

В. М. Орловський, канд. техн. наук, доцент (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка), ORCID-0000 0002 8749 5354

А. М. Похилко, асистент (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка), ORCID-0000 0003 3033 5322

В. В. Крицький, викладач (Полтавський коледж нафти і газу), ORCID-0000 0002 3604 2486

НОВІ ТАМПОНАЖНІ КОМПОЗИЦІЇ ЗНИЖЕНОЇ ГУСТИНИ

У статті проаналізовано останні дослідження й публікації в царині розроблення тампонажних матеріалів зниженої густини. Розглянуто технологічні властивості полегшених тампонажних матеріалів і рецептур зі зниженою густиною цементного розчину, які розроблено в Полтавському відділенні УкрДГПІ.

Метою досліджень і розробок стало підвищення якості роз'єднання гірських порід і нафтогазоносійних горизонтів на геологорозвідувальних площах і промислових родовищах через застосування модифікованих і безклінкерних в'язучих матеріалів зниженої густини з широким температурним діапазоном і високими технологічними властивостями.

Під час досліджень використано теоретичні й експериментальні методи. Експерименти проведено на лабораторному устаткуванні, яке моделює пластові умови. Технологічні властивості тампонажного розчину й каменю вимірювали з використанням стандартної реєструвальної апаратури.

Ключові слова: легкий тампонажний матеріал, полегшений тампонажний матеріал, полегшувальна домішка, міцність каменю, адгезія.

Постановка проблеми. У процесі цементування свердловин в умовах низьких і аномально низьких пластових тисків, схильних до поглинання промивальних рідин і тампонажних розчинів, та геостатичних температур 15–250 °С, а також у разі потреби підняття тампонажного розчину на велику висоту в один прийом використовують тампонажні матеріали з пониженою густиною цементного розчину.

Нині на промислових підприємствах в Україні виготовляють лише один вид полегшеного тампонажного цементу ПЦТШ-Пол5-100 з нижньою межею густини 1450 кг/м³, який призначений для температур понад 50 °С [3]. Проте більшість нафтогазових родовищ України потребує застосування полегшених і

легких тампонажних розчинів з різними технологічними характеристиками. Тому проводять дослідження, спрямовані на розширення асортименту тампонажних матеріалів пониженої густини для використання в різноманітних гірничо-геологічних умовах глибоких нафтогазових свердловин на території України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тампонажні цементи з пониженою густиною цементного розчину належать до модифікованих матеріалів. З аналізу наукових джерел відомо, що є декілька способів зниження густини тампонажних розчинів [2, 4]:

1) зниження густини твердої фази завдяки додаванню легкого наповнювача або використанню в'язучої речовини з меншою густиною;

2) підвищення водосумішевого відношення з одночасним збільшенням водотримувальної здатності розчину;

3) уведенням у тампонажний розчин газової фази з одночасним її диспергуванням і стабілізацією утвореної піни:

а) через аерування;

б) уведенням штучних або природних мікрочасток (капсул);

в) уведенням спеціально оброблених, спучених матеріалів з великим ступенем кавернозності й низькою насипною масою;

4) заміною частини води вуглеводневою рідиною меншої густини;

5) завдяки комбінованим або мішаним способам.

Вибір того чи іншого методу зниження густини визначається умовами застосування й технологічними можливостями.

Серед найпоширеніших в Україні полегшених тампонажних матеріалів використовують матеріали, що стосуються першого й другого способів або поєднують в собі якості, притаманні одночасно композиціям першого та другого способів полегшення тампонажних розчинів. Спосіб одночасного зниження густини й збільшення водосумішевого відношення застосовували для створення тампонажних матеріалів, які виробляли в Україні в промислових масштабах.

