

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ІЗОЛЯЦІЇ ПОГЛИНАЮЧИХ ГОРИЗОНТІВ В СВЕРДЛОВИНАХ**

*Розглянуто застосування термопластичних матеріалів для ізоляції поглинаючих горизонтів в свердловинах. Описано їх фізико-механічні властивості та розглянуто процес розповсюдження матеріалу при тампонуванні.*

### **USING THE TERMAL PLASTIC MATERIALS FOR INSULATING THE ABSORBING HORIZONS IN BORE HOLES**

*The application of thermosetting materials for isolation of absorptive horizons in wells is reviewed. Are described of their physical-mechanical characteristics and the process of distribution of a stuff is reviewed at a stypage.*

Буріння, як геологорозвідувальних, так і експлуатаційних свердловин з метою видобутку природного метану в районі Донецького кам'яновугільного басейну ведеться у міцних гірських породах з високим ступенем метаморфізму. Техніко-економічні показники буріння свердловин значною мірою визначаються витратами часу і коштів на усунення ускладнень. Одним із найбільш поширених ускладнень є поглинання промивної рідини. Поглинання призводить до порушення технологічного режиму буріння, провокує аварії.

Для ліквідації поглинання промивної рідини найчастіше застосовують недостатньо ефективні тампонажні матеріали, які приготують на водній основі з введенням у їх склад мінералов'язучих або синтетичних речовин. Основними недоліками цих матеріалів є те, що вони мають велику чутливість до розведення водою - розчини легко переміщуються з промивною рідиною і пластовими водами, особливо при наявності міжпластового перетоку. Відбувається розбавлення водою, седиментація тампонажних розчинів, що веде до підвищення часу тужавлення, розтіканню на значні відстані від свердловини і, як наслідок, веде до перевитрати тампонажних матеріалів та повторенню операцій з тампонування.

У зв'язку з цим, певний інтерес представляють нерозчинні тампонажні суміші на основі термопластичних матеріалів (ТПМ) із низькою температурою плавлення, розплав яких може легко проникати в канали поглинання промивної рідини і тверднути там.

Дотепер у якості ТПМ були спроби для тампоножу використовувати тільки бітуми. До основних недоліків бітуму як тампонажного матеріалу відноситься його спроможність релаксувати з часом: при перепаді тиску

0,3 - 0,5 МПа він спроможний текти навіть при температурі +15 °С. Розплав бітуму має густину, близьку до густини води, і в середовищі промивної рідини спроможний розшаровуватися і спливати. Бітум погано розбурюється і забруднює буровий інструмент. Відомо дані про його канцерогенність і шкідливий вплив на навколишнє середовище. Через ці й інші недоліки бітуми не знайшли широкого застосування в якості тампонажного матеріалу.

Тампонажні матеріали, застосовувані для ізоляції поглинаючих горизонтів, при твердінні не повинні давати усадки з утворенням тріщин, розтікатися в тріщинах, повинні мати гарне зчеплення з гірськими породами, бути стійкими щодо впливу води і перепадів тиску. Ці матеріали повинні бути однокомпонентними, технологічними при доставці в зону тампонування, легко розбурюватися і змиватися з бурового інструмента та мати густину вищу за густину очисного агента.

Проведений аналіз літературних джерел з застосування сірки в якості просочуючих і в'язучих матеріалів і дослідження фізико-механічних властивостей підтвердили принципову можливість її застосування в якості тампонажного матеріалу. Тверда сірка хімічно інертна, на неї не діють агресивні води. Сірка легко розбурюється і не налипає на технологічний інструмент. Термін збереження гранульованої сірки не впливає на її фізико-механічні властивості. Вартість сірки порівняна з вартістю цементу і набагато менша за вартість синтетичних смол. Завдяки низькій в'язкості розплаву як чистої сірки, так і сірки з добавками пластифікаторів, він може легко проникати в гірські породи з незначним розкриттям тріщин. Крихкість сірки можна усунути за рахунок додавання пластифікаторів. Міцність тампонажного каменю, отриманого при остиганні розплаву сірки, порівняна з міцністю цементного каменю (рис. 1), причому в ранній стадії твердіння міцність сірки на порядок вища від міцності цементного каменю на одноосьовий стиск. Температуру плавлення тампонажного термопластичного матеріалу можна регулювати введенням пластифікаторів. Для застосування у виробничих умовах як термопластичний тампонажний матеріал можна рекомендувати природну сірку або сірку модифіковану пластифікаторами (5-10 %).

