

УДК 622.24

DOI: 10.33839/2223-3938-2019-22-1-164-174

Є. М. Ставичний, канд. техн. наук¹, А. О. Ігнатов, канд. техн. наук²

¹Науково-дослідний і проектний інститут ПАТ «Укрнафта», Північний бульвар, 2,
76019, м. Івано-Франківськ, Україна, e-mail: stavichniy@i.ua

²Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», пр. Дмитра
Яворницького, 19, 49027, м. Дніпро, Україна, e-mail: A_3000@i.ua

ОСОБЛИВОСТІ КРІПЛЕННЯ СТОВБУРА СВЕРДЛОВИНИ У ХЕМОГЕННИХ ВІДКЛАДАХ

Аналіз та дослідження факторів підвищення надійності кріплення свердловин за наявності хемогенних відкладів на прикладі родовищ Дніпровсько-Донецької западини шляхом розроблення сучасних композиційних тампонажних систем та нових технічних рішень і технологій стосовно пристрою для обробки кавернозних зон.

Лабораторними і аналітичними прийомами досліджено особливості формування структури цементного каменю за умов, характерних для хемогенних відкладів Дніпровсько-Донецької западини, оцінено вплив агресивних середовищ на корозійну стійкість цементного каменю та вивчено процес шламоскупчення в кавернозних інтервалах, виходячи з геолого-технічних умов буріння.

Визначено основні напрямки створення композиційного складу тампонажних матеріалів для кріплення свердловин у складних гірничо-геологічних умовах. Дослідженнями фазового складу продуктів гідратації зразків цементного каменю корозійностійкого розширеного тампонажного матеріалу з пониженою водовіддачею зафіксовано наявність високолужних гідросилікатів кальцію, гідрогеленіту, гідроалюмінату кальцію і гідрооксиду кальцію, наявністю яких пояснюється висока корозійна стійкість матеріалу. Вивченням натурних зразків шламових утворень доведено, що в напрямі від їх основи до верхівки йде поступова трансформація характеру взаємного контакту продуктів руйнування – від пластичного, крізь глинистий прошарок, до практично чистого тертя із зачепленням і проявом сил фізико-хімічної природи.

Дотриманню умов надійної експлуатації обсадної колони в умовах хемогенних відкладів сповна відповідають певні технологічні параметри тампонажної суміші та гідродинамічно обґрунтовані заходи процесу очищення стовбура свердловини від кавернозних скупчень.

Отримані результати лабораторних і аналітичних досліджень є базовими для проектування режимних параметрів процесу цементування обсадної колони з гарантованим забезпеченням високих техніко-економічних показників. Дані по вивченню процесу шламоскупчення хемогенних відкладень є базовими для обґрунтування конструктивних і технологічних параметрів пристрою для створення осьового руху промивальної рідини в кавернозній зоні стовбура свердловини.

Ключові слова: промивальна рідина, хемогенні відклади, каверна, цементний камінь, кріплення свердловин, умови буріння.

Складні термобаричні умови залягання вуглеводнів, зокрема наявність близькорозташованих різнонапірних та різнонасичених горизонтів, а також присутність двох поверхів соленосних товщ хемогенних відкладів із чергуванням кам'яної солі з пластами аргілітів, доломітів, ангідритів і глинистих карбонатів, а також каліймагнієвих сольових порід, окрім іншого, схильних до каверноутворення, тобто порушення цілісності стовбура свердловини, та руйнування системи кріплення, що значно ускладнює споруджування свердловин на родовищах Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ).

Перелічені ускладнення негативно впливають на техніко-економічні показники буріння, а роботи з їх ліквідації є здебільшого довготривалими та низькоефективними [1].

Операції кріплення і тампонування органічно пов'язані з усім комплексом бурових робіт і мають найбезпосередніший вплив на їх кінцеві результати.

Кріплення хомогенних відкладів потребує: застосування тампонажних матеріалів, здатних працювати в корозійно-активних середовищах, та проведення належних підготовчих заходів в циклі кріплення. Саме від якості тампонажних матеріалів і досконалості проведення операцій з очищення стовбура свердловини знаходиться в прямій залежності можливість покриття ізоляційною оболонкою обсадних колон, яке здійснюється в результаті нагнітання тампонажної суміші в затрубний простір, і виконує наступні найважливіші функції: відокремлення продуктивних горизонтів і ізоляція їх від водоносних пластів; утворення надійного каналу у свердловині для витягання корисних копалин або подачі закачуваного в пласт агента; захист експлуатаційного каналу від корозії в результаті агресивної дії флюїдів пластів; створення надійної основи для встановлення гирлового устаткування тощо. Відмічено буде забезпечено тільки у тому випадку, коли в процесі нагнітання і тверднення тампонажної суміші не відбудеться яка-небудь зміна її технологічних властивостей. В той же час практика будівництва свердловин показує, що вказана вимога в більшості випадків нездійсненна; основною причиною такого положення виступає виражена кавернозність стовбура свердловини і супутні цій обставині процеси накопичення шламу в ускладнених інтервалах і його наступного активного проникнення в тампонажну суміш [2].

