

9. Определение изменения среднего ожидаемого газовыделения на выемочном участке.

Предлагаемая технология является эффективным инструментом улучшения технико-экономических показателей угледобычи и повышения безопасности горных работ за счет увеличения нагрузки на очистной забой при уменьшении среднего ожидаемого газовыделения, снижения пылеобразования и энергоемкости разрушения угля, уменьшения возможности вывалообразования и пучения почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров Е.П., Лепихов А.Г., Фрейдман С.Л. Оценка состояния вентиляции, газового и теплового режимов угольных шахт Украины // Уголь Украины, 1996, №10-11. - С.3-11.
2. Гончаров В.А., Журавлев В.П., Петрухин П.М. Предварительное увлажнение угольных пластов.- М.: Недра, 1974.- 2000 г.
3. Обработка выбросоопасных пластов водными растворами ПАВ / А.Д.Алексеев, Г.П.Стариков, М.Ф.Малига, О.С.Апосов.- Киев: Техніка, 1988.- 86 с.
4. Артамонов В.Н. Принципы поэтапного гидровоздействия на угольный пласт и эффективность его изменения в шахтах. Известия Донецкого горного института, 1997, №2(6).- С.73-79.
5. Артамонов В.Н., Бондаренко А.Ю., Кузык И.Н., Замай Л.В. Исследование влияния увлажнения краевой части угольного массива на механические процессы вокруг выемочной выработки. Известия Донецкого горного института, 1997, №1(5).- С.46-50.

УДК 622.324: 622. 276

Ю. Качмар, А. Андрусак, В. Цьомко, Ф. Бурмич,
Центральна науково-дослідна лабораторія ВАТ “Укрнафта”,
Б.І. Лелик,
Центр альтернативних видів палива

ТЕХНОЛОГІЯ ГІДРОРОЗРИВУ ПЛАСТА В СВЕРДЛОВИНИ ДЛЯ ВИДОБУТКУ МВР

Викладена технологія проведення гідророзриву пласта в свердловинах для видобутку вугільного метану в Донбасі.

THE TECHNOLOGY OF THE SEAM HYDRO-BURNING-OUT IN A WELL FOR THE COAL-METHANE EXTRACTION

The technology of conducting the seam hydro-burning out in a well for the coal-methane extraction in Donbas.

У свердловинах для видобутку вугільного метану Донбаського регіону ГРП із закріпленням тріщин піском ще не проводилось. Тому перші експериментальні роботи в цьому напрямі повинні бути джерелом науково-виробничої інформації для інтерпретації промислових даних про перебіг розвитку тріщини, її розміщення, висоту, закріплення і провідність, ефективність робіт. Такі дані накопичені окремо в об'єктах з піщаними і вугільними пластами, будуть використані для удосконалення технології ГРП та підвищення його ефективності в таких самих об'єктах ,або в об'єктах із піщаними і вугільними пластами разом.

В дослідно-промисловій св. НН- 5745 спроектовано спочатку провести окремо послідовно ГРП в таких типових об'єктах, враховуючи що інші є їх комбінацією : перший - газонасичені пісковики пористістю 10-11% і ефективною товщиною 11 м в інтервалі 1077,6-1100,0м в товща алевроліто-піщана відкладів K_7J_1 перфорована і другий - вугільний пласт l_3 , товщиною 2,1м на глибині 1043,5 –1045,6 м.

Характеристика об'єктів наведена в табл.1. ГРП планується проводити послідовно знизу-вверх, тимчасово ізолюючи нижній об'єкт, в якому вже виконано роботи. В об'єктах $T_{пл} = 35 - 40^{\circ}C$, $P_{пл} = 4,3 - 5,3$ МПа.

