

622.244
К94

Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу

Кустурова Олена Валеріївна

УДК 622.244.442

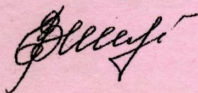
(043)

К94

**РОЗРОБКА ГУМАТНО-БІОПОЛІМЕРНОГО БУРОВОГО РОЗЧИНУ
З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ ТВЕРДОЇ ФАЗИ ДЛЯ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН
В УМОВАХ РОДОВИЩ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ**

05.15.10 – Буріння свердловин

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



Івано-Франківськ – 2007

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Мислюк Михайло Андрійович,
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу,
професор кафедри буріння
нафтових і газових свердловин

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Навроцький Богдан Іванович,
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу,
професор кафедри нафтогазової гідромеханіки

кандидат технічних наук, доцент
Тершак Богдан Андрійович,
науково-дослідний і проектний інститут ВАТ "Укрнафта",



Захист спеціалізованого технічного Франківськ,

З дис Франківськ 76019, Укра

Авторефера

Учений секретар кандидат технічних наук, доцент

на засіданні національного м. Івано-

теці Івано- ресою:

Ковбасюк І.М.



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Головною умовою успішного спорудження свердловин у складних гірничогеологічних умовах є правильний вибір типу та компонентного складу бурового розчину, а також оптимізація його технологічних властивостей. На даний час буріння вертикальних, похило-скерованих і горизонтальних свердловин здійснюється із використанням бурових розчинів на основі полімерів, що забезпечує необхідні технологічні властивості та високі техніко-економічні показники їх спорудження.

У Дніпровсько-Донецькій западині (ДДз) переважають родовища зі складно побудованими покладами і низькопроникними колекторами. Вимоги до якості їх розкриття за останні роки значно зросли, тому передбачається масовий перехід до застосування безглинистих біополімерних бурових розчинів, які не забруднюють привибійну зону пластів.

Сучасний великий інтерес до полісахаридних сполук у складі безглинистих бурових розчинів пояснюється також і тим, що їх використання одночасно вирішує дві важливі проблеми: стабілізацію дисперсних систем і запобігання забруднення навколишнього середовища від впливу токсичних органічних сполук.

Значний внесок у вивчення способів інгібування, а також у розробку полімерних малоглинистих інгібованих бурових розчинів і комплексних реагентів для їх обробки зробили такі відомі науковці, як О.К. Ангелопулю, Д.Б. Андресон, А.М. Андрусак, Є.В. Беленко, А.І. Булатов, А.О. Васильченко, Л.П. Вахрушев, В.Г. Вітрик, В.С. Войтенко, Б.М. Гаврилов, В.Д. Городнов, Дж. Грей, Г. Дарлі, В.Н. Кошелев, В.В. Крецул, В.І. Крилов, В.А. Куксов, М.І. Ліпкес, А.І. Пеньков, А.Г. Розенгафт, С.А. Рябоконь, В.Я. Рязанов, Дж. Сімпсон, І.Ю. Харів, Р.С. Яремійчук, В.Г. Ясов та інші.

Для підвищення техніко-економічних показників буріння в складних гірничогеологічних умовах і якості розкриття продуктивних горизонтів необхідно розробити і впровадити нові рецептури біополімерних бурових розчинів, які б за технологічними властивостями не поступалися кращим зарубіжним аналогам при менших витратах імпортованих реагентів.

Тому проблема розробки, лабораторного дослідження та впровадження нових рецептур біополімерних бурових розчинів є актуальною і важливою для галузі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відповідності до напрямку національної програми "Нафта і газ України до 2010 року" та тематики науково-дослідних робіт ДК "Укр-газвидобування" НАК "Нафтогаз України", зокрема науково-дослідних робіт: "Розробка і впровадження високоєфективних бурових розчинів при бурінні теригенних і хомогенних відкладів" (договір 07-04, тема 24.113/2004-2004), "Розробка та впровадження технології розкриття продуктивних пластів при бурінні і завершенні свердловин будівництвом" (договір 07-04, тема 24.112/2004-2005), "Розробка і впровадження малоглинистих та безглинистих бурових розчинів" (договір 100 УГВ/2006-2006, тема 24.116 /2006-2006).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності буріння нафтових і газових свердловин в умовах ДДз за рахунок використання систем гуматно-біополімерних бурових розчинів.

Досягнення поставленої мети пов'язане з вирішенням таких основних задач досліджень:

1. Аналіз систем бурових розчинів, які застосовуються при бурінні свердловин в умовах ДДз.
2. Розробка синергетичних композицій реагентів на основі біополімеру і дослідження їх властивостей.
3. Розробка і дослідження безглинистих бурових розчинів з високими інгібуючими властивостями, стійкістю до дії високих температур та агресії солей полівалентних металів.
4. Промислове впровадження розроблених рецептур безглинистих бурових розчинів та оцінка їх ефективності.

Об'єктом дослідження даної роботи є синергетичні композиції біополімерів і лінійних полімерів з макромолекулами гуматів для бурових розчинів, а *предметом дослідження* – технологічні властивості систем біополімерних бурових розчинів.

Методи дослідження. Синергетичні композиції для гуматно-біополімерних бурових розчинів обґрунтовані теоретичним аналізом та експериментальними дослідженнями методом інфрачервоної спектроскопії. Для побудови базових моделей систем гуматно-біополімерних бурових розчинів використані методи планування експериментів і статистичного аналізу їх результатів. Інгібуючі властивості, а також термостійкість і солестійкість бурових розчинів вивчались експериментально за загальноприйнятими методиками досліджень.

Рецептури бурових розчинів для впровадження на свердловинах вибрані з допомогою методів оптимального пошуку (нелінійного програмування). Ефективність запропонованих рецептур бурових розчинів оцінена за результатами їх впровадження на 9 свердловинах.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено, що спільне розчинення у воді розгалужених високомолекулярних біополімерів та лінійних полімерів з макромолекулами гуматів призводить до утворення синергетичних композицій, які надають безглинистим буровим розчинам високих структурно-реологічних властивостей та стійкості до дії вибійних температур, лугів і солей полівалентних металів.

Практичне значення одержаних результатів. На основі запропонованих синергетичних композицій розроблені нові рецептури гуматно-біополімерного бурового розчину, в яких переважають реагенти вітчизняного виробництва. Завдяки прояву синергетичного ефекту у безглинистих бурових розчинах одержано унікальне поєднання технологічних властивостей (високий рівень інгібування, висока стійкість до термодеструкції та агресивної дії солей лужно-земельних металів і лугів) при зменшенні витрат реагентів.

Впровадження цих бурових розчинів здійснювалось під час буріння глибоких свердловин 57 Східнополтавського газоконденсатного родовища (ГКР), 502 Хрес-

тищенського ГКР, 100 Римарівського ГКР, 26 і 28 Кобзівського ГКР у складних гірничогеологічних умовах ДДз та забезпечило одержання значного економічного і технологічного ефекту.

