

В.В. Касьянов, Б.І. Лелик,
Центр альтернативних видів палива,
Ю.Д. Качмар,
Центральна науково-дослідна лабораторія
ВАТ “Укрнафта”

ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОРОЗРИВУ ПЛАСТА В СВЕРДЛОВИНАХ ДЛЯ ВИДОБУТКУ МВР ДОНБАСА

У статті розглянуті проблеми застосування гідророзриву пласта в свердловинах для видобутку метану вугільних родовищ Донбасу.

THE PROBLEMS OF APPLYING A SEAM HYDROBURST IN THE WELLS FOR THE AIM OF PRODUCTION OF THE COAL BED METHANE IN DONBAS

The problems of the applying a seam hydroburst in the wells for the aim of coal-bed methane production in Donbas are analyzed.

Для дегазації порід та промислового видобутку метану, адсорбованого у вугільних пластах невеликої товщини 0,3 – 0,8м (дуже рідко біля двох метрів), які чергуються з низькопроникними пісчано-алевролітовими пластами з невисоким пластовим тиском (0,5 -0,7від гідростатичного) намічено побудувати сітку свердловин. В свердловинах передбачається проведення експериментальних ГРП з метою розкриття в пластах глибоких тріщин закріплених піском і, створення внаслідок цього великої поверхні для фільтрації МВР, значно більшої від поверхні стовбура свердловини. Тоді депресія на пласт буде створена на стінках тріщини, яка розвивається глибоко в пласт, що дозволить активізувати десорбцію метану з вугільних пластів і фільтрацію газу до свердловини.

У світовій практиці нафтогазовидобутку ГРП займає перше місце серед методів інтенсифікації припливу нафти і газу завдяки розробці насосних агрегатів великої потужності, високотехнологічного допоміжного обладнання для приготування і помпування рідин з великою витратою, не-ньютонівських рідин із змінною вязкістю для розвитку і закріплення тріщин, дуже міцних керамічних закріплювачів тріщин, компютеризації проектування, керування і контролю проведення процесу.

Звичайні гідророзриви застосовують в нафтогазовій промисловості України з 1954р, але можливості застосовуваної спецтехніки з недостатньою гідравлічною потужністю та технології з ручним проектуванням і керуванням вичерпалися. З 1997р у ВАТ “Укрнафта” почалось впровадження сучасної технології після придбання потужної, спецтехніки фірми “Стюарт і Стівенсон”, реагентів для водного (на основі WGA-1) гелю і вуглеводневого (на основі HGA-1) гелів фірми “Кліарвотер” і високоміцного закріп-

лювача тріщин – керамічного пропанту марки IPR 16/30 фірми “Нортон-алкоа пропантс”.

В комплект спецтехніки входить три насосні агрегати моделі FC-2251; блок-маніфольда моделі IC-320; змішувач моделі MC-60 ; станція контролю і керування процесом моделі EC-22ACD. Насосний агрегат FC-2251, обладнаний двигуном фірми “ Детройт дизель “ номінальною потужністю 2250 к.с кожен. при 2050 об/хв. Максимальний робочий тиск насоса 105 МПа, а максимальна продуктивність при різних тисках така: 80МПа - 1,03 м³/хв; 70 МПа - 1,25 м³/хв; 60 МПа - 1,6 м³/хв

Дуже високі потужності зарубіжної спецтехніки і неньютонівські властивості рідин забезпечують створення, розвиток і закріплення тріщин великих розмірів з провідністю у десятки разів більшою, від одержуваних після ГРП за старою технологією, після застосування якої додатковий видобуток нафти знизився до 200 – 400 т від одного гідророзриву. За новою технологією процес проводиться з витратою 2,5 – 3,5 м³/хв при тиску на усті до 75 МПа, а тріщини закріплюються 7- 15 т піску або керамічного пропанту з концентрацією 250 – 450 кг/ м³. Проведено більше 40 ГРП. Середній дебіт свердловин до ПГРП – 5,3 т/д після ПГРП збільшився 13,6 т/д, тобто на 250% при середній тривалості ефекту 15 місяців. За останні два роки економічний ефект від застосування ПГРП у ВАТ “Укрнафта” досягає 4,2 млн. грн. Проведено дуже ефективні ПГРП у газових свердловинах.