В доповіді [1] вже вказано на проблеми проектування і проведення ГРП пов'язані з об'єктивними труднощами, викликаними специфічними геолого-промисловими умовами, та суб'єктивними, пов'язаними з відсутністю досвіду проведення робіт в даних умовах. Розглянемо послідовно деякі етапи дослідження, проектування і проведення ГРП після того як свердловина обсаджена експлуатаційною колоною та виділені об'єкти для ГРП. При цьому необхідно зазначити, що для проведення ГРП запропоновано застосувати власні рецептури рідин та вітчизняний закріплювач тріщин –кварцовий пісок.

Передбачається наступна послідовність етапів робіт, завдання і технологія яких повинні уточнитися після виконання кожного етапу.

Найперше перевірено якість цементного кільця в інтервалі проведення ГРП, уточнено методи і інтервали перфорації у зв'язку із станом цементного кільця. Перший об'єкт рекомендовано перфорувати в інтервалі 1077,6-1100 м кумулятивним перфоратором ПКС-80 щільністю 12 отв/м, а другий – гідропіскоструминною перфорацією (ГПП) в інтервалі 1040,5 –1044,6 м через насадки 6 мм, що забезпечить збільшення площі фільтрації, збереження

Таблиця 1

Характеристики пластів першого і другого об'єктів гідророзриву

Номер пласта	Горизонт	Глибина залягання підосви пласта, м	Товщина, м	Ефективна газонасичена товщина, м	Діаметр свердловини, м	Пористість, %	Проникність, мД	Коеф. Пуассона	Модуль Юнга * 10 ⁷ кПа	Характеристика колектора	Боковий гірничий тиск (напруження в пластах), кПа	Гradient напружень (розкриття тріщин), кПа/ м
Другий об'єкт												
Перфоровувати 1040,5 – 1044,6 м, вт.ч. 2,1 м вугільного пласта												
70	I ₃ I ₄ ^a	1033,0	2,4		0,21			0,32	3,2	Піск.алевр	21349	21
71	I ₃ I ₄ ^a	1041,5	8,5		0,21	6,6	0,05	0,32	2,5	Алевроліт	21467	21
72	I ₃	1043,6	2.1		0.28			0,49	5,0	Вугілля	31251	30
73		1045,6	2,0		0,22	3,4	0,02	0,35	2,4	Алевроліт	22879	22
74		1046,6	1,0		0,24			0,44	1,5	Аргіліт	27836	27
Не перфоровано внизу 34 м												
Перший об'єкт												
Перфоровувати 1077,6 – 1100 м, тобто 22,4 м піщаного пласта												
80	I ₁ ^b	1072,5	0,7		0,21			0,45	1,0	Вугілля	29016	27
81	I ₁ ^a I ₂	1074,0	1,5		0,27			0,47	0,8	Аргіліт	30354	28
82	I ₁ I ₂	1077,6	3,6		0,21			0,26	4,0	Алевроліт	19515	18
83	K ₈ ^a I ₁ ^b	1080,4	2,8		0,21	6	0,04	0,24	4,4	Пісковик	18814	17
84	K ₈ ^a I ₁ ^b	1087,0	6,6		0,2	5	0,03	0,21	4,9	Пісковик	17849	16
85	K ₈ ^a I ₁ ^b	1097,0	10,0		0,2	7	0,05	0,21	4,8	Пісковик	17949	16
86	K ₈ ^a I ₄ ^b	1100,0	3,0		0,2	6	0,04	0,21	4,2	Пісковик	17979	16
87		1111,8	11,8		0,21			0,3	3,4	Алевроліт	21552	19
Не перфоровано внизу 20 м												

міцності цементного кільця та чистоти стінок каналу перфорації, який виробляється струменем рідини з піском.

Порівняємо можливості вироблення каналів ГПП за методикою [2] та кумулятивної перфорації. Якщо діаметр каналу КП глибиною 200 - 250 мм чікується біля 12 - 16 мм, то через насадки 6мм в породі можна виробити канали глибиною біля 350 мм діаметром 120-150мм. Коли апарат ГПП з насадками незаякорений, то в колоні виробляється щілина висотою 60-100 мм. Поверхня фільтрації каналу ГПП у десятки разів більша від каналу КП, що може сприяти спрямованому розвитку тріщини ГРП.

