

порових і тріщинних колекторів, де збільшено масу піску до 15 т і концентрацію до 500 кг/м³.

За таких умов протягом 1996-2006 років у нафтодобувних свердловинах за розробленими технологіями, регламентними документами і комп'ютерними програмами проведено 96 свердловино-операцій. Додатковий видобуток нафти становить 161 тис. т і попутного газу 51 млн. м³, тобто 1676 т нафти і 532 тис. м³ газу на один ПГРП. Крім того, проведено ПГРП у нагнітальних, газових і розвідувальних свердловинах.

Для включення у розробку непрацюючих раніше пластів вперше проведено три селективні кислотні ГРП (КГРП) із застосуванням спарених пакерів, розроблених конструкторським відділом НДПІ, за рахунок чого додатково видобуто 1266 т нафти і 1019 тис. м³ газу.

Таким чином, застосування ресурсозберігаючих технологій у ВАТ „Укрнафта” дає змогу не тільки зменшити витрати енергоресурсів, матеріалів, обладнання для нафтогазовидобування порівняно з традиційними технологіями видобутку, але й збільшити коефіцієнти нафтовилучення вуглеводнів та отримати додатковий видобуток нафти та газу.

УДК 622.24.06+616-093

ПОПЕРЕДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ ПРОМИВАЛЬНИХ РІДИН – ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

М.Я.Магун, Р.В.Зіньков, С.А.Гурський, О.Є.Забільська

*Науково-дослідний і проектний інститут ВАТ „Укрнафта”
76019, м. Івано-Франківськ., вул. Північний бульвар ім. Пушкіна, 2,
тел. (+ 38 0342) 776151, e-mail: litvinets1979@mail.ru*

Проанализированы известные способы предупреждения биологической деструкции полимерных реагентов. Наиболее эффективным методом следует считать введение бактерицидных веществ. Отмечено, что биологическая деструкция полимерных компонентов промывочных жидкостей имеет и положительный аспект. Так, например, способность полимерных веществ к биологическому разрушению после заканчивания скважин бурением способствует увеличению производительности скважин и уменьшению загрязнённости окружающей среды.

Well-known ways of biological destruction prevention of polymer agents have been analyzed. The most effective method is insertion of bactericides. Nowadays the search of new bactericides is considered to be the task of current importance

У 2006 році обсяг експлуатаційного та розвідувального буріння на родовищах ВАТ „Укрнафта” склав 151141 метрів.

Для оброблення промивальних рідин широко використовуються полімерні речовини природного походження (ефіри целюлози, крохмалі, ксантанові полімери, лігносульфонати, гумінові кислоти). Майже всі полімерні речовини під дією різних чинників схильні до біологічної деструкції. Біодеструкція полімерів полягає у руйнуванні макромолекул під дією мікроорганізмів і супроводжується різким зменшенням середньої молекулярної маси. Зміни фізико-хімічних властивостей реагентів, у свою чергу, призводять до дестабілізації промивальних рідин, погіршення їх структурно-реологічних та фільтраційних характеристик. Наслідком цього є перевитрати хімреагентів та матеріалів в процесі будівництва нафтових та газових свердловин. Попередження біологічної деструкції полімерних речовин буде вагомим внеском у збереження та економію ресурсів в нафтогазовій промисловості.

Найбільш сприйнятливими до біодеструкції є натуральні полісахариди: амілоза і амілопектин (основні складові частини крохмалю), а також полісахариди мікробіологічного синтезу (так звані ксантанові або ХС полімери). Ці речовини потребують спеціального захисту від біодеструкції [1]. Аніонні та неіоногенні похідні целюлози в технічній літературі відносять до біостійких речовин [2]. Разом з тим, досвід будівництва свердловин ВАТ «Укрнафта» свідчить про наявність біологічної деструкції і таких реагентів. Явища біодеструкції полімерних компонентів промивальних рідин спостерігалися під час буріння свердловин як Дніпровсько-Донецького, так і Карпатського нафтогазоносних регіонів.

