

УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД ПРИГОТУВАННЯ ТАМПОНАЖНИХ СУМІШЕЙ

Б.А.Тершак

ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42153
e-mail: drill@nung.edu.ua

Викладено результати розробки удосконаленого методу приготування тампонажних сумішей шляхом додавання капсульованих термомелких матеріалами наповнювачів. Досліджено властивості суспензій, сформованих з додаванням капсульованих цементів. Вивчено механізм структуроутворення запропонованого тампонажного матеріалу. Показано перспективи застосування методу приготування сумішей при кріпленні свердловин.

The article contains the results of improvement method development of plugging materials preparation by adding the filler packet with thermomelting material. The properties of suspensions generated with addition of packet cements are set up. The gelling mechanism of the proposed plugging material is studied. The perspectives of material preparation method during casing are described.

Надійність кріплення свердловини, якість ізоляційного екрану значною мірою залежать від умов формування та особливостей інкубаційного періоду структуроутворення тампонажної суміші. У відповідності до принципів фізико-хімічної механіки (академік П.А.Рєбіндер та його школа) для отримання в'язких матеріалів з обумовленими властивостями необхідно забезпечити кероване коагуляційне структуроутворення суспензії. У промисловій практиці найбільш широко застосовують два основних способи покращання якості тампонажних розчинів та каменю із них. Перший базується на використанні різноманітних методів активації клінкера (дезінтеграторна обробка цементів, ультразвукова, гідроакустична, гідродинамічна, електрична, магнітна активація суміші) [1]. В основу другого покладено принципи регулювання вмісту води замішування шляхом застосування пластифікаторів або пакер-фільтрів. Обидва методи мають ряд технологічних вад [2].

Пропонується керувати процесами структуроутворення тампонажних сумішей шляхом їх контролюваного зневоднення капсульованими добавками, в тому числі цементу. Для цього у базову тампонажну суспензію у вигляді наповнювача додається капсульований водонепроникним матеріалом цемент. У свердловині під дією температури оболонка капсул руйнується, а звільнені частинки цементу вступають в реакцію гідратації з незв'язаною рідиною замішування, зневоднюючи суміш. Ступінь зневоднення регулюється вмістом наповнювача. Вимоги до матеріалу для формування оболонки капсул: водонепроникність, гідрофобність, екологічна безпека, здатність до десорбції з поверхні цементу при температурах понад 50°C, різниця густин з рідиною замішування, низька ціна. Саме таким, наприклад, є нафтовий парафін марки П-1 (ГОСТ 23683-79) – тверда речовина білого кольору з температурою плавлення 54°C.

На сьогодні відомі два основних способи капсулювання матеріалів: шляхом оприскування або нанесення покриття у розплавленому шарі. Виконаний аналіз свідчить, що більш простим та доступним є саме другий спосіб. Тому, нами була випробувана технологія отримання капсульованого цементу. Тампонажний цемент замішувався з розплавленим парафіном у співвідношенні 1:4 (умова забезпечення однорідності суміші). Після охолодження отриманий твердий продукт темно-сірого кольору легко диспергується за допомогою кулькового млина. Оскільки у цьому випадку руйнування відбувається по менш міцних шарах парафіну, тонкість помелу легко регулюється і за необхідності може відповідати параметрам стандартного тампонажного цементу.

Порівняльні дослідження технологічних властивостей тампонажних сумішей, замішаних традиційним способом, а також з добавками капсульованого цементу, виконаних у відповідності зі стандартними методиками [3, 4], засвідчили таке. Згідно з отриманими результатами (таблиця 1) застосування капсульованих цементів дає змогу знизити початкову густину та підвищити розтічність суміші. З'являється можливість отримання легкопрокачуваних сумішей з водоцементним відношенням 0,35-0,40 (без додатку пластифікаторів) та суттєвого скорочення інкубаційного періоду тужавіння.

Дослідженнями за допомогою електронного мікроскопа встановлено, що на початковому етапі структуроутворення маса цементного гелю обволікає непрогідратовані частинки наповнювача, у якому чітко простежується парафінова оболонка капсул. Після руйнування та десорбції парафінової оболонки мікроструктура цементного каменю змінюється, гідратуючі частинки цементного наповнювача, формуючі додаткові центри кристалізації.

