

## ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СВЕРДЛОВИН ЗДІЙСНЕННЯМ ГІДРОІМПУЛЬСНОЇ ІМПЛОЗІЙНОЇ ДІЇ НА ПРИВИБІЙНУ ЗОНУ ПЛАСТА

<sup>1</sup>Я.Б.Тарко, <sup>2</sup>Я.Я.Тарко

<sup>1</sup>ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 42195,  
e-mail: jart\_b@ukr.net

<sup>2</sup>НГВУ „Охтирканафтогаз” ВАТ „Укрнафта”, 42700, м. Охтирка, вул. Київська, 119,  
e-mail: yarosl@mail.ru

*Обоснована целесообразность применения в скважинах гидроимпульсных методов воздействия на призабойную зону пластов. Описаны устройство и технология увеличения продуктивности пластов путем создания в скважинах высоких мгновенных депрессий импозийного типа. Приведены результаты испытания разработанной технологии в скважинах Бугруватовского месторождения НГДУ „Охтырканефтегаз”.*

*The expedience of application of hydroimpulse methods of affecting on the bottom hole zone of the layers in the wells has been grounded. The device and technology of increasing the productivity of layers by creation in the wells of high instantaneous depressions of implosive type have been described. The results of the developed technology' test in the wells of Bugruvate field of OGPE "Okhtyrkanaftegaz" have been given.*

Аналіз експлуатації свердловин нафтогазовидобувних підприємств України показує, що абсолютна більшість з них відноситься до низькодебітного фонду. Вивчення керн та гідродинамічні дослідження пластів свідчать, що однією із основних причин цього є кольматація приви́бійної зони, яка відбувається на стадії первинного розкриття і надалі поглиблюється під час вторинного розкриття та в процесі експлуатації свердловин. Значну роль у зниженні проникності продуктивних пластів відіграють фізико-хімічні властивості флюїдів та особливості зміни їх фазового стану залежно від термобаричних умов у пласті. В першу чергу, це кристалізація високомолекулярних вуглеводнів та відкладення на поверхні фільтраційних каналів полярних компонентів нафти – смол та асфальтенів. Ще однією причиною зниження продуктивності свердловин є привнесення в приви́бійну зону пласта разом з різноманітними технологічними рідинами твердих механічних домішок. Кількість свердловин у ВАТ „Укрнафта”, що експлуатуються механізованими способами становить близько 92%. Це означає, що в більшості з них статичні рівні знаходяться нижче гирла, тобто вони певною мірою поглинають свердловинну рідину, особливо в процесі їх глушіння. У багатьох свердловинах через несумісність пластових вод та технологічних рідин відбувається утворення нерозчинних або труднорозчинних осадів, які суттєво знижують абсолютну проникність порід, а збільшення водонасиченості – фазову проникність для нафти і газу.

Одним з перспективних напрямків розвитку технологій та технічних засобів інтенсифікації продуктивності свердловин є розроблення методів, що поєднують депресійну та імпульсний дії на приви́бійну зону пласта [1]. Ці технології ґрунтуються на миттєвому сполученні

свердловинного простору високого тиску з простором, в якому відсутній надлишковий тиск. Досвід проведення робіт з інтенсифікації дебітів нафти і газу свідчить, що їх ефективність суттєво збільшується в разі здійснення комплексної дії на приви́бійну зону пласта, в першу чергу поєднання фізичних і хімічних оброблень. Це пояснюється тим, що ефективність різних хімічних та теплових методів відновлення продуктивності свердловин значною мірою залежить від своєчасного і повного виносу з пласта розплавлених чи розчинених продуктів кольматації. Незначна затримка у вилученні продуктів реакцій при реагентних обробленнях призводить до їх повторного випадання в осад та утворення ще більш стійких кольматаційних структур.