У 70-х роках ХХ сторіччя в СРСР розробили полегшені тампонажні цементи ОЦГ – на основі суміші шлаку, портландцементного клінкеру й трепелу зі співвідношенням компонентів 1:1 (за масою) та ОШЦ – на основі суміші шлаку й глини (наприклад бентоніту). Діапазон густини тампонажних розчинів на основі ОЦГ – $1450 \div 1600$ кг/м³; водосумішеве відношення – $(В/С) = 0,7 \div 1,1$; допустимі температури використання – $40 \div 150$ °С. Діапазон густини тампонажних розчинів на основі ОШЦ – $1450 \div 1550$ кг/м³, $В/С = 0,85 \div 0,95$, рекомендована температура використання для ОШЦ-120 – $80 \div 160$ °С, для ОШЦ-200 – $160 \div 220$ °С [7, 8]. Цементи ОЦГ і ОШЦ виробляли в Україні на Констянтинівському ВАТ “Завод обважнювачів”.

В Україні розроблено також полегшені цементи ПЦТШ-Пол5-100 і ПЦТШ-Пол4-100, до складу яких уходить 50 % цементного клінкеру й 50 % полегшувальної домішки – цеолітизованого туфу та 3 % гіпсу [15]. Діапазон густини тампонажних розчинів на основі таких цементів – $1400 \div 1500$ кг/м³ при $В/С = 1 \pm 0,2$. Рекомендована температура використання – $50 \div 100$ °С.

Постановка завдання. Завдання досліджень полягає в розширенні асортименту тампонажних матеріалів пониженої густини з широким температурним діапазоном для застосування в різноманітних гірничо-геологічних умовах глибоких нафтових і газових свердловин.

Виклад основного матеріалу й результати. У процесі виконання завдань, поставлених виробничими геологічними об'єднаннями України перед науковцями галузі, колектив дослідників у Полтавському відділенні УкрДГРІ розробив низку тампонажних матеріалів і рецептур з пониженою густиною цементного розчину. Серед них:

1. Полегшені цементно-глинисті тампонажні суміші (ЦГС) з додаванням 3–30 % бентонітового порошку як полегшувальної домішки [1, 6].

Завдяки високому водосумішовому відношенню (до 1,8) можливе доведення густини цементно-глинистих сумішей до $1300 \div 1350$ кг/м³, але коштом невеликої міцності, низької термо- (до 75 °С) і корозійної стійкості й складного приготування (зазвичай портландцемент замішують на раніше приготовленому глинистому розчині).

ЦГС широко застосовували в державних геологічних об'єднаннях “Полтава-нафтогазгеологія”, “Чернігівнафтогазгеологія”, “Західгеологія” і “Кримгеологія”. В останні роки використання ЦГС майже припинилося.

2. Полегшені безклінкерні доломітозольні тампонажні суміші (ДЗС) зі співвідношенням компонентів доломітове борошно напівобпалене : кисла зола-винос ТЕС – $(50-60) : (40-50)$ [5, 6].

Густина таких тампонажних розчинів – 1 540–1 620 кг/м³ при В/С – 0,58–0,62. Термічний інтервал застосування – 60–100 °С. Перевагами ДЗС є розширення тампонажного матеріалу при твердінні. Вадодою є низька міцність цементного каменю.

ДЗС використовують у державних геологічних об'єднаннях “Полтаванафтогазгеологія”, “Чернігівнафтогазгеологія”, “Західгеологія”.

3. Полегшені цементно-зольні тампонажні суміші (ЦЗС) [6].

При домішці в ЦЗС від 40 до 60 % (від маси сухого матеріалу) золи Курахівської ТЕС (ЗК) можна одержувати рецептури з густиною тампонажного розчину 1550 ÷ 1650 кг/м³. ЦЗС відрізняються високою термо- і корозійною стійкістю, рекомендований температурний діапазон застосування – 50–160 °С. Зі зниженням густини ЦЗС до 1450–1 470 кг/м³ у воду замішування вводять стабілізатор. Подальше зниження густини призводить до істотного погіршення фізико-механічних властивостей цементного каменю. Перевагою таких сумішей є висока корозійна стійкість в умовах полімінеральної агресії. Технологічні властивості стабілізованих полегшених ЦЗС наведено в табл. 1.

ЦЗС широко застосовують у державних геологічних об'єднаннях “Полтава-

нафтогазгеологія”, “Чернігівнафтогазгеологія”, “Західгеологія”, “Кримгеологія”, в об'єднаннях “Укрбургаз”, “Укрнафта”, а також на бурових підприємствах Російської федерації й Білорусії.