Аналіз тампонажних систем, що застосовуються на родовищах як ПАТ «Укрнафта», так і ДК «Укргазвидобування», показує, що вони за своїми властивостями не завжди відповідають гірничо-геологічним умовам: у більшості випадків їх не обробляють додатково для створення седиментаційно-стабільних систем, зниження водовіддачі, покращення реологічних властивостей, зниження проникності каменю, та не ставлять додаткових вимог до фізико-механічних і теплофізичних властивостей [2].

Підвищення надійності ізоляційного кільця з цементного каменю можна досягнути, насамперед, за рахунок:

- застосування сучасних композиційних матеріалів, стійких до агресивних середовищ, здатних, при необхідності, до «самозаліковування» порушеної мікроструктури цементного каменю;
- обмеження водовідділення і водовіддачі тампонажної суспензії;
- забезпечення умов для формування однорідної, щільної, низькопористої та малопроникної структури каменю;
- видалення із стовбура свердловини агентів, здатних змішуватися з тампонажним розчином.

Мета статті полягає в аналізі та дослідженні факторів підвищення надійності кріплення свердловин за наявності хомогенних відкладів на прикладі родовищ ДДЗ шляхом розроблення сучасних композиційних тампонажних систем та нових технічних рішень і технологій стосовно пристрою для обробки кавернозних зон.

Дослідження особливостей споруджування свердловин у хомогенних відкладах родовищ ДДЗ, зокрема їх кріплення, виконано із застосуванням сучасних методів аналітичного аналізу та експериментальних досліджень із використанням методів математичного моделювання, методик досліджень, приладів і матеріалів.

Формування зразків цементного каменю проведено з використанням приладів ПЦК–1 та КЦ–3. Максимальний робочий тиск становив 100 МПа, а температура – 300 °С. Температурний режим під час формування зразків цементного каменю підтримували електронагрівачами, що працюють в автоматичному режимі, з реєстрацією

потенціометрами. Необхідний тиск задано гідравлічним пресом та нагріванням робочої рідини автоклаву [3].

В результаті протікання циркуляційних процесів на спеціальному лабораторному стенді відбувалася імітація шламоскупчення в кавернозній зоні стовбура свердловини, при цьому з нього відбиралися зразки, що піддавалися детальному вивченню [4].

Забезпечення стійкості цементного каменю у корозійному середовищі є визначальним при оцінюванні його експлуатаційних властивостей. Корозійна стійкість цементного каменю характеризує його здатність витримувати вплив агресивного середовища різного хімічного складу впродовж тривалого часу. Ця властивість цементного каменю, насамперед, залежить від структури, фазового складу, обумовлена хімічними процесами гідролізу та гідратації окремих клінкерних мінералів, кінцевий результат яких залежить від термобаричних умов структуроутворення тампонажного розчину, складу в'язучих, пластових флюїдів та інших факторів.

Під час цементування хемогенних відкладів найбільш небезпечною є магнезіальна корозія. Відомо, що за вмісту солей магнію більше 4,5-5,0 г/л корозійне руйнування триває до розкладу гідросилікатів та повної деградабельності каменю.

Внаслідок взаємодії іонів магнію з гідрооксидними групами рідкої фази цементного каменю утворюється малорозчинний у воді гідрооксид магнію, який, попри відсутність в'язучих властивостей, здатний до лінійного розширення. Також за наявності сульфату магнію утворюється малорозчинний гіпс, який, випадаючи у цементному камені, додатково підсилює пошкодження.

Область впливу агресивного середовища може становити до одного сантиметра. При магнезіальній агресії руйнуючі фази, як правило, формуються до одного року.

При концентрації сульфату магнію 0,26 % відбувається повне осадження гідрооксиду магнію, що знаходиться в поровому просторі цементного каменю. За даною схемою відбувається гідроліз високолужних гідросилікатів кальцію з переходом їх у низьколужні. Якщо відбуватиметься подальше надходження іонів магнію, тоді руйнування зазнаватимуть і низьколужні гідросилікати з утворенням кремнегелю, що підтверджено результатами досліджень.

