

УДК 666.972.162

ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТАМПОНАЖНИХ РОЗЧИНІВ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ ОБСАДНИХ КОЛОН СВЕРДЛОВИН

Наливайко Олександр Іванович,

кандидат технічних наук, доцент, доцент;

Мележик Ангеліна Володимирівна,

магістрантка;

Ромашко Олександр Васильович,

кандидат технічних наук, доцент, доцент

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова

Oleksandr.Romashko@kname.edu.ua

Кріплення газових і нафтових свердловин обсадними колонами та їх цементування це завершальна стадія їх будівництва, а неякісне цементування може звести нанівець матеріальні ресурси, вкладені в буріння, привести до втрат вуглеводнів через міжпластові перетоки, газопроявлення та до непередбачуваних екологічних наслідків. Тенденції зростання глибин буріння та впровадження нових типів конструкції свердловин приводять до збільшення інтервалів кріплення обсадними колонами, та відповідно, зростання інтервалів цементування. Залежно від геобаротермальних умов конкретних свердловин це вимагає застосування модифікованих по густині (полегшених, обважнених) тампонажних сумішей із достатньою термостійкістю каменю. Можлива наявність в розрізі соленосних відкладів вимагає надання цементному каменю стійкості до агресивної дії солей [1].

Успішне проведення будь-яких тампонажних робіт в складних гірничо-геологічних умовах свердловини, можливо тільки при умові правильного вибору тампонажного матеріалу, параметрів тампонажного розчину, відповідної буферної рідини, технологічної оснастки обсадної колони і технології підготовки ствола свердловини.

Необхідною умовою якісного кріплення обсадних колон свердловин є чітке дотримання розроблених рецептур тампонажного розчину та буферних рідин (згідно з результатами аналізу) в комплексі з виконанням вимог необхідних регламентуючих документів.

Перед проведенням лабораторних досліджень по розробці оптимальних рецептур тампонажних розчинів для цементування обсадних колон і встановлення цементних мостів виконуються аналізи тампонажних матеріалів на відповідність діючим ДСТУ, ТУ, стандартам АРІ [2-4].

Тампонажні розчини для цементування інтервалів, схильних до газоводонафтопроявів, повинні мати специфічні властивості:

- мінімальний контракційний ефект тампонажного розчину під час твердіння;
- максимальна седиментаційна стійкість тампонажного розчину з мінімальним показником водовідділення;
- час загуснення тампонажного розчину в баротермічних умовах має перевищувати загальний час цементування на 25 %, але не більше 1 год.;
- покращені реологічні характеристики тампонажних розчинів (максимально допустима динамічна в'язкість і статичне напруження зсуву СНЗ), які забезпечують їх транспортування в інтервал цементування без ускладнень;
- мінімальна водовіддача в конкретних умовах застосування;
- при виборі тампонажних матеріалів і реагентів перевага надається матеріалам чи реагентам, які забезпечують необхідний час між початком і кінцем схоплення.

На даному етапі проведення робіт з цементування свердловин основними тампонажними матеріалами є: базові тампонажні портландцементи ПЦТ I-50-100, Class G та Class G + 35 % SiO₂ (Class K), шлакопіщані цементы ШПЦС-120 та ШПЦС-200, обважені ОШЦ-120, ОШЦ-200; полегшені цементы ПЦТ III Пол.5-100, IsoCem Lite-5, ОТМ 5-50 та ОТМ-150 або їх аналоги, кварц мелений та бентонітовий глинопорошок.

В якості сповільнювачів термінів тужавлення використовується нітрлотри-метилфосфонова кислота (НТФК), цукор, CemR-10F та CemR-50F.

За необхідності збільшення густини, для покращення реологічних показників тампонажного розчину, підвищення міцнісних характеристик цементного каменя, використовуються хімреагенти – пластифікатори типу СП-7Mc, Atren plast-B, Desco Chrome free, Well Fix P130 або їх аналоги.

Для зниження показників водовідділення та водовіддачі тампонажного розчину, покращення якості цементування та збереження колекторських властивостей продуктивних пластів, використовуються стабілізатори – понижувачі фільтрації СМС HV, Floset OF 4430, CELLOSIZЕ НЕС-18 та WR-FL10SP, Polytrol FL 56 або їх аналоги.

З метою покращення технологічних параметрів тампонажних розчинів та підвищення якості кріплення обсадних колон, ведеться постійна робота по розширенню гамми тампонажних матеріалів, зокрема спеццементів та високоєфективних хімреагентів – пластифікаторів, сповільнювачів, понижувачів водовідділення та фільтрації, буферних матеріалів, які можна використати при проведенні тампонажних робіт.