4. Полегшені й легкі тампонажні розчини з додаванням 5–13 % фільтроперліту як полегшувальної домішки [6, 9].

Густина таких сумішей була в межах 1 350–1 550 кг/м³. Вадодою сумішей є невисокі фізико-механічні показники цементного каменю (при густині нижче 1 470 кг/м³ його міцність не узгоджується з наявними вимогами) й обмежений температурний інтервал використання (50–100 °С).

Полегшені й легкі тампонажні розчини з домішками фільтроперліту успішно застосовано в державних геологічних об'єднаннях “Полтаванафтогазгеологія”, “Чернігівнафтогазгеологія”, “Західгеологія”, “Кримгеологія”.

5. Полегшені безклінкерні тампонажні суміші на основі зол-виносу ТЕС (ЗС) зі співвідношенням компонентів зола висококальцієва : зола кисла – (30–70) : (30–70) [10].

Густина тампонажних розчинів на основі таких сумішей – 1 500–1 620 кг/м³ при В/С – 0,54–0,56. Термічний інтервал застосування 20–160 °С. Переваги – висока термостійкість і стабільність тампо-

Таблиця 1. Технологічні властивості стабілізованих полегшених ЦЗС

| Склад суміші, мас. част., % | | Стабілізатор “Dyolic” від маси сухого мат., % | В/С | Густина, кг/м ³ | Розгітність, м | Водовідділення, см ³ | Міцність при стисканні через 2 доби, МПа | | | |
|-----------------------------|----|---|------|----------------------------|----------------|---------------------------------|--|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ПЦЦТ-100 | ЗК | | | | | | t = 50 °С, P = 20,0 МПа | t = 75 °С, P = 30,0 МПа | t = 100 °С, P = 40,0 МПа | t = 140 °С, P = 70,0 МПа |
| 60 | 40 | 0,12 | 0,97 | 1460 | 0,18 | 5,5 | 0,8 | 1,0 | 1,8 | |
| 60 | 40 | 0,11 | 0,97 | 1460 | 0,19 | 6,0 | 0,9 | 1,1 | 2,0 | |
| 60 | 40 | 0,09 | 0,90 | 1490 | 0,19 | 6,0 | 1,0 | 1,3 | 2,3 | |
| 50 | 50 | 0,05 | 0,80 | 1495 | 0,20 | 3,0 | 1,4 | 1,5 | 3,5 | 3,7 |
| 50 | 50 | 0,04 | 0,70 | 1530 | 0,21 | 3,0 | 1,7 | 2,5 | 5,1 | 6,5 |
| 50 | 50 | 0,03 | 0,70 | 1530 | 0,22 | 8,0 | 1,8 | 2,5 | 5,2 | 6,7 |

нажного розчину, розширення тампонажного матеріалу при твердінні.

ЗС застосовують у державних геологічних об'єднаннях “Полтаванафтогазгеологія”, “Чернігівнафтогазгеологія”, “Західгеологія”, “Кримгеологія”, в об'єднаннях “Укрбургаз”, “Укрнафта”, а також на бурових підприємствах Російської федерації.

6. Полегшені тампонажні суміші (ПТС) із застосуванням як полегшувальної домішки тонкодисперсного цеолітового борошна (ЦБ) зі співвідношенням компонентів ПЦТІ-100 : ЦБ – (55–70) : (30–45) [9, 11].

Густина тампонажного розчину – 1 450–1 620 кг/м³ при В/С – 0,70–1,00. Термічний інтервал застосування – 20–100 °С. Перевагами таких сумішей є широкий термічний діапазон застосування, неусадковий цементний камінь з високими показниками адгезії, який за своїми фізико-механічними властивостями узгоджується з вимогами ДСТУ. Зі зростанням температури газопроникність каменю знижується. Технологічні властивості тампонажних розчинів на основі цеолітового борошна наведено в табл. 2.

ПТС застосовували для цементування свердловин в об'єднанні “Західгеологія”.