За результатами промислових випробувань та впровадження розроблено СОУ 11.2-30019775-018:2004 “Гуматно-біополімерний буровий розчин. Компонентний склад і технологія застосування” за договором 04-07 УГВ, тема 24.113/2004-2004 і СОУ 11.2-3000119775-108:2007 “Розчини бурові малоглинисті та безглинисті. Технологія приготування” за договором 100 УГВ/2006-2006, тема 24.116/2006-2006.

Особистий внесок здобувача. Основні результати дисертації одержані здобувачем самостійно [2, 9]. Особистий внесок у працях, опублікованих у співавторстві з А.О. Васильченком, М.В. Гордійчуком, В.Л. Кушнарсьовим, М.А. Мислюком і Ю.М. Салижиним, такий:

обґрунтовано теоретичну модель утворення синергетичної суміші [1, 3-8, 10]; розроблено і досліджено в лабораторних умовах нові рецептури термостійких гуматно-біополімерних бурових розчинів з підвищеними інгібуючими властивостями [11-20].

Розробка, промислове випробування та впровадження рецептур гуматно-біополімерного бурового розчину проведена спільно з А.О. Васильченком, М.В. Гордійчуком, В.Л. Кушнарсьовим, Я.С. Яремійчуком та Л.З. Хакімовим.

Апробація результатів роботи. Основні положення роботи доповідались на: науково-технічній конференції “УкрНДІгаз на старті третього тисячоліття” (м. Харків, 2004 р.); 8-й Міжнародній науково-практичній конференції “Нафта і газ України – 2004” (м. Судак, 2004 р.); XIX-й міжгалузевій науково-практичній конференції НВО “Бурение” “Техника и технология бурения боковых стволов” (м. Анапа, 22 – 28 травня 2006 р.).

У повному обсязі робота доповідалась на науковому семінарі кафедри буріння нафтових і газових свердловин ІФНТУНГ (червень 2006 р., березень 2007 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 20 наукових працях, з них: 9 статей, тези доповіді на конференції, а також 9 патентів на корисну модель України і патент на винахід Росії.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, основної частини (чотирьох розділів), висновків, списку використаних джерел (123 найменування) і 7 додатків. Матеріали дисертації викладені на 146 сторінках, містять 26 рисунків і 37 таблиць.

Термінологія в дисертації, за виключенням відзначеної за текстом у вигляді визначень, є загальноприйнятою в науково-технічній літературі даного напрямку.

Автор щиро вдячна науковому керівнику професору М.А. Мислюку.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

В першому розділі наведено аналіз гірничогеологічних умов буріння свердловин на газових і газоконденсатних родовищах ДДз. Показано, що ускладнення під час буріння пов'язані з літологічною неоднорідністю порід

палеозою, наявністю тектонічних порушень різного ступеня від мікротріщин до глибинних розломів, соляною тектонікою, великими поверхнями газоносності з аномальними пластовими тисками і пластовими температурами до 160 °С. Тому проходження значного інтервалу переважної більшості свердловин вимагає застосування високоінгібованих полімерних бурових розчинів.

На цей час використовують в основному чотири типи бурових розчинів для окремих інтервалів буріння: глинистий, гуматно-акриловий, гуматно-акрилокалієвий і мінералізований, які загалом відповідають умовам буріння та забезпечують проходження свердловин без ускладнень. Певний резерв складає покращання змащувальних, інгібуючих і структурно-реологічних властивостей бурових розчинів. У продуктивних інтервалах необхідно мінімізувати вміст глинистої фази, яка негативно впливає на фільтраційні властивості колекторів.

Провідні зарубіжні компанії застосовують калієвий, силікатний, вапняний і гліколевий бурові розчини та їх перспективні різновиди – силікатно-калієвий, вапняно-калієвий, силікатно-гліколево-калієві і т.ін.

Аналіз сучасних систем інгібованих бурових розчинів, які пропонують розробники для буріння у складних гірничогеологічних умовах ДДз, свідчить про такі напрямки їх удосконалення:

підвищення інгібуючих властивостей;

зниження вмісту твердої (глинистої) фази;

підвищення ефективності хімічної обробки бурових розчинів за рахунок використання компонентів у вигляді синергетичних сумішей на основі недорогих вітчизняних реагентів і зниження витрат коштів на хімічну обробку.

Другий розділ присвячено пошуку синергетичних сполук на основі гуматів та розгалужених і лінійних полімерів з метою розробки бурових розчинів із низьким вмістом твердої фази для буріння свердловин в умовах ДДз.

Термін “синергетичний” походить від грецького слова “*συνεργατικός*”, що означає спільний, узгоджено діючий. *Синергетична суміш реагентів* відрізняється від механічної тим, що зміна властивостей відбувається в ній нелінійно щодо концентрацій реагентів і можуть виникнути нові позитивні властивості. В результаті узгодженої дії компонентів бурового розчину можуть проявитися властивості, які не випливають із властивостей окремих його складових.

На вітчизняному ринку хімічних реагентів для бурових розчинів представлено широкий спектр гуматних реагентів. Протягом тривалого часу доведено ефективність їх використання як стабілізаторів глинистих прісних бурових розчинів. В ряді попередніх досліджень гумати проявили себе позитивно у складі багатофункціональних сумішей з перспективою підвищення їх солестійкості, тому базовим реагентом для створення синергетичних сполук компонентів обрано саме гуматний реагент вітчизняного виробництва. При цьому виходили із припущення, що при взаємодії з біополімером система набуватиме нових властивостей.

Відомо, що поріг солестійкості вугледелужного реагенту (ВЛР) у глинистих бурових розчинах складає 2 мас. % NaCl (рис. 1 а). Тому для глинистих розчинів ВЛР використовується як розріджувач. Серед фахівців з буріння поширена думка

про ВЛР як такий, що сприяє диспергуванню глинистих частинок і руйнуванню стінок свердловин, що цілком справедливо для системи водний розчин натрієвих гуматів – глиниста порода. Але відомі декілька систем, в яких гумати відіграють роль сильного інгібітору, а саме у сполуках гуматів з КСl і полімером. У комплексі з акриловими полімерами ВЛР витримує насичення водного середовища солями лужних металів. Молекули гуматів посилюють адсорбційну здатність акрилатів щодо поверхні мінералів за рахунок наявності у цьому комплексі гідрофобних і неіоногенних функціональних груп.

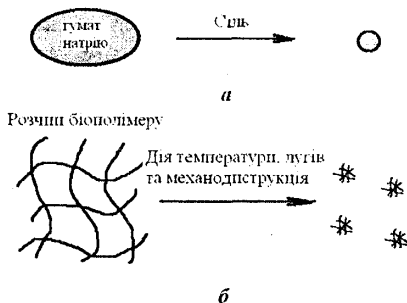


Рис. 1. Схеми дегідратації молекул гуматів (а) та деградації молекул біополімеру (б) в результаті дії агресивних факторів

Молекули гуматів фіксують просторове розміщення полімерних ланцюгів, попереджуючи їх згортання внаслідок зменшення ступеня гідратації полісахариду при підвищенні температури (вище 120 °С), коли тепловим рухом руйнуються водневі зв'язки, і лужності (рН більше 12) (рис. 1 б). Амфолітна природа і наявність позитивно заряджених функціональних груп у макромолекул гумінових кислот є сприятливим фактором їхньої взаємодії з поліелектролітами (КМЦ, ПАЦ, ПАА, гіпан тощо), а також з неіонними полімерами (полісахариди, полігліколи). Під час спільного розчинення у воді макромолекули гуматів утворюють нероздільні тривимірні просторові структури з молекулами біополімеру (рис. 2).