На даний час відомі конструкції устаткування для створення високих миттєвих депресій і репресій тиску типу УСМД, за допомогою якого вплив на продуктивні пласти здійснюють шляхом почергового з'єднання приви́бійної зони з попередньо осушеним затрубним простором та заповненим рідиною трубним простором з високим гідростатичним тиском, а також декілька модифікацій обладнання, в якому з цією ж метою використовуються гідроструминні насоси [1]. Застосування даних технологій на багатьох родовищах засвідчило їх високу ефективність, однак промисловий досвід свідчить, що успішність цих робіт суттєво знижується в свердловинах з низьким пластовим тиском, крім того для проведення робіт в першому випадку необхідно використання пересувних компресорів високого тиску чи інших джерел стиснутого газу, а другому – тривалої роботи насосних агрегатів, що збільшує терміни ремонтів та їх вартість. Ускладнює проведення робіт за цими технологіями також необхідність обов'язкового використання пакера, який в ни-

зці свердловин неможливо установити з технічних причин.

Нами розроблено технологію та устаткування для очищення пласта типу УОП, принцип роботи якого полягає у створенні на привибійну зону високих миттєвих депресій тиску імпульзійного типу [2-4]. У свердловину опускають насосно-компресорні труби, в нижній частині яких встановлено пристрій з мембраною, розрахованою на відповідний тиск руйнування або спеціальний запірний механізм, який відкривається за заданого перепаду тиску, котрі герметично перекривають внутрішнє січення труб і забезпечують практично відсутність надлишкового тиску в трубах. Після руйнування мембрани або відкриття запірної механізми, під дією миттєвої депресії тиску імпульзійного типу пластова рідина з великою швидкістю поступає у НКТ, виносячи з собою продукти забруднення привибійної зони, чим досягається очищення пласта та відновлення його проникності.

Однією з основних вимог до роботи пристроїв гідроімпульсної імпульзійної дії є достовірність проектного тиску руйнування мембрани. Нами було проведено гідравлічні випробування, як на стенді так і в умовах свердловин, з визначення залежності тиску розриву мембрани від її товщини в послаблюючих канавках, а також вивчення характеру руйнування [2]. Дослідження проведено з мембранами, виготовленими з чавуну марки СЧ-4 та бронзи марки ОЦС-555. Встановлено, що характер руйнування мембран, виготовлених з чавуну, в значно більшій мірі відповідає вимогам даного процесу. Практично в усіх мембранах поверхня, яка піддавалась тисковій, руйнувалась на дрібні дискретні частини. Це було підтверджено і оглядом пристроїв, які піднімалися з свердловин після проведення в них гідроімпульзійної дії під час подальших ремонтів. Слід зазначити, що обов'язковою умовою здійснення даної технології є проведення дефектоскопії мембран для виявлення скритих тріщин та каверн, порушення структури сплаву та інших дефектів, які можуть вплинути на тиск руйнування.

Пристрої УОП опускають на вибій якомога ближче до пластів, які піддаються обробленню, в умовах заповнення свердловини рідиною глушіння. Досвід проведення цих робіт свідчить, що під час опускання у свердловину через скриті дефекти мембран, а також недотримання проектних швидкостей спуску і виникнення додаткових гідродинамічних навантажень можливе передчасне їх руйнування. Для запобігання таким випадкам використовують мембрани, які мають тиск руйнування у 1,5-2 рази більший від величини гідростатичного тиску заповненої до гирла свердловини. Якщо тиск руйнування мембран перевищує тиск опресування експлуатаційної колони, то в таких свердловинах вказані роботи не проводять.

Технологію реалізують як з встановленням пакера, так і без нього. Переваги застосування пакера в тому, що створені в цьому разі гідродинамічні імпульси діють виключно на пласт.

Однак встановлення пакера пов'язано з проведенням додаткових робіт, нерідко тривалих та трудомістких і, крім цього, в даному випадку очищення привибійної зони відбувається лише за рахунок пластової енергії, яка в деяких свердловинах може бути недостатньою для самоочищення пласта.