7. Полегшені й легкі тампонажні суміші з домішкою дрібнозернистого порожнистого заповнювача – зольних мікросфер [9].

Густина тампонажного розчину – 1 100–1 420 кг/м³ залежно від співвідношення компонентів у суміші. Термічний інтервал застосування сумішей – 20–160 °С. Переваги – висока термостійкість у поєднанні з низькою густиною розчину. Вади – за великої висоти стовпа тампонажного розчину зольні мікросфери руйнуються під дією гідростатичного тиску, що призводить до седиментаційної нестабільності розчину й значного водовідділення.

8. Полегшені й легкі тампонажні розчини (ПЛТР) з додаванням 10–15 % масових часток полегшувальної домішки гідрофобізованого адсорбенту КОГ, що зумовлює газонасичення тампонажного розчину [9, 12].

КОГ – являє собою гідрофобізований тонкодисперсний порошок білого (світло-жовтого) кольору, з насипною масою – 400 кг/м³, гідрофобізованістю – не менше 60 %. Виготовляють його на основі молотого каоліну, обробленого спеціальними поверхнево-активними речовинами.

Густина такого тампонажного розчину – 1 200–1 650 кг/м³ при В/С – 0,55–1,0. Термічний інтервал застосування – 20–150 °С.

Таблиця 2. Технологічні властивості тампонажних розчинів на основі цеолітового борошна

| Склад суміші, мас. част., % | | В/С | Густина, кг/м ³ | Розтічність, м | Водовідділення, см ³ | Час прокачування розчину (при t = 75 °С, P = 30,0 МПа), год – хв | Міцність каменю при вигині/стисканні через 2 доби, МПа | | | Адгезія з металом через 2 доби, МПа | |
|-----------------------------|----|------|----------------------------|----------------|---------------------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| ПЦТІ-100 | ЦБ | | | | | | t = 22 °С P = 0,1 МПа | t = 75 °С P = 30,0 МПа | t = 100 °С P = 40,0 МПа | t = 75 °С P = 30,0 МПа | t = 100 °С P = 40,0 МПа |
| 70 | 30 | 0,70 | 1620 | 0,20 | 7,0 | 1 – 50 | 1,6/3,5 | 3,8/7,4 | – | 4,1 | – |
| 65 | 35 | 0,75 | 1580 | 0,20 | 8,0 | 2 – 15 | 1,2/2,5 | 2,5/5,2 | 2,1/5,0 | 4,0 | 3,8 |
| 60 | 40 | 0,80 | 1550 | 0,20 | 9,5 | 2 – 30 | 0,9/2,0 | 2,1/4,5 | 2,4/4,5 | 3,1 | 3,3 |
| 55 | 45 | 0,80 | 1515 | 0,20 | 7,0 | 2 – 50 | 0,7/1,6 | 1,7/3,6 | 2,0/3,8 | 3,0 | 2,9 |
| 55 | 45 | 1,0 | 1450 | 0,24 | 10,0 | 3 – 30 | 0,3/1,0 | 1,0/2,6 | 1,2/2,6 | 1,5 | 1,7 |

Переваги – низька густина тампонажного розчину, низька (як для полегшених сумішей) газопроникність. Вади – інтенсивне піноутворення в процесі приготування тампонажного розчину; під дією гідростатичного тиску 10 МПа густина розчину підвищується на 15–20 %. Технологічні властивості ПЛТР з домішками адсорбенту КОГ наведено в табл. 3.

9. Полегшені тампонажні розчини на основі портландцементу або цементно-зольної суміші з домішкою 0,04–0,11 % масових часток реагенту на основі ксантанової смоли [9, 13].

Густина тампонажного розчину – 1460–1530 кг/м³ при В/Ц – 0,70–0,97. Термічний інтервал застосування – 50–140° С. Переваги – висока стабільність тампонажного розчину, термостійкість і підвищена міцність каменю.

10. Полегшені й легкі тампонажні композиції на основі портландцементу з домішкою 7–10 % масових часток спученого перлітового піску (СПП) [9, 14].