Прикладом дестабілізації структурно-реологічних та фільтраційних параметрів промивальної рідини внаслідок біодеструкції є результати контрольних аналізів зі свердловини 1-Любичнянської (табл.1). На початку розкриття воротищенських відкладів в процесі буріння під 324 мм проміжну колону промивальна рі-

Таблиця 1 — Результати контрольних аналізів вихідного розчину зі свердловини 1-Любіжнянської

Параметри розчину	Дата вихідного розчину			
	18.08.05р.	26.08.05 р.	02.09.05р.	04.09.05 р.
Густина, кг/м ³	1210	1210	1200	1180
Умовна в'язкість, с	145	108	204	"капас"
Водневий показник рН	8,17	7,78	6,89	6,46
Фільтрація за 30 хв, см ³	8,0	10,0	17,5	16,0
Товщина кірки, мм	1,5	1,5	5,0	3,0
КТК	0,21	0,17	0,17	0,13
СНЗ, дПа за 1 хв	>300	145	>300	>300
СНЗ, дПа за 10 хв	>300	170	>300	>300
Са ²⁺⁺ , мг/л	2204	2400	3407	2805
Mg ²⁺⁺ , мг/л	243	126	1702	1337
S _ф , %	3,4	12,6	13,06	11,86
K _ф , %	6,02	5,59	5,16	5,16
Вміст газу, %	2,6	2,3	5,6	8,8

дина мала задовільні структурно-реологічні та фільтраційні параметри. Загальна мінералізація фільтрату складала 3,4 %, вміст іонів полівалентних металів – 2447 мг/л, рН – 8,17 (табл.1 колонка 2). Параметри промивальної рідини підтримувались обробкою лігносульфонатними реагентами та КМЦ Finn-Fix НС.

В процесі розкриття солевмісних глинистих порід, за підвищення показника мінералізації фільтрату до 12,6% та загального вмісту іонів полівалентних металів до 2526 мг/л (табл. 1 колонка 3), виникла необхідність у використанні крохмального реагенту для регулювання фільтрації. Екструзійний крохмальний реагент (ЕКР) вводився у вигляді розчину 8% концентрації з лугом. Разом з тим, позитивний результат від проведення такої комбінованої обробки виявився нетривалим. Вже через тиждень, практично за незмінного значення мінералізації фільтрату, який складав 13,06%, зауважено різке підвищення показника фільтрації – від 10 до 17 см³, зменшення показника рН від 7,78 до 6,89, підвищення вмісту газовмісного агенту від 2,3 до 5,6% (табл.1, колонка 4). Незважаючи на подальше оброблення реагентами-стабілізаторами (КМЦ, лігносульфонатами, та ЕКР), показник фільтрації залишався на рівні 16 см³/30 хв. При цьому показник рН зменшився до 6,46, а показник аерації підвищився до 8,8%.

Наведені в таблиці 1 результати свідчать про необхідність проведення технологічних заходів, спрямованих на попередження біологічної деструкції. На сьогодні відомі такі способи попередження біологічного розкладу полімерних реагентів [3]:

- підвищення рН (до значень 10-12);
- підвищення концентрації солей (до 20%);
- введення бактерицидних речовин (доза залежить від типу реагенту).

Перший спосіб попередження біологічної деструкції полімерних реагентів недоцільно використовувати, враховуючи наступне:

– Оптимальний діапазон рН для більшості полімерних реагентів знаходиться в межах 8-9, а за більших значень рН може спостерігатись їх гідроліз. Перш за все, це стосується водорозчинних ефірів целюлози: КМЦ, ПАЦ, ОЕЦ.

– Підвищена лужність промивальних рідин сприяє диспергуванню глинистих часток і, відповідно, призводить до зменшення стійкості стовбура свердловини.

– Високе значення рН затримує ріст грибів, але не припиняє життєдіяльності великої групи бактерій.

Другий спосіб попередження біологічної деструкції полімерних реагентів не завжди може бути рекомендований з огляду на такі фактори:

– Недоцільно збільшувати мінералізацію промивальних рідин, якщо геологічні умови дозволяють провідку стовбура свердловини з використанням прісного або слабкомінералізованого типу рідини.

– Підвищення мінералізації промивальної рідини до 20% і більше спричиняє відповідне збільшення витрат реагентів-стабілізаторів (у декілька разів) і може викликати проблеми регулювання структурно-реологічних характеристик.

– Існують бактерії, стійкі до високих концентрацій солей (до 20-30%).

