

© В.М. Світлицький  
д-р техн. наук  
ПАТ «Укргазвидобування»

## До питання підвищення продуктивності нафтогазових свердловин

УДК 622.246.6

*У статті проаналізовано результати інтенсифікації припливу вуглеводнів до експлуатаційних свердловин газоконденсатних родовищ Дніпровсько-Донецької западини. Рекомендується така послідовність проведення обробок хімічними реагентами: солянокислотна суміш – поверхнево-активна речовина – органічно-кислотна суміш – амінокислотний реагент. Методи є високорентабельними, вони дають змогу економити кошти, зокрема шляхом розрідження мережі експлуатаційних свердловин.*

**Ключові слова:** свердловина, інтенсифікація припливу вуглеводнів, родовища, хімічні реагенти.

*В статті проаналізовані результати інтенсифікації притока углеводородов в експлуатационные скважины газоконденсатных месторождений Днепровско-Донецкой впадины. Рекомендуется следующая последовательность проведения обработок химическими реагентами: соляно-кислотная смесь – поверхностно-активное вещество – органично-кислотная смесь – аминокислотный реагент. Методы являются высокоэффективными и позволяют экономить средства, в частности путем разрежения сети эксплуатационных скважин.*

**Ключевые слова:** скважина, интенсификация притока углеводородов, химические реагенты.

*The results of stimulation of hydrocarbon flow in development wells of Dnipro-Donets basin condensate fields are analyzed in the article. The applying of the following chemical treatment: hydrochloric acid mixture-surfactant-organic-acid mix-amino acid reagent is recommended. Presented methods are highly profitable and allow to save costs, particularly due to rarefaction of well network.*

**Key words:** well, stimulation of hydrocarbon flow, chemical treatment.

В умовах постійно наростаючої потреби у вуглеводневій сировині особлива увага приділяється максимальному вилученню продукції з продуктивних пластів, цьому сприяють методи інтенсифікації припливу вуглеводнів [1–4]. Порівняльні результати найбільш поширених технологій інтенсифікації видобутку вуглеводнів на родовищах України і світу наведено в таблиці.

Наша робота зосереджена на недорогому комплексі методів впливу на поклад, що дає змогу інтенсифікувати приток вуглеводнів і відновлювати дебіти свердловин.

Метод солянокислотної обробки (СКО) [3] розроблений для низькопористих гранулярних колекторів із карбонатним і карбонатно-глинистим цементом та тріщинуватих

карбонатних колекторів із різним ступенем глинистості, включаючи колектори, що пластично деформуються протягом реакції з соляною кислотою. Склад солянокислотної суміші підбирають для кожного конкретного випадку, він залежить від літологічного складу колектору.

У результаті солянокислотних обробок теригенних колекторів (Кавердинське, Яблунівське, Тимофіївське і Машівське родовища) вдалося домогтися підвищення дебітів газу на 20–50 %. Дебіти з карбонатних покладів (Чутівське і Загорянське родовища) після обробок збільшувалися на 50–70 %. Ефект цього методу залежить як від правильного вибору рецептури солянокислотної суміші, так і від технології освоєння свердловин, що забезпечує необхідний винос

Таблиця

Зведені порівняльні результати найбільш поширених технологій інтенсифікації видобутку вуглеводнів на родовищах України і світу

Технології інтенсифікації видобутку вуглеводнів	Частка у додатковому видобутку за рахунок упровадження технологій інтенсифікації видобутку вуглеводнів, %			
	країни			
	Україна	Білорусь	Росія	США, Канада
Гідророзрив пласта	12	11,4	54,8	–
Оброблення поверхнево-активними речовинами	41	38	–	–
Кислотні оброблення	26,5	22,1	5,72	0,8
Термічні та термохімічні оброблення	5	–	7,3	–
Внутрішньопластове горіння	0,019	–	–	0,29
Водоізоляція, обмеження водоприпливів	–	2,01	5,62	–
Інші методи	5,273	8,07	1,46	6,76