До теперішнього часу єдиним прямим доказом якісного кріплення нафтових і газових свердловин була відсутність міжпластових перетоків за обсадною колоною, водонафтогазопроявлення через колонний простір, а також прориви в обсадних колонах. Зниження якості кріплення свердловин зазвичай виражається в появі води в видобутій нафті або у порушенні герметичності обсадної колони.

Основними причинами міжколонних тисків є негерметичність цементного кільця за обсадними колонами, негерметичність обсадної колони та обладнання, яке встановлено на гирлі.

Покращення технологічної якості існуючих тампонажних цементів важливо для приготування ефективних гідрофобних тампонажних розчинів [5].

Застосування цементу ПЦТ-І-100 широко відомо.

Ramsinks-2М – це гідрофобізуюча (водовідштовхуюча) добавка – комплексне кремнійорганічне гідрофобізуюче з'єднання.

Матеріал виконує ізолюючі дію на поверхні пор порід-колекторів і саме цей фізико-хімічний механізм на думку авторів повинен у композиції з цементом ПЦТ-І-100 дати можливість суттєво покращити властивості тампонажних матеріалів, що взагалі повинно привести до унеможливлення виникнення заколонних перетоків. Проблема заколонних перетоків на сьогодні існує як на свердловинах ПАТ «Укрнафта» так і на свердловинах ДК «Укргазвидобування» НАК «Нафтогаз України». Одним із користувачів новітніх тампонажних розчинів є БУ «Укрбургаз».

У лабораторних умовах були досліджені фізико-механічні властивості гідрофобних тампонажних розчинів і була доведена можливість збільшення міцності у 3–5 разів. Вказані переваги новітніх тампонажних розчинів дозволять застосувати такі тампонажні суміші для цементування нафтових і газових свердловин у зонах АНПТ, що відповідає критерію промислового використання.

Запропоноване технічне рішення в порівнянні з уже існуючими дозволить отримати гідрофобні тампонажні розчини з більш низькими діапазонами густини тампонажного розчину, високою стабільністю, гарною прокачуваністю та високою міцністю затвердівшого каменю, гарантує надійність ізоляції продуктивних горизонтів.

Для формування цементного каменю з цементу ПЦТ-І-100 та добавкою Ramsinks-2М використовувалась автоклавна установка А-2.00.000.ІЕ у комплексі зі спеціальним пристроєм для встановлення металевих форм зі зразками, функцією якого є попередження руйнування зразків. Для цього попередньо в автоклавній установці формувались, у спеціально виготовлених металевих формах, циліндричні зразки каменю з цементної суміші ПЦТ-І-100 та добавкою Ramsinks-2М довжиною 39,5~1,0 мм і діаметром 26~1,0 мм.

Визначення гідрофобного ефекту проводилось шляхом лабораторного випробування на ступінь гідрофобності цементу ПЦТ-I-100 з добавкою Ramsinks-2M.

Введення Ramsinks-2M з питомою поверхнею 380 м²/г значно підвищує міцність лежалого і свіжого цементів, знижує пластичну в'язкість і динамічні напруження зсуву. На поверхні Ramsinks-2M є активні центри – гідроксильні групи, які є додатковими центрами кристалізації гідратів.

Введення до цементу Ramsinks-2M може істотно збільшувати густину структури завдяки наявності великого числа фазових контактів, що займають значну частину поверхні новоутворень, але цей механізм регулюється відсотковим складом добавки.

На рисунку 1 відображено залежність абсолютної газопроникності зразків цементного розчину від відсотку матеріалу Ramsinks-2M до в'язучого матеріалу. Даний графік являє собою лінію тренду ряду зміни відсотку матеріалу Ramsinks-2M і є степеневою функцією $y = 0,0049x^{-2,01045}$, величина вірогідності апроксимації при цьому (коефіцієнт детермінації) склав $R^2 = 0,9321$.

Дана функція доводить що газопроникність зменшується при застосуванні різних складів гідрофобних домішок, але найкращі показники досягаються з 0,3 % матеріалу Ramsinks-2M у цемент ПЦТ-I-100. Подальше збільшення відсотків кількості добавки веде до погіршення результатів.