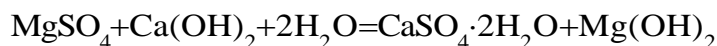
На початкових етапах тужавлення каменю з портландцементу внаслідок процесів гідратації, насамперед, алітової фази відбувається інтенсивний набір його міцності. За певних обставин швидкість набору міцності переважає швидкість корозійних процесів.

Досліджено корозійну стійкість зразків цементного каменю у віці 2, 28, 180 та 360 діб. За критерій корозійної стійкості відповідно до [3] прийнято відносну міцність при згині.

Дослідження кінетики процесів гідратації і тужавлення цементів, а також генезису мікроструктури цементного каменю особливо актуальні для прогнозування його властивостей. При тривалому твердненні зростання міцності цементного каменю можливе, насамперед, за рахунок формування при взаємодії з агресивним середовищем гідросилікатних чи алюмінатних фаз. Тому важливим напрямком зростання міцності і корозійної стійкості матеріалу є його оптимальний фазовий склад.

Виконані нами дослідження фазового складу показали, що його стабілізація під час тверднення зразків сповільнює зниження міцнісних характеристик цементного каменю, що є характерним для портландцементів. Якщо ж фазовий склад новоутворень представлений в переважній більшості тоберморитом і його гелем, ксонотлітом, магнезійними гідросилікатами типу сепіоліту, то впродовж 30–180 діб камінь набирає достатньої стійкості до дії типових агресивних середовищ [3].

На основі проведених попередніх досліджень тампонажних матеріалів для цементування свердловин у хомогенних відкладах однією з найагресивніших вважають магнезіально-сульфатну корозію, оскільки в цьому випадку корозійно-активними є як катіонна, так і аніонна складова. У цьому випадку $MgSO_4$ реагує не тільки з $Ca(OH)_2$, але і з гідроалюмінатами, і з гідросилікатами кальцію. Перебігу цих процесів сприяє порівняно низька розчинність $Mg(OH)_2$, а отже, і більш низьке, ніж для $Ca(OH)_2$, значення рН (10,5). При такому рН гідроалюмінати і гідросилікати кальцію починають розкладатися з утворенням $Ca(OH)_2$, який на першій стадії, взаємодіючи з $MgSO_4$, переходить у $Mg(OH)_2$ та гіпс



У свою чергу, гіпс взаємодіє з алюмінатами кальцію і сприяє утворенню додаткового еtringіту, під час кристалізації якого відбувається збільшення об'єму від 2,2 до 2,8 раза, внаслідок чого відбувається руйнування каменю.

Ще одна небезпечна дія магнезіально-сульфатної корозії полягає в тому, що $MgSO_4$ не тільки реагує з гідроалюмінатами і $Ca(OH)_2$, але і розкладає гідросилікати кальцію



З гідроалюмінатами кальцію $MgSO_4$ спочатку реагує з утворенням сульфоалюмінату кальцію з $Mg(OH)_2$. Оскільки останній в присутності $MgSO_4$ є нестійким, за тривалої дії агресивного середовища він у подальшому розкладається з утворенням гіпсу, $Al(OH)_3$ і $Mg(OH)_2$. Це відбувається при пониженому рН насиченого розчину $Ca(OH)_2$, в результаті чого не забезпечується стабілізація сульфоалюмінату кальцію.

Дослідженнями встановлено, що процеси тужавлення тампонажних композицій у термобаричних умовах дещо відрізняються від тужавлення цементу на поверхні. При цьому фазовий склад продуктів гідратації представлений гідратними фазами, не характерними для нормальних умов, зокрема гідрогеленіту C_2ASH_8 ($d/n = 2,86$), гексагональними гідроалюмінатами кальцію C_4AH_{13} ($d/n = 2,45; 7,90$), утворенням високолужних гідросилікатів C_3SH_2 ($d/n = 2,33; 2,99$), $C_2S_3H_2$ ($d/n = 9,79; 4,10; 3,31$) та гідрогранатів змінного складу ($d/n = 2,71; 2,80$).

Для зразків каменю з КРТМ-ПВ (корозійностійкий розширний тампонажний матеріал (суміш) з пониженою водовіддачею), які формувались в агресивному сульфатно-магнієвому середовищі, характерною є присутність високолужних гідросилікатів кальцію, гідрогеленіту, гідроалюмінату кальцію і гідроксиду кальцію. Продуктів корозії цементного каменю не виявлено.

Результати рентгенофазових досліджень зразків КРТМ-ПВ добре корелюють з даними електронної мікроскопії. Підтверджено, що підвищені температура і тиск під час тужавлення створюють передумови для формування щільної структури цементного каменю зі значною кількістю гідратних утворень.