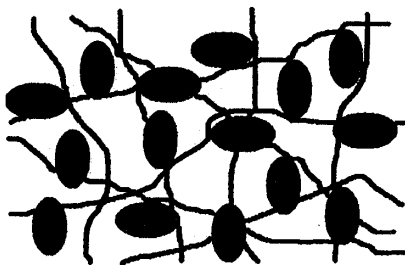


Рис. 2. Схеми утворення синергетичної суміші макромолекул гуматів з ланцюгами молекули біополімеру

Гідратовані ланцюги біополімеру вкривають поверхню глобул гуматів, тим самим забезпечуючи їм сталу гідрофільність і розчинність навіть при збільшенні концентрації солей лужних і лужноземельних металів до насичення водного розчину. Таким чином, гуматно-полімерні синергетичні суміші можуть слугувати як основа мало- та безглинистих бурових розчинів із унікальними властивостями, а саме стійкістю до:

- концентрованих розчинів солей лужних і лужноземельних металів;
- присутності вапна і відповідно рівня рН більше 12;
- присутності високомодульного рідкого скла і також рН більше 12;
- дії високих температур (≥ 120 °C).

Для підтвердження припущення про виникнення додаткових водневих зв'язків (Н-зв'язків) між молекулами гуматів та ланцюгами біополімеру під час спільного розчинення у воді і утворення нероздільних комплексів проведені дослідження інфрачервоної (ІЧ) спектроскопії у плівках на приладі "AVATAR-360 E.S.P. FT-IR" фірми Termo Nicolet із використанням дисків сульфиду миш'яку. Вивчалися ІЧ-спектри поглинання проб водного розчину біополімеру, ВЛР та спільного розчину цих реагентів у діапазоні частот, оцінюваному величиною $\lambda^{-1} = (4000-500)$ см^{-1} , де λ - довжина ІЧ-хвилі. Отримані спектри показано на рис. 3.

Із рис. 3 видно, що в інтервалі частот $\lambda^{-1} = 3300 - 3600$ см^{-1} , який характеризує валентні коливання, спектр спільного розчину біополімеру і вуглелужного реагенту суттєво зміщений у бік низьких частот, що свідчить про збільшення кількості Н-зв'язків відносно спектрів індивідуальних речовин. У випадку гуматів та біополімеру інтервал частот $\lambda^{-1} = 1500 - 1700$ см^{-1} характеризує деформаційні коливання Н-зв'язків. Зменшення поглинання ІЧ-хвиль у суміші гуматів з біополімером відносно спектра чистого біополімеру свідчить не тільки про збільшення кількості Н-зв'язків, але і про їх зміщення.

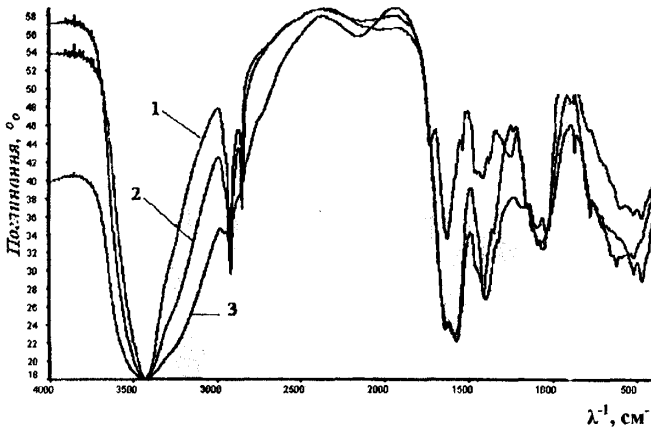


Рис. 3. ІЧ-спектри поглинання ВЛР (1), водного розчину біополімеру (2), розчину біополімеру і ВЛР (3)

Відомо, що енергія утворення і руйнування Н-зв'язків відносно невисока і становить приблизно 20,9 – 41,9 кДж/моль. Слабкість Н-зв'язків обумовлює, наприклад, втрату розчинності неіонних полімерів (поліалкіленгліколь, полівініловий спирт, оксигетильовані неіоногенні ПАР) при високих температурах. Біополімери у спільному розчині утворюють водневі зв'язки не тільки з молекулами води, але і з гуматами, тому при руйнуванні значної кількості Н-зв'язків внаслідок підвищення температури або лужності ланцюги біополімеру після втрати води не згортаються у глобули, а зберігають тривимірні просторові структури, оскільки зберігаються численні Н-зв'язки з молекулами гуматів.

Запропонована синергетична композиція реагентів вимагала конкретизації у рецептурах з різними інгібіторами, а також досліджень у широкому діапазоні технологічних властивостей для відповідних умов буріння. Тому подальші дослідження були присвячені розробці базових рецептур гуматно-біополімерних бурових розчинів (ГББР): прісного, мінералізованого, вапняного і силікатного для буріння свердловин в умовах ДДз.

Для розробки рецептур ГББР використано експертну систему “MudExpert”, точніше, одну із складових системи – програму “Experimenter”, яка призначена для побудови планів експериментів, їх супроводу, обробки інформації та пошуку оптимальної рецептури за вибраним критерієм оптимальності.

Проведення експериментів організовано за принципом рандомізації з метою переведення неконтрольованих і некерованих факторів (коливання температури, часова деструкція основного компонента синергетичної композиції тощо) в розряд випадкових, що дозволило виключити вплив систематичних похибок на результати досліджень. Основні показники бурового розчину в процесі експериментів визначались за загальноприйнятими стандартними методиками.

Реологічні властивості бурового розчину оцінювались за допомогою програми “Rheometry”. Вихідними даними для визначення реологічних властивостей бурових розчинів були результати вимірювань напружень зсуву при різних частотах обертання (від 3 до 600 об/хв) гільзи ротаційного віскозиметра Fann (модель 800). Обробка даних ротаційної віскозиметрії здійснювалась у класі реологічно стаціонарних моделей Ньютона, Шведова – Бінгама, Оствальда, Гершеля– Балклі та Шульмана – Кессона.

В результаті проведених експериментів отримано:

базову рецептуру прісного ГББР, яка забезпечує задовільні технологічні властивості для розкриття продуктивних горизонтів з низькими пластовими тисками при температурах до 120 °С;

допустимі межі обважнення ГББР за базовою рецептурою;

рецептуру термостійкого мінералізованого ГББР для буріння свердловин в інтервалах залягання хомогенних гірських порід;

рецептуру вапняного і силікатного ГББР з високими інгібуючими властивостями для буріння в нестійких теригенних відкладах і в умовах аномально низьких пластових тисків.

