

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЦЕОЛІТОВИХ ТУФІВ НА
ВЛАСТИВОСТІ ТАМПОНАЖНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Терлига В.С.¹ к.т.н., асистент, Соболев Х.С.¹ д.т.н., проф.,
Терлига С.Ю.² к.т.н., директор**

¹ – Національний університет «Львівська політехніка», Україна

² – ТзОВ «Ферозіт», Львів, Україна

Постановка проблеми. Буріння нафтових і газових свердловин забезпечує створення каналу зв'язку нафтового або газового пласту з земною поверхнею. Видобуток корисних копалин вимагає, щоб цей канал був довговічним для безперешкодного транспортування рідини або газу. При кріпленні свердловини застосовують металеві обсадні колони, які спускають в пробурену свердловину на певну глибину. Обсаджений колоною труб стовбур свердловини зберігає круглий перетин протягом усього періоду подальшого її буріння або експлуатації. З метою ізоляції пластів в обсадну колону закачують цементний розчин, що витісняє буровий (глинистий) розчин, і продавлюється в затрубний простір на розрахункову висоту. Такий матеріал повинен відповідати жорстким вимогам, що забезпечать безперебійний видобуток корисних копалин впродовж усього терміну експлуатації свердловини.

Актуальною є проблема тампонування свердловин з аномально низьким пластовим тиском. Для цементування таких свердловин потрібно застосовувати матеріал з пониженою густиною, яка в основному, досягається шляхом введення дрібнодисперсних мінеральних компонентів та збільшенням водовмісту, що в свою чергу призводить до погіршення фізико-механічних характеристик розчину (зменшення міцності, підвищення пористості, зростання водовідділення та водовіддачі). Тому важливим є пошук шляхів отримання полегшених тампонажних розчинів з заданими технологічними властивостями та підвищеною довговічністю [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним сучасним методом зниження густини тампонажних розчинів залишається введення легкого наповнювача або застосування в'язучої речовини низької густини [2]. Полегшуючі добавки, які використовуються у тампонажних матеріалах повинні відповідати певним вимогам. Зокрема, мінеральні добавки повинні володіти високою питомою поверхнею (600-1200 м²/кг) та низькою насипною густиною. Відомі рецептури полегшених

тампонажних сумішей на основі акриламідних і епоксиретанових полімерів з використанням ефективної мінеральної полегшуючої добавки мікросфери [3]. Досліджено процес формування структури тампонажного каменю та відмічено ефективність використання добавки полегшувача. Проте використання таких матеріалів для цементування свердловин з низькою та нормальною температурою є недоцільним через їх високу вартість та зростання можливості забруднення навколишнього середовища.

Проводились роботи [4] з дослідження безклінкерного полегшеного тампонажного цементу, який складається з 50% металургійного шлаку і 50% полегшуючої мінеральної добавки – палегорскітового туфу. Даний цемент одержується шляхом спільного помелу компонентів до залишку на ситі № 008 10-15%. Однак використання такого матеріалу не забезпечує високої ранньої міцності тампонажного розчину, особливо за умов невисоких температур тверднення.

Мета роботи: розроблення та дослідження полегшених тампонажних матеріалів, що використовуються при цементуванні свердловин з низькою і нормальною температурою (15-50 °С).

Методи досліджень і матеріали. Полегшені тампонажні суміші одержували на основі портландцементу ПЦ І-500-Н виробництва ПАТ «Івано-Франківськцемент». Як мінеральний компонент використано цеолітовий туф Сокирницького родовища Закарпатської області. Властивості тампонажного матеріалу досліджували згідно з діючими стандартами та загальноприйнятими методиками.

Результати досліджень. Цементування експлуатаційної колони та хвостовиків в умовах аномально низьких тисків пластових флюїдів вимагає застосування розчинових сумішей з низькою густиною. З цієї метою застосовують найбільш поширений метод – введення мінеральних добавок з низькою насипною густиною та високою питомою поверхнею. Для визначення впливу цеолітових туфів на властивості тампонажних розчинів було розроблено склади полегшених тампонажних цементів з різним вмістом цеолітів двох типів, що відрізняються різною гранулометриєю (тип 1 – $S_{\text{пит}} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$, тип 2 – $S_{\text{пит}} = 900 \text{ м}^2/\text{кг}$) (табл. 1). Помел цеолітів до різної питомої поверхні здійснювали у вібрмоліні.