Початковий тиск розкриття тріщин буде визначено пробним нагнітанням води з ПАР та інгібіторами набухання глин. Рідина нагнітається при ступенево зростаючій витраті з записом зміни квазіусталеного значення тиску на усті під час нагнітання в пласт та спадання тиску після раптового закриття свердловини. До проведення пробного нагнітання розраховано (табл.1) прогнозні величини тиску розкриття тріщин. З досвіду ГРП вугільних пластів іноді у тріщині може переміщатись вугільний шлам, пил та інша дрібнота, що викликає проявлення вершинного ефекту (Tip effect) та збільшення тиску розвитку тріщини. Остаточну відповідь одержимо під час промислових робіт.

Дальше вибрано рідину для розриву пласта і пісок для закріплення тріщин.

Практикою ГРП у низькопроникних піщано-алевролітових газових пластах з закріпленням тріщин 9 – 15 т пропанта 16/30 (1,2/0,6 мм) на глибині біля 4500 м, навіть з високою пластовою температурою(90-100 °С) та з високим пластовим тиском (35 – 45 МПа) виявлено, що вилучення з таких пластів поперечно-зшитих гелів на основі НРГ триває 30 – 60 днів і тільки після цього дебіт свердловин стабілізувався на рівні у три рази більшому від початкового (з 40 тис.м³/д до 140 – 160 тис.м³/д) . Тому для розкриття, розвитку і заріплення тріщин ГРП запропоновано застосувати розроблену авторами полімерні емульсії двох типів: для піщаних пластів ПЕМ –6, а для вугільних – ПЕМ-7. Компонентами емульсій є 0,3 –0,5% полімера, 5,0-10,0 % вуглеводневої фази, 0,2 – 0,3 % активатора структуроутворення, 0,2 –0,3% ПАР та деякі інші добавки. Рідина характеризується реологічними параметрами, які забезпечують розвиток і закріплення глибоких тріщин піском. Полімерні рідини з подібними параметрами успішно застосовані нами у нафтогазовій промисловості.

Для закріплення тріщин рекомендовано кварцовий пісок з діаметром зерен 0,3-0,5мм та 0,5-1,0мм, який підготовляється Долинським тампонажним управлінням ВАТ “Укрнафта”. Пісок рекомендованих фракцій витримує напруження стиску в тріщині до 21 – 28 МПа, що достатньо для збереження високої провідності тріщини після ГРП.

Після цього проведено комп’ютерне моделювання ГРП для визначення параметрів процесу та закономірностей розвитку і закріплення тріщин.

Розроблено попередній проекти ГРП, для проведення яких необхідно: промити свердловину до глибини штучного вибою; прошаблонувати експлуатаційну колону шаблоном 118 мм довжиною 2,5 м; перфоровувати пласти. Спустити в свердловину рівномічні НКТ 89 мм марки сталі Е на гл. 1000 м з паркером. Колону НКТ випробувати тиском 35,0 МПа. Обладнати устя свердловини арматурою для ГРП на тиск 35.0 МПа. Встановити сухі чисті ємності для приготування 400 м³ робочої рідини- ПЕМ та 50 м³ - для пластової води.

Забезпечити наявність на свердловині: спецтехніки фірми “Стюарт і Стівенсон”:насосних агрегатів FC - 2251(3 шт);змішувача (Blender,МС - 60);блока маніфольдів (ІС-320);станції контролю і керування (ЕС-22СD); реагентів для приготування рідини в т. ч. 380 м³ прісної води, для приготування робочої рідини;

пластової води - 50 м³; для першого об’єкта ГРП 25 т піску кварцового, в т.ч. - 10т фракції 0,3- 0,5 мм і 15 т фракції 0,5-1,0 мм. Для другого об’єкта ГРП 31 т піску кварцового, в т.ч. - 15т фракції 0,3- 0,5 мм і 16 т фракції 0,5-1,0 мм.