Найбільш доцільним методом попередження біологічної деструкції є використання бактерицидних речовин. До бактерицидів ставляться такі вимоги:

- безпечність для теплокровних організмів;
- дієвість стосовно широкого спектра мікроорганізмів;
- висока активність за низьких робочих концентрацій;
- відсутність впливу на технологічні параметри промивальної рідини.

Під час використання бактерицидних речовин важливим є час введення їх у технологічне середовище. Зокрема, для попередження

Таблиця 2 — Результати дослідження антиферментатора формаліну

Час випробувань, діб	Параметри розчину					
	водневий показник, рН	густина, кг/м ³	умовна в'язкість, с	фільтрація за 30 хв., см ³	статична напруга зсуву, дПа	
					1 хв.	10 хв.
1. Глиниста суспензія, оброблена КР						
0	9,93	1040	26	9	51	64
3	6,70	1040	25	14	50	59
7	5,92	1040	23	27	24	23
14	4,96	1040	20	39	18	12
2. Глиниста суспензія, оброблена КР + 0,2 % формаліну						
0	9,66	1040	26	9	50	60
3	9,31	1040	26	10	50	60
7	9,21	1040	26	10	49	58
14	9,16	1040	25	10	47	58

бактеріального розкладу полімерних реагентів бактерицид необхідно вносити перед біополімерами та крохмальними реагентами. Обробка бактерицидами, проведена після введення полімерних реагентів лише на декілька годин пізніше (особливо в літній період або в умовах підвищеної температури в свердловині) може виявитися неефективною. Прямі експерименти свідчать, що у промивальних рідинах, несвоєчасно оброблених бактерицидами, розкладання біополімерних реагентів відбувається внаслідок дії ферментів, раніше виділених бактеріями, або ферментів, які виділилися із загиблих бактерій [4].

Слід також зауважити, що проблема біологічної деструкції полімерних реагентів має два аспекти. З одного боку, необхідно зупинити біологічну деструкцію полімерних реагентів в процесі буріння свердловини. З іншого боку, слід зберегти можливість біологічної деструкції полімерних реагентів після закінчення буріння свердловини. Зокрема, після закінчення буріння біологічна деструкція полімерних реагентів, адсорбованих породами-колекторами, сприяє руйнуванню фільтраційної кірки в привибійній зоні стовбура свердловини, що призводить до зменшення витрат часу на освоєння свердловини та підвищення її продуктивності. Крім цього, біологічна деструкція полімерних компонентів промивальної рідини в приймальних емностях та шламовому амбарі сприяє утилізації відходів буріння та мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище. Наприклад, згідно з вимогами компанії *M-I SWACO* до полімерних реагентів, які використовуються в процесі приготування та оброблення промивальних рідин для проведення похило-спрямованих та горизонтальних свердловин, необхідним є біологічний розпад останніх протягом двох-трьох тижнів після закінчення буріння (тобто, після закінчення введення бактерицидних добавок).

Згідно з "Тимчасовими нормами витрат хімреагентів, глинопорошків та обважнювачів для обробки промивальних рідин на бурових підприємствах ВАТ „Укрнафта”, які введено в

дію з 01.01.2006 р., за стабілізації промивальних рідин крохмальними реагентами передбачено застосування бактерицидних речовин в кількості, необхідній для попередження біологічного розкладу.

У НДПІ проведено дослідження глинистої суспензії з додаванням крохмального реагенту. Як антиферментатор використано формалін. З наведених в таблиці 2 результатів видно, що глиниста суспензія з крохмальним реагентом (КР), необроблена антиферментатором, втрачає свої як структурно-реологічні, так і фільтраційні властивості з одночасним зниженням водневого показника рН (ан. 1), а глиниста суспензія з крохмальним реагентом, оброблена антиферментатором (формаліном) зберігає свої структурно-механічні і фільтраційні показники (ан. 2). Крім того, спостерігається, що ознаками біологічної деструкції полімерних реагентів є зміна кольору промивальної рідини, утворення бульбашок газу, збільшення вмісту карбонатних і бікарбонатних іонів.