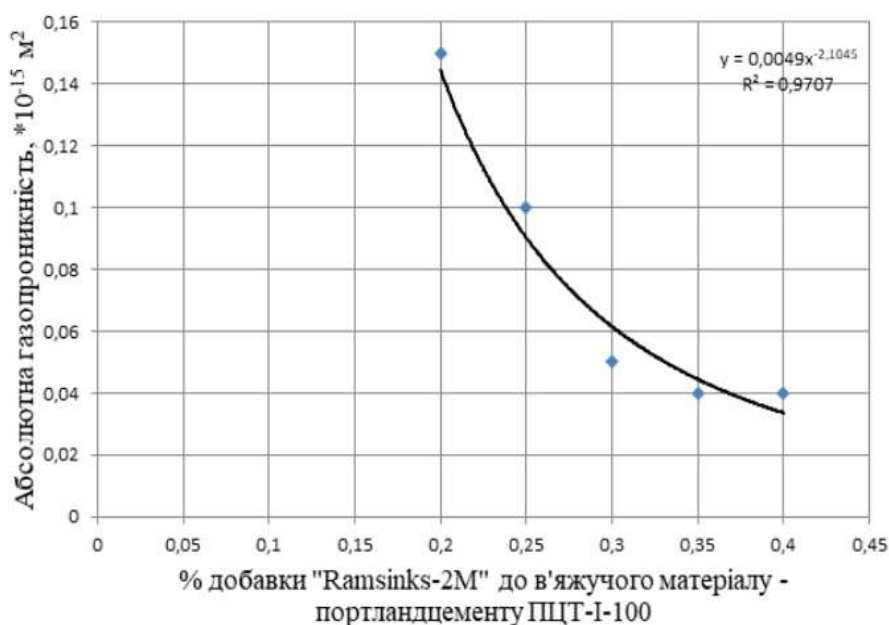


Рисунок 1 – Результати абсолютної газопроникності по зразках цементного каменю з ПЦТ-I-100 та гідрофобним матеріалом Ramsinks-2M

У таблиці 1 наведені результати випробувань зразків цементного каменю на згин.

Таблиця 1. Результати випробувань на згин, зразків цементного каменю ПЦТ-І-100 з гідрофобним матеріалом Ramsinks-2М

№ з/п	1	2	3	4	5	
Склад	ПЦТ-І-100 + 0,06 % НТФК + 0,4 % Ramsinks-2М + 2 % ПАР					
Зусилля руйнування зразка за згину, МПа	5,9	7,08	6,04	6,6	7,67	
№ з/п	6	7	8	9		
Склад	ПЦТ-І-100 + 0,06 % НТФК + 0,2 % Ramsinks-2М + 2 % стінол					
Зусилля руйнування зразка за згину, МПа	4,1	4,12	3,56	2,94		
№ з/п	10	11	12	13	14	
Склад	ПЦТ-І-100 + 0,06 % НТФК					
Зусилля руйнування зразка за згину, МПа	4,14	6,5	7,07	7,09	6,5	
№ з/п	15	16	17	18	19	20
Склад	ПЦТ-І-100+0,06 % НТФК+0,2 % Ramsinks-2М + 1,5 % стінол					
Зусилля руйнування зразка за згину, МПа	15,92	14,2	14,8	9,46	11,8	13,1

Підбір оптимальних співвідношень ПЦТ-І-100 і гідрофобного матеріалу Ramsinks-2М забезпечує необхідну густину тампонажного розчину, темп набору міцності при високих експлуатаційних параметрах каменя.

Використання при будівництві свердловин гідрофобного матеріалу Ramsinks-2М до тампонуєчих цементів, поліпшує властивості цементного каменю тампонажного розчину і в цілому якість цементування свердловин, прискорює гідратацію силікатних фаз клінкеру, збільшує міцність і корозійну стійкість каменя.

Список використаних джерел

1. Мислюк М.А., Рибчич І.Й. Буріння свердловин: довідник: у 5 т. Т. 4: Завершення свердловин. К.: Інтерпрес ЛТД, 2012. 608 с.
2. ДСТУ Б. В. 2.7-8-99. Тампонажні цементы. Технічні умови – Київ, 1999.
3. ДСТУ Б В.2.7-186:2009 «Цементи. Метод визначення водовідділення».
4. Технологічні регламенти по цементуванню обсадних колон в свердловинах на родовищах АТ «Укрнафта» на 1996-2000 рр. Держкомнафтогаз ВАТ УкрНГІ. Київ, 1995. 36 с.
5. Наливайко О., Ромашко О., Рудий С. Покращення якості цементування нафтових і газових свердловин тампонажним розчином з гідрофобним матеріалом «Ramsinks-2М» / InterConf. 2021. Vol. 81. P. 236–248. <https://doi.org/10.51582/interconf.21-22.10.2021.031>