Дослідження фізико-механічних та техніко-технологічних властивостей розчинової суміші проведені при сталій розтічності 220-235 мм, яка повністю задовольняє вимоги ДСТУ Б В.2.7-88-99 та є достатньою при проведенні цементування. Важливою властивістю тампонажної суміші є її густина, оскільки відхилення її може призвести до зростання водовіддачі розчинової суміші, зменшити продуктивність пласту та

спричинити його руйнування. Введення цеоліту 1-го типу не суттєво зменшує густину тампонажної суміші, проте вона знаходиться в межах $1,59-1,65 \text{ г/см}^3$ (рис. 1), що задовольняє вимоги стандарту.

Таблиця

Склад	Вміст компоненту, мас. %	
	Портландцемент ПЦ-І	Цеолітовий туф
1	90	10
2	80	20
3	70	30
4	60	40
5	50	50

Використання цеолітових туфів, що характеризуються вищою питомою поверхнею сприяє зміні густини тампонажної суміші в ширших межах (рис. 2). Це пояснюється більшою водопотребою зерен цеолітових туфів. Кількість води замішування, що використовується для досягнення заданої розтічності зростає – значення водо-твердого відношення знаходиться в межах $0,60-0,64$, а для цеолітових туфів першого типу – $B/T = 0,52-0,58$.

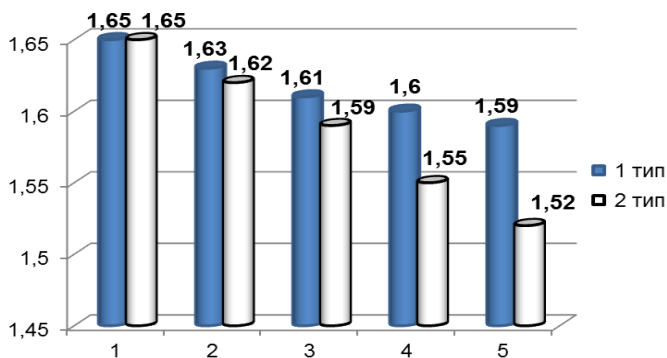


Рис. 1 Вплив цеолітових туфів типу на густину тампонажної суміші

Значну увагу при виборі тампонажного матеріалу слід приділяти водовідділенню розчинової суміші. Згідно вимог ДСТУ Б В.2.7-88-99 водовідділення полегшених тампонажних цементів повинно стано-

вити не більше 7,5 мл. При низькій седиментаційній стійкості тампонажна розчинова суміш, що закачана у заколонний простір та є нерухомою, розшаровується по висоті стовбура свердловини під дією власної ваги. Це призводить до неоднорідності фізико-механічних характеристик цементного кільця і спричиняє його руйнування під впливом дифузійних і корозійних процесів. Тому сучасні тампонажні матеріали повинні характеризуватись якомога меншим водовідділенням. Використання у полегшених сумішах значної кількості води спричиняє проблеми забезпечення необхідної седиментаційної стійкості, проте застосування цеолітових туфів, які характеризуються високою пористістю та здатністю втримувати в собі воду, завдяки мембранному ефекту, зменшує даний показник. Оптимальним є використання 30 % цеоліту 1-го типу, що забезпечує виконання вимог за водовідділенням (рис. 2). Збільшення кількості цеоліту призводить до зростання кількості води замішування (на 10-15%) і, відповідно, зростання водовідділення.

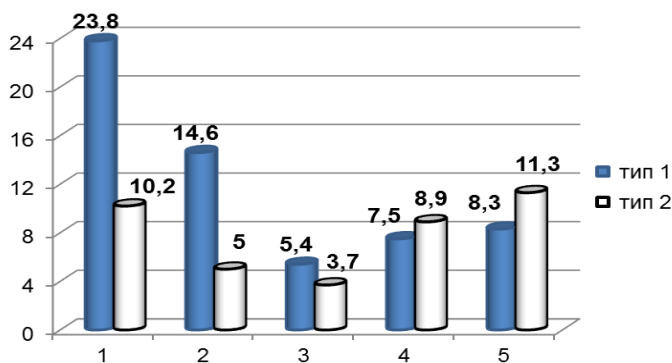


Рис. 2 Вплив цеолітових туфів на водовідділення тампонажної суміші

Аналогічна тенденція спостерігається і при використанні цеолітових туфів 2-го типу. Проте суміші на їх основі характеризуються дещо більшою седиментаційною стійкістю завдяки збільшенню питомої поверхні зерен мінеральної добавки.

На властивості розчину у свердловині має вплив ряд факторів – пластовий тиск, температура, агресивні пластові води. З метою забезпечення довговічного терміну експлуатації свердловини, а також, враховуючи той факт, що простій обладнання та персоналу протягом од-

нієї доби складає десятки тисяч гривень, тампонажний розчин повинен мати необхідну міцність, як у ранні так і пізні терміни тверднення.