Результати порометрії цементного каменю засвідчили, що капсульовані добавки призводять до деякого збільшення макропор каменю (таблиця 2), що зумовлено наявністю на почат-

Таблиця 1 — Результати випробувань тампонажних суспензій (T=75 °C, P=30,0 МПа)

№ п/п	Технологічні властивості	Тип тампонажної суспензії					
		ПЦТ-I-100 В/Ц 0,50	ПЦТ-I-100 + капсульований ПЦТ-I-100 (5:1) В/Ц 0,5	ПЦТ-I-100 В/Ц 0,45	ПЦТ-I-100 + капсульований ПЦТ-I-100 (5:1) В/Ц 0,45	ПЦТ-I-100 В/Ц 0,40	ПЦТ-I-100 + капсульований ПЦТ-I-100 (5:1) В/Ц 0,45
1	Густина, кг/м ³	1830	1810	1890	1870	1950	1920
2	Розтічність, см	21,5	25,0	16,0	20,0	13,0	18,0
3	Міцність на стиск ч/з 2 доби, МПа	19,7	19,1	23,1	22,3	27,3	26,7
4	Початок загущення, Тз, хв	117	130	72	105	55	95
5	Відношення часу загущення до часу початку тужавлення, Тз /Т п.т.	0,74	0,83	0,75	0,88	0,77	0,90

Таблиця 2 — Результати порометрії цементного каменя

Тип тампонажної суміші	Радіус мікропор, мкм						
	1,52 – 0,85	0,84 – 0,48	0,47 – 0,30	0,29 – 0,16	0,15 – 0,11	0,10 – 0,075	>0,074
ПЦТ-I-100, В/Ц 0,45 (T=75 °C)	13,3%	17,1%	6,0%	8,1%	7,2%	5,9%	42,4%
ПЦТ-I-100 + капсульований ПЦТ-I-100 (5:1), В/Ц 0,45 (T=20 °C)	16,7%	17,9%	5,8%	7,3%	5,7%	5,4%	41,2%
ПЦТ-I-100 + капсульований ПЦТ-I-100 (5:1), В/Ц 0,45 (T=75 °C)	9,8%	23,6%	5,6%	7,1%	6,4%	5,7%	41,8%

ковому етапі надлишкової води замішування. Тобто, парафінова оболонка перешкоджає початковій гідратації частинок цементу наповнювача. Однак після руйнування оболонки капсул у результаті зв'язування надлишкової води та формування нових центрів кристалізації кількість макропор знижується із 13,8% у контрольних зразках до 9,8% у суміші, замішаної з капсульованим наповнювачем.

За результатами дериватографічних досліджень встановлено, що через дві години після замішування як у контрольній, так і капсульованій тампонажних системах характерні такі ендотермічні ефекти. Перший в діапазоні температур 50...240°C відповідає виділенню з каменю фізично зв'язаної води, а також частковому розпаду гідросилікатів та дегідратації гідроалюмініатів кальцію. Другий ендоефект у діапазоні температур 460...550°C характеризує розклад гідроксиду кальцію і дає змогу зробити висновок про ступінь гідратації в'язучого.

За результатами вивчення дериватографічних кривих (рисунок 1) встановлено, що ступінь гідратації контрольного зразка дещо вищий, ніж у суміші з капсульованим цементом.

У перерахунку на СаО – відповідно 6,5% та 6,1%. Вказане, очевидно, зумовлене значною

затримкою у часі початку хімічної взаємодії наповнювача з водою замішування. Для тампонажної суміші з капсульованим цементом на кривій ДТА фіксується незначний екзотермічний ефект (320°C), викликаний присутністю залишкового парафіну з великою теплотворною здатністю. Відсутність відповідних йому ефектів на кривій ДТГ та втрати маси ТГ свідчить, що практично уся парафінова оболонка зруйнувалась і вийшла із зони реакції. Вказане також підтверджується результатами консістометричних досліджень (рисунок 2).