С урахуванням критеріїв подоби розроблено і виготовлено експериментальний стенд для моделювання процесів в поглинаючому горизонті із різноманітним розкриттям тріщин. Встановлено залежність зміни температури в поглинаючому пласті від потужності електронагрівача і часу нагрівання. Доведено можливість плавлення гранульованої сірки в середовищі нагрітої свердловинної рідини. Отримано залежність температури рідини від кількості термопластичного матеріалу. Встановлено, що розтічність її в каналах поглинання незначна, але достатня для утворення надійної ізоляційної оболонки, що дозволяє різко скоротити витрату тампонажного матеріалу. Розплав сірки легко відокремлюється від свердловинної рідини і перетікає зі свердловини в поглинаючий пласт. Сірка заповнює і

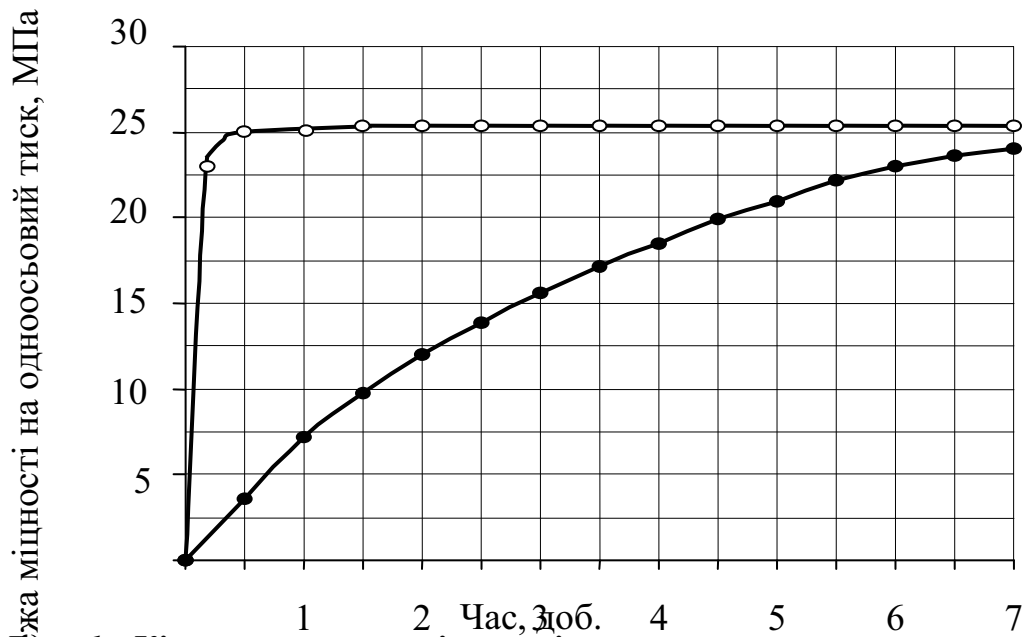


Рис. 1. Кінетика росту міцності тампонажного каменя:

○— природна сірка

●— тампонажний цемент

закупорює тріщину прошарками східчасто (рис. 2). При цьому нижні прошарки мають більший радіус поширення ніж верхні.

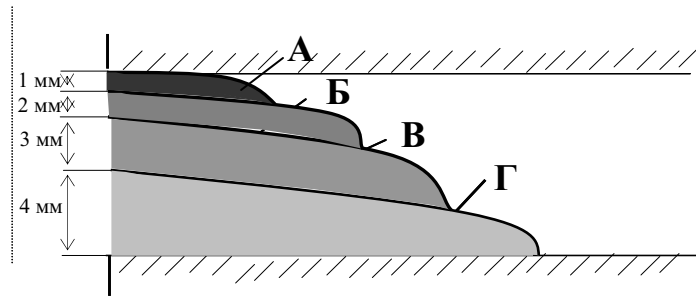
Радіус поширення сірки перевищує (у 1,5-2,0 рази) контур температури свердловинної рідини, що дорівнює температурі плавлення сірки. Це пояснюється тим, що швидкість плинину розплаву сірки перевищує швидкість її остигання. Доведено, що для перекриття каналів поглинання достатньо нагріти тільки свердловинну рідину до температури, при якій забезпечується повне розплавлення всієї маси сірки, без прогріву пласта вглиб.