Спучений перлітовий пісок отримують унаслідок термічної обробки вулканічної породи перліту (за температур 800÷1000 °С) згідно з вимогами. У процесі нагрівання частинки перліту, які мають шкаралупоподібну

структуру, спучуються, з них видаляється 3÷5 % зв'язаної води, й об'єм матеріалу збільшується в 10–20 разів.

За окиснями СПП складається з 65÷75 % SiO₂ і 10÷15 % Al₂O₃, а також містить Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O.

Залежно від фракційного складу є два види СПП: звичайний (СПП(Р)) і мілкий (СПП(М)), також у межах кожного із цих двох видів є поділ за насипними масами 1 м³ матеріалу. СПП(Р) буває трьох марок: 75, 100, 150, СПП(М) – двох: 75, 100. Марка спученого перлітового піску дорівнює масі 1 м³ матеріалу в кілограмах.

Особлива, шкаралупоподібна структура зерен спученого перлітового піску (їх поруватість становить 80÷90 %) є передумовою втягнення повітря в процесі змішування тампонажного матеріалу.

Густина тампонажного розчину з домішками СПП – 1180–1450 кг/м³ при В/С – 0,65–0,95. Термічний інтервал застосування – 20–70 °С. Переваги – низька густина тампонажного розчину, низькі показники водовідділення. Вади – низька термостійкість, високі показники газопроникності каменю. Технологічні властивості полегшених і легких тампонажних розчинів з домішками СПП наведено в табл. 4.

Таблиця 3. Технологічні властивості ПЛТР з домішками адсорбенту КОГ

| Склад суміші, мас. част., % | | | В/С | Пластифікатор “Дофен”, від маси сухого матеріалу, % | Густина, кг/м ³ | Розтічність, м | Водовідділення, см ³ | Міцність на стискання через 2 доби, МПа | | |
|-----------------------------|----------|-----|-----|---|----------------------------|----------------|---------------------------------|---|---------------------------|---------------------------|
| ПЦЦІ-50 | ПЦЦІ-100 | КОГ | | | | | | t = 20 °С P = 0,1 МПа | t = 40 °С P = 10,0 МПа | t = 75 °С P = 30,0 МПа |
| 100 | – | – | 0,5 | – | 1800 | 0,210 | 6 | 6,5 | 11,8 | – |
| – | 100 | – | 0,5 | – | 1820 | 0,220 | 4 | – | – | 16,1 |
| 90 | – | 10 | 1,0 | – | 1340 | 0,215 | 0 | 1,2 | 1,9 | – |
| 85 | – | 15 | 1,0 | – | 1205 | 0,205 | 0 | 0,9 | 1,4 | – |
| 85 | – | 15 | 0,5 | 1,0 | 1400 | 0,200 | 0 | 2,8 | 4,5 | – |
| – | 90 | 10 | 1,0 | – | 1350 | 0,215 | 0 | – | – | 2,9 |
| – | 85 | 15 | 1,0 | – | 1210 | 0,200 | 0 | – | – | 2,2 |
| – | 85 | 15 | 0,5 | 1,0 | 1405 | 0,200 | 0 | – | – | 6,5 |

Висновки. У процесі досліджень нових тампонажних композицій зі зниженою густиною цементного розчину підібрано оптимальні рецептури розроблених композицій, вивчено мінералогічний склад новоутворень цементу, теоретично й практично доведено їх корозійну стійкість. У цьому полягає наукова цінність запропонованих розробок.

Розглянуті розробки дають змогу розширити діапазон густин під час застосування тампонажних композицій з пониженою густиною, що має практичну цінність. Мінімальна густина тампонажних розчинів на основі розроблених композицій становить 1 110–1 280 кг/м³ у разі забезпечення задовільної якості інших параметрів тампонажного розчину й каменю, що важливо під час цементування високопроникних пластів і розрізів свердловин у зонах АНПТ.