Розглядаючи умови застосування ГРП потрібно звернути увагу на гірничо-геологічні та технологічні обставини, які можуть ускладнювати його впровадження, а саме: значна тонкошаровість вугільних пластів, розчленованих пластами глинистих та піщаних сланців, а рідше пісковиками; складні стратиграфічні і тектонічні умови залягання пластів; незначна проникність пластів, менше одного мД; низький пластовий тиск, що буде сприяти збільшенню насичення пластів водою; складність її видалення з низькопроникних пластів при освоєнні свердловини і др.

Крім того існують труднощі проектування і проведення ГРП пов’язані з відсутністю досліджень розкриття і розвитку тріщин під час нагнітання в пласт рідин , особливо у вугільних і суміжних з ними піщаних пластах; оцінки втрат рідин із основної тріщини в середовище навколо неї; оцінки впливу рідин ГРП на проникність навколотріщинних порід та провідність тріщини в промислових умовах і т.д. Тому велика увага повинна бути приділена не тільки лабораторним експериментам, але й промисловим дослідженням, що випливає з нашого досвіду застосування ГРП на нафтогазових родовищах України. В документі фірми Montan Consulting GmbH, присвяченому застосуванню ГРП в Донбасі (30 стр) наголошено: "Методы бурения и ГРП должны быть адаптированы к конкретным условиям месторождения; простой перенос "hydraulic fracturing" метода недостаточен для успеха; успешное применение опробованной на европейских месторождениях техники стимуляции требует прежде всего значительной исследовательской работы." Значить маємо підтвердження необхідності проведення таких робіт.

Таким чином показано, що застосування ГРП зустрічається з об'єктивними труднощами, викликаними вказаними гірничо- геологічними умовами, та суб'єктивними, пов'язаними з відсутністю досвіду проведення робіт в свердловинах для МВР.У зв'язку з тим, звертаємо увагу на деякі особливо важливі, на наш погляд, питання його проектування і проведення. ГРП планується проводити послідовно знизу-вверх, тимчасово ізолюючи об'єкти, в яких виконано гідророзриви.

Концепція технології ГРП. Розглянемо послідовно деякі важливі моменти дослідження, проектування і проведення ГРП у свердловині, обсадженої експлуатаційною колоною, дослідженої геофізичними методами з виділеними об'єктами для ГРП. При цьому необхідно зауважити, що нами розроблені дешевші власні рецептури рідин і рекомендовано вітчизняний кварцовий пісок.

При поточному стані інформаційного забезпечення передбачається наступна послідовність найважливіших етапів робіт, завдання і технологія яких повинні уточнитися після виконання кожного етапу, а саме: перфорація продуктивних пластів у зоні розвитку тріщини; держання інформації про початковий тиск розкриття тріщин з досліджень шляхом пробного нагнітання води з присадками, які не погіршують фільтраційних характеристик пласта. Нагнітання проводиться на декількох режимах з записом зміни тиску під час нагнітання в пласт та спадання тиску після раптового закриття свердловини (дослідження методом зростання-спадання тиску (ЗСТ); моделювання ГРП за орієнтовними вхідними параметрами. розробка попереднього проекту ГРП; проведення МініГРП водою або розробленою рідиною для визначення градієнта тиску розриву, параметрів пласта та фільтраційних втрат рідини. Визначення інтервалів поглинання рідини термометрією; вибір рідин для ГРП та закріплювача тріщин, моделювання ГРП, розробка уточненого проекту ГРП; проведення експериментального ГРП розробленою рідиною з неньютонівськими властивостями і закріплення тріщин до 30 т піску ; дослідження термометрією (ТК) після зниження тиску на усті нагнітання в пласт, для визначення інтервалів поглинання рідини після ГРП; освоєння свердловини для вилучення рідини розриву та води з пласта: замірювання дебіту свердловини.

Коротко охарактеризуємо основні етапи робіт:

Перфорація. Перфорація буде проводитись окремо в кожному об'єкті ГРП, напроти цільових пластів, як це рекомендовано [1]. Щільність кумулятивної перфорації повинна [2] бути 12-40 отв/м. Для збереження чистоти отворів перфорації бажано проводити її при рівновазі гідростатичного тиску з пластовим.