Технологія робіт з застосуванням устаткування УОП та пакера полягає в наступній послідовності операцій. Опускають у свердловину НКТ, обладнані пристроєм та пакером і після герметизації останнього, обов'язують гирло свердловини, приєднують до затрубного простору насосний агрегат і створюють надлишковий тиск в затрубному просторі, який передається на нижню частину мембрани. Конструкція пристрою виключає попадання рідини в пласт і завдяки тому, що рідина нагнітається в замкнений простір, тиск розриву створюється практично миттєво, що також є важливим для реалізації методу. В момент досягнення проектного величини тиску відбувається руйнування мембрани, і привибійна зона миттєво з'єднується з порожніми трубами і дія високої депресії тиску імпульзійного типу викликає інтенсивний приплив флюїду і винесення продуктів кольтатації з пласта. Одночасно рух рідини в пристрої приводить в дію запірний елемент пристрою, який роз'єднує трубний та затрубний простори, що виключає перетік рідини з затрубного простору в труби і забезпечує дію депресії тиску виключно на пласт. Після заповнення труб пластовою рідиною з продуктами кольтатації розпакерують пакер та зворотною промивкою виносять продукти забруднення на поверхню. У випадку фонтанування після проведених робіт підземне обладнання можна залишити на час подальшої експлуатації, а при роботі свердловини механізованим способом пристрій і пакер після закінчення депресійно-імпульзійної дії піднімають на поверхню і опускають експлуатаційне обладнання.

Під час реалізації технології без встановлення пакера пристрій встановлюють на рівні нижніх отворів перфорації. Після руйнування мембрани під дією створеної миттєвої високої депресії тиску імпульзійного типу пластовий флюїд і свердловинна рідина з затрубного простору з великою швидкістю спрямовуються в насосно-компресорні труби і одночасною дією потоку пластової і свердловинної рідин досягається очищення вибою, перфораційних каналів і привибійної зони. Це забезпечує швидше і більш повне винесення продуктів забруднення на поверхню, при цьому тривалість процесу вилучення кольтатанту скорочується в 3-4 рази.

Як приклад практичної реалізації розробленої технології наведемо технологію проведення очищення привибійної зони пласта у свердловині 81 Бугруватівського родовища. Вказана свердловина експлуатувалась штанговим глибинним насосом з горизонту В-22 і перед проведенням робіт її дебіт становив 2,6 т/добу безводної нафти. З метою відновлення продуктивності у свердловині встановили пристрій УОП на глибині 3800 м і провели гідроімпуль-

