Стаття надійшла до редакції 01.10.2013