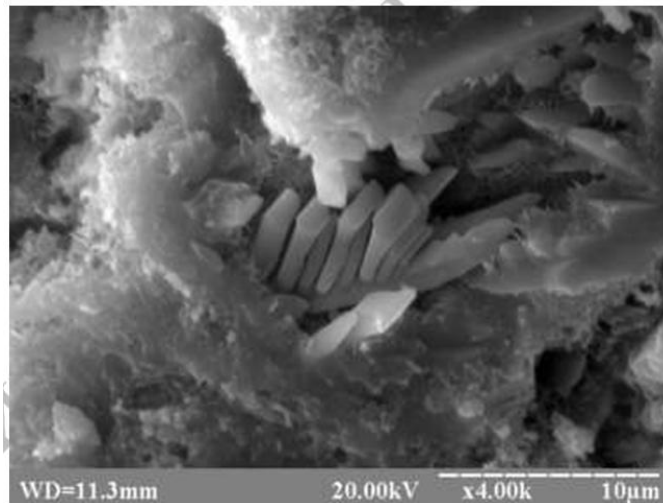


Рис. 1. Мікроструктура каменю КРТМ-ПІВ ($\times 4000$) у середовищі прісної води

Слід відзначити особливу роль іонів Na^+ МСН, які, завдяки зростанню рН розчину та зменшенню розчинності $\text{Ca}(\text{OH})_2$, прискорюють гідратацію силікатних фаз цементу (ефект лужної активації). На мікрофотографіях досліджуваного зразка (рис. 1) спостерігається велика кількість щільно упакованих гексагональних пластин, які можуть бути віднесені до портландиту. Така структура каменю забезпечується зростанням і стабільним існуванням гідросилікатів кальцію і гексагональних АFm-фаз та гідроксиду кальцію, які кольматують мікропори, сприяючи зміцненню сформованого композиційного конгломерату [2].

У середовищі прісної води (рис. 2) за присутності МСН перебіг гідратації цементної композиції інтенсифікується. Тут мікроструктура, в основній масі, представлена значною кількістю гідратних утворень, причому деякі кристали вже добре оформлені, інші мають вигляд дрібних голчастих або лускоподібних форм, на яких формуються інші новоутворення, що сприяє ступінчастому росту шарів гідратних утворень.

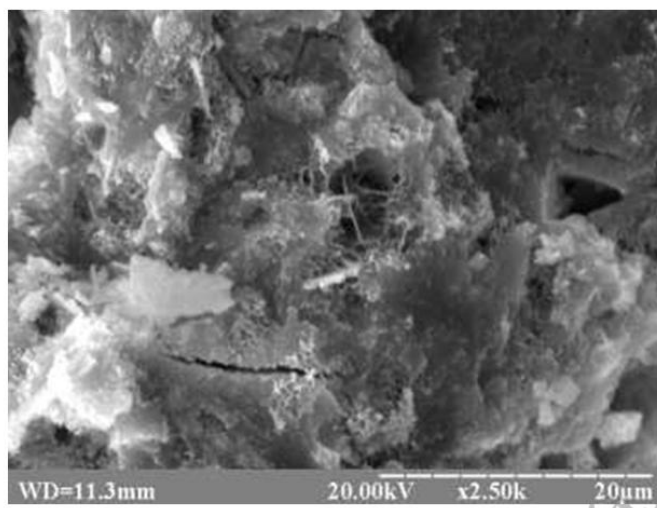


Рис. 2. Мікроструктура каменю КРТМ-ПІВ ($\times 2500$) у середовищі прісної води

Зразок цементного каменю на основі КРТМ–ПВ є корозійно-стійким у середовищі сірчанокислового магнію (рис. 3, а), а структура каменю досить щільна, покрита полідисперсними кристалогідратами у вигляді голчастих або пластинчастих кристалів (рис. 3, б). У деяких місцях на фоні великої кількості пластинчастих кристалів $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та АFm-фаз спостерігають незначні скупчення $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