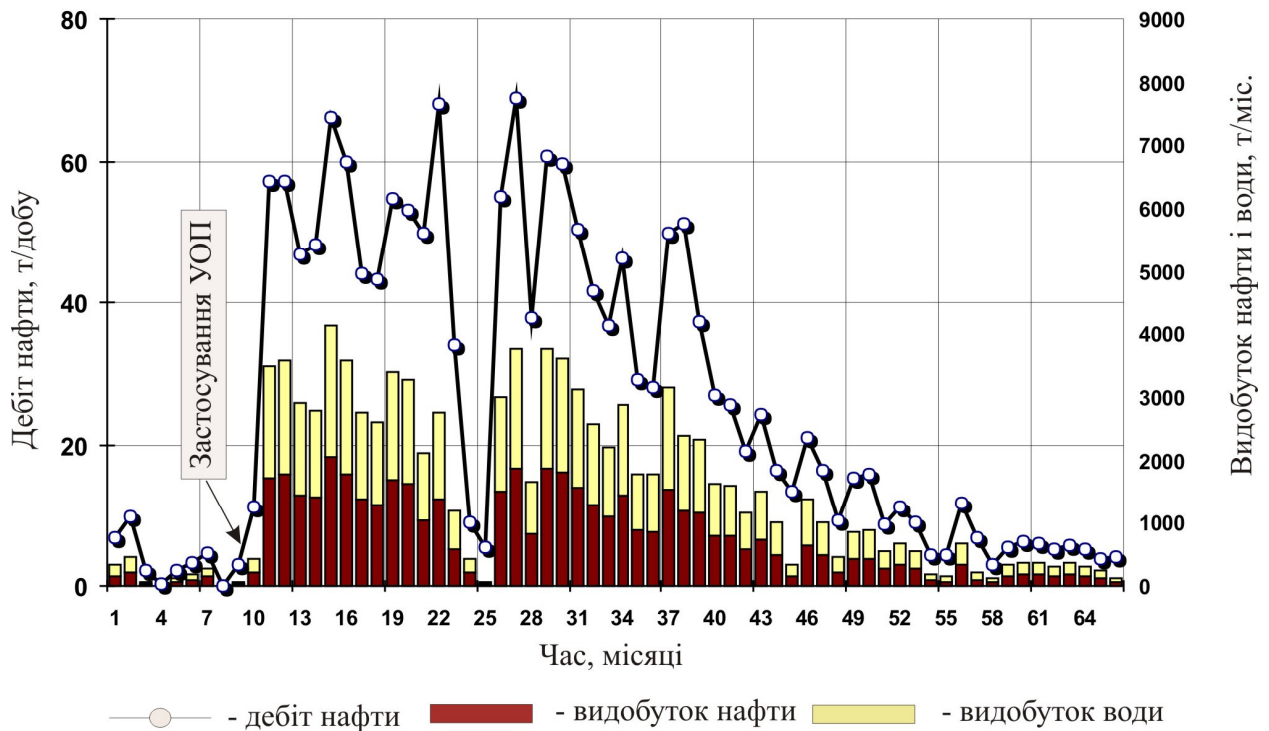


Рисунок 1 — Перебіг показників роботи свердловини 81 Бугруватівського родовища

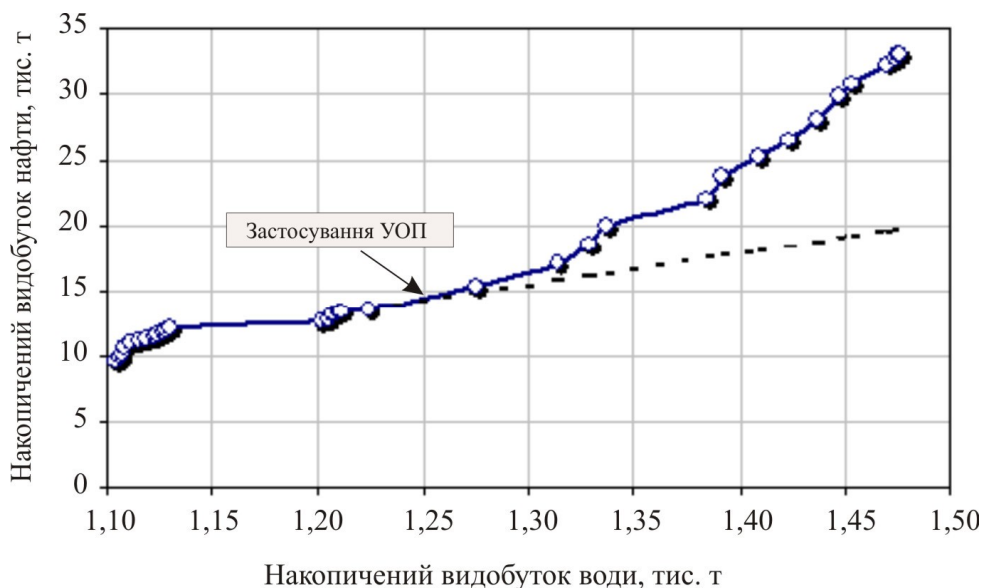


Рисунок 2 — Характеристика витіснення свердловини 81 Бугруватівського родовища

зйну дію. Допуском насосно-компресорних труб до вибою виявили, що інтервали перфорації нижче глибини 3835 м перекриті вилученим з пласта осадом. Після промивання вибою, перестріляли інтервал перфорації, закачали в свердловину аміачну воду та неол, однак це оброблення пройшло невдало і реагенти не вдалося закачати в пласт. Свердловину пустили в роботу тим же насосом і дебіт нафти в наступному місяці збільшився до 11,2 т/добу з подальшим збільшенням до 57,3 т/добу при обводненості 2-3% (рис. 1). З цього часу свердловина працювала у фонтанному режимі, хоча в ній і