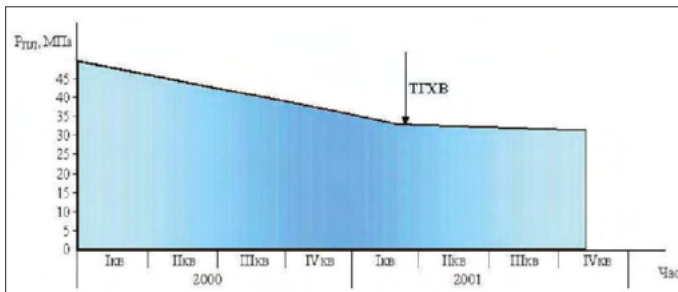


Рис. 1. Зміна пластового тиску протягом розробки покладу Кавердинського родовища св. 2. Зверніть увагу на уповільнення падіння тиску після застосування методу ТГХВ

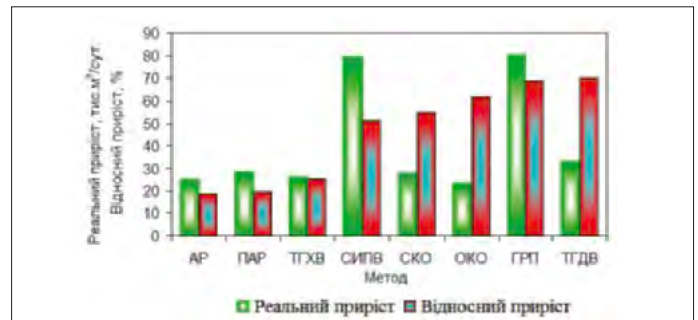


Рис. 2. Додатковий дебіт і ефективність робіт із інтенсифікації припливу на родовищах ДДЗ (усереднені результати 95 обробок)

важких складових продуктів реакції з порового простору колектору. Метод СКО найбільш ефективний на початковій стадії розробки покладу внаслідок збільшення проникності привибійної зони як під час розчинення карбонатних складових колектору, так і очищення порового простору від забруднень, що утворилися у процесі буріння свердловин.

Метод обробки пласта органічними кислотами (ОКО) базується на здатності органічних кислот розчиняти як карбонатні породи, так і важкі вуглеводні, які забруднюють привибійну зону під час тривалої роботи свердловин. Метод дає позитивні результати на всіх етапах розробки покладів. Особливо висока ефективність методу на кінцевому етапі, коли вдавалося збільшувати дебіти від 5–20 до 30–60 % і більше, подовжуючи термін їх експлуатації на 2–3 роки (свердловини Чутівського, Березівського, Яблунівського та інших родовищ).

Обробка порового простору колектору поверхнево-активними речовинами (ПАР) полегшує рух флюїду у ньому за рахунок зниження коефіцієнта поверхневого натягу, нерідко спільно зі зменшенням в'язкості флюїду. За ретельно підібраної рецептури метод ефективний на всіх етапах розробки покладу і дає можливість збільшити дебіти на 20–60 %.

Обробка колектору аміачними реагентами (АР) базується на здатності лужних амінокомплексів як на органічній, так і на водній основі очищувати колектор, забруднений кольматуючими частинками органічного та неорганічного походження. Застосування методу доцільне на проміжних етапах розробки, коли дебіти завдяки його впровадженню зростають на 10–30 %.

Гідророзрив пласта (ГРП) включає комплекс робіт зі створення у пласті додаткових тріщин із їх закріпленням піском або пропантом. Цей метод відомий фахівцям і широко застосовується [2]. Завдяки проведенню ГРП відбувається збільшення дебітів свердловин до 3–5 разів (свердловини Східно-Полтавського, Машівського, Чутівського та інших родовищ).

Технологія термогазодинамічного впливу на пласт (ТГДВ) передбачає отримання мережі тріщин (до 100 м) за рахунок реакції горючоокиснювальної і гідрореагуючої систем. Потужність і тривалість реакції регулювані. Метод дає змогу ефективно реанімувати свердловини. Так, у результаті проведення ТГДВ на св. 32 Ново-Троїцького ГКР,

яка працювала з дебітом 1 тис. м³/добу, було отримано дебіт у 75 тис. м³/добу, що зберігається більше трьох років. Св. 9 Східно-Полтавського родовища, яку готували до ліквідації, після проведення ТГДВ почала працювати з дебітом 85 тис. м³/добу. Отримані результати підтверджують високу ефективність методу, який нічим не поступається технології ГРП, а за вартістю проведення є у 10 разів дешевшим.