На жаль, активний компонент формаліну (формальдегід) є доволі леткою ($T_{\text{кип}} -19^{\circ}\text{C}$) і токсичною речовиною. Формальдегід викликає подразнення шкіри та ураження центральної нервової системи, нирок, печінки, а також має алергенну і канцерогену дію [5]. Слід зауважити, що концентрація відчуття запаху формальдегіду (0,05-0,07 мг/м³) є вищою від гранично допустимих концентрацій – одноразової (0,035 мг/м³) і середньодобової (0,012 мг/м³), що вимагає особливої обережності під час роботи з цим реагентом.

Виходячи з поставленого перед нами завдання, було розроблено універсальну модель антиферментатора, який за попередніми лабораторними аналізами зарекомендував себе як надстійкий до різних типів бактерій за різних температурних умов.

Лабораторні аналізи проводились за допомогою випробувального комплексу SANI-CHECK для визначення кількості бактерій з метою вивчення ефективності дії антиферментатора залежно від температурних умов, міне-

ралізації, водневого показника, а також фільтраційних і структурно-реологічних показників. Для порівняльного аналізу вивчено властивості цілої низки антиферментаторів вітчизняного та іноземного виробництва, які використовуються у світовій практиці буріння.

В лабораторії НДП розроблено модель антиферментатора, що характеризується високою стійкістю до різних типів бактерій в широкому температурному діапазоні.

Визначено оптимальну кількість витрат антиферментатора для первинної обробки, а також для періодичних дообробок різних типів бурових розчинів (гуматних, лігносульфонатних, полімерних, мінералізованих). Дослідження проводилось за розробленою раніше схемою: глиниста суспензія оброблена екструзійним крохмальним реагентом з добавками антиферментатора в кількості від 0,05 % до 0,5 % від загального об'єму суспензії. Тривалість їх досліджень становив вісім тижнів за температури від 20 °С до 120 °С. Велось спостереження за впливом бактерицидів на ферментативну стійкість суспензії на основі ЕКР. Встановлено, що додаткове введення відомих бактерицидних препаратів затримує лише ріст грибів, але не припиняє життєдіяльність значної групи бактерій і не може повністю задовольнити вимоги екологічної безпеки. Розроблена модель антиферментатора є стійкою бактерицидною моделлю до різних типів бактерій в широкому температурному діапазоні.

Висновки

Крохмалі і ксантанові полімери, похідні целюлози і лігносульфонатні реагенти мають здатність підлягати біологічній деструкції під дією бактерій і грибків. Біодеструкція полімерних компонентів призводить до погіршення структурно-реологічних та фільтраційних характеристик промивальних рідин, внаслідок чого виникає необхідність у додаткових обробках реагентами-стабілізаторами, а іноді – навіть необхідність повної заміни промивальної рідини.

Для попередження біологічного розкладання полімерних компонентів промивальної рідини найбільш ефективним є введення бактерицидних речовин. Під час використання бактерицидів важливим чинником є час їх введення. Для попередження бактеріального розкладання полімерних реагентів доцільно вводити бактерицид ще до початку застосування біополімерів, лігносульфонатів та крохмальних реагентів.

Застосування розробленої моделі антиферментатора дає можливість проводити довготривалі обробки бурових розчинів біополімерними та лігносульфонатними реагентами з підтриманням оптимальних параметрів в широкому діапазоні температур та в умовах підвищеної мінералізації. Це, в свою чергу, дає змогу досягти значної економії витрат хімреагентів та матеріалів під час обробки бурових розчинів на свердловинах.

Література

- 1 Caenn R., Chillingar G.V. Drilling fluids: State of the art // Petroleum Science and Engineering. – 1996. – V.14. – P.221-230.
- 2 Lummus J.C., Azar J.J. Drilling fluids optimization – A practical field approach. – Tulsa, Oklahoma: PennWell Publishing, 1986. – Vol.112. – P.160.
- 3 Андресон Р.К., Байков У.М., Пропадушая Л.А. Проблема защиты химических реагентов, применяемых в бурении, от биоразложения // Техника и технология бурения нефтяных скважин. – Уфа: ОАО «ИК «БашНИПИ-нефть», 1981. – С.123-131.
- 4 Андресон Б.А., Андресон Р.К., Гильванова Е.А., Усанова Н.С. Асептическая биодеструкция полисахаридных реагентов, применяемых при бурении скважин // Нефтяное хозяйство. – 2004. – № 6. – С. 64-66.
- 5 Я.М.Грушко. Вредные органические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. – Л.: Химия, 1986. – С.154.