знаходився глибинний насос. У результаті проведених робіт додатковий видобуток в даній свердловині склав 18,8 тисяч тонн нафти і 3,5 млн. м<sup>3</sup> газу. Досягнутий ефект продовжувався більш ніж 3,5 роки, хоча дебіт поступово знизився до 8-10 т/добу при тій же обводненості. Слід зазначити, що після очищення привибійної зони значно покращився гідродинамічний зв'язок свердловини з пластом і вона почала більш інтенсивно реагувати на процес заводнення. Тому наслідком застосування розробленої технології стало не тільки збільшення поточного видобутку нафти і газу, але, як видно з

Таблиця 1 – Результати впровадження технології гідроімпульсійного впливу з використанням пристроїв УОП у свердловинах Бугруватівського родовища НГВУ „Охтирканафтогаз”

№ з/п	Номер свердловини	Дебіт нафти, т/добу				Тривалість ефекту, дні	Додатковий видобуток		Примітка
		до	після				нафти, тонн	газу, тис. м <sup>3</sup>	
			1-й міс.	2-й міс.	макс.				
1	68	0,2	7,68	9,43	30,39	1239,7	8287,9	698,6	
2	38	1,13	1,05	0,07	1,19	-	-	-	Обрив штанг
3	38	0,09	2,06	2,54	29,59	1385,5	11236,9	1034,11	
4	31	1,2	0,1	0,1	0,1	-	-	-	
5	49	0,21	13,82	11,99	21,00	2455,1	21099,9	1889,7	
6	6	6,09	6,13	5,47	6,13	-	-	-	
7	47	4,05	3,67	3,20	4,58	-	-	-	
8	81	4,65	11,20	57,27	68,89	1300,7	18840,1	3533,6	Перестріл і хім. обробка
9	12	0,67	0,84	1,1	3,43	-	-	-	Ефект 24,5 дні
10	78	0,20	17,95	6,94	27,25	1128,9	8596,3	609,2	Перестріл
11	50	0,04	1,22	4,29	4,90	381,2	959,8	74,6	
Середні значення всіх свр.-операцій		1,68	5,97	9,31	17,95				
Середні значення ефективних свр.-операцій		0,90	8,99	15,41	30,34				
Всього						7891,10	69020,90	7839,81	
На 1 свердловино-операцію						717,37	6274,63	712,71	
На 1 ефективну свердловино-операцію						1315,18	11503,48	1306,64	

характеристики витиснення, представленої на рис. 2, і значне покращення характеру та повноти нафтовилучення в околиці свердловини.

Успішними були роботи з проведення гідроімпульсної дії на привибійну зону пласта і в свердловині 78 цього ж родовища. Дана свердловина експлуатувала горизонти Д-3 і С<sub>1т</sub> з середнім дебітом 1,78 т/добу нафти, який постійно знижувався і безпосередньо перед застосуванням технології становив 0,2 т/добу. Після перестрілу інтервалів перфорації встановили пристрій УОП на глибині 3847 м та здійснили імпульсно-депресійний вплив на пласт. У результаті проведених робіт дебіт збільшився до 17,95 т/добу практично безводної нафти. Надалі свердловина короткий час не працювала у зв'язку з заміною фундаменту та верстата-гойдалки, після чого дебіт нафти складав в середньому 9-15 т/добу при обводненості 0,5-2,7%. Проведення в даній свердловині гідроімпульсної дії дало змогу впродовж трьох років збереження ефекту додатково видобути 8,6 тисяч тон нафти і 609 тисяч м<sup>3</sup> газу.