Основні технологічні параметри ГРП в першому об’єкті : об’єм ПЕМ-6 в подушці–120 м³, об’єм ПЕМ-6 в пульпі - 220 м³, витрата під час ГРП – 3,0 – 3,5 м³/хв, концентрація піску в пульпі від 75 до 250 кг/ м³. Тиск на усті до 35 МПа.

Основні технологічні параметри ГРП в другому об’єкті : об’єм ПЕМ-7 в подушці–100 м³, об’єм ПЕМ-7 в пульпі - 260 м³, витрата під час ГРП – 3,0 – 3,5 м³/хв, концентрація піску в пульпі від 50 до 200 кг/ м³. Тиск на усті до 35 МПа. Прогнозні параметри розвитку і закріплення тріщини, наведено в табл.2.

Таблиця 2

Прогнозні параметри тріщини в об’єктах ГРП

Назва параметрів	Об’єкт перший	Об’єкт другий
Утворена півдовжина тріщини, м	412	150
Закріплена висота тріщини, м	37,0	60
Макс. Ширина тріщини, см	0,89	2,4
Сер. Закріплена ширина тріщини, см	0,13	0,17
Сер. Концентрація пропанту в тріщині, кг/м ²	1,3	2,9
Сер. Провідність тріщини, мДм	98,6	344
Безрозмірна провідність тріщини	2,4	11,4

Передбачувані параметри ГРП, будуть уточнені після проведення і аналізу результатів МініГРП. Перед ГРП передбачено проведення досліджень

методом зростання – спадання тиску на декількох режимах, а даліше – проведення МініГРП для визначення градієнта тиску розриву, параметрів пласта в зоні розкриття тріщини та фільтраційних втрат рідини. Під час МініГРП заpomпувати в свердловину $45 - 50 \text{ м}^3$ пластової води з $0,1 \%$ неіоногенного ПАР при витраті $1,0 - 3,5 \text{ м}^3/\text{хв}$ і тиску на колону до 35 МПа . Провести дослідження термометрією (ТК) для визначення інтервалів поглинання рідини, а після цього уточнене моделювання і проектування ГРП із закріпленням тріщин.

На рис.1 показано перерізи вертикальних тріщин, одержаних після моделювання їх розвитку і закріплення за трьовимірною 3D моделлю.