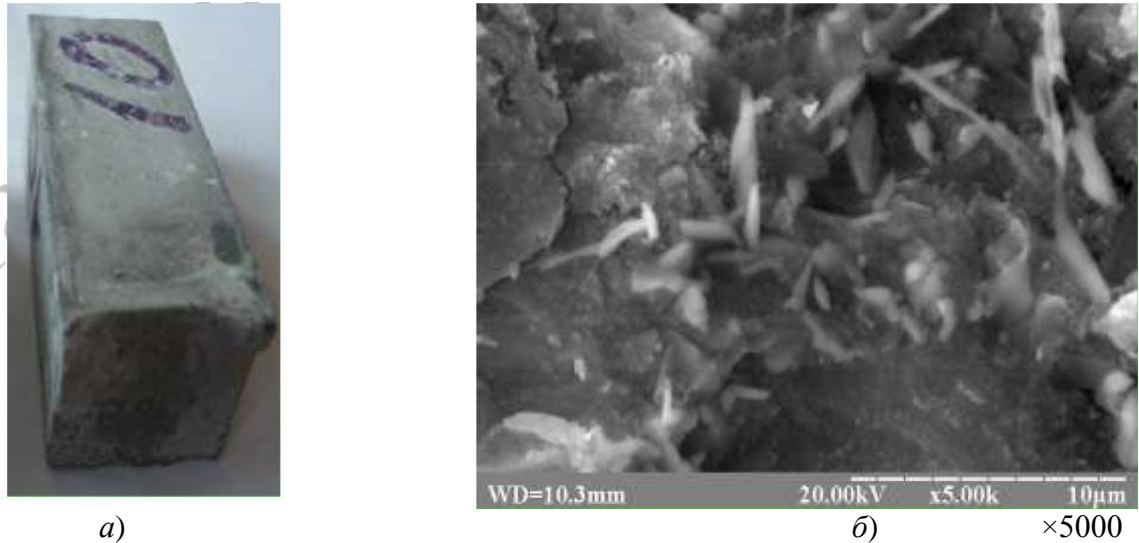


Рис. 3. Зразок цементного каменю КРТМ-ПВ (а) і його мікроструктура (б) у середовищі MgSO_4

Таким чином, враховуючи результати проведених досліджень, встановлено, що тампонажний матеріал КРТМ–ПВ можна вважати найбільш адаптованим для цементування свердловин в умовах залягання хомогенних відкладів.

Загалом, можна досить обґрунтовано стверджувати, що глинисто-шламові скупчення кавернозних інтервалів хомогенних відкладів є особливою проміжною групою, що знаходиться між власне глинами і так званими зернистими ґрунтами, які, в даному випадку, виступають продуктами руйнування порід на забої і в стовбурі свердловини. Експериментально підтверджено [4], що спрямованість і результати процесу шламоскупчення в ускладнених інтервалах повністю визначаються гранулометричним складом продуктів руйнування, фізико-хімічними властивостями глинистої фази, яка в тому або іншому вигляді бере участь у формуванні структур в кавернах, а також просторовим положенням і геометричними параметрами останніх.

Доведено, що умови формування відкладень в кавернозних зонах мають найбезпосередніший вплив на сумарний ефект дії, що реалізовується за допомогою пристрою поінтервального очищення стовбура свердловини. Візуальні спостереження і фотофіксація процесу руйнування глинисто-шламових скупчень дозволили виявити наступні його фізичні особливості: в найбільшій мірі до дії активних струменів схильні частки великих фракцій, що мають взаємний зв'язок між собою, що проявляється майже повністю тільки в механічному контакті. Механізм переміщення часток шламу за контури масиву відбувається за рахунок натікання активного потоку. Ці положення переважно стосуються крупнофракційного складу кавернозних утворень, який характерний для процесу буріння, здійснюваного на форсованих режимах, і, особливо, такого його параметра як подача очисного агента, що виражається в інтенсивному видаленні продуктів руйнування із забою свердловини і, як наслідок, виключенні додаткового їх переподрібнення. Проте позначений тип процесу через об'єктивні причини на практиці реалізується досить рідко, і шламові скупчення представлені в переважній більшості випадків поліфракційними складами [4].

Наявність у складі кавернозних відкладень різнофракційних груп і їх процентне співвідношення мають найпряміший вплив як на механізм руйнування скупчень, так і на їх формування, що повинне в обов'язковому порядку враховуватися вже на етапі проектування режимних параметрів процесу буріння – це, у свою чергу, дозволить у деякій мірі уникнути невинновданого шламоскупчення.

Гранулометричний склад досліджуваних шламів був представлений поліфракційними групами, що відповідають практиці шарошкового буріння в породах середньої твердості за наявності інтервалів, схильних до розширення стовбура свердловини. При тривалості циркуляції очисного агента у рамках 100 хв контакт між великими частками продуктів руйнування здійснювався з наявністю глинистого прошарку і досить високою концентрацією в ньому дрібних часток. Надалі відбувалася трансформація контакту між частками, яка супроводжувалася видаленням дрібніших фракцій і переходом до певного виду механічній взаємодії між частками. На додаток до сказаного слід зазначити, що такі результати дослідів дозволяють цілком ясно говорити про наявність в масиві скупчень досить активних фільтраційних потоків, що сприяють міграції глинистої фази з відповідними наслідками.