В діапазоні температур 670...780°C на обох кривих ДТА відзначається ендоефект, характерний розпаду високоосновних гідросилікатів кальцію, кінцевого продукту гідратації аліту (3 СаО SiO₂) та біліту (2 СаО SiO₂). У зразку суміші з капсульованим цементом міститься менша кількість добре закристалізованих високоосновних гідросилікатів кальцію. Таким чином, термоплавкий екран на частинках капсульованого цементу сповільнює їх початкову гідратацію. Однак завдяки високій швидкості перекристалізації гелю до 24 годин ОЗЦ кількісний та якісний склад новоутворень практично ідентичний у обох зразках (рисунок 3). Саме цим пояснюється відповідність результатів по-

рометрії та міцності цементного каменю з од- ким чином, відпадає необхідність у забезпечен-

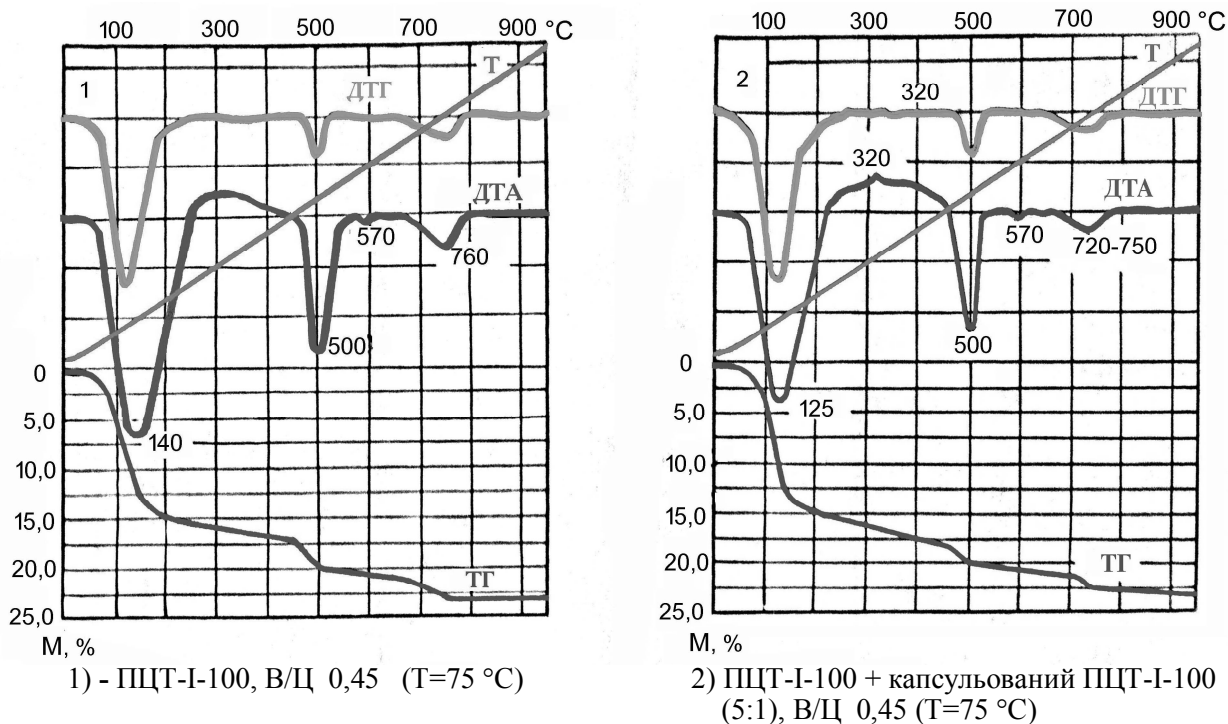
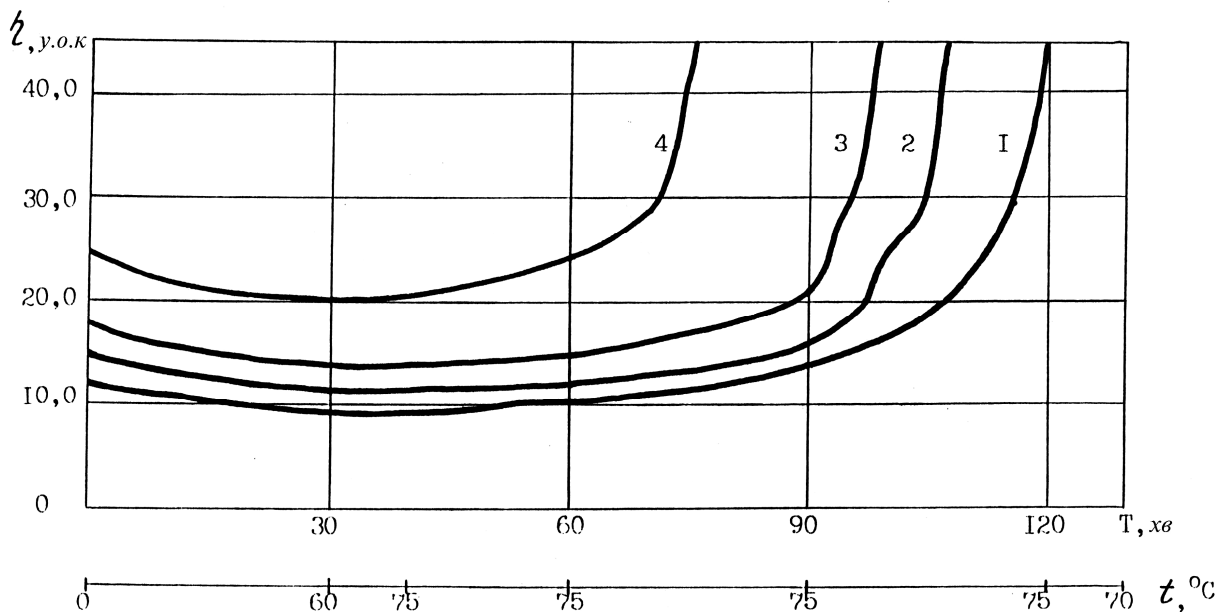