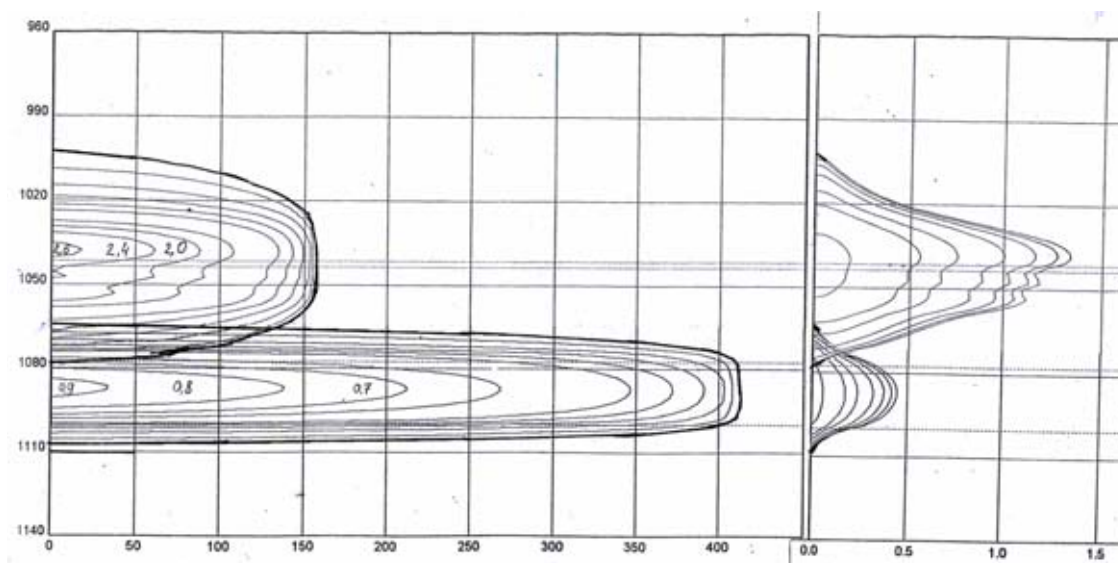


Рис. 1. Профілі контурів тріщин ГРП у свердловині НН-5745:
зліва - повздовжній і справа – поперечний перерізи тріщини у першому (довжиною 412 м) і другому (довжиною 150 м) об'єктах ГРП

З рисунка і даних наведених в табл.2 можна побачити, що у першому об'єкті значно більша довжина тріщини і менша її ширина чим у другому. На прогнозних повздовжніх профілях тріщин цифрами показано ширину їх розкриття (в см) наприкінці проведення ГРП. Профілі границь тріщин перетинаються, але зони з досить значною провідністю $60-70 \text{ мД}$ м перетинаються тільки трохи, а саме: верхня тріщина розповсюджена в межах $1011-1072 \text{ м}$ і нижня – $1070-1103 \text{ м}$, тобто перетинаються по висоті всього в двох метрах. Наявність зон перетину тріщин може викликати позитивний ефект – збільшення області з добрими фільтраційними можливостями. Разом з тим можливий негативний ефект на етапі закріплення піском, коли частина рідини і піску при ГРП верхнього пласта перетікатиме в зону нижньої тріщини, що обмежить

зону розвитку верхньої тріщини. Відповідь на це дасть тільки промисловий експеримент проведення описаних ГРП.

Після проведення ГРП підняти НКТ, заміряти вибій і при наявності пробки в інтервалі перфорації — промити її, провести термокаротаж для визначення місця розриву пластів та проаналізувати результати проведених ГРП. Спустити НКТ і освоїти свердловину. Освоєння свердловини для одержання стабільного припливу газу є окремим дуже важливим етапом планованого промислового експерименту, проведення якого повинно робитися за окремим проектом. В проекті освоєння повинні бути розглянуті технічні засоби дренажу пласта і технологія виклику припливу. Після одержання продукції з пласта провести гідродинамічні дослідження свердловини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проблеми застосування гідророзриву пласта в свердловинах для видобутку МВР Донбасу – Доповідь перша від ЦАВП,ЦОУЕНГ та ЦНДЛ
2. Качмар Ю.Д. Повышение качества проектирования гидropескоструйной перфорации, “Нефтяное хозяйство”, №10, 1982, с.39-40.
3. MFrac-II, Users Guide, Hydraulic Fracturing Simulator, Vers 7.x 1994.

УДК 622.411.332.004.82

К.Н. Адилов, С.М. Горбунов,
Угольный департамент ОАО «Испат Кармет»,
г. Караганда, Казахстан

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНА ИЗ СКВАЖИН ГРП ПО КРИТЕРИЯМ НАДЕЖНОСТИ

Наведена характеристика процесів вилучення шахтного метану із свердловин методом гідророзриву пласта за критеріями надійності.

THE CHARACTERISTICS OF THE PROCESSES OF METHANE EXTRACTION FROM THE WELLS BY THE METHOD OF SHB ON THE BASIS OF THE CRITERIA OF RELIANCE

The characteristics of the processes of the mine methane extraction from the wells by the method of the seam hydro-burning-out on the basis of the reliance criteria are represented.