У **третьому розділі** наведено результати досліджень інгібуючих властивостей запропонованих рецептур бурових розчинів, їх стійкості до впливу температур, солей лужних і лужноземельних металів.

Досліджено відносні ступені інгібування хлористого калію, силікату натрію та гідроксиду кальцію за методикою обкатування зразків аргілітового кернавого матеріалу в автоклавах, що обертаються, і за методикою “Hot Roll”. Виявлено, що силікати лужних металів і гідроксид кальцію захищають аргіліти від руйнування внаслідок утворення закріплюючого шару і мають приблизно однаковий рівень інгібування.

Вивчено реологічні властивості рецептур ГББР в діапазоні температур 25 – 80 °С. Встановлено, що системи ГББР найбільш адекватно описуються реологічною моделлю Гершеля – Балклі. Дана оцінка змін реологічних властивостей (в т.ч. статичного напруження зсуву) бурових розчинів із підвищенням температури.

Сформульовано принципи вибору термостійкої рецептури бурового розчину, які ґрунтуються на оцінці властивостей до і після термічної дії протягом заданого часу (4 – 8 год) на буровий розчин при вибірній температурі. Особливість запропонованого підходу полягає у пошуку оптимальної рецептури, яка задовольняє конкретним умовам буріння, та врахуванні зміни реологічних властивостей і статичного напруження зсуву як векторних величин.

Досліджено термостабільність розроблених бурових розчинів за показником високотемпературної фільтрації на приладі ВТВТ при 80 °С і перепаді тиску 3,5 МПа.

Досліджено вплив солей лужних та лужно-земельних металів, а саме солей натрію, калію, магнію і кальцію на структурно-реологічні та фільтраційні властивості ГББР.

У закордонній і вітчизняній практиці буріння широко застосовують полімерні стабілізатори і понижувачі фільтрації, а саме крохмалі, похідні целюлози, поліакрилати тощо. Завдяки спорідненості до води вони зв'язують вільну воду в буровому розчині та активно адсорбуються на поверхні глинистих частинок, що забезпечує їх захист.

У зв'язку з високою вартістю закордонних реагентів виникає потреба звернутися до вітчизняного ринку хімічних реагентів для буріння, які дещо поступаються закордонним реагентам за товарною якістю виготовлення і властивостями, але можуть успішно застосовуватись під час буріння у вигляді синергетичних сумішей та перекривати дефіцит КМЦ, ПАА, ПАЦ і біополімеру.

Результати проведених досліджень показали, що у складі розробленої системи бурового розчину замість високоякісних імпортованих полімерних реагентів цілком можливо використовувати полімери вітчизняного виробництва, а також їх комбінації у композиції з різними модифікаціями гуматних реагентів, що суттєво зменшує вартість бурового розчину і не погіршує його технологічних властивостей.

Проведено порівняльні дослідження розроблених рецептур бурових розчинів з існуючими аналогами (табл. 1). Показано вищу стійкість запропонованих рецептур

бурових розчинів до високої лужності середовища і концентрацій солей, а також до дії температур.

Таблиця 1

Дослідження технологічних властивостей ГББР

Склад бурового розчину, % мас.	Густина, кг/м ³	Фільтрація, см ³ /30хв	Статичне напруження зсуву (10 с/10 хв), дПа	Пластична в'язкість, мПа·с	Динамічне напруження зсуву, дПа
1 Біополімерний розчин + 26 % хлориду натрію	1180	6	25/36	15	64
2. Розчин 1 після термостатування (4 год при 120 °С)	1180	7,8	19/26	11	42
3 Розчин 1 + 10 % хлориду кальцію	1240	7	33/46	25	71
4. Розчин 3 після термостатування (4 год при 120 °С)	1240	10	17/34	12	35
5. Біополімерний буровий розчин + 2 % силікату натрію	1040	5	53/95	9	125
6. Розчин 5 після термостатування (4 год при 120 °С)	1040	6	75/89	25	129
7. Біополімерний розчин + 1 % гідроксиду кальцію	1130	6	42/78	24	112
8. Розчин 7 після термостатування (4 год при 120 °С)	1130	8	28/59	19	95
9. Зарубіжний аналог + 3 % хлориду кальцію	1120	5	30/37	4	5
10. Розчин 9 після термостатування (4 год при 120 °С)	1120	40	17/22	5	33
11. Зарубіжний аналог + 1 % гідроксиду кальцію	1120	7,5	30/41	11	82
12. Розчин 11 після термостатування (4 год при 120 °С)	1120	40	17/24	6	38
13. Зарубіжний аналог + 2 % силікату натрію	1120	7,3	27/42	12	75
14. Розчин 13 після термостатування (4 год при 120 °С)	1120	19	16/21	3	17

Враховуючи результати досліджень інгібуючих властивостей реагентів та їх композицій, вивчено вплив моделей розроблених бурових розчинів на відновлення проникності керна. Дослідження проводили на приладі ПДПК-1М за загальноприйнятою методикою. Температура у керноприймачі підтримувалась 70 °С при перепаді тиску 0,5 МПа. Показано, що використання ГББР забезпечує утворення щільного фільтраційного шару, який призводить до кольматації порового простору на незначну глибину (1–2 мм).

На основі досліджень визначено, що біодеструкція ГББР частково відбувається на 3 – 6 добу, а повна втрата необхідних реологічних властивостей – на 15 – 20 добу. Вивчено вплив бактерицидних добавок на реологічні і тиксотропні властивості ГББР. Показано, що використання бактерицидних добавок (карбоцид – 1 %, пентакс – 1 %) ефективно запобігає процесу біодеструкції полісахаридів.

У четвертому розділі наведено результати промислового впровадження ГББР при бурінні свердловин на родовищах ДДз.

Розроблено стандарти організації України 11.2-30019775-018:2004 “Гуматно-біополімерний буровий розчин. Компонентний склад і технологія застосування” і 11.2-3000119775-108:2007 “Розчини бурові малоглинисті та безглинисті. Технологія приготування”. Ці нормативні документи встановлюють технологію приготування і використання малоглинистих і безглинистих ГББР. Вимоги стандартів є обов’язковими для структурних підрозділів ДК “Укргазвидобування”, які здійснюють буріння свердловин.

Останнім часом підприємства БУ “Укрбургаз” для буріння під експлуатаційну колону використовують гуматно-акрилокалієві, а в окремих випадках – емульсійні бурові розчини. Залучають також сервісні компанії, які застосовують переважно біополімерні бурові розчини з метою поліпшення якості розкриття нафтогазоносних горизонтів. Тому запропонована для впровадження рецептура ГББР є альтернативною.