Хоча дослідження і показали досить високу міру мінливості характеру протікання процесу формування шламових скупчень, все ж його основна тенденція, що виражається в безперестанному переформатуванні виду контактної взаємодії між частками кавернозних утворень, зберігається практично в усіх випадках моделювання природних умов буріння.

В підтвердження сказаному на рис. 4 наведені фотографії зразків шламових скупчень, отриманих в результаті моделювання на стенді, в умовах максимально наближених до реальних свердловинних.

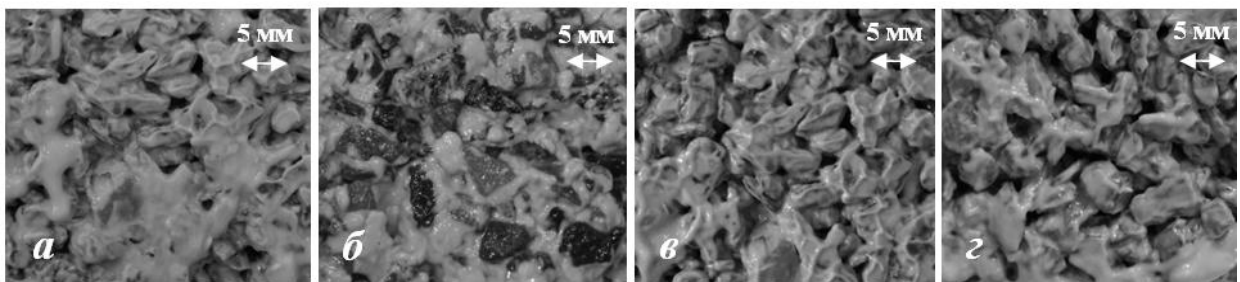


Рис. 4. Зразки шламових скупчень, відібраних з модельної кавернозної зони свердловини після закінчення заданих проміжків часу (з їх збільшенням в напрямі від а до г)

Вивчення представлених на рис. 4 фотографій дозволяє виявити досить виражену зміну характеру взаємодії в товщі шламових скупчень, що формуються; чітко простежується поступове зниження концентрації глинистої фази в порах кавернозних утворень. При варіюванні значень швидкості течії очисного агента вдалося встановити пряму залежність від неї транспортуючої здатності фільтраційних потоків.

З метою розробки адекватних технологічних норм обробки кавернозних скупчень необхідно розглянути завдання про фільтраційний рух розподіленої в рідині глинистої фази (тут вона розглядається в ширшому сенсі і, окрім власне глини, включає також дрібні фракції шламу) крізь поровий простір між великими частками шламу. Візуальне вивчення зразків шламових скупчень дозволило визначити деякі характерні ознаки фільтраційних потоків. Прийmemo, що насиченість рідиною простору між частками шламу рівна ϵ , тоді його насиченість глинистими частками буде $1-\epsilon$. Цілком очевидно і

експериментально підтверджено, що глиниста фаза знаходиться між частками, як в осілому, так і в зваженому станах. Крім того, простір насичений глинистою фазою в твердому стані ζ , і в завислому – λ . Насиченість простору осілою глинистою фазою в рихлому стані позначимо через χ . Поровий простір також заповнює рідина, не пов'язана з осілою масою – ψ , і пов'язана з нею – $\gamma\chi$, в даному випадку γ – пористість осілої глинистої фази. Отже, справедливі наступні аналітичні вирази:

$$\varepsilon + \lambda + \zeta = 1, \quad (1)$$

та

$$\psi + \chi + \lambda = 1. \quad (2)$$

$$\zeta = \chi + \gamma\chi = \chi(1 - \gamma) \quad (3)$$

або

$$\chi = \frac{\zeta}{1 - \gamma}. \quad (4)$$

$$\varepsilon = 1 - \lambda - (1 - \gamma)\chi \quad (5)$$

та

$$\varepsilon = \psi + \gamma\chi. \quad (6)$$

Якщо через δ позначити концентрацію зваженої глинистої фази, то вирази для її визначення матимуть вигляд

$$\delta = \frac{\lambda}{\lambda + \psi} \quad (7)$$

або

$$\delta = \frac{\lambda}{1 - \chi}. \quad (8)$$

З результатів дослідів виходить: в процесі фільтраційного руху частина глинистої фази знаходиться в поровому просторі нерухомо, а частина – в завислому стані і рухається спільно з рідиною. Спеціальні дослідження дозволили встановити, що швидкість руху глинистої фази пропорційна швидкості рідини, яка в ній міститься.