За допомогою термогазохімічного впливу (ТГХВ) можна одночасно здійснити прогрівання пласта, завдяки чому відбувається розчинення і випарювання важких вуглеводнів, що дає змогу підвищити проникність привибійної зони за рахунок мікророзтріскування породи в результаті різкого підвищення тиску в порах колектору. Метод дає змогу розігрівати необхідний інтервал свердловини до 400–700 °С. Завдяки цьому методу було розширено зону дренування покладу горизонту В-18 у св. 2 на Кавердинському родовищі, що проявилось у затримці падіння пластового тиску за газового режиму (рис. 1), а також збільшенні проникності привибійної зони з 9 до 127 мД.

Селективна ізоляція припливу пластових вод (СІПВ) проводиться з метою ліквідації та запобігання обводнення продукції пластовою водою, що надходить у свердловину за водонапірного режиму покладу. Для цього за спеціально відпрацьованою технологією у пласт закачується комплексний реагент, який утворює мармуроподібний водонепроникний бар'єр [4]. Будучи поверхнево активною речовиною, цей реагент також очищує колектор від кольматанту і знижує в'язкість газового конденсату, збільшуючи дебітні характеристики свердловин. У результаті запровадження цього методу дебіти в безнадійно обводнених свердловинах Тимофіївського, Яблунівського, Машівського, Східно-Полтавського та інших родовищ зросли у кілька разів. Отриманий водонепроникний бар'єр не здатний до руйнування хімічними методами, але з часом може бути обійдений унаслідок підвищення водо-газового контуру. Це обумовлює необхідність повторення обробок із періодичністю від 5 місяців до 3–4 років.

Усі розглянуті методи за технологічною ефективністю впливу можна умовно розділити на дві групи. До першої належать СІПВ, ГРП та ТГДВ, а до другої – СКО, ОКО, ПАР, АР. Аналіз результатів інтенсифікації припливу газу у свердловинах ДДЗ свідчить про те, що максимальне збільшення дебітів (у середньому на 50–70 % або в реальному

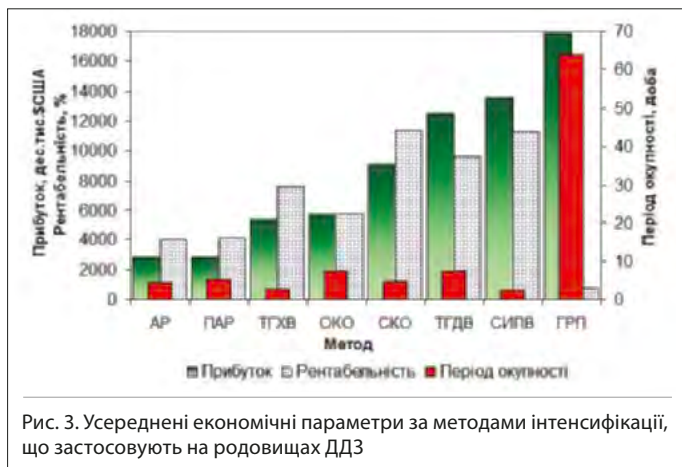


Рис. 3. Усереднені економічні параметри за методами інтенсифікації, що застосовують на родовищах ДДЗ

обсязі на 50–200 тис. м<sup>3</sup>/добу) характерне для першої групи. З них найбільшою ефективністю (близько 70 %) характеризується метод ГРП та ТГДВ (рис. 2). Безсумнівно, ці методи завдяки своєму кардинальному впливу на продуктивний пласт є найбільш ефективними, хоча й дорогими. У результаті проведення методів другої групи збільшення продуктивності свердловин дещо нижче і становить у середньому 20–30 тис. м<sup>3</sup>/добу (див. рис. 2). Найвищою ефективністю (в середньому 50–60 %) характеризуються методи ОКО і СКО. Ефективність інших методів знаходиться у межах 25 %.

Економічні параметри проведених методів інтенсифікації припливу показують їх високу рентабельність, вимірювану 3–4-розрядними значеннями, і швидку окупність протягом 10 днів (рис. 3). Можна відзначити, що прибуток унаслідок застосування методів першої групи значно перевищує прибуток від проведення методів інтенсифікації припливу другої групи. Для всіх методів характерне зростання прибутку зі збільшенням тривалості ефекту від проведених робіт.