В лабораторії бурових розчинів УкрНДІгазу були вибрані оптимальні рецептури ГББР для умов свердловин 26 і 28 Кобзівського ГКР. За результатами лабораторних досліджень прийнято такий компонентний склад бурового розчину: біополімер (duo-vis), поліаніонна целюлоза низьков’язка (poluras UL), гуматний реагент (полібур), хлористий калій, лабрикол, мармурова крихта, бактерицид, вода. Обґрунтовано інтервали зміни концентрацій реагентів (впливових факторів), %: poluras UL 0,1 – 0,3; duo-vis 0,1 – 0,5; полібур 2 – 5. Концентрації незмінних реагентів, %: хлористий калій 10; лабрикол 3; мармурова крихта 4; бактерицид 0,001.

Вартість реагентів на момент впровадження (2005 р.), грн/т: poluras UL – 19357, duo-vis – 71681, полібур – 7248, хлористий калій – 272, лабрикол – 2448, мармурова крихта – 1838, бактерицид M-I-CIDE – 15467.

Для вибору оптимальної рецептури бурового розчину використано програму “Experimenter”. За критерій вибору рецептури прийнято її вартість. На рис. 4 показано ізолінії цільової функції залежно від концентрацій деяких основних реагентів.

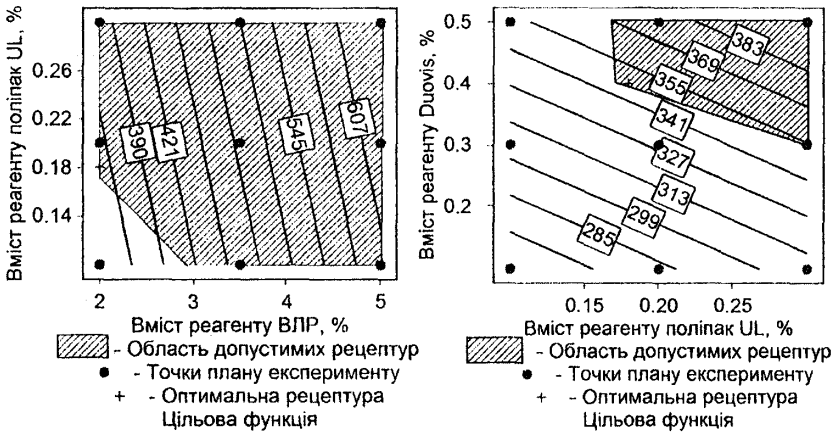


Рис. 4. Цільова функція

Для свердловини 26 Кобзівського ГКР отримано оптимальну рецептуру бурового розчину, %: поліурас UL – 0,179, duo-vis – 0,4, полібур – 2, хлористий калій – 10, лабрикол – 3, мармурова крихта – 4, бактерицид M-I-CIDE – 0,001. В перерахунку на 1 м^3 бурового розчину, $\text{кг}/\text{м}^3$: поліурас UL – 1,79, duo-vis – 4, полібур – 20, хлористий калій – 100, лабрикол – 30, мармурова крихта – 40, бактерицид M-I-CIDE – 0,1, вода – решта.

На рис. 5 показано реологічні криві бурового розчину для температури 20°C і після прогрівання при температурі 120°C протягом 4 год.

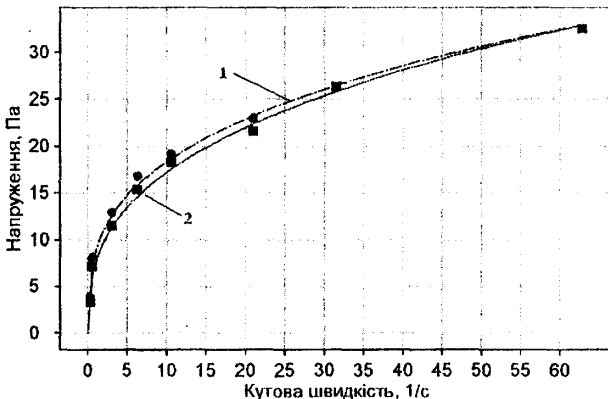


Рис. 5. Реологічні криві (модель Гершеля-Балклі):

1 – за нормальних умов, 2 – після прогрівання при температурі 120°C

Прогнозовані за допомогою моделі параметри бурового розчину після обробки за цією рецептурою: густина $1160 \text{ кг}/\text{м}^3$, умовна в'язкість 31 с, фільтрація

6 см³/30 хв, СНЗ₁ 9 дПа, СНЗ₁₀ 22 дПа, $\tau_0 = 5,7$ Па, $k = 1,642$ Па·сⁿ, $n = 0,49$. Основні технологічні властивості бурового розчину за результатами експериментальної перевірки оптимальної рецептури: густина 1160 кг/м³, умовна в'язкість 46 с, фільтрація 6 см³/30 хв, СНЗ₁ 12 дПа, СНЗ₁₀ 30 дПа. Вартість 1 м³ бурового розчину за цією рецептурою складає 642,04 грн/м³.

Для свердловини 28 Кобзівського ГКР отримано таку оптимальну рецептуру, %: polyрас UL – 0,15, polyрас R – 0,289, duo-vis – 0,3, полібур – 4,1, хлористий калій – 10, лабрикол – 3, мармурова крихта – 5, бактерицид M-I-CIDE – 0,001. В перерахунок на 1 м³ бурового розчину, кг/м³: polyрас UL – 1,5, polyрас R – 2,89, duo-vis – 3, полібур – 41, хлористий калій – 100, лабрикол – 30, мармурова крихта – 50, бактерицид M-I-CIDE – 0,1, вода – решта. Прогнозовані за допомогою моделі параметри бурового розчину після обробки за цією рецептурою є такими: густина 1160 кг/м³, умовна в'язкість 60 с, фільтрація 6 см³/30 хв, СНЗ₁ 15 дПа, СНЗ₁₀ 25 дПа. Параметри бурового розчину після експериментальної перевірки рецептури: густина 1160 кг/м³, умовна в'язкість 67 с, фільтрація 6 см³/30 хв, СНЗ₁ 18 дПа, СНЗ₁₀ 31 дПа. Вартість 1 м³ бурового розчину за цією рецептурою складає 791,28 грн/м³.

Запропоновані рецептури бурових розчинів використані на вказаних свердловинах. За даними профілометрії визначено коефіцієнти кавернозності в інтервалі залягання теригенних порід картамиської світи для свердловин 26 і 28 Кобзівського ГКР, які є меншими у порівнянні зі свердловинами 22 і 24 цього родовища. На свердловинах 22 і 24 використовували гуматно-акриловий буровий розчин із вмістом колоїдної глини 10–12 % і КСІ 3–4 %. Показано, що застосування ГББР із вмістом колоїдної глини на рівні 2–3 % та КСІ не нижче 7 % підвищує стійкість стінок свердловин в теригенних породах.

Регульована кольматація гуматно-біополімерними комплексами сприяла надійному захисту порового простору продуктивних пластів і отриманню високих промислових дебітів газу.