Результати роботи мають практичне застосування під час цементування глибоких нафтових і газових свердловин у складних гірничо-геологічних умовах на геологорозвідувальних площах і промислових родовищах України.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Балицкая З. А.* Тампонажные растворы для глубоких скважин/З. А. Балицкая, И. Г. Верещака, В. В. Сачков и др. – Москва: Недра, 1976. – 120 с.
2. *Булатов А. И.* Тампонажные материалы/А. И. Булатов, В. С. Данюшевский. – М.: Недра, 1987. – С. 164–167.
3. *Горський В. Ф.* Тампонажні матеріали і розчини/В. Ф. Горський. – Чернівці, 2006. – 524 с.
4. *Данюшевский В. С.* Справочное руководство по тампонажным материалам/В. С. Данюшевский, Р. М. Алиев, И. Ф. Толстых. – М.: Недра, 1987. – 373 с.
5. *Керцман А. З.* Магнезиальные тампонажные вяжущие для глубоких скважин/А. З. Керцман, Н. Н. Круглицкий, А. С. Серяков и др.//Техника и технология геологоразведочных работ, организация производства. – М.: ВИЭМС, 1984. – 46 с.
6. *Михайленко С. Г.* Оптимизация процессов цементирования скважин/С. Г. Михайленко, А. С. Серяков, В. Н. Орловский и др.//Техника и технология геологоразведочных работ, организация производства. – М.: ВИЭМС, 1988. – 26 с.
7. *Новохатский Д. Ф.* Специальные тампонажные цементы/Д. Ф. Новохатский//РНТС “Бурение”. – 1972. – № 6 – С. 26–28.

Таблиця 4. Технологічні властивості полегшених і легких тампонажних розчинів з домішками СПП

| Масова частка компонентів у суміші, мас. часток % | | | | В/С | Густина, кг/м ³ | Розтічність, м | Водо- відділення, мл |
|--|----------|--------|--------|------|-------------------------------|-------------------|----------------------------|
| ПЦТІ-50 | ПЦТІ-100 | СПП(Р) | СПП(М) | | | | |
| 97 | – | 3 | – | 0,65 | 1 510 | 0,220 | 1,5 |
| 95 | – | 5 | – | 0,70 | 1 390 | 0,200 | 1,0 |
| 93 | – | 7 | – | 0,74 | 1 340 | 0,215 | 0 |
| 90 | – | 10 | – | 0,90 | 1 230 | 0,190 | 2,0 |
| | 95 | 5 | – | 0,70 | 1 400 | 0,205 | 1,0 |
| | 93 | 7 | – | 0,75 | 1 350 | 0,200 | 1,0 |
| | 90 | 10 | – | 0,90 | 1 250 | 0,205 | 1,0 |
| | 88 | 12 | – | 0,95 | 1 160 | 0,200 | 0 |
| | 95 | – | 5 | 0,75 | 1 410 | 0,210 | 6,0 |
| | 92 | – | 8 | 0,80 | 1 330 | 0,195 | 2,0 |
| | 90 | – | 10 | 0,95 | 1 240 | 0,190 | 6,5 |

8. *Новохатский Д. Ф.* Пути улучшения качества и перспективы производства тампонажных материалов для крепления нефтяных и газовых скважин/*Д. Ф. Новохатский, В. А. Волошин*//РНТС “Бурение”. – 1978. – № 11 – С. 19–22.

9. *Орловський В. М.* Нові полегшені і легкі тампонажні матеріали: Науковий вісник/*В. М. Орловський, С. Г. Михайленко, О. В. Лужаниця*//Івано-Франк. нац. тех. унів. нафти і газу. – 2010. – № 3. – С. 10–14.

10. *Орловський В. М.* Тампонажні матеріали, що розширюються при твердінні/*В. М. Орловський*. – Полтава, 2015. – 129 с.

11. Пат. 35476 А Україна, МКВ Е 21 В 33/138. Облегшенный тампонажный материал/*С. Г. Михайленко, В. М. Орловський, О. В. Лужаниця*. – № 99105679; заявлено 18.10.99; опубл. 15.03.01, Бюл. № 2.

12. Пат. 68839 А Україна, МКВ Е 21 В 33/138. Легкий тампонажный розчин/*О. В. Лужаниця, С. Г. Михайленко, Л. Б. Мартинова, В. М. Орловський, Р. В. Бандур, О. В. Аніськовцев, М. В. Баранецький*. – № 20031110085; заявлено 10.11.03; опубл. 16.08.04, Бюл. № 8.