Значне зростання дебітів за достатньої тривалості ефекту зумовлює істотний прибуток і максимальну рентабельність (у середньому понад 12 000 %) за рахунок проведення методу СППВ. Високими значеннями рентабельності (10 000–12 000 %) характеризуються також обробки за допомогою ТГДВ і СКО, що обумовлено хорошим співвідношенням високих показників збільшень дебітів і тривалого (1,5–2 роки) ефекту.

Трохи відокремлено від інших методів варто розглядати метод ГРП (рис. 4). Значна вартість реагентів, що використовують для його реалізації, істотно зменшує його рентабельність (до 700 %, що на порядок менше порівняно з іншими методами). Але незважаючи на це, після отримання позитивного результату період окупності є досить швидким (близько двох місяців). При цьому завдяки тривалості ефекту і високому приросту дебітів прибуток унаслідок проведення ГРП у ~ 1,5 раза вище, ніж від використання інших методів впливу на продуктивний пласт.

### Висновок

Отже, аналіз результатів робіт із інтенсифікації припливу вуглеводнів до привибійної зони, що проводяться на газоконденсатних родовищах ДДЗ, показує, що:



Рис. 4. Співвідношення витрат і прибутку від проведених методів інтенсифікації

для ефективної підтримки дебітних характеристик газоконденсатних свердловин і збільшення вуглеводневіддачі пластів за мінімальних витрат найбільш перспективна така послідовність впливу на продуктивний пласт у часі експлуатації свердловин: ГРП (ТГДВ) – СКО – ПАР – АР – ОКО – ТГХВ. При цьому послідовно досягається збільшення природної проникності колектору (ГРП, ТГДВ, СКО), зниження поверхневого натягу на межі колектор–вуглеводень (ПАР, АР), очищення привибійної зони від важких вуглеводнів і ретроградного конденсату (ОКО, ТГХВ). У разі припливу пластових вод у свердловини використовують методи СППВ;

розглянуті методи інтенсифікації припливу мають високу рентабельність за швидкої окупності і великої тривалості ефекту;

методи показують хороші результати у різних гірничогеологічних умовах, даючи змогу збільшувати обсяг і ефективність вилучення вуглеводневої продукції. Це є прямим шляхом до зниження витрат на буріння експлуатаційних свердловин шляхом зменшення їх кількості, необхідної для розробки родовища. Якщо правильно запроваджувати вищеописані методи інтенсифікації припливу до однієї середньостатистичної свердловини родовищ ДДЗ, то можна додатково видобувати від 20 до 50 млн м<sup>3</sup> газу, що відповідає можливості розрідження сітки експлуатаційних свердловин у 1,2–1,5 раза.

### Список літератури

1. **Светлицкий В.М.** Проблемы увеличения производительности скважин / В.М. Светлицкий, П.Н. Демченко, Б.В. Зарицкий. – К.: Вид. Паливода А.В., 2002. – 228 с.
2. **Грищенко А.И.** Методы повышения продуктивности газоконденсатных скважин / А.И. Грищенко, Р.М. Тер-Саркисов, А.Н. Шандрыгин, В.Г. Подюк. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1997. – 364 с.
3. **Качмар Ю.Д.** Кислотна обробка силікатних колекторів / Ю.Д. Качмар // Наф. і газова пром-сть. – 1993. – № 2. – С. 28–32; 1993. – № 3. – С. 31–35; 1994. – № 1. – С. 29–33; – 1994. – № 2. – С. 29–33.
4. **Інтенсифікація припливів вуглеводнів у свердловину** / Ю.Д. Качмар, В.М. Світлицький, Б.Б. Синюк, Р.С. Яремійчук. – Львів : Центр Європи, 2004. – Кн. 1. – 352 с.

## Світлицькому Віктору Михайловичу – 60

Народився 25 січня 1954 р. у м. Івано-Франківськ. У 1976 році закінчив Івано-Франківський інститут нафти і газу за спеціальністю геологія та розвідка нафтових і газових родовищ. Розпочав свою трудову діяльність старшим техніком-геологом геологорозвідувальної експедиції об'єднання «Союзсірка», згодом працював інженером-гідрологом.