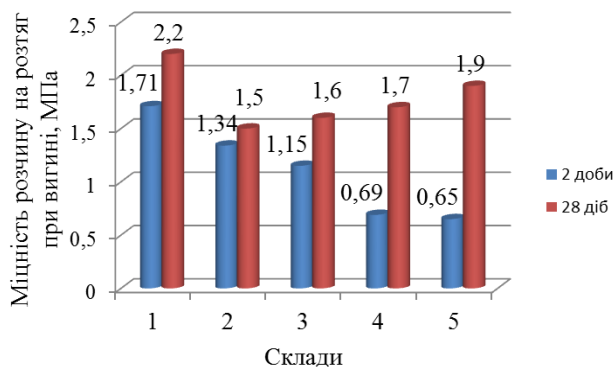


Рис. 3 Вплив цеолітових туфів 1-го типу на міцність тампонажного розчину на розтяг при вигині

Введення цеолітових туфів першого типу сприяє зменшенню міцності тампонажного розчину у ранні терміни тверднення, проте у віці 28 діб міцність починає поступово зростати. Це пояснюється взаємодією активних SiO_2 та Al_2O_3 цеоліту з $\text{Ca}(\text{OH})_2$, що виділяється під час гідратації аліту (рис. 3). Тому раціонально вводити такий цеоліт в кількості до 30 %, що забезпечує необхідну ранню міцність розчину та призводить до її зростання у довготермінові періоди тверднення.

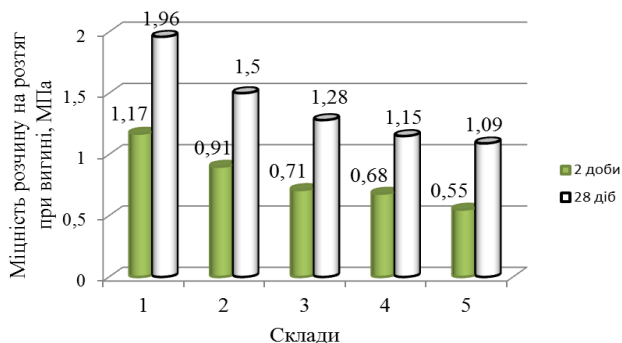


Рис. 4 Вплив цеолітових туфів 2-го типу на міцність тампонажного розчину на розтяг при вигині

Використання цеолітів другого типу різко збільшує кількість води ($V/T > 0,60$), що необхідна для замішування суміші, що в свою чергу

викликає зниження міцності тампонажного розчину при згині (рис. 4). Оптимальним є введення цеолітового туфу другого типу в кількості до 10 %, що забезпечує виконання вимог ДСТУ Б В.2.7-88-99, щодо міцності тампонажного розчину на 2-гу добу, яка повинна становити не менше 1 МПа.

Висновки

Забезпечення седиментаційної стійкості тампонажних систем, як і дотримання вимог щодо фізико-механічних характеристик тампонажного каменю, є однією з найбільш актуальних проблем створення сучасних полегшених тампонажних матеріалів. Використання цеолітових туфів, як компонентів таких матеріалів забезпечує отримання тампонажних матеріалів з необхідною густиною, низьким водовідділенням та достатньою міцністю у ранньому віці. Характерним також є збільшення міцності у пізні терміни тверднення, що пояснюється взаємодією активних компонентів цеоліту з мінералами портландцементу з утворенням стійких гідратних сполук.

Summary

Investigation of zeolitic tuff use on properties of oil-well cements for boreholes with low and normal temperature was made. Main technological, physical and mechanical characteristics of designed plugging materials were defined.

1. Terlyha V. Modified oil-well cements for casing boreholes with abnormally low stratum pressure / V. Terlyha, Kh. Sobol, B. Tershak // 18-th international conference on building materials. – Weimar, 2012. – P. 0811-0818. 2. Erik B. Nelson, Guillot D.: Well cementing: Second Edition. Schlumberger Educational Services, 2006. – ISBN-10:0978853008. 3. Пашкевич А.А. Полюе стеклянные микросферы и формирование структуры цементных систем. / А.А. Пашкевич, Е.Г. Первушин, Д.В. Орешкин // Строительная физика в XXI веке: науч.-тех. конф. – М., 2006 – С. 147-150. 4. Горський В. Ф. Тампонажні матеріали і розчини: Посібник – монографія. – Чернівці. – 2006. – 524 с.

“Даний документ виготовлений за фінансової підтримки Європейського Союзу, в рамках Програми Транскордонного Співробітництва Польща – Білорусь – Україна 2007 – 2013. Відповідальність за зміст даної публікації несе виключно Національний університет «Львівська політехніка» і він не відображає позиції Європейського Союзу”