

УДК 622.245.428

**ФОРСОВАНИЙ МЕТОД ФОРМУВАННЯ ІЗОЛЯЦІЙНИХ ЕКРАНІВ****Б.А.Тершак***ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42153;  
e-mail: drill@nung.edu.ua*

*Изложены результаты разработки форсированного метода формирования изоляционных экранов посредством циклической обработки суспензий вяжущих материалов избыточным давлением. Исследованы свойства тампонажных суспензий, сформированных при таком режиме. Изучен механизм структурообразования предложенного тампонажного материала. Показаны перспективы применения метода приготовления смесей при крепении скважин.*

Незадовільні технологічні властивості тампонажних розчинів є однією з головних причин неоднорідності та низької якості ізоляційних екранів, сформованих із цементного каменю [1]. Дана обставина не тільки може суттєво вплинути на надійність роботи свердловини як інженерної споруди, але й стати однією з серйозних причин виникнення аварій та ускладнень. Так, під час буріння експлуатаційної свердловини №182 Північно-Долинського родовища під час СПО з глибини 2605 м спостерігались газопрояви, що за 15-20 хв. зупинки призводили до зниження густини бурового розчину із 1260 до 1120-1140 кг/м<sup>3</sup>. Після завершення буріння на глибині 2926 м у свердловину на підвісці труб СБТ-114×8,56 "Р-105" було спущено нижню секцію 146 мм експлуатаційної колони (2150-2926 м). Тампонування було проведено за традиційною технологією. Після промивання свердловини протягом 3 год. закачали 3,2 м<sup>3</sup> буферної рідини (води замішування), 19 м<sup>3</sup> тампонажного розчину ПЦТ-І-50 густиною 1820 кг/м<sup>3</sup> з цементу ПЦТ -І-50 виробництва ВАТ "Волинь" ( ДСТУ Б.В.2.7-88-99) та протискувальну рідину в об'ємі 26,8 м<sup>3</sup>. Після завершення протискування виявилось, що зворотний клапан негерметичний. Тому для забезпечення формування структури тампонажного розчину у башмаку обсадної колони було прийнято рішення про відкриття промивальних отворів у пристрої ПСК-146 через 50 хв. замість запланованих 22-25 хв. Далі промили свердловину, закачавши 77 м<sup>3</sup> бурового розчину. При цьому на денну поверхню було вимито 5-6 м<sup>3</sup> цементно-глинистої суміші густиною до 1500 кг/м<sup>3</sup>. Через 30 год. ОЗЦ було відкрито допускний інструмент та приступили до підйому підвіски труб на денну поверхню. Через 11 годин почався перелив бурового розчину через допускний інструмент, який закінчився відкритим фонтануванням (аварія першої категорії).

Різноманітність цілей застосування тампонажних матеріалів ставить відповідні вимоги щодо їх властивостей, різні умови використан-

*The results of development of forced method of isolation shields forming by overpressure cyclic treatment of mixtures are set up. The properties of suspensions formed in forced practice are studied. Structure formation mechanism of the offered plugging material is determined. The perspectives of using of suspension forming method while casing and placing of cement plug are described.*

ня потребують можливості регулювання цих властивостей у широкому діапазоні.

Відомо, що важливою умовою отримання тампонажних матеріалів із заданими структурно-механічними властивостями є управління процесом структуроутворення в'язучого в його початковий момент – коагуляційної стадії. У суспензіях в'язучих матеріалів та бетонах у реакції з водою замішування та початковій гідратації бере участь приблизно третина зерен клінкера. Звідси видно, що потенційні можливості в'язучого використовуються далеко не повністю. Стосовно процесів кріплення глибоких свердловин основними завданнями при виборі способу управління властивостями тампонажних сумішей є: найбільш повна реалізація потенційних можливостей в'язучого, створення гранично зруйнованої структури в момент доставки розчину в заданий інтервал свердловини, а також його прискорене структуроутворення після завершення технологічної операції [2].