13. Пат. 28441 Україна, МПК Е 21 В 33/138. Полегшений тампонажний матеріал/*О. В. Лужаниця, С. Г. Михайленко, В. М. Орловський, Л. Б. Мартинова*. – № u 2007 08569; заявлено 26.07.07; опубл. 10.12.07, Бюл. № 20.

14. Пат. 13254 Україна, МПК С 09 К 8/50. Тампонажна суміш/*О. В. Лужаниця, С. Г. Михайленко, В. М. Орловський, Д. В. Мартинова*. – № u 2005 09726; заявлено 17.10.05; опубл. 15.03.06, Бюл. № 3.

15. ТУ У 729755.01-94 Портландцемент тампонажний полегшений для нормальних і помірних температур.

REFERENCES

1. *Balickaya Z. A.* Cement slurries for deep wells/*Z. A. Balickaya, I. G. Vereshhaka, V. V. Sachkov et al.* – Moskva: Nedra, 1976. – 120 p. (In Russian).

2. *Bulatov A. I.* Cement Materials/*A. I. Bulatov, V. S. Danyushevskij*. – Moskva: Nedra, 1987. – P. 164–167. (In Russian).

3. *Horskyi V. F.* Cement materials and solutions/*V. F. Horskyi*. – Chernivtsi, 2006. – 524 p. (In Ukrainian).

4. *Danyushevskij V. S.* Handbook of cement materials/*V. S. Danyushevskij, R. M. Aliyev, I. F. Tolstyh*. – Moskva: Nedra, 1987. – 373 p. (In Russian).

5. *Kercman A. Z.* Magnesia cement binders for deep wells/*A. Z. Kercman, N. N. Kruglickij,*

A. S. Seryakov et al.//Engineering and technology of geological exploration, production organization. – Moskva: VIJEMS, 1984. – 46 p. (In Russian).

6. *Mihajlenko S. G.* Process optimization cementing/*S. G. Mihajlenko, A. S. Seryakov, V. N. Orlovskij et al.*//Engineering and technology of geological exploration, production organization. – Moskva: VIJEMS, 1988. – 26 p. (In Russian).

7. *Novohatskij D. F.* Special cements for wells/*D. F. Novohatskij*//Scientific Technical Collection “Drilling”. – 1972. – № 6. – P. 26–28. (In Russian).

8. *Novohatskij D. F.* Ways to improve the quality and prospects of production of cement materials for the casing of oil and gas wells/*D. F. Novohatskij, V. A. Voloshin*//Scientific Technical Collection “Drilling”. – 1978. – № 11. – P. 19–22. (In Russian).

9. *Orlovskiy V. M.* New lightweight materials tsementny: Scientific Journal/*V. M. Orlovskiy, S. H. Mykhailenko, A. V. Luzhanytsia*//Ivano-Frank. National Technical Univ. of Oil and Gas. – 2010. – № 3. – P. 10–14. (In Ukrainian).

10. *Orlovskiy V. M.* Cement material that expands when hardening/*V. M. Orlovskiy*. – Poltava, 2015. – 129 p. (In Ukrainian).

11. Stalemate. 35476 A Ukraine, IPC E 21 В 33/138. Lightweight cement material/*S. H. Mykhailenko, V. M. Orlovskiy, O. V. Luzhanytsia*. – № 99105679; stated 10.18.99; publish. 15.03.01, Bull. № 2. (In Ukrainian).

12. Stalemate. 68,839 A Ukraine, IPC E 21 В 33/138. Lightweight cement/O. V. Luzhanytsia, S. H. Mykhailenko, L. B. Martynova, V. M. Orlovskiy, R. V. Bandur, A. V. Aniskovtsev, M. V. Baranetskyi. – № 20031110085; stated 10.11.03; publish. 16.08.04, Bull. № 8. (In Ukrainian).