Використання ГББР для буріння під експлуатаційну колону забезпечило такі ж високі технологічні показники буріння, як у вітчизняних і зарубіжних аналогів, але при менших витратах матеріалів на приготування і хімічну обробку. Це підтверджено розрахунком економічного ефекту від впровадження у порівнянні з базовим гуматно-акрилокалієвим буровим розчином.

Промислове випробування прісного ГББР на основі комплексного гуматно-біополімерного реагенту (ГБР) проводили на свердловині 100 Римарівського ГКР. Під час обробки комплексним реагентом контролювали параметри бурового розчину, які становили: густина 1180 кг/м³, умовна в'язкість 75 с, фільтрація 4 см³/30 хв, СНЗ_{1/10} 10/25 дПа, $\eta = 18$ мПа·с, $\tau_0 = 48$ дПа, рН 9,4, вміст КСІ 4 %. Випробування комплексного ГБР на свердловині 100 Римарівська показали можливість його застосування для приготування малоглинистих прісних бурових розчинів.

Малоглинистий мінералізований буровий розчин на основі комплексного ГБР випробували на свердловині 57 Східнополтавського ГКР. Приготування комплексного ГБР здійснювали таким чином: у глиномішалку заливали 3 м³ води,

потім додавали 500 кг ВЛР та по 25 кг duo-vis і polyрас UL, перемішували протягом 1 год. Комплексний ГБР додавали в буровий розчин під час циркуляції. Залежно від об'єму використаної води до бурового розчину додавали відповідну кількість КСІ. Всього було приготовлено 16 м³ ГБР. Під час обробки контролювали властивості бурового розчину. В результаті обробки отримали такі параметри бурового розчину: густина 1280 кг/м³, умовна в'язкість 85 с, фільтрація 4,2 см³/30 хв, СНЗ_{1/10} 10/25 дПа, $\eta = 18$ мПа·с, $\tau_0 = 48$ дПа, рН 9,4, мінералізація 21 %, вміст КСІ 7 %.

Застосування комплексного ГБР забезпечило успішне проходження інтервалу 4352 – 4383 м, а також спуск і цементування другої секції 245-мм проміжної колони.

Малоглинистий мінералізований буровий розчин на основі комплексного ГБР впроваджували на свердловині 502 Хрещищенського ГКР. Приготування комплексного ГБР здійснювали на прісній воді шляхом розчинення у 100 м³ води 3 т гуматного реагенту, 250 кг біополімеру і 250 кг крохмалю. Комплексний ГБР змішували з 50 м³ бурового розчину. Одержали буровий розчин з такими параметрами: густина 1130 кг/м³, умовна в'язкість 68 с, фільтрація 2,2 см³/30 хв, СНЗ_{1/10} 0/2 дПа, $\eta = 5$ мПа·с, $\tau_0 = 5$ дПа, рН 11,02, мінералізація 11 %, вміст іонів кальцію 0,1 %. Після обважнення мармуровою крихтою і добавки КСІ параметри бурового розчину стали такими: густина 1160 кг/м³, умовна в'язкість 58 с, фільтрація 3 см³/30 хв, СНЗ_{1/10} 4/25 дПа, $\eta = 30$ мПа·с, $\tau_0 = 36$ дПа, рН 11,2, мінералізація 14,2 %, вміст КСІ 5 %, вміст іонів кальцію 0,1 %.

Під час буріння свердловини не спостерігались ускладнення, пов'язані з якістю бурового розчину. В цілому параметри бурового розчину, обробленого комплексним ГБР, були стабільними. Витрати хімічних реагентів в інтервалі застосування ГББР виявились нижчими, ніж передбачено проектом на буріння свердловини.

Впровадження ГББР у 2006 р. в Хрещищенському ВБР на свердловинах 59 і 66 Кобзівського ГКР та в Шебелинському ВБР на свердловинах 214 і 210 Єфремівського ГКР підтвердили їх ефективність при розбурюванні інтервалів під експлуатаційні колони.

ВИСНОВКИ

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, у якій на основі запропонованої гуматно-біополімерної синергетичної композиції реагентів розроблено і впроваджено системи бурових розчинів для буріння свердловин в умовах ДДз. Одержано наступні основні висновки.

1. Проаналізовано гірничогеологічні умови буріння свердловин на газових і газоконденсатних родовищах ДДз, особливості яких полягає у літологічній неоднорідності порід, складній тектонічній будові, великих поверхах газоносності з аномальними пластовими тисками.

На основі вивченого досвіду застосування систем бурових розчинів у таких умовах сформульовано вимоги (підвищення інгібуючих властивостей, зниження

вмісту твердої фази) та обґрунтовано напрям (використання синергетичних композицій реагентів) удосконалення їх рецептур.

2. Запропоновано синергетичну композицію розгалужених високомолекулярних біополімерів та лінійних полімерів з макромолекулами гуматів як основу бурового розчину без вмісту глинистої фази. Синергізм підтверджено методом інфрачервоної спектроскопії та результатами лабораторних досліджень властивостей композицій реагентів.

3. На основі синергетичної композиції реагентів розроблена базова рецептура гуматно-біополімерного бурового розчину, яка забезпечує необхідні технологічні властивості для буріння свердловин в умовах родовищ ДДз, а також стійкість до механо- і термодеструкції, впливу високої лужності (рН більше 12) середовища і концентрацій солей лужних та лужно-земельних металів.

Для буріння свердловин в умовах солевої агресії розроблено рецептуру мінералізованого гуматно-біополімерного бурового розчину, а для теригенних відкладів – рецептури вапняного і силікатного гуматно-біополімерних бурових розчинів з високими інгібуючими властивостями.

4. Вивчено ступінь інгібування хлористого калію, силікату натрію та гідроксиду кальцію за методиками обкатування зразків аргілітового керна матеріалу в автоклавах і “Hot Roll”. Виявлено, що силікати лужних металів і гідроксид кальцію мають найвищий серед неорганічних речовин і приблизно однаковий рівень інгібування. Натомість ступінь диспергування глин у середовищі вапняного бурового розчину менший, ніж у середовищі силікатного бурового розчину.

Вивчено вплив хімічних реагентів вітчизняного виробництва у композиції із зарубіжними реагентами на технологічні властивості гуматно-біополімерних бурових розчинів. Показано, що їх використання суттєво зменшує вартість гуматно-біополімерного бурового розчину і не погіршує його технологічних властивостей.

Досліджено вплив бактерицидних домішок на стійкість мінералізованого і вапняного гуматно-біополімерних бурових розчинів до ферментативної деструкції в часі і визначено ефективність їх застосування.

5. За результатами виконаних досліджень розроблено стандарти організації України 11.2-30019775-018:2004 “Гуматно-біополімерний буровий розчин. Компонентний склад і технологія застосування” і 11.2-3000119775-108:2007 “Розчини бурові малоглинисті та безглинисті. Технологія приготування”.