На сьогодні у практиці кріплення свердловин застосовується низка методів активації цементів і тампонажних суспензій. До них, зокрема, належать: сухий і мокрий помел, віброактивація, віброперемішування, гідродинамічна, хімічна, електрохімічна, магнітна, ультразвукова, акустична, електрогідролічна та інші. Вказані методи активації забезпечують певне покращання міцнісних та структурно-механічних властивостей цементних розчинів. Однак їх широкому застосуванню заважає складність конструкції і експлуатації активаторів, їх швидке зношування, технологічні проблеми застосування у швидкоплинному процесі кріплення свердловини.

З досліджень проф. Паценка А.А., Круглицького М.М. та їх школи відомо, що активацію в'язучого найбільш доцільно проводити при завершенні першої стадії структуроутворення, коли починають проявлятися деструктивні явища, зумовлені переходом частинок етtringіту в моносульфатну форму [3, 4, 5].

В розвитку цього положення, стосовно технологічних особливостей ізоляційних робіт

у глибоких свердловинах, розроблено метод формування ізоляційних екранів, який базується на особливостях процесу ізоляційних робіт оптимальна кількість циклів навантаження зна-

Таблиця 1 — Технологічні властивості тампонажних суспензій

Властивості тампонажних розчинів	Умови дослідження			
	Т=75°C ; P=30 МПа		Т=100°C ; P=30 МПа	
	контрольний з ПЦТ-I-100	активований з ПЦТ-I-100	контрольний з ШПЦС-120	активований з ШПЦС-120
Густина, кг/м <sup>3</sup>	1810	1810	1760	1760
Початок тужавіння, Т <sub>п.т.</sub> , год-хв	4-50	4-10	5-10	4-40
Т <sub>заг</sub> /Т <sub>п.т.</sub>	0,73	0,80	0,72	0,78
Водовідділення, %	2,1	1,5	4,2	2,7
Водовіддача по УВЦ-1, см <sup>3</sup> /30хв	211	163	257	198
Напруження зсуву, МПа	0,70	1,20	0,38	0,47
Газопроникність каменю через 48 год, мкм 10 <sup>-3</sup>	0,60	0,34	3,90	0,83
Міцність, МПа:				
на вигин	6,21	8,93	1,70	1,83
на стиск	18,7	23,1	11,3	13,2

ся на циклічній обробці в'язучого надлишковим тиском. Такий режим навантаження призводить до руйнування блокуючих плівок гідратних новоутворень на зернах цементу. Крім того, пульсація рідини в мікротріщинах зерен викликає в них додаткові напруження, що призводить до розширення існуючих тріщин і утворення нових. В результаті відбувається збільшення активної питомої поверхні зерен в'язучого матеріалу і зв'язування надлишкової води в суспензії.

Проведено комплексні дослідження вивчення особливостей впливу методу активації на технологічні особливості цементного розчину і каменю з серійних тампонажних матеріалів. Для досліджень використовувались тампонажний цемент ПЦТ-I-100 виробництва ВАТ "Волинь", що випускається згідно з ДСТУ Б.В.2.7-88-99 (ГОСТ 1581-96) Портландцементи тампонажні. Технічні умови та ШПЦС-120 (ТУ У 320.001.36751.008-96) Константинівського ВАТ "Завод обважнювачів" з добавками регулятора строків тужавіння (0,1% НТФК). Для оцінки фізико-хімічних параметрів використовувались як стандартні обладнання і методики, так і спеціальне обладнання. Такі основні технологічні параметри, як густина, консистенція, водовіддача, водовідділення, строки тужавіння, газопроникність, міцність і корозійна стійкість цементного каменю визначались у відповідності з [1, 6]. Вивчення впливу умов гідратації на кінетику структуроутворення проводились за допомогою консистометра КЦ-3, а також методом дериватографічного аналізу [8]. Для дослідження диференційної пористості цементного каменю використовувався метод ртутної порометрії [8]. Оцінка стану контактних зон проводилась за методикою, викладеною в [5].