13. Stalemate. 28441 Ukraine, IPC E 21 В 33/138. Lightweight cement material/ O. V. Luzhanytsia, S. H. Mykhailenko, V. M. Orlovskiy, L. B. Martynova. – № u 2007 08569; stated 26.07.07; publish. 10.12.07, Bull. № 20. (In Ukrainian).

14. Stalemate. 13254 Ukraine, IPC С 09 К 8/50. The cement mix/O. V. Luzhanytsia, S. H. Mykhailenko, V. M. Orlovskiy, D. V. Martynov. – № u 2005 09726; stated 17.10.05; publish. 15.03.06, Bull. № 3. (In Ukrainian).

15. Technical Terms Ukraine 729755.01-94 Portland borehole facilitated for normal and moderate temperatures. (In Ukrainian).

Рукопис отримано 4.11.2016.

В. М. Орловский, *Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*, ORCID-0000 0002 8749 5354

А. М. Похилко, *Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*, ORCID-0000 0003 3033 5322

В. В. Крицкий, *Полтавский колледж нефти и газа*, ORCID-0000 0002 3604 2486

НОВЫЕ ТАМПОНАЖНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ПОНИЖЕННОЙ ПЛОТНОСТИ

В статье проанализированы последние исследования и публикации в области разработки тампонажных материалов пониженной плотности. Рассмотрены технологические свойства облегченных тампонажных материалов и рецептур с пониженной плотностью цементного раствора, разработанных в Полтавском отделении УкрГГРИ.

Целью исследований и разработок стало повышение качества разобщения горных пород и нефтегазоносных горизонтов на геологоразведочных площадях и промышленных месторождениях путем применения модифицированных и бесклинкерных вяжущих материалов пониженной плотности с широким температурным диапазоном и высокими технологическими свойствами.

При проведении исследований используются теоретические и экспериментальные методы. Эксперименты проведены на лабораторном оборудовании, которое моделирует пластовые условия. Измерение технологических свойств тампонажного раствора и камня проводилось с использованием стандартной регистрирующей аппаратуры.

Ключевые слова: *легкий тампонажный материал, облегченный тампонажный материал, облегчающая примесь, прочность камня, адгезия.*

V. M. Orlovskiy, *Yurij Kondratiuk National Technical University of Poltava*, ORCID-0000 0002 8749 5354

A. M. Pokhylko, *Yurij Kondratiuk National Technical University of Poltava*, ORCID-0000 0003 3033 5322

V. V. Krytskyi, *Poltava Oil and Gas College*, ORCID-0000 0002 3604 2486

NEW CEMENT COMPOSITION OF REDUCED DENSITY

Objective. Improving the quality of rocks and oil and gas bearing horizons delimitation in the exploration areas and industrial fields through the development and application of oil low density plugging material with a wide temperature range and high technological properties.

Methodology. When conducting research experimental and theoretical methods are used. Experiments were carry out with the use of laboratory equipment that simulates reservoir conditions. Plugging mortar and stone technological properties measuring was carried out with standard recording equipment. The amount of experiments is sufficient to obtain results with confidence probability of 0.95.

Results. Lightweight and light plugging materials and compositions on the base of standard plugging materials containing light-weight admixtures with the use of autoclave curing clinkerless plugging materials were developed.

Scientific novelty. During the research of new cementitious materials with low density cement slurry held selection of optimal compositions developed materials, studied the mineralogical composition of cement, theoretically and practically proved their corrosion resistance. This is the scientific value of proposed developments.

Practical significance. Considered new developments make it possible to extend the range of densities in the application of cementitious materials with low density. It has practical value. The minimum density cement solutions based on newly developed material is 1110–1280 kg/m³ while ensuring the satisfactory quality of other parameters cement and stone. This is important when cementing highly permeable layers and profiles of wells in areas of abnormally low reservoir pressure.

The results of the work have practical use in the cementing of deep oil and gas wells in complex geological conditions in the areas of exploration and industrial fields Ukraine.

The results of the research have practical use in the cementing of deep oil and gas wells in complex geological conditions of exploration areas and commercial hydrocarbon deposits in Ukraine.

Keywords: *light plugging material, lightweight plugging material, lightweight admixture, stone strength, adhesion.*