Промислові випробування і впровадження рецептур гуматно-біополімерного бурового розчину на свердловинах 26, 28, 59, 66 Кобзівського, 57 Східнопоплавського, 502 Хрестищенського, 100 Римарівського, 210 і 214 Єфремівського газоконденсатних родовищ підтвердили їх ефективність (запобігання ускладнень і підвищення якості розкриття продуктивних пластів) при розбурюванні інтервалів під експлуатаційні колонії.

Економічна ефективність від впровадження рецептур гуматно-біополімерного бурового розчину тільки за рахунок економії матеріалів для приготування бурового розчину складає 389,31 грн на метр проходки, а загальний дохід від впровадження

розробки на 2 свердловинах у 2005 р. – 252,3 тис. грн. і на 4 свердловинах у 2006 р. – 1125 тис. грн.

ПУБЛІКАЦІЇ ПО РОБОТІ

1. Васильченко А.О., Кустурова О.В., Гордійчук М.В. Малоглинисті системи бурових розчинів на основі синергетичних сумішей // Зб. наук. пр.: Питання розв. газової пром-сті. – Вип. XXXII. – Харків, 2004 – С.161 – 162.
2. Кустурова О.В. Безглинистий біополімерний буровий розчин на основі синергетичної суміші // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2004. – Вип.4. – С.93 – 96.
3. Кустурова О.В., Васильченко А.О., Гордійчук М.В. Нове покоління біополімерних бурових розчинів // 8-а міжнародна наук.-практ. конф. “Нафта і газ України – 2004”, 29 вересня – 01 жовтня 2004р. – Судак, 2004. – С.403 – 404.
4. Васильченко А.О., Кустурова О.В. Новий безглинистий буровий розчин з підвищеними інгібуючими властивостями // Проблеми нафтогазової промисловості: Зб. наук. пр. – Київ, 2005. – С.146 – 150.
5. Новий буровий розчин на основі синергетичної суміші реагентів / О.В.Кустурова, А.О.Васильченко, М.В.Гордійчук., В.Л.Кушнарв // Питання розв. газової пром-сті: Зб.наук.пр. УкрНДІгаз. – Вип. XXXIII. Харків, 2005. – С.158 – 160.
6. О выборе рецептуры обработки бурового раствора с учетом термостойкости / М.А.Мыслюк, А.А.Васильченко, Ю.М.Сальжин, Е.В.Кустурова // Стр-во нефт. и газовых скважин на суше и на море. – 2006. – №4. – С.47 – 52.
7. Васильченко А.О., Кустурова О.В. XXI СТОЛІТТЯ: нове відродження вапняних бурових розчинів // Питання розвитку газової пром-сті: Зб.наук.пр. УкрНДІгаз. – Вип. XXXIV. – Харків, 2006. – С.87 – 90.
8. Определение реологических свойств буровых растворов по данным ротационной вискозиметрии / М.А.Мыслюк, А.А.Васильченко, Ю.М.Сальжин, Е.В.Кустурова // Стр-во нефт. и газовых скважин на суше и на море. – 2006. – №12. – С.29 – 33.
9. Кустурова О.В. Розробка і дослідження гуматно-біополімерного бурового розчину для буріння похило скерованих і горизонтальних свердловин на родовищах Дніпровсько-Донецької западини // Розвідка і розробка нафт. і газових родовищ. – 2005. – №1. – С.16 – 21.
10. Васильченко А.О., Кустурова О.В., Мыслюк М.А. Синергетичні композиції хімічних реагентів як основа систем бурових розчинів // Нафт. і газова пром-сть.– 2007. – №1. – С.24 – 26.
11. Пат. 5649 Україна, МПК⁵ C09K7/02. Безглинистий вапняний буровий розчин / О.В.Кустурова, А.О.Васильченко, М.В.Гордійчук, В.Л.Кушнарв, Я.С.Яремійчук (Україна): Заявл.26.07.04; Опубл.15.03.05, Бюл.№3. – 3 с.
12. Пат. 5148 Україна, МПК⁵ C09K7/02. Біополімерний буровий розчин / О.В.Кустурова, А.О.Васильченко, М.В.Гордійчук, В.Л.Кушнарв (Україна): Заявл.12.07.04; Опубл.15.02.05, Бюл.№2. – 3 с.

13. Пат. 11094 Україна, МПК С09К7/02. Комплексний реагент для обробки бурових розчинів / О.В.Кустурова, А.О.Васильченко, М.В.Гордійчук, В.Л.Кушнар'єв, Я.С.Яремійчук (Україна); Заявл. 20.05.05; Опубл. 15.12.05; Бюл. №12. – 4 с.
14. Пат. 5324 Україна, МПК⁵ С09К7/02. Буровий розчин / А.О.Васильченко, М.В.Гордійчук, О.В.Саломатіна, О.В.Кустурова, Я.С.Яремійчук (Україна): Заявл. 08.01.04; Опубл. 15.03.05, Бюл.№3. – 3 с.
15. Пат. 62134 А Україна, МПК⁵ С09К7/02. Реагент для обробки бурових розчинів / А.О.Васильченко, О.В.Саломатіна, Р.А.Діц, О.В.Кустурова, М.М.Мельник, В.Л.Кушнар'єв, В.П.Козаровський, Л.З.Хакімов, С.В.Ляменков (Україна): Заявл. 24.12.02; Опубл. 15.12.03, Бюл.№12. – 2 с.
16. Пат.9695 Україна, МПК⁵ С09К7/02. Біополімерний буровий розчин / О.В.Кустурова, О.А.Жуган, А.О.Васильченко, М.В.Гордійчук, В.Л.Кушнар'єв (Україна): Заявл. 09.03.05; Опубл. 17.10.05, Бюл.№10. – 4 с.
17. Пат.20698 Україна, МПК С09К8/00, С09К8/02. Безглинистий вапняний буровий розчин / А.О.Васильченко, Б.Т. Буняк, О.В.Кустурова, М.П.Мельник, В.Л.Кушнар'єв, Л.З.Хакімов, В.П.Козаровський (Україна): Заявл. 04.07.06; Опубл. 15.02.07, Бюл.№2. – 3 с.
18. Пат. 20662 Україна, МПК С09К8/02. Біополімерсилікатний буровий розчин / А.О.Васильченко, О.В.Кустурова, М.В.Гордійчук, М.П.Мельник, В.Л.Кушнар'єв, Л.З.Хакімов, В.П.Козаровський (Україна): Заявл. 23.05.06; Опубл. 15.02.07, Бюл.№2. – 4 с.
19. Пат. 2289603 Россия, МПК⁵ С09К7/02. Биополимерный буровой раствор / Е.В.Кустурова, О.А.Жуган, А.А.Васильченко, Н.В.Гордийчук, В.Л.Кушнар'єв (Украина): Заявл. 13.04.05; Опубл. 20.12.06, Бюл.№35. – 6 с.
20. Пат.78086 Україна, МПК С09К8/02. Біополімерний буровий розчин / О.В.Кустурова, О.А.Жуган, А.О.Васильченко, М.В.Гордійчук, В.Л.Кушнар'єв (Україна): Заявл. 01.03.05; Опубл. 15.02.07, Бюл.№2. – 4 с.