У результаті свердловинних досліджень встановлено залежність зміни температури рідини по осі свердловини з часом (рис 3).

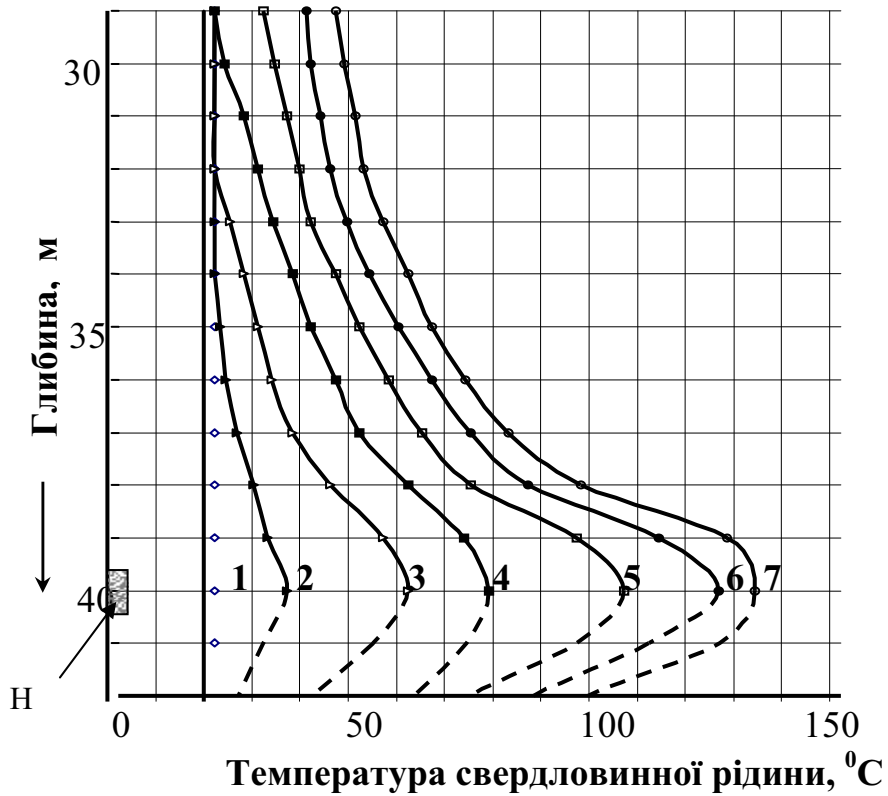
Технологія застосування таких матеріалів передбачає нагрів зони ускладнення до температури, що перевищує температуру плавлення термопластичного тампонажного матеріалу за допомогою вибійного свердловинного електронагрівача.

Для реалізації запропонованої технології необхідно виконати такі операції: доставку гранульованого ТПМ на вибій свердловини, локальний нагрів промивної рідини, плавлення ТПМ, вдавнення розплаву ТПМ у канали поглинання.

Запропонована технологія може бути застосована при бурінні геологорозвідувальних, експлуатаційних свердловин діаметром більш за 76 мм у тріщинуватих, стійких породах із розкриттям тріщин не менше 0,5 мм. Гідростатичний тиск рідини повинний бути таким, щоб забезпечити нагрів (без кипіння) свердловинної рідини до температури плавлення термопластичного матеріалу.



**Рис. 2. Розподіл розплаву сірки уздовж тріщини:**  
**А,Б,В,Г-** прошарки застиглого розплаву



**Рис. 3. Розподіл температури по висоті стовпа рідини в часі:**  
**1 – 0 мін; 2 – 30 мін; 3 – 60 мін; 4 – 90 мін; 5 – 120 мін;**  
**6 – 150 мін; 7 – 180 мін; Н – електронагрівач**

тичного матеріалу. Максимальна глибина запропонованої технології залежить від розміру геотермічного градієнту в свердловині і дорівнює глибині, при якій температура гірських порід поглинаючого горизонту дорівнюватиме температурі плавлення ТПМ. Якщо застосовувати природну сірку, то мінімальна висота стовпа рідини повинна бути 20 м, а максимальна глибина застосування запропонованої технології складе 3000...4000 м.