Напроти вугільних пластів, де об'єкти для ГРП є малопотужні (4 – 6 м), для збільшення площі фільтрації та збереження чистоти стінок каналу перфорації, який виробляється струменем рідини з піском, застосовується гідропіскоструминна перфорація (ГПП) через насадки 6 мм. Поверхня

фільтрації каналу ГПП у десятки раз більша від каналу КП, тому позитивний вплив ГПП на притікання газу у свердловину набагато сильніший.

Оцінка очікуваних тисків розкриття і закріплення тріщин. Найточніше тиск розкриття тріщин визначається за даними методу пробного нагнітання в пласт навіть малих об'ємів 5 -10 м³ рідини, а ще точніше після МініГРП з нагнітанням 30-50 м³ рідини. Вибійний тиск під час закріплення тріщин є більший від тиску розкриття їх на величину чистого тиску.

Поскілки промислових даних покищо немає, використано розрахунковий спосіб для оцінки очікуваних градієнтів тиску розкриття тріщин, які в пластах П.Родненської площі в інтервалі глибин 850-1100 м очікують в залежності від механічних параметрів порід в діапазоні 18 – 30 кПа/м, що дещо вище від градієнтів тиску розриву в вугільних пластах басейну Блек Уоріп.

З досвіду ГРП вугільних пластів [2] іноді у тріщині може розміщатись вугільний шлам, пил та інша дрібнота, що викликає проявлення вершинного ефекту (Tip effect). Якщо під час ГРП буде закупорка вершини тріщини, це викличе збільшення тиску, понад прогнозний. Таким чином, під час моделювання і проектування ГРП необхідно розглянути варіанти процесу з появленням вершинного ефекту і без нього. Остаточну відповідь на це питання може дати тільки промисловий експеримент ГРП у свердловині. Тому необхідно провести експериментальні пробні нагнітання і МініГРП, і тільки після цього прийняти остаточне рішення про технологію ГРП. Бажано врахувати наведені рекомендації, щоб зменшити витрати на проведення ГРП.

Вибір закріплювача тріщин. Одним із визначальних факторів для вибору закріплювача є “тиск змикання тріщини на пропант”, тобто різниця між мінімальним горизонтальним напруженням у пластах і тиском на вибої під час відбору газу з пласта. При глибині залягання об'єкта ГРП 1100м очікується напруження на пісок в тріщині від 18000 до 28000 кПа, тому найбільш поширеним заріплювачем може бути кварцовий пісок, який здатний витримувати такі напруження. Останньо активні пошуки вітчизняного кварцового піску були здійснені Долинським тампонажним управлінням, яке пропонує пісок двох фракцій 0,315– 0,5мм та 0,5- 1,0 мм, що цілком прийнятно. Ціна вітчизняного піску буде приблизно у два рази менша за ціну найдешевшого польського піску 500-700грн/т.

Вибір рідин для ГРП. Вимоги до рідин для проведення ГРП сформулюємо, беручи до уваги літологічний склад і фільтраційно-ємнісні властивості порід.

В пористих пісчано-алевролітових породах, в поровий простір яких газ мігрував із суміжних вугільних пластів, інтенсивність фільтрації газу до тріщини ГРП і вибою свердловини зумовлена, в основному, дуже низькою (долі мД) проникністю порід. Дві основні вимоги до рідин для ГРП сформулюємо так: забезпечення розкриття і розвитку тріщини до ширини достатньої для введення закріплювача (піску) в кількості, достатній для створення необхідної провідності закріпленої тріщини, яка є добутком ши-

рини тріщини на проникність стисненого закріплювача в пластових умовах; збереження газопроникності порід.

У вугільних пластах, де газ метан адсорбований у вугіллі, а проникність, напевно, буде пов'язана з основною тріщиною і/або розгалуженою системою тріщин ГРП, дві основні вимоги такі: перша, така ж; забезпечення добрих умов для десорбції газу з поверхні вугілля на стінках тріщини і/або їх розгалуженої системи.