Дослідження засвідчили, що як з точки зору впливу на активовану суміш, так і технологіч-

ходиться в межах 8...15 при репресії 10...15% від величини гідростатичного тиску в свердловині.

У результаті відзначається покращання основних технологічних властивостей суспензії порівняно з контрольними зразками (табл. 1).

Так, за рахунок руйнування блокуючих плівок гідратних новоутворень на зернах цементу, гідратація активованих розчинів починає різко інтенсифікуватись. Спостерігається прискорений перехід в'язучого до третьої стадії структуроутворення. При цьому строки початку тужавіння скорочуються на 30-40 хвилин. За рахунок зв'язування вільної рідини в суспензії стабільність останньої зростає. Водовіддача розчину зменшується в 1,3 рази. Підвищується міцність каменю, причому її приріст особливо інтенсивний на ранній стадії тужавіння (рис. 1). Газопроникність цементного каменю із активованого розчину ПЦТ-I-100 через 48 годин формування структури практично вдвічі нижча, ніж у контрольних зразках.

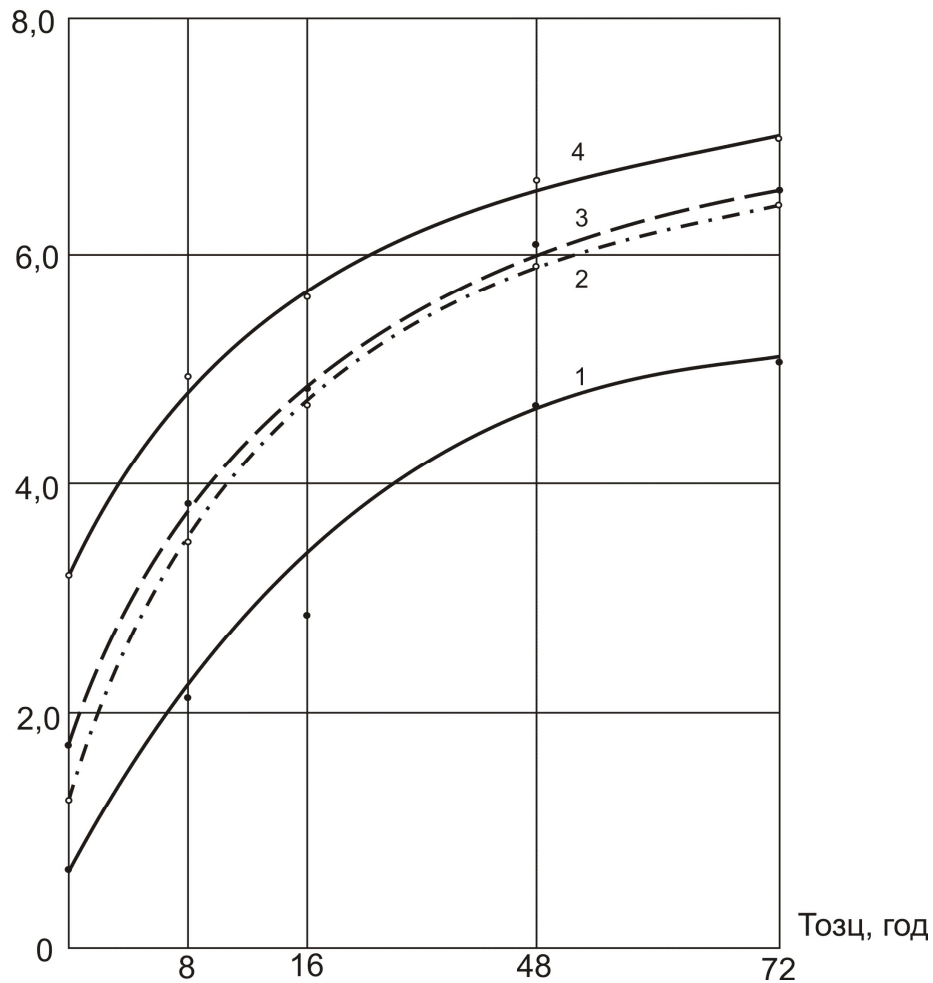
Підвищення міцнісних характеристик зразків насамперед викликане зміною мікроструктури цементного каменю, що підтверджується результатами ртутної порометрії (табл. 2). Крім того, очевидно, цьому сприяє більш рівномірний розподіл гідратів у гелевій масі гідросилікатів, краща впорядкованість контактних зон зростання та підвищення кількості зрощених волокон в блоках гідросилікатів. Вказане призводить до формування щільнішої структури каменю та замикання більшого числа активних центрів поверхні гідратів у контактних взаємодіях [7].