Загалом, завдання вивчення фільтраційних потоків полягає в знаходженні зміни об'ємної концентрації і рівня насиченості. З цією метою, як витікає із співвідношень (1) – (8), досить відшукати величини δ і χ у функції від координат і часу.

Таким чином, проведеними дослідженнями експериментально доведений вплив умов формування хомогенних шламових відкладень в кавернозних зонах на сумарний ефект гідравлічної дії, що реалізується за допомогою пристрою поінтервального очищення стовбура свердловини, та виявлений характер і фізична суть процесу руху фільтраційних потоків у масиві хомогенних кавернозних скупчень.

Висновки

За результатами досліджень, комплексного аналізу та тестування вихідних матеріалів і добавок визначено основні напрямки композиційного складу тампонажних матеріалів для кріплення свердловин у складних гірничо-геологічних умовах.

Дослідженнями фазового складу продуктів гідратації зразків цементного каменю КРТМ–ПВ зафіксовано наявність високолужних гідросилікатів кальцію, гідрогеленіту, гідроалюмінату кальцію і гідрооксиду кальцію. Саме цим пояснюється висока корозійна стійкість матеріалу (коефіцієнт корозійної стійкості становить від 1,0 до 1,09).

Вивчення натурних зразків шламових утворень доводить, що в напрямі від їх основи до верхівки йде поступова трансформація характеру взаємного контакту продуктів руйнування – від пластичного через глинистий прошарок до практично чистого тертя із зачепленням і проявом сил фізико-хімічної природи; причому, така зміна досить динамічна в часі; пояснити це можна наявністю у вищерозміщених шарах шламових

накопичень дуже активних фільтраційних потоків рідини, в результаті яких йдуть процеси як часткового видалення глинистої фази з контактної області, так і її перенесення в інтервали, що пролягають нижче, і ущільнення.

Експериментально-теоретичні дослідження властивостей тампонажних матеріалів та гідродинамічних характеристик циркуляційних процесів при роботі пристрою підготовки стовбура свердловини до тампонування повинні продовжуватися у напрямках створення алгоритмів пошуку ефективних тампонажних матеріалів та підготовчих заходів кріплення відповідно до гірничо-геологічних і техніко-технологічних особливостей цементування конкретної свердловини.

Ye. M. Stavychnyi¹, A. O. Ihnatov²

¹*Scientific Research and Design Institute of PJSC "Ukrnafta"*

²*Dnipro University of Technology*

THE SPECIFICS OF FASTENING OF BARREL OF BORE HOLE IN CHEMOGENIC DEPOSITS

The analysis and research of factors to increase the reliability of well attachment in the presence of chemogenic deposits was carried out on the example of deposits of the Dnieper-Donets Depression by developing modern composite grouting systems and new technical solutions and technologies regarding the device for processing cavernous zones.

The specifics of forming of structure of cement stone are investigational laboratory and analytical receptions at terms characteristic for the chemogenic sedimentations of the Dnepr-Donetsk cavity, influence of aggressive environments is appraised on the inoxidizability of cement stone and the process of clay-slime agglomerates is studied in vuggy intervals coming from the geology-technical terms of the boring drilling.

Basic directions of creation of composition of tamponing materials are certain for fastening of bore holes in the difficult mining and geological conditions. Researches of phase composition of components of hydratation standards cement stone of corrosionfirmness broadening tamponing material with mionectic water-return are fix the presence of high-basic hydrosilicate of calcium, hydrohelenite, hydroaluminate of calcium and hydroxide of calcium, the presence of that is explain high corrosive firmness of material. It is well-proven the study of model standards of slime agglomerates, that in direction from their basis gradual transformation of character of mutual contact of components of destruction goes to the apex – from plastic through a clay layer to the practically clean friction with hooking and display of forces of physical and chemical nature.

The observance of reliable external of column environments in the conditions of chemogenic sedimentations in full is answered by the certain technological parameters of tamponing mixture and hydrodinamically reasonable measures of process of cleaning of barrel of bore hole from vuggy agglomerates.

The got results of laboratory and analytical researches are base for planning of regime parameters of process of cementation of column with the assured providing of high technical and economic indexes. Data on the study of process of slime vuggy agglomerating of chemogenic sedimentations is base for the ground of structural and technological parameters of device for creation of axial motion of washing liquid in the vuggy zone of barrel of bore hole.