У комплексі робіт з проектування ізоляції поглинаючого горизонту термопластичним матеріалом з застосуванням вибієного електронагрівача необхідно виділити наступні етапи [1]: збір і опрацювання геологічної інформації про характер тріщинуватості, пластовий тиск, місце розташування й інтенсивність поглинання; розрахунок необхідних розмірів ізоляційної оболонки й обсягу розплаву термопластичного матеріалу; вибір типу термопластичного матеріалу і домішок до нього; розрахунок режиму електротеплового опрацювання зони поглинання і вибір потужності електронагрівача.

Загальна вартість проведення ізоляційних робіт при виконанні одиничного тампонування з доставкою ТПМ у контейнері залежить від витрат на спуск і підйом електронагрівача з контейнером і на нагрів свердловинної рідини до температури її перегріву над точкою плавлення ТПМ. При цьому загальна вартість  $C_0$  створення ізоляційної оболонки визначається як

$$C_0 = C_{\text{тр}} + C_{\text{н}}, \quad (1)$$

де  $C_{\text{тр}}$  і  $C_{\text{н}}$  - вартість відповідно транспортування електронагрівача по стовбурі свердловини і нагрівання свердловинної рідини в зоні тампонування.

Вартість транспортування електронагрівача по свердловині визначається в такий спосіб

$$C_{\text{тр}} = C_{\text{ст.ч}} \left( \frac{H}{V_c} + \frac{Qgh + qgH^2}{N_n} \right). \quad (2)$$

Вартість нагрівання свердловинної рідини з урахуванням потужності нагрівача визначається за формулою

$$C_{\text{н}} = \frac{c_2 m_2 \left[ t_{\text{н}} - \left( \frac{H}{V} + t_{\text{н}} \right) \right]}{N_{\text{н}}} (C_{\text{ст.ч}} + N_{\text{н}} C_3), \quad (3)$$

де  $N_{\text{н}}$  - потужність нагрівача, кВт;  $C_3$  - вартість кіловат-години електроенергії, грн;  $V$  - геотермічний щабель, м<sup>0</sup>С;  $t_{\text{н}}$  - температура нагрівання свердловинної рідини, <sup>0</sup>С;  $t_{\text{н}}$  - температура нейтрального прошарку, <sup>0</sup>С.

З формул (2) і (3) випливає, що із зростанням глибини  $H$  залягання поглинаючого горизонту, витрати на транспортування електронагрівача в свердловині збільшуються, а на нагрів за рахунок природної температури

гірських порід - знижуються. Це свідчить про двоїстий вплив глибини виконання тампонажних робіт із застосуванням ТПМ на їхню вартість. У цьому зв'язку рекомендовано доцільним визначити оптимальне значення глибини  $H$ , яка відповідає мінімуму  $C_0$ .

Дослідження залежності  $C_0 = f(H)$  на екстремум з урахуванням виразів (2) і (3) дозволило визначити оптимальну глибину застосування ТПМ із використанням вибійного електронагрівача

$$H_0 = \frac{N_{\text{л}}}{2qg} \left( \frac{C_2 m_2}{\nabla N_{\text{н}}} - \frac{1}{V_c} - \frac{Qg}{N_{\text{л}}} \right). \quad (4)$$

Рішення рівняння (4) показало, що оптимальна глибина застосування запропонованої технології ізоляції поглинаючих горизонтів складає 350...400 м.

Економічний ефект від упровадження розробленого способу тампонування поглинаючих горизонтів із застосуванням термопластичних матеріалів складає 459 тис. гривень у рік при обсязі проведення тампонажних робіт у 100 свердловинах.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Судаков А.К. Методика проектирования ликвидации поглощений очистного агента зон буровых скважин // Научный вестник НГА Украины. – 1999. - №3. - С. 44-46.

УДК 551.243:553.981:622.279

В.А. Привалов,  
Донецкий национальный технический университет,  
Е.А. Панова,  
УкрНИМИ, г. Донецк

## ВЛИЯНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАНА В УГЛЕНОСНОЙ ТОЛЩЕ ДОНБАССА

*На розподіл вуглеводневих збагачених на метан газів у вугленосних відкладах Донбасу суттєво впливають тектонічні умови під час інверсійних епізодів і фаз складчастості. У статті розглядається геологічна аргументація щодо з'ясування природи факторів міграційних процесів і типів пасток на прикладі Донецько-Макіївського та Чистяково-Сніжняньського районів.*