У 1979–1988 роках – інженер Центральної науково-дослідної лабораторії ВО «Укрнафта» (м. Івано-Франківськ), старший інженер науково-дослідного сектору, інженер-технолог СКТБ «Надра» Івано-Франківського інституту нафти і газу. У 1987 р. захистив кандидатську дисертацію.

У 1988–2002 рр. працював в Українському нафтогазовому інституті (м. Київ) на посадах старшого наукового співробітника, провідного наукового співробітника, завлабораторією, завідувача науково-дослідним відділом видобутку нафти, газу і конденсату. У 1995 р. захистив докторську дисертацію. З 1994–2002 р. – вчений секретар, голова спеціалізованої вченої ради із захисту докторських і кандидатських дисертацій в Українському нафтогазовому інституті. Із 1996 р. начальник відділу НДІ Міжнародного науково-технічного університету ім. акад. Ю.М. Бугая, пізніше – професор кафедри електромеханічного обладнання енергоємних виробництв Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»; у 1999–2002 р. керував філією цієї кафедри, яка була створена безпосередньо за його участю. З 2001 р. – професор Полтавського технічного університету ім. Ю.Кондратюка, Міжнародного науково-технічного університету ім. акад. Ю.М. Бугая, Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, а з 2012 року – професор кафедри геології нафти і газу Київського національного університету ім. Тараса Шевченка.

З 2002 року В.М.Світлицький – начальник науково-технічного управління, начальник управління перспективного розвитку та науки, начальник науково-технічного відділу ДК «Укргазвидобування» Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України», а з 2013 року начальник управління технічної політики ПАТ «Укргазвидобування».

Дійсний член Української нафтогазової академії, дійсний член Академії гірничих наук України, член спеціалізованої вченої ради із захисту докторських і кандидатських дисертацій в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу. Член Центральної комісії з питань розробки нафтових, газових, газоконденсатних родовищ та експлуатації підземних сховищ газу Міністерства палива



та енергетики України, експерт Державної комісії України по запасах корисних копалин при Міністерстві охорони навколишнього природного середовища України, член секції нафти і газу Комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки, голова технічного комітету стандартизації «Газ природний» Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики (Держспоживстандарт України) з 2010 року. Вчений секретар експертної ради Вищої атестаційної комісії України (ВАК України) з розробки корисних копалин у 2010–2011 рр. З 2011 року – вчений секретар експертної ради з питань проведення експертизи дисертаційних робіт Міністерства освіти і науки України з розробки корисних копалин та металургії.

Головними напрямками науково-практичної діяльності В.М. Світлицького є вивчення процесів, які відбуваються у покладах горючих копалин, вирішення проблем, пов'язаних із підвищенням продуктивності свердловин нафтових і газових родовищ за допомогою керованих дисперсних систем та фізичних полів, у тому числі дослідження процесу утворення родовищ високов'язких нафт за рахунок міграції легких вуглеводнів у бітумовмісні породи. Він вперше запропонував використовувати дисперсні системи на основі азотнокислого карбаміду для інтенсифікації видобутку нафти і газу та магнітокеровані дисперсні системи для ізоляції припливів води.

В.М. Світлицький проявив себе як цілеспрямований та досвідчений дослідник. Запропоновані ним методи підвищення видобутку вуглеводнів за рахунок інтенсифікації і стимулювання роботи нафтогазових свердловин є актуальними і дістали міжнародне визнання.

Віктор Михайлович бере активну участь у підготовці висококваліфікованих кадрів: підготував доктора та кандидата технічних наук, є науковим керівником аспірантів, а також здобувачів наукового ступеня кандидата технічних наук, науковим консультантом у здобувачів наукового ступеня доктора технічних наук.

В.М. Світлицький опублікував в Україні та за кордоном понад 400 наукових праць, у тому числі 14 монографій, 2 брошури, 4 навчальні посібники та підручник, він має 10 винаходів, понад 150 патентів.

Бажаємо ювіляру міцного здоров'я, щастя, невичерпної енергії та подальших творчих успіхів.

Колеги,  
редакція журналу