Key words: *washing liquid, chemogenic sedimentations, vuggy, cement stone, fastening of bore holes, condition of the boring drilling*

Проведен анализ и исследование факторов повышения надежности крепления скважин при наличии хемогенных отложений на примере месторождений Днепровско-Донецкой впадины путем разработки современных композиционных тампонажных систем и новых технических решений и технологий касательно устройства для обработки кавернозных зон.

Лабораторными и аналитическими приемами исследованы особенности формирования структуры цементного камня в условиях, характерных для хемогенных отложений Днепровско-Донецкой впадины, оценено влияние агрессивных сред на коррозионную стойкость цементного камня и изучен процесс шламонакопления в кавернозных интервалах, исходя из геолого-технических условий бурения.

Определены основные направления создания композиционного состава тампонажных материалов для крепления скважин в сложных горно-геологических условиях. Исследованиями фазового состава продуктов гидратации образцов цементного камня коррозионностойкого расширяющегося тампонажного материала со сниженной водоотдачей зафиксировано наличие высокоосновного гидросиликата кальция, гидрогеленита, гидроалюмината кальция и гидроксида кальция, наличием которых объясняется высокая коррозионная стойкость материала. Изучением натуральных образцов шламовых образований доказано, что в направлении от их основания к верхушке идет постепенная трансформация характера взаимного контакта продуктов разрушения – от пластичного, через глинистую прослойку, к практически чистому трению с зацеплением и проявлением сил физико-химической природы.

Соблюдению условий надежной эксплуатации обсадной колонны в условиях хемогенных отложений сполна отвечают определенные технологические параметры тампонажной смеси и гидродинамически обоснованные мероприятия процесса очистки ствола скважины от кавернозных скоплений.

Полученные результаты лабораторных и аналитических исследований являются базовыми для проектирования режимных параметров процесса цементирования обсадной колонны с гарантированным обеспечением высоких технико-экономических показателей. Данные по изучению процесса шламонакопления хемогенных отложений является базовыми для обоснования конструктивных и технологических параметров устройства для создания осевого движения промывочной жидкости в кавернозной зоне ствола скважины.

Ключевые слова: промывочная жидкость, хемогенные отложения, каверна, цементный камень, крепление скважин, условия бурения.

Література

4. Давиденко А. Н. Необходимость обработки кавернозных зон скважин / А. Н. Давиденко, Б. Т. Ратов, А. А. Игнатов и др. // Промышленность Казахстана. – 2016. – Вып. 3 (96). – С. 63-68.
5. Ставычный Е. М. Опыт крепления скважин в хемогенных отложениях, склонных к пластической деформации (на примере нефтегазовых месторождений Днепровско-Донецкой впадины) / Е. М. Ставычный // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2014. – № 12. – С. 32-37.
6. Ставичний Є. М. Оптимізація складів тампонажних систем / Є. М. Ставичний // Sworld. – 2015. – Вып. № 1 (1). – С. 8–12.
7. Игнатов А. А. Исследование параметров процесса удаления глинисто-шламовых образований из кавернозных зон скважин / А. А. Игнатов // Mining of Mineral Deposits. – 2016. – Вып. 1(10). – С. 63–68.

Надійшла 05.07.19

References

8. Davidenko, A. N., Ratov, B. T., Ihnatov, A. A. et al. (2016). Neobkhodimost obrabotki kavernozyh zon skvazhin [Necessity of treatment of vuggy areas of bore holes]. *Promyshlennost Kazahstana. – Industry of Kazakhstan*, 3, 96, 63-68 [in Russian].
9. Stavychny E. M. (2014) Opyt krepleniia skvazhin v hemogennyh otlozheniakh, sklonnykh k plasticheskoi deformacii (na primere neftegazovyh mestorozhdenij Dneprovo-Donckoi vpadiny) [Experience of fastening of bore holes in chemogenic sedimentations apt to the flowage (using the example of oil and gas deposits of the

- Dnepr-Donetsk cavity*)]. *Building of petroleum and gas bore holes on land and at the seaside*, 12, 32-37 [in Russian].
10. Stavychnyi Ye. M. (2015) *Optimizaciia skladiv tamponazhnyh system* [Optimization of compositions of the tamponing systems]. *Sworld*, 1, 1, 8-12 [in Ukrainian].
11. Ihnatov, A. A. *Issledovanie parametrov processa udaleniia glinisto-shlamovykh obrazovaniy iz kavernozykh zon skvazhin* [Research into parameters characterizing the process of withdrawing clay-mud formations from bore hole vuggy zones]. *Mining of Mineral Deposits*, 1, 10, 63-68 [in Russian].