АНОТАЦІЯ

Кустурова О.В. Розробка гуматно-біополімерного бурового розчину з низьким вмістом твердої фази для буріння свердловин в умовах родовищ Дніпровсько-Донецької западини. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.10 – Буріння свердловин. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2007.

Дисертація присвячена підвищенню ефективності буріння свердловин в умовах ДДз за рахунок розробки та впровадження нових рецептур ГББР на основі синергетичних сумішей компонентів.

На підставі теоретичного аналізу результатів пошукових експериментальних досліджень обгрунтовано гуматно-біополімерну синергетичну композицію як основу бурових розчинів без вмісту твердої фази. Розроблено базову рецептуру,

досліджено технологічні властивості, вивчено вплив температури, лужності середовища та концентрації солей на властивості ГББР.

На основі базової рецептури розроблено і досліджено мінералізований, вапняний та силікатний типи безглинистих ГББР. Вивчено вплив хімічних реагентів вітчизняного виробництва у композиції із зарубіжними реагентами на технологічні властивості ГББР. Досліджено вплив бактерицидних добавок на ферментативну стійкість мінералізованого і вапняного ГББР і визначено ефективність їх застосування.

Промислові впровадження рецептур безглинистих ГББР підтвердили їх ефективність при бурінні свердловин на родовищах ДДз.

Ключові слова: буровий розчин, гуматно-біополімерний буровий розчин, інгібуючі властивості, синергетична суміш, солестійкість, технологічні властивості, термостійкість, хімічні реагенти.

АННОТАЦИЯ

Кустурова Е.В. Разработка гуматно-биополимерного бурового раствора с низким содержанием твердой фазы для бурения скважин в условиях месторождений Днепровско-Донецкой впадины. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.10 – Бурение скважин. Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2007.

Диссертация посвящена повышению эффективности бурения скважин в условиях Днепровско-Донецкой впадины (ДДв) за счет разработки и внедрения новых рецептур гуматно-биополимерного бурового раствора (ГББР).

На основе анализа горно-геологических условий и опыта бурения скважин на месторождениях ДДв сформулированы направления совершенствования рецептур буровых растворов:

повышение ингибирующих свойств для обеспечения устойчивости стенок скважины;

снижение содержания твердой (глинистой) фазы;

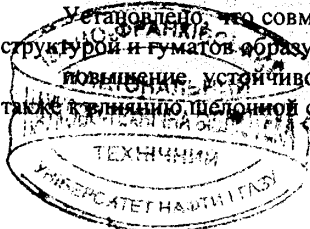
повышение термо- и солестойкости;

снижение затрат на химическую обработку.

В качестве объекта исследования выбрана система биополимерного бурового раствора с низким содержанием твердой фазы. Изучен механизм образования синергетической композиции, на основе гуматов, линейных и разветвленных полимеров, который подтвержден лабораторными исследованиями технологических свойств композиции и методом инфракрасной спектроскопии.

Установлено, что совместное растворение биополимера, полимера с линейной структурой и гуматов образуют комплекс, который обеспечивает:

повышение устойчивости биополимеров к термо- и механодеструкции, а также к щелочной среде (рН больше 12);



повышение устойчивости гуматов и системы в целом к высоким концентрациям солей щелочных и щелочноземельных металлов.

На основе синергетической композиции химических реагентов разработаны базовые рецептуры буровых растворов с низким содержанием твердой фазы для различных горно-геологических условий бурения скважин:

пресный ГББР, который обеспечивает необходимые технологические свойства для бурения скважин в условиях ДДв, термо- и солестойкость, стойкость к механодеструкции, высоким концентрациям солей щелочных и щелочноземельных металлов;

минерализованный ГББР для бурения в условиях солевой агрессии;

ингибированный известковый и силикатный ГББР для бурения в терригенных отложениях.

С помощью методик обкатки кернового материала в автоклавах и "Hot Roll" изучено ингибирующую способность хлористого калия, силиката натрия и гидроксида кальция. Показано, что силикат натрия и гидроксид кальция обладают наибольшими ингибирующими свойствами среди неорганических ингибиторов. Это объясняется образованием тонкого защитного слоя на поверхности глинистых частиц и на стенках скважины. Степень диспергирования глин в среде известкового бурового раствора оказалась значительно ниже, чем в среде силикатного бурового раствора.

Исследованы реологические свойства предложенных рецептур буровых растворов при температурах 20 – 80 °С. Показано, что ГББР в большинстве случаев наиболее адекватно описываются реологической моделью Гершеля – Балкли.

Изучено термостойкость разработанных рецептур буровых растворов по изменению структурно-реологических и фильтрационных свойств от температуры.

Исследовано на приборе УИПК-1М влияние фильтратов разработанных буровых растворов на проницаемость искусственных модельных кернов и ее восстановление.

Изучено возможность использования отечественных химических реагентов – понизителей фильтрации, смазочных добавок, ингибиторов и бактерицидов, что даст возможность значительно снизить стоимость 1 м³ ГББР по сравнению с зарубежными аналогами при сохранении высоких и стабильных во времени технологических свойств.

Разработаны нормативные документы – стандарты предприятий Украины, регламентирующие компонентный состав и технологию применения ГББР.

Промысловые испытания и внедрение рецептур безглинистых ГББР на скважинах 26, 28, 59, 66 Кобзевского, 57 Схиднополтавского, 502 Крестищенского, 100 Рымаривского, 210 и 214 Ефремовского газоконденсатных месторождений подтвердили их высокую экономическую и технологическую эффективность.

Ключевые слова: буровой раствор, гуматно-биополимерный буровой раствор, ингибирующие свойства, синергетические смеси, солестойкость, технологические свойства, термостойкость, химические реагенты.

ABSTRACT

Kusturova O.V. The development of humate-biopolymer drilling fluid with low solids for the drilling of holes in the conditions of deposits of the Dniper-Donetsk Depression. – Manuscript. Thesis for a candidate's degree in engineering sciences of speciality 05.15.10 – Well drilling. – Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas, Ivano-Frankivsk, 2007.

The dissertation is devoted to questions of increase of well drilling efficiency in difficult geological conditions of the Dniper-Donetsk Depression due to development and introduction of new compoundings humate-biopolymer drilling fluids which are based on synergetics mixes of components. The humate-polymeric synergetics compositions are formulated on the basis of the theoretical analysis of results search experimental researches. For construction of base models of systems humate-biopolymer drilling fluids methods of planning experiments and the statistical analysis of their results are used. The inhibition properties, and degrees of salt resistance and thermostability of the drilling fluids are determined by the standard techniques.

The mineralized, lime-based and silicate clay free humate-biopolymer drilling fluids are developed and investigated on the basis of the base composition. Industrial tests and introduction of new clay free humate-biopolymer drilling fluids are carried out with high economic and technological effects.

Key words: drilling fluid, humate-biopolymer drilling fluid, inhibition properties, synergetics mixes, salt resistance, technological properties, thermostability, chemical reagents.