Це підтверджується результатами дериватографічних досліджень. Аналіз кривої ДТА засвідчив, що порівняно з контрольними зразками з активованого розчину нових гідратних фаз не виявлено. Однак для нього характерна більша інтенсивність низькотемпературного

ефекту (50...240°C), зумовленого виділенням фізично зв'язаної води, а також дегідратацією

інтенсивніше, ніж у контрольних зразках. Втрата маси, в перерахунку на CaO складає відпові-

$$\sigma_{сг} \cdot 10^{-6}, Н / м^2$$



1 – розчин із "злежаного" цементу; 2 – активований із "злежаного" цементу; 3 – вихідний з "стандартного" цементу; 4 – активований з "стандартного" цементу

Рисунок 1 — Динаміка набору міцності цементного каменю з ПЦТ-I-100

Таблиця 2 — Результати порометрії цементного каменю

№	Тип тампонажного розчину	Радіус пор, мкм						
		1,52-0,85	0,84-0,48	0,47-0,30	0,29-0,16	0,15-0,11	0,1-0,075	<0,074
1	Контрольний ПЦТ-I-100	30,3	10,1	4,6	6,6	5,5	5,6	37,3
2	Активованій ПЦТ-I-100	20,2	13,8	5,4	7,8	5,2	7,3	40,3

гідроферритів, моно- і гідроалюмінатів тобермортового гелю [3]. Втрата маси по кривій ТГ у зразках з активованого розчину у даному діапазоні температур складає 14,2% порівняно з 12,4% у контрольному. Вказане якраз і свідчить про зростання активної поверхні в'язучого.

Аналогічна тенденція характерна і для ендотермічних ефектів у діапазоні температур (460...570°C) і (670...780°C). Зокрема, перший з них, викликаний дегідратацією Ca(OH)<sub>2</sub>, підтверджує висновок про те, що в активованій суміші процеси гідратації в'язучого протікають

дно 7% і 8,5%. Цим і пояснюється прискорений набір міцності в ранній період формування ізоляційного екрану. Все це дає змогу підвищити його надійність за рахунок збільшення величини (τ), а також скорочення строків ОЗЦ.

Корозійна стійкість цементного каменю в 5% розчинах MgCl і MgSO<sub>4</sub> вивчалась у відповідності з рекомендаціями [5]. Встановлено, що в активованій суміші коефіцієнт стійкості через 12 місяців КС12 становить 0,84, що вище, ніж у контрольних зразках, для яких КС12 = 0,77. Вказане у першу чергу викликане покращанням

мікроструктури активованої суміші, що призводить до сповільненої дифузії агресивних іонів.