Значний ефект від застосування розробленої технології було отримано також у свердловинах 38, 49 і 68 Бугруватівського родовища.

Загалом випробування нової технології гідроімпульсійної дії на привибійну зону пласта здійснено в 11 свердловинах цього родовища і основні результати проведених робіт наведено у таблиці 1.

Як бачимо, у деяких свердловинах після застосування устаткування УОП не відбулося збільшення продуктивності, однак стабілізувався приплив нафти, в результаті чого покращилася робота свердловинного обладнання. Наприклад, в свердловині 6 Бугруватівського родовища при збереженні практично того ж дебіту коефіцієнт експлуатації зріс з 0,883 до 0,993, стабілізувалась також робота свердловини 47, хоча в таблиці вони відображені як не-ефективні.

Загалом у результаті проведених робіт із застосуванням гідроімпульсійної технології у свердловинах Бугруватівського родовища додатково видобуто більше 69 тисяч тон нафти і 7,8 млн. м<sup>3</sup> газу при середній тривалості ефекту в успішних свердловинах 1,3 роки. Ці результати підтверджують високу ефективність розробленої технології, що дає змогу рекомендувати її широке впровадження в нафтогазовидобувних підприємствах.

**Література**

1 Тарко Я.Б. Аналіз гідродинамічних методів впливу на привибійну зону пласта // Держ. міжвід. НТЗ „Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ”, вип. 38. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 2001. – С. 128-133.

2 Тарко Я.Б. Дослідження процесу руйнування мембранних запірних механізмів пристроїв імпульсно-депресійної дії // Методи та прилади контролю якості / Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу. – 2004. – Вип. 12. – С. 22-24.

3 Пат. 16034 Україна. Пристрій для створення миттєвої депресії на пласт: МКИ Е 21 В 43/18 / Я.Б.Тарко., М.М.Лилак., І.О.Новомлинський В.С. та ін. – № 4194294/SU; заявл. 06.01.87; опубл. 29.08.97, Бюл. № 4.

4 Пат. 30246 Україна. Спосіб підвищення продуктивності свердловин. МПК Е 21 В 43/18 / Я.Б.Тарко, М.М.Лилак., І.О.Новомлинський, В.П.Заяц, Я.Я.Тарко – Заявл. 04.02.98; опубл. 15.02.2002, Бюл. № 2.

**Міжнародна науково-технічна конференція**

**ВПРОВАДЖЕННЯ  
ІННОВАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ПЕРСПЕКТИВИ  
РОЗВИТКУ СИСТЕМ  
ТЕПЛОГАЗО-  
ПОСТАЧАННЯ ТА  
ВЕНТИЛЯЦІЇ**

*м. Харків  
(19–21 листопада 2008 р.)*

**Оргкомітет конференції**

*Харківська національна академія  
міського господарства,  
61002, м. Харків, вул. Революції, 12*

**zolotov@ksame.kharkov.ua**

**тел. (057) 707 32 65**

**факс (057) 706 15 54**

**Тематика конференції:**

- Технології, матеріали, обладнання для зварювання, пайки, наплавлення й різання
- Міцність зварних з'єднань і конструкцій, теоретичні й експериментальні дослідження напружено-деформованих станів, способи регулювання зварювальних напруг і деформацій
- Математичні методи моделювання зварювальних процесів
- Неруйнівний контроль і технічна діагностика, оцінка й подовження ресурсу безпечної експлуатації зварних конструкцій
- Сучасні технології, матеріали й обладнання для нанесення покриттів
- Перспективні напрямки спеціальної електрометалургії
- Екологічні проблеми в галузі зварювання й споріднених технологій
- Підготовка й атестація фахівців, стандартизація та сертифікація зварювального виробництва