ЦНДЛ ВАТ "Укрнафта" та ЦАВП розроблено нову рідину для ГРП – полімерну емульсію. Рідина включає водний розчин полімера, вуглеводневу фазу, активатор структуроутворення, ПАР і деякі додатки. Рідина характеризується реологічними властивостями, достатніми для розвитку і закріплення піском глибоких тріщин у піщаних пластах нафтогазових свердловин, де подібні рідини застосовуються. Очікувана ціна компонентів для приготування одного кубічного метра такої рідини 50 – 100 грн/т, тоді як ціна імпортованих компонентів для водних гелів 500 – 700 грн/т.

Проектування ГРП. Проектування ГРП проводиться з використанням програм Меєра [3], використання яких пов'язано з необхідністю введення ряду параметрів, значення яких можуть бути уточнено тільки після МініГРП, а деяких – під час проведення основного ГРП. Тому попередній проект ГРП є наближеним, служить для визначення очікуваних значень параметрів процесу і визначення пороби в матеріалах і спецтехніці, визначає послідовність робіт і др. ЦОУЕНГ та ЦНДЛ розроблено засоби контролю процесу під час його проведення, що підвищує надійність керування процесом на свердловині.

Гідророзрив у вугільних пластах. Щодо розвитку і закріплення тріщин у вугільних пластах, то до проведення промислового експерименту трудно прогнозувати їх поведінку. Невідомо чи вона буде близька вертикальної орієнтації, чи системою розгалужених тріщин. З аналізу світового досвіду проведення ГРП у вугільних пластах застосування спеціальної рідини – гелю на водній основі та закріплення тріщин великою кількістю піску до 100 т, часто не забезпечувало промислових припливів газу. Навпаки застосування води з ПАР та інгібіторами набухання глинистих порід іноді давало добрі результати. Розробка складних установок та проведення фізичного моделювання ГРП у вугільних пластах справа дорога і потребує тривалих досліджень, причому нема певності, що такі дослідження будуть корисними.

Таким чином, враховуючи сьогоденний стан вивчення ГРП для розвитку технологій видобутку МВР в умовах Донбасу та не зважаючи на висвітлену нами проблемність завдань, промислові експерименти вважаємо єдиним засобом для оцінки їх життєздатності

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Руководство по выполнению работ в углегазовых скважинах, предназначенных для добычи метана, Американский НИИгаз (GRI), 1992

2. Материалы симпозиумов по метану угольных месторождений США, 1989, 1991 гг
3. Mfrac-II. Users Guide. Hydrulik Fracturing Simulator. Vers. 7x. 1994

УДК 6 622.817.47.001.63:622.273.18

О.И. Касимов,
МакНИИ, Макеевка,
Б.В. Бокий,
шахта им. А.Ф.Засядько, г. Донецк

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАПРАВЛЕННЫХ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Розглянуті результати дослідження залежності ефективності направлених дегазацийних свердловин великого діаметра, пробурених над виробленим простором, від горнотехнічних умов. Запропоновано рекомендації з експериментального буравлення таких свердловин у лавах пласта т₃ на шахті імені А.Ф.Засядька.

THE EFFECTIVENESS OF THE DIRECTED DEGASSING WELLS WITH BIG DIAMETERS

The results of researching the dependence of effectiveness of the directed degassing wells with big diameters drilled above mined spaces on the mining technical conditions are analyzed. Recommendations on the experimental drilling of such wells in the walls of the seam m₃ in the mine after A.F.Zasyadko are proposed.

В большинстве высокопроизводительных лав Донбасса применяют столбовую систему разработки с погашением выработок за очистными забоями. В этих условиях дегазация сближенных пластов осуществляется скважинами, пробуренными из вентиляционных выработок навстречу очистному забою. Для обеспечения эффективности 20-30% их нужно бурить длиной не менее 100 м с интервалом не более 15 м [1]. При скорости продвижения забоев более 3 м/сут обеспечить требуемые параметры скважин не всегда возможно.

В связи с этим большой интерес представляют средства и технология бурения направленных скважин, разработанные в США и ФРГ [2,3]. Они позволяют изменять направление бурения скважин так, чтобы их газопримемная часть длиной до 500 м располагалась на некотором расстоянии от разрабатываемого пласта над выработанным пространством. Испытания такого способа дегазации, проведенные в шахте "Варндт/Луизенталь", показали [3], что одной скважиной, обсаженной перфорированной трубой