Технологічні особливості формованого режиму полягають у такому. Після проведення ізоляційних робіт устя свердловини герметизують. Далі насосною установкою пересувною нафтопромисловою типу УНБ1-160х40 (ЦА-320М) (ТУ 26-16-268) створюється надлишковий тиск  $\Delta P$ , який витримують протягом 3-5 хвилин. Відтак тиск плавно знижують до атмосферного. Вказану операцію повторюють (8-15 циклів) з інтервалом 3-5 хвилин. При цьому сумарний тиск у свердловині не повинен перевищувати тиску гідророзриву, а строки проведення операції – початку тужавіння тампонажної суспензії.

Після завершення циклічної обробки свердловину залишають на ОЗЦ, строки котрого в цьому випадку скорочуються на 8...10 годин.

Таким чином, основний ефект застосування запропонованого методу полягає у прискоренні гідратації в'язучого матеріалу, підвищенні стабільності тампонажної суспензії, міцності та довговічності сформованого цементного каменю.

Промислові випробування розробленого режиму формування ізоляційних екранів проведені при встановленні ізоляційних цементних мостів на св. №100 Гадяцького ГКР.

об'ємною і поверхневою температурами і її градієнтом по координаті і часу.

### Література

1. Коцкулич Я.С., Тищенко О.В. Закінчування свердловин. – К.: Інтерпрес, 2004. – 365 с.
2. Булатов А.И. Формирование и работа цементного камня в скважине. – М.: Недра, 1990. – 408 с.
3. Пашенко А.А., Сербин В.П., Старчевская Е.А. Вяжущие материалы. – К.: Вища школа, 1975. – 443 с.
4. Круглицкий Н.Н., Гранковский И.Г., Вагнер Г.Р., Детков В.П. Физико-химическая механика тампонажных растворов. – К.: Наукова думка, 1974. – 288 с.
5. Вагнер Г.Р. Физико-химия процессов активации цементных дисперсий. – К.: Наукова думка, 1980. – 200 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-86-99 (ГОСТ 26798.1-96) Цементи тампонажні. Методи випробувань.
7. Сычев М.М. Твердение вяжущих веществ. – М.: Стройиздат, 1974. – 80 с.
8. Горський В.Ф. Тампонажні матеріали і розчини: Посібник-монографія. – Чернівці, 2006. – 524 с.

УДК 62.592.113

## ТЕМПЕРАТУРНИЙ АНАЛІЗ ГАЛЬМІВНИХ ШКІВІВ БУРОВИХ ЛЕБІДОК

Д.О. Вольченко, М.М. Стебелецький

ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42353;  
e-mail: public@nung.edu.ua

*Рассматривается стабилизационное тепловое состояние обода шкива ленточно-колдочного тормоза буровой лебедки в диапазоне температур выше допустимой для материала фрикционной накладки*

*The stabilizes and thermal status of disk of a band-block brake of chisel hoist in diapason of temperatures in high for material of frictional unit*

**Вступ.** З давніх часів стало зрозуміло, що пізнати у відомому трактуванні складну і надскладну систему (явище) – це означає розумно спростити її, зберігаючи усі необхідні і достатні фактори.

В теперішній час процеси тертя і зношування регламентуються тріадою проф. А.В.Чічінадзе і характеризуються такими показниками:

– властивостями матеріалів пари тертя і навколишнього середовища;

– мікро- і макрогеометрією контактуючих елементів і статичним коефіцієнтом взаємного тертя;

– режимами тертя по навантаженнях, швидкості ковзання, початковою, поточною

Усе зазначене буде відображено у цій статті, крім питання макро- і мікрогеометрії контактуючих елементів пар тертя фрикційних вузлів стрічково-колдочкових гальм бурових лебідок [1].

Згідно з роботами проф. А.В.Чічінадзе вказується, що з явищ, які супроводжують тертя, необхідно відзначити два, які найбільше впливають на працездатність рухомих спряжень у вузлах і пристроях механізмів і машин:

– зношування контактуючих деталей;

– виділення теплоти у процесі тертя.

Нагрівання тіл, що труться, призводить до дестабілізації їхніх знософрикційних характе-