

**Дригола М.А., аспірант спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології
Науковий керівник: Судаков А.К. д.т.н., професор кафедри нафтогазової інженерії
та буріння**

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТЕРМІЧНОЇ КАЛЬМОТАЦІЇ ПРОНИКНИХ ПОРІД

Усі способи зміни властивостей порід можна поділити на дві групи. До першої групи належать способи, які забезпечують докорінну зміну властивостей гірських порід на тривалий термін [1]. По А.К. Судакову це технології, засновані на процесах у яких утворюється тампонажний камінь чи гель – гідратації, полімеризації чи фазового переходу [2]. Друга група об'єднує методи, з яких властивості порід змінюють на короткий час, переважно період виробництва робіт - заморожування і осушення.

Усі технології термічного закріплення, термічної ізоляції свердловин можна умовно розділити на позитивно-температурні і негативно-температурні. Позитивно-температурні технології термічного закріплення полягає у фазовому переході тампонажного матеріалу та навколишнього середовища. Негативно-температурні технології засновані на фазовому переході пластового флюїду.

У практиці буріння на сьогоднішній день з позитивно-температурних знайшли застосування технології створення протифільтраційних завіс заснованих на використанні тампонажних матеріалів таких, як бітум, сірка та полімери, а також довгострокової зміни навколишнього середовища (порід) методом плавлення (пенетраторами) та спікання (пальниками).

Позитивно-температурні технології

Бітумізація. Вона полягає в нагнітанні в піщані і тріщинуваті скельні породи розплавленого бітуму (гаряча бітумізація) або бітумної емульсії (холодна бітумізація) [1]. Використовуються для створення протифільтраційних завіс в обводнених свердловинах із стійкими стінками. Однак, через складну технологію тампонування, слабку проникну здатність, явища релаксації, бітум як тампонажний матеріал у геологорозвідувальному бурінні не знайшов широкого застосування.

Тампонажний матеріал на основі сірки. У НТУ «ДП» розроблено технологію ізоляції поглинаючих горизонтів із застосуванням у якості тампонажного термопластичного матеріалу (ТПМ) сірки та сумішей на її основі.

Сірка є композиційним матеріалом. Завдяки своїм унікальним властивостям отримала застосування в будівництві як в'язучий і просочуючий матеріал. До головних переваг матеріалу можна віднести наступне: в'язкість розплаву при температурі 130-160 °С порівняна з в'язкість води; щільність 1800 кг/м³. Сірка хімічно інертна; вартість сірки можна порівняти з вартістю цементу; міцність тампонажного каменю, отриманого при охолодженні сірки, можна порівняти з міцністю цементного каменю, причому в ранній стадії твердіння міцність сірки на порядок вище міцності на одновісне стиснення цементного каменю.

Згідно з технологією тампонування поглинаючих горизонтів, гранульована сірка, що доставляється на вибій, переводиться в рідку фазу вибійним електронагрівачем і задавлюється в поглинаючий горизонт [2].

Технологія може бути застосована для ізоляції поглинаючих горизонтів при бурінні розвідувальних, експлуатаційних та технологічних свердловин діаметром понад 76 мм у тріщинуватих породах з розкриттям тріщин не менше 0,2 мм. Максимальна глибина застосування запропонованої технології залежить від величини геотермічного градієнта в свердловині і дорівнює глибині, при якій температура гірських порід

поглинаючого горизонту стане рівною температурі плавлення термопластичного матеріалу, а це 3000 – 4000 метрів.

Тампонажний матеріал на основі побутових відходів. З побутових відходів, на сьогоднішній день, знайшли застосування поліетилен та вторинний поліетилентерефталат. Ці речовини, як тампонажні матеріали, в порівнянні з традиційними, мають ряд істотних переваг [3]. Але через недосконалі технології їх застосування при ліквідації поглинання промивних рідин не знайшли широкого застосування.

Плавання вміщуючих порід. Технологія полягає в плавленні з подальшим затвердінням розплаву на стінках свердловини, при цьому створюється міцна водонепроникна оболонка, здатна замінити обсадну колону в нестійких породах, а також забезпечити збереження керна [1,3]. Це можна здійснити за рахунок застосування пенетратора ущільнюючого типу, який призначений для буріння плавленням пористих гірських порід та пухких відкладень (грунтів). Теплове буріння плавленням снігово-фірнових та льодових товщ набуло широкого застосування у Антарктиді, Гренландії, високоширотних та високогірних льодовиках.

Спікання гірських порід. Цей спосіб застосовують для зміни властивостей лесових порід, які є фундаментом наземних споруд [1,3]. Для усунення просідання лісових порід в них через свердловини подають спеціальну суміш і спалюють її в товщі порід. Одночасно в ґрунт нагнітають під надлишковим тиском повітря. Газоподібні продукти, що утворюються при спалюванні, нагрівають породу до 700 – 900°C, і через 5 – 6 діб безперервної дії установки навколо кожної свердловини утворюється однорідний масив цеглиноподібного вигляду і кольору, діаметром 1,5...3 м – термопаля .

Негативно-температурні технології

Заморожування флюїду. Цей спосіб застосовують для надання породам тимчасової водонепроникності та міцності. Перевагою заморожування є те, що воно застосовується для будь-яких порід, недоліками - тимчасовий характер закріплення, у деяких випадках тривалість процесу (до декількох місяців) та необхідність застосовувати громіздке обладнання. Заморожування зводиться до наступного. Через спеціально пробурені свердловини доставляють холодоносії [4]. В результаті навколо свердловин, що заморожують, поступово створюються льодопородні циліндри. При злитті сусідніх циліндрів створюється міцна водонепроникна стінка, під захистом якої ведуть потім будівельні роботи зі спорудження підземного об'єкта. Як холодоносії зазвичай застосовують розчин хлористого кальцію з температурою -21 ... -55° С, тверду двоокис вуглецю з температурою - 78,5°C, рідкий азот з температурою -196 °C та ін.

Список використаних джерел:

1. Бражененко А.М., Гошовський С.В., Кожевников А.О., Мартиненко І.І., Судаков А.К. Тампонаж гірських порід під час буріння геологорозвідувальних свердловин легкоплавкими матеріалами: монографія - К. УкрДГРІ , 2007.
2. Судаков А.К. Технологія ізоляції зон поглинання свердловин із застосуванням термопластичних матеріалів: дис. канд. техн. наук: 05.15.10. Д., 2000. 204 с.
3. Судаков А.К., Дзюбик А.Р., Кузін Ю.Л., Назар І.Б., Судакова Д.А. Ізоляція поглинаючих горизонтів бурових свердловин термопластичними матеріалами: монографія. – Дрогобич.: «Просвіт», 2019. 182с.
4. Sudakov, A.K., Dreus, A.Yu., Khomenko O.Ye., Sudakova D.A. (2017). Analytical study of heat transfer in absorptive horizons of borehole at forming cryogenic protecting of the plugging material. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3(159), 32-46.