

РЕЗУЛЬТАТИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ СУЦІЛЬНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРІОГЕННО–ГРАВІЙНИХ ФІЛЬТРІВ БУРОВИХ СВЕРДЛОВИН

А.О. Кожевников, А.К. Судаков, О.А. Лексиков, О.М. Бондар, Д.А. Судакова, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», Україна

Наведено результати лабораторних досліджень визначення температурних полів суцільних циліндричних елементів кріогенно–гравійних фільтрів.

Актуальність та стан проблеми.

При обладнанні водоприймальної частини свердловин, водоносні горизонти яких представлені середньозернистими, дрібнозернистими та пилуватими пісками, необхідно використовувати гравійні фільтри для того щоб свердловина не запісковувалась і не знижався її дебіт. При цьому використовуються різні типи гравійних фільтрів [1,2].

На кафедрі техніки розвідки родовищ корисних копалин Національного гірничого університету (ТРРКК НГУ) впродовж ряду років проводяться роботи по розробці технології виготовлення кріогенно–гравійних фільтрів (КГФ) та технології обладнання водоприймальної частини гідрогеологічних свердловинтакими фільтрами [3,4].

В основу роботи покладено ідею створення технології виготовлення елемента гравійного фільтра блокової конструкції із з'єднанням гравійного матеріалу в моноліт за допомогою мінералов'язучої речовини на водній основі по кріогенній(низькотемпературній) технології з послідовним переходом гравійного матеріалу у пухкий стан за рахунок набуття мінералов'язучою речовиною реологічних властивостей води, яке відбувається під впливом плюсових температур пластових вод після доставки КГФ у водоприймальну частину свердловини.

Деякий час тому авторами була зроблена спроба визначення температурних полів в КГЕ фільтру, результати яких наведено в [5]. Отримані результати хоч і говорили про загальну тенденцію розвитку вивчаємого явища, але через різні обставини викликали велику кількість нарікань у авторів і тому роботи були припинені.

Тому у 2012 році роботи по визначенню впливу температури і довкілля на стан і температуру КГЕ фільтру при його заморожуванні та розтепленні були продовжені на більш сучасному обладнанні. Роботу ще не закінчено, але отримані результати планується друкувати по мірі їх отримання та відповідної обробки.

Метою статті є визначення температурних полів у кріогенно–гравійному елементі (КГЕ), який входить до складу кріогенно–гравійних секцій фільтру при заморожуванні і розтепленні в воздушному середовищі.

Виклад основного матеріалу.

Визначення температурних полів при заморожуванні і розтепленні КГЕ проводилося за допомогою термопар типу К, встановлених в КГЕ при його виготовленні (рис. 1), а також вимірювально-обчислювального комплексу, який включає модулі WAD-AIK-BUS(USB) виробництва компанії «Акон» та головний обчислювач мережі. Модулі WAD-AIK-BUS(USB)призначені для вимірювання електричних величин, обробки інформації та передачі її в головний обчислювач мережі по лініях послідовного двухпроводного інтерфейсу RS-485, або USB.

Зразки КГЕ фільтра виготовлялися в вигляді суцільного циліндра із зовнішнім діаметром 196 мм і висотою 200 мм. Для виготовлення КГЕ використовувалися добре обкатаний гравій фракції 0,5 - 0,75 мм і мінеролов'язуча речовина - водний розчин на основі органічного полімеру. В якості органічного полімеру застосовується харчової желатин марки П-11.

Даний вид дослідження виконано для; визначення часу заморожування КГЕ фільтру; визначення терміну розтеплення; отримання теплофізичних характеристик кріогенно-гравійного композита.

Дослідження проводиться два етапи.

Етап 1. Виготовлення КГЕ фільтра блокової конструкції (заморозка КГЕ). Виготовлення водного розчину органічного полімеру здійснюється по ДОСТу, з наступним перемішуванням з гравієм. Кінцева температура композиту складала $+25^{\circ}\text{C}$.

Після змішування компонентів композиту, встановлення термопар і формування КГЕ фільтра блок поміщався в морозильну камеру з температурою $-15^{\circ}\text{C} \dots -21^{\circ}\text{C}$ і витримується до тих пір, доки температура в камері і в середині КГЕ не зрівнювалася.

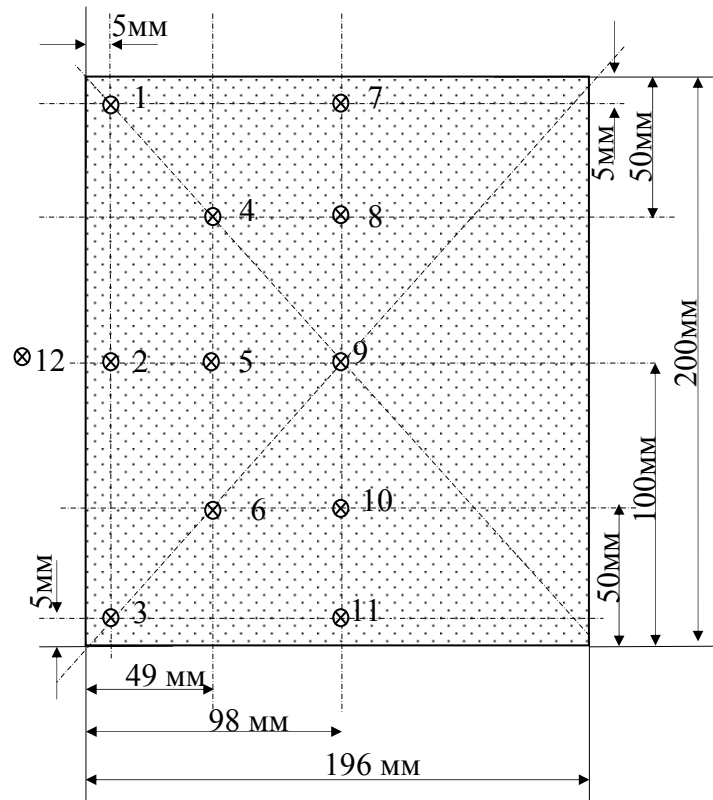


Рисунок 1 – Схема установки термопар в суцільному циліндричному зразку КГЕ фільтра

Етап 2. Розтеплення КГЕ фільтра. Після процесу заморозки експериментальний зразок КГЕ фільтра блокової конструкції витягали з морозильної камери. Початкова його температура дорівнювала температурі навколишнього середовища в морозильній камері. Зразок витримували в повітряному середовищі при температурі від $+17 \dots +24^{\circ}\text{C}$. Експеримент проводиться до тих пір, поки температура доквілля не зрівняється з температурою КГЕ фільтра.

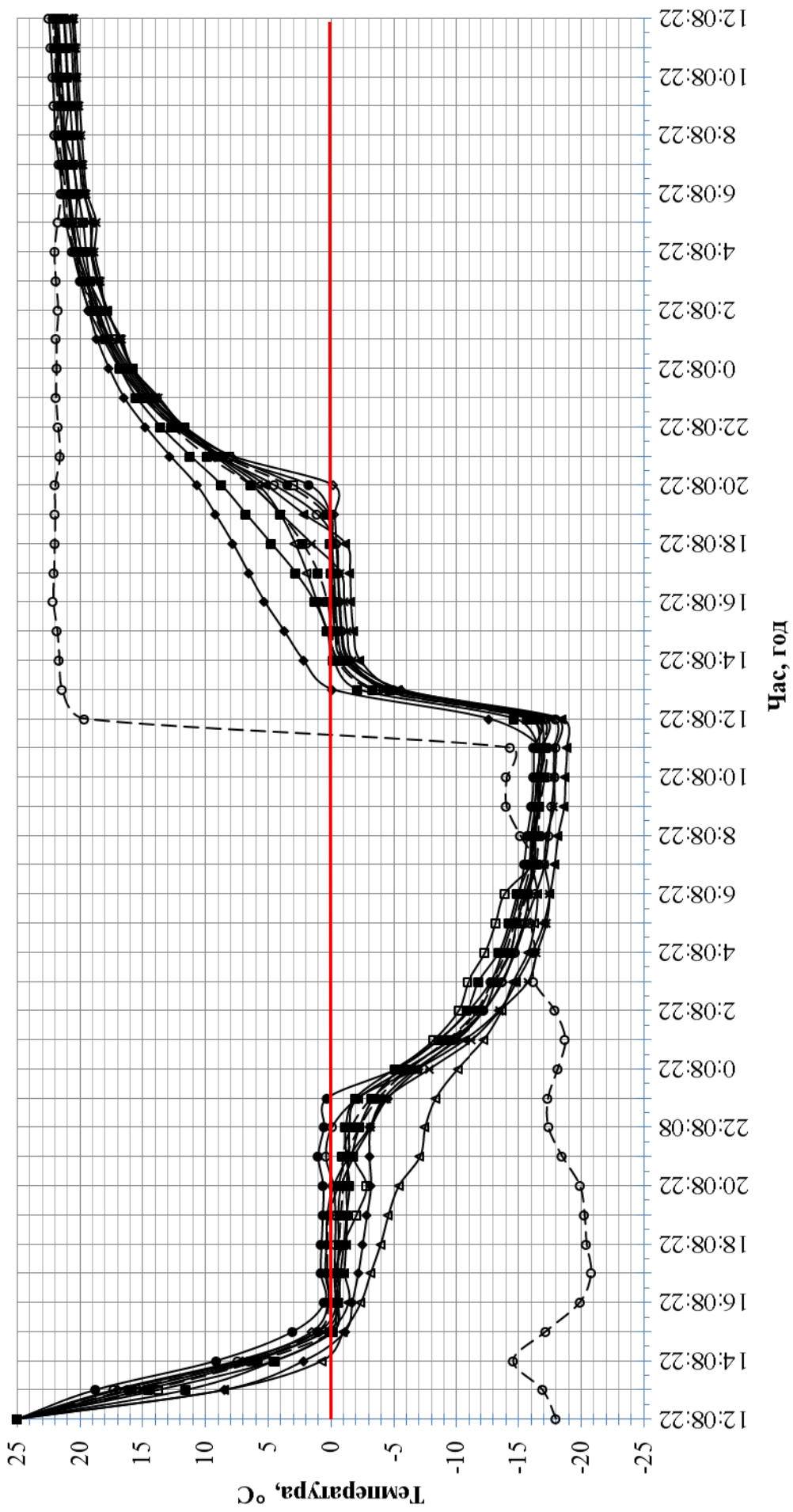
Як у першому, так і в другому випадку:

- вимірювально-обчислювальним комплексом здійснювався постійний, безперервний запис зміни температури в КГЕ фільтра не залежно від середовищ;
- термопара № 12 реєструє температуру навколишнього середовища.

На рис. 2 та рис. 3 представлено дослідження зміни температури в кріогенно-гравійному елементі фільтра з 5% та відповідно 10% масовою концентрацією в'язучого при його заморожуванні і розтепленні в повітряному середовищі.

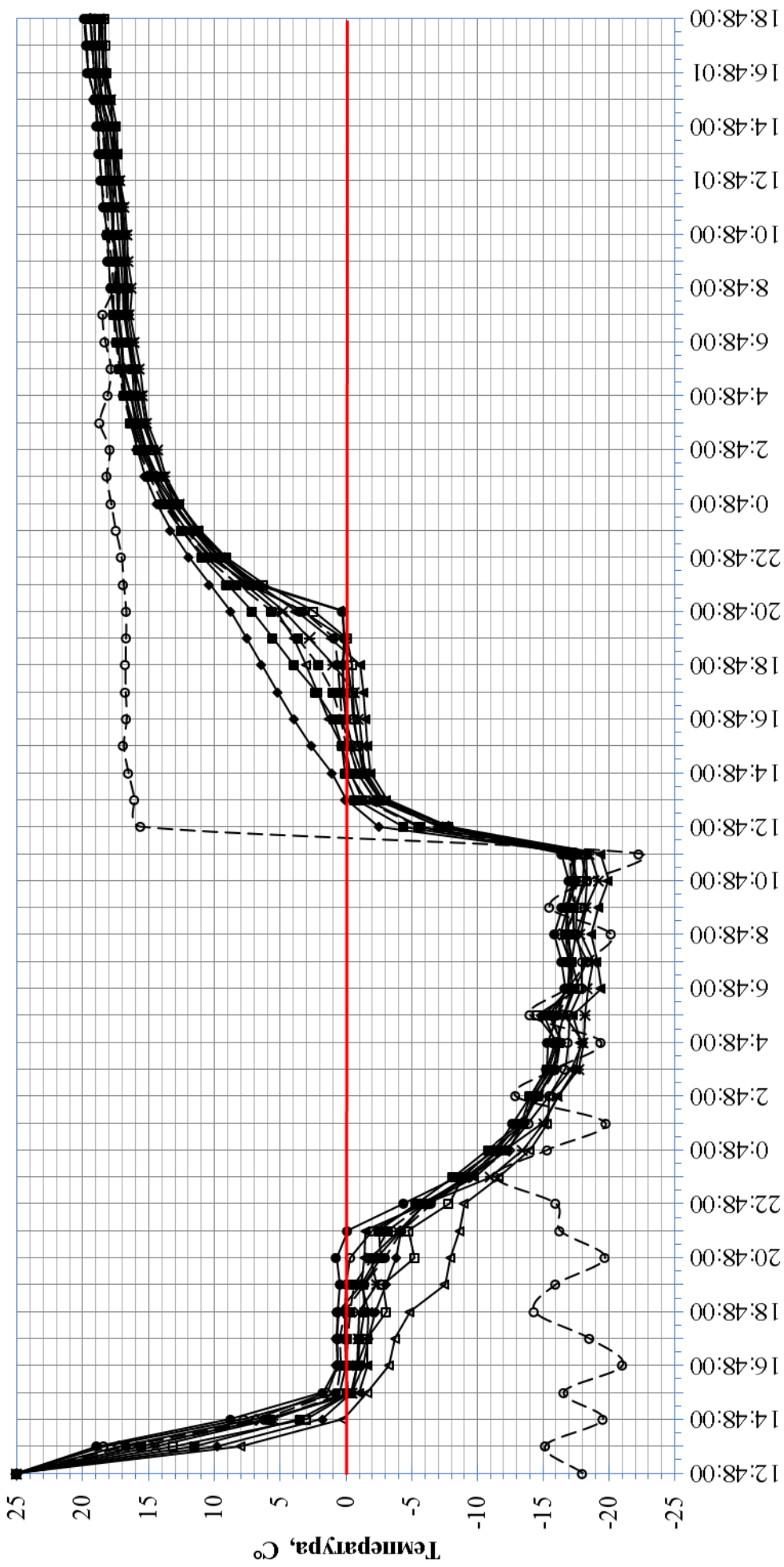
Результати I етапу - заморожування КГЕ, як у першому так і у другому випадку тривало впродовж 23...24 годин. Виходячи з отриманих графічних залежностей, процес заморожування можна умовно розбити на 3 стадії:

- стадія 1. Інтенсивне охолодження – інтенсивне зниження температури від $+25^{\circ}\text{C}$ до 0°C впродовж 2-х годин;



—●— Термометр №1 —■— Термометр №2 —▲— Термометр №3 —*— Термометр №4 —○— Термометр №5 —◆— Термометр №6
 —■— Термометр №7 —▲— Термометр №8 —●— Термометр №9 —○— Термометр №10 —□— Термометр №11 —◇— Термометр №12

Рисунок 2 - Зміна температури в суцільному криогенно-гравійному елементі фільтру з 5% масовою концентрацією в'язучого при його заморожуванні і розтапюванні у повітряному середовищі



Час, год

- Термометр №1 —■— Термометр №2 —▲— Термометр №3 —*— Термометр №4 —○— Термометр №5 —●— Термометр №6
- Термометр №7 —▲— Термометр №8 —●— Термометр №9 —◇— Термометр №10 —■— Термометр №11 —○— Термометр №12

Рисунок 3 - Зміна температури в суцільному криогенно-гравіметричному елементі фільтру з 10% масовою концентрацією в'язучого при його заморожуванні і розтапюванні у повітряному середовищі

- стадія 2. Кристалізація КГЕ - протікає практично впродовж від 6 до 9 годин. В цей час температура криогенно-гравійного елемента практично не змінюється, за винятком периферійних областей, при цьому найбільш інтенсивно температура постійно знижується на контакті з теплообмінником (термопара №3,7,11);

- стадія 3. Глибоке охолодження. На цьому етапі впродовж 10-12-ти годин відбувається чимдалі охолодження КГЕ з виположуванні кривих яка досягає температури робочої камери. Але в початковий період цієї стадії охолодження відбувається інтенсивніше і через 3-4 години майже досягає температури морозильної камери. При цьому температура морозильної камери підвищується.

Температура робочої камери змінювалася впродовж заморожування від -14,5 до -21 °С (див. термопара №12). Температура в морозильній камері мала як мінімум, так і максимум, що обумовлено специфікою роботи морозильного устаткування.

Результати II етапу - розтеплення КГЕ фільтра у повітряному середовищі. Після вилучення КГЕ з морозильної камери з термопарою контролю температури довкілля №12 зразки встановлювалися на дерев'яну поверхню лабораторного столика. Як видно з діаграм температура довкілля складала у першому випадку +22°С, у другому +17°С, а запис зміни температури тривав впродовж 24...30 годин. Як і у випадку із заморожуванням КГЕ процес розтеплення теж можливо розділити на 3 стадії:

- стадія 1. Інтенсивний нагрів - протікав впродовж декількох годин, при цьому температура змінюється як у першому так і у другому випадку від -17°С практично до 0 °С, виключенням є лише периферійні термопари, що контактують з потоками теплого повітря, наприклад термопара №1,2,4.

- стадія 2. Розкристалізація КГЕ - характерною рисою цього етапу є те, що впