

## ПІДБІР РЕЦЕПТУРИ СЕДИМЕНТАЦІЙНО СТІЙКИХ ТАМПОНАЖНИХ РОЗЧИНІВ

*В.І. Гриманюк*

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 504691,  
e-mail: drill@nung.edu.ua, tdcentre@nung.edu.ua*

*Подаються результати лабораторних досліджень впливу домішки цеоліту і латексу на властивості цементного розчину та міцнісні характеристики цементного каменю. Виконано короткий аналіз літератури в напрямку розробки седиментаційно стійких цементних сумішей. Подано коротку фізико-хімічну характеристику вищезгаданих домішок. Встановлено найбільш ефективну концентрацію цеоліту в суміші. Досліджено пластифікуючі властивості водного розчину синтетичного латексу.*

*Ключові слова:* тампонажний камінь, міцність, седиментаційна стійкість, цеоліт, латекс.

*Предоставлены результаты лабораторных исследований влияния цеолита и синтетического латекса на свойства цементного раствора и прочностные характеристики цементного камня. Выполнен краткий анализ литературы по разработке седиментационно устойчивых цементных смесей. Подана краткая физико-химическая характеристика вышеупомянутых добавок. Установлена наиболее эффективная концентрация цеолита в растворе. Исследованы пластифицирующие свойства водного раствора синтетического латекса.*

*Ключевые слова:* тампонажный камень, прочность, седиментационная стойкость, цеолит, латекс.

*In the article authors has been analyzed the results of laboratory research work of how the admixture of zeolites and latex influences on it properties and strength of cement stone. It has been fulfilled a short review of scientific literature about the stable sedimentation slurry cement. It has been given short physico-chemical characteristic of above-mentioned additive. It has been determine the most effective concentration of zeolite in slurry. It has been explore plasticizing properties of synthetic latex.*

*Keywords:* cement stone, strength, sedimentation stability, zeolites, latex.

Для забезпечення якісного цементування свердловин і надійного розмежування пластів, окрім запобігання фільтрації рідкої фази тампонажного розчину в пласт, що може стати причиною ускладнень та аварій, необхідно надати тампонажному розчину седиментаційної стійкості, зберігши при цьому достатньо високу міцність і хорошу адгезію з гірською породою та металом труб. Однак, на промислах рецептури тампонажних розчинів вибираються виключно з міркувань безаварійного проведення процесу закачування і протискування. Наслідком такого підходу є виникнення міжколонних перетоків, обводнення продуктивного пласта і, як наслідок, значні затрати часу та матеріальних ресурсів на їх ліквідацію.

Основною причиною явища седиментації в тампонажному розчині є підвищений вміст води в суміші. Оскільки цементні зерна володіють невисокою силою зчеплення між собою, а суспензійне середовище – невисокою в'язкістю, на початковій стадії твердіння відбувається розділення дисперсного і дисперсійного середовищ. Таким чином, тверда складова цементу осідає, а вода затворення може витіснятися вгору. Явище седиментації особливо негативно проявляється на похилоскерованих ділянках свердловини.

Проблемі створення седиментаційно стійких тампонажних розчинів присвячені дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема А.І. Булатова [1], О.О. Акульшина [2], А.К. Куксова [3], А.В. Черненко [4].

На основі аналізу цих та інших робіт можна виділити чотири способи стабілізації дисперсних систем в рідкому дисперсному середовищі.

Перший спосіб реалізується шляхом введення до складу суміші дрібнодисперсного наповнювача або затворення цементу на водній основі дрібнодисперсного наповнювача. При цьому частинки дрібнодисперсного наповнювача розташовуються між більш крупними частинками цементу, перешкоджаючи їх зближенню і седиментації. Перевагою цього способу є його дешевизна та простота реалізації. Так, автори [5] пропонують використовувати доменний шлак та бентоніт в якості стабілізаційних домішок. До недоліків цього способу можна віднести різке підвищення водопотреби розчину, що обумовлює підвищення в'язкості розчину і обмежує область застосування цього способу.

При електростатичній стабілізації (другий спосіб) зближенню частинок твердої фази перешкоджають кулонівські сили відштовхування поверхневих зарядів частинок. Для реалізації цього способу пропонується вводити до цементного розчину поверхнево-активні речовини (ПАР) у вигляді водорозчинних високомолекулярних сполук на основі оксиетилцелюлози [6]. Зокрема, обґрунтовано вибір таких реагентів, як Tuiose марки ЕНМ, що вводиться в кількості в кількості 0.3-0.5% та ЕНЛ – 0.5%, які необхідно вводити у вигляді «каші». Для регулювання термінів схоплення і реологічних власти-

востей тампонажного розчину вищезгадані полімери можна вводити разом з хлоридом кальцію (2-3%) та технічним порошкоподібним лігносульфонатом. Серйозним недоліком електро-статичної стабілізації є залежність міцності утвореної структури від величини заряду частинок суспензії, що робить її чутливою до зміни балансу електролітів у рідкій фазі розчину і нестійкий до полімінеральної агресії. Під дією електролітів, які збільшують заряд частинок (напр., кальцинована сода, хлористий алюміній та ін.), розчин володіє здатністю загущуватись загущуватись. Ще одним суттєвим недоліком цементних розчинів, стабілізованих електро-статичним способом, є швидке зниження порового тиску [7] та висока проникність, що є причиною утворення фільтраційних каналів.

Третій спосіб стабілізації полягає у введенні в тампонажний розчин полімерів (КМЦ, акрилові полімери, біополімери тощо). Молекули полімеру, які адсорбуються на поверхні частинок твердої фази, збільшують їх гідродинамічний радіус і знижують інтегральну густину. Ступінь розподілу полімеру на поверхні частинки визначається відношенням сумарної площі поверхні частинок до об'єму розчину та концентрації полімеру в розчині [8]. Формування міцної тиксотропної структури, при даному способі стабілізації, яка володіє високими динамічними і статичними напруженнями зсуву, а також стійка до каналуотворень, досягається шляхом «зшивання» молекул полімеру іонами кальцію. Однак, при цьому розчин нерідко сильно загущується. Ще одним недоліком полімерної стабілізації є недостатня стійкість самих полімерів і оброблених ними розчинів до полімінеральної агресії і висока проникність цементного каменю. Водовіддача стабілізованого полімерами розчину практично не відрізняється від водовіддачі необроблених розчинів з однаковим водоцементним відношенням, причому фільтрат, що відділився, є виключно чистою водою, яка не містить полімеру.

Четвертий спосіб стабілізації реалізується шляхом обробки тампонажного розчину неіоногенними полімерами, котрі не взаємодіють з поверхнею частинок цементу. Цей спосіб отримав назву витісняючої стабілізації цементних розчинів. При цьому зближенню частинок твердої фази під впливом сили тяжіння і ван-дер-ваальсових сил протидіють ті ж ван-дер-ваальсові сили притягування частинок і молекул полімеру, тобто, на відміну від трьох попередніх випадків, частинки твердої фази знаходяться в рідкій фазі розчину, яка екранує їх одна від одної перешкоджаючи безпосередньому контакту. Перевагою даного способу стабілізації є низька водовіддача, не пов'язана з кольматацією фільтруючої поверхні; суфозійна стійкість; висока адгезія до породи та металу труб; термодинамічна стабільність і стійкість до полімерної агресії, навіть за відносно високих концентрацій електролітів. Відносним недоліком розчинів, стабілізованих неіоногенними полімерами, є низьке значення динамічного і статичного на-

пруження зсуву, що пояснюється слабкою взаємодією частинок твердої фази.

З метою підвищення седиментаційної стійкості тампонажних розчинів автором статті пропонується використати в якості стабілізаторів такі добавки, як цеоліт (клинноптиоліт) виробництва Закарпатського цеолітового заводу та латекс.

Цеоліт (клинноптиоліт) — це мікропористий каркасний алюмосилікат  $(\text{Na}, \text{K})_4\text{CaAl}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{12}24\text{H}_2\text{O}$  у вигляді з дрібних кристалів. Вміст кварцу складає 15%, решта мінералів — 1...2% від маси. Хімічний склад цеоліту:  $\text{SiO}_2$  (66,9%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (11,79%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (1,31%),  $\text{K}_2\text{O}$  (2,89%),  $\text{Na}_2\text{O}$  (1,7%),  $\text{CaO}$  (1,96%),  $\text{TiO}_2$  (0,16%). Матриці цеолітового типу у внутрікристалічному просторі містять молекули води. Наявність заряду на зовнішній поверхні сприяє взаємодії частинок цеоліту з іонами золя цементної дисперсії. Насипна густина цеоліту складає 2370-2380 кг/м<sup>3</sup>, питома поверхня — 18,6 м<sup>2</sup>/г.

Латекс синтетичний — водна дисперсія каучукоподібних високомолекулярних сполук. Густина — 1060 кг/м<sup>3</sup>, рН = 8,2, масова частка сухого компоненту — 50%.

Досліджувався вплив вищезгаданих домішок на структурно-механічні властивості цементного розчину. Для дослідження було обрано цемент марки ПЦТ-І-50. Водосумішеве відношення в усіх дослідах складає 0,5. Результати досліджень властивостей цементно-цеоліто-латексних сумішей зведені до таблиці 1.

З аналізу даних таблиці 1, можна зробити такі висновки:

Додавання цеоліту до цементного розчину у кількості 10% від загальної маси цементу забезпечує максимальне підвищення міцності на розтяг від 5 до 15% на різних стадіях тужавіння в порівняно цементним розчином без добавок. Окрім того, домішка цеоліту сприяє зменшенню водовідділення та фільтрації, що є прямим показником збільшення седиментаційної стійкості цементно-цеолітової суміші.

Введення латексу до цементного розчину сприяє пластифікації останнього, тобто збільшує межу розтічності та зменшує фільтрацію.

### Література

- 1 Булатов А.И. Формирование и работа цементного камня в скважине [Текст] / А.И. Булатов. — М.: Недра, 1990. — 407с.
- 2 Акульшин О.О. Перспективи використання «зшитих» полімерних матеріалів в технологічних процесах нафтової і газової промисловості [Текст] / О.О. Акульшин // Нафт. і газ. пром.-ть. — 1998. — №3. — С.25-28.
- 3 Куксов А.К. Совершенствование методов повышения качества крепления скважин [Текст] / А.К. Куксов // Тр. ВИННКРНефть. — 1990. — №21. — С.150-159. — Сер. Крепление и ремонт скважин.
- 4 Черненко А.В. О седиментационной устойчивости тампонажных растворов [Текст] / А.В. Черненко, А.Е. Горлов // Нефтяное хозяйство. — 1987. — №7. — С.21-23.

Таблиця 1 — Властивості цементно-цеолітово-латексних тампонажних сумішей

Склад суміші, %			Розтічність, см	Густина, кг/м <sup>3</sup>	Терміни схоплення, год-хв		Межа міцності на розтяг (МПа) у віці				Водовідстій, %	Фільтрація, см <sup>3</sup> /30 хв
Цемент	Цеоліт	Латекс синтетичний (сухий)			початок	кінець	2 доби	7 діб	14 діб	28 діб		
100	0	0	22	1860	5-10	8-20	0,8	1,17	1,3	1,6	4,4	165
95	5	0	22	1840	5-00	8-05	0,8	1,20	1,25	1,68	4,0	160
92	5	1,5	23	1840	5-00	8-00	0,85	1,15	1,35	1,72	3,8	152
89	5	3	23	1830	4-50	7-50	0,80	1,10	1,20	1,59	3,6	143
90	10	0	21	1830	5-00	8-00	0,75	1,24	1,58	1,98	2,6	161
87	10	1,5	21	1830	4-50	7-40	0,70	1,14	1,46	1,76	2,6	151
84	10	3	23	1820	4-40	7-35	0,70	1,10	1,32	1,65	2,5	140
85	15	0	21	1815	4-10	7-30	0,4	1,21	1,25	1,69	2,4	160
82	15	1,5	21	1810	4-10	7-20	0,36	1,15	1,20	1,58	2,3	150
79	15	3	23	1800	4-00	7-15	0,35	1,09	1,15	1,45	2,3	141
80	20	0	20	1805	4-40	7-45	0,27	1,20	1,24	1,67	2,4	155
77	20	1,5	21	1800	4-35	7-30	0,25	1,10	1,21	1,54	2,3	143
74	20	3	22	1790	4-30	7-25	0,74	1,02	1,1	1,46	2,2	138
75	25	0	18	1790	4-10	7-50	0,24	0,62	0,78	1,55	2,0	150
72	25	1,5	19	1780	4-05	7-40	0,21	0,54	0,63	1,46	2,2	136
69	25	3	19	1780	3-50	7-20	0,19	0,48	0,59	1,33	2,1	129

5 Промысловое испытание опытной партии ОЩЦ в объединении «Грознефть» // В.А. Антонов, В.Т. Филиппов, В.Ф. Стариков и др. // Труды всесоюзного научно-исследовательского института по креплению скважин и буровым растворам (ВНИИКРНефть). – 1980. – Вып. 19. – С.25-29.

6 Будько А.В. Разработка и исследование технологии и технических средств повышения качества разобщения продуктивных горизонтов снижением количества свободной воды затворения на ранних стадиях твердения тампонажных растворов. Автореф. дис. канд. техн. наук: 11.10.04 / Будько Андрей Васильевич. – Тюмень, 2004. – 32 с.

7 Куксов А.К. Заколонные проявления при строительстве скважин. [Текст] / А.К. Куксов, А.В. Черненко // Обз. инф. – 1988. – Вып. 9. – С. 68. – Сер. Техника и технология бурения скважин.

8 Вагнер Г.Р. Формирование структур в силикатных дисперсиях [Текст] / Г.Р.Вагнер. – К.: Наукова думка, 1989. – 181 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
12.11.11  
Рекомендована до друку професором  
Коцуличем Я.С.*