Рисунок 1 — Дериватограми тампонажних матеріалів через 2 год. після замішування



1 - ПЦТ-I-100, В/Ц 0,5; 2 - ПЦТ-I-100 + капсульований ПЦТ-I-100 (5:1), В/Ц 0,45; 3 - ПЦТ-I-100 + капсульований ПЦТ-I-100 (5:2), В/Ц 0,4; 4 - ПЦТ-I-100, В/Ц 0,45

Рисунок 2 – Консистограми тампонажних суспензій (T=75 °C, P=30 МПа)

наковим водоцементним відношенням.

Встановлено, що швидкість десорбції парафіну з частинок цементу, практично не залежить від товщини оболонки, а визначається термобаричними умовами дослідження. Наприклад, підвищення температури з 70 до 100°C скорочує час десорбції від 60 до 40 хвилин. Та-

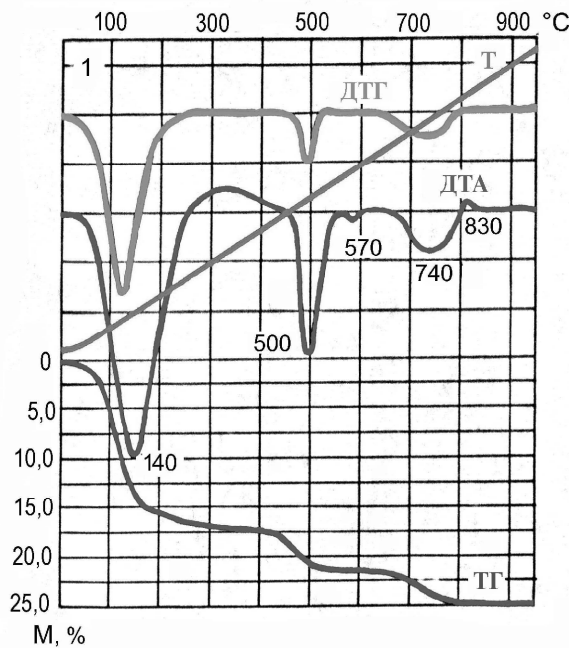
ні тонкого помолу капсульованого цементу, оскільки у вибійних умовах під час руху суміші у свердловині можна досягти гомогенізації тампонажного матеріалу.

Дослідження консистенції сумішей довели, що у результаті реалізації запропонованого методу з'являється можливість суттєво підвищити

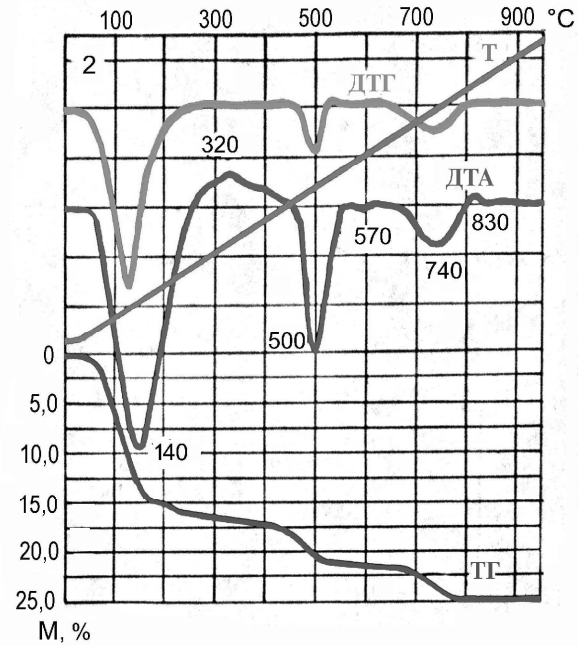
прокачуваність сумішей із пониженим водоцементним відношенням. Відповідно можна обмежити використання хімічних реагентів-регуляторів технологічних властивостей. Через 60 хвилин після досягнення температури руй-

Література

1. Вагнер Г.Р. Физико-химия процессов активации цементных дисперсий. – К.: Наукова думка, 1980. – 200 с.



1) - ПЦТ-I-100, В/Ц 0,45 (T=75 °C)



2) ПЦТ-I-100 + капсульований ПЦТ-I-100 (5:1), В/Ц 0,45 (T=75 °C)

Рисунок 3 – Дериватограми тампонажних матеріалів через 24 год. після замішування

нування матеріалу капсул (70°C) простежується інтенсивне зростання консистенції, викликане зв'язуванням надлишкової води та утворенням додаткових центрів кристалізації (криві 2, 3 на рис. 2). Тобто, на цей час спостерігається практично повна десорбція парафіну з поверхні капсул. Внаслідок регульованого зневоднення можна керувати процесами структуроутворення тампонажних систем, забезпечуючи у вибійних умовах прискорене тужавлення суспензії (таблиця 1).


Таким чином, використання капсульованих термоплавкими матеріалами цементів є перспективним напрямком покращання тампонажних сумішей, а відповідно і кріплення свердловин.

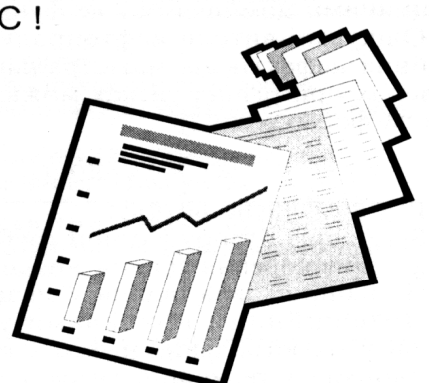
2. Булатов А.И., Данюшевский В.С. Тампонажные материалы. – М.: Недра, 1987. – 279 с.

3. Булатов А.И. Формирование и работа цементного камня в скважине. – М.: Недра, 1990. – 408 с.

МИ ЧЕКАЄМО НА ВАС !

МІСЦЕ
ВАШОЇ
РЕКЛАМИ





З питань виготовлення і розміщення реклами звертатися:
м. Івано-Франківськ, 76019, вул. Карпатська 15, ІФНТУНГ,
Редакція журналу "Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ", тел.: (03422) 42002, тел./факс: (03422) 42139,
ел. пошта: rozvidka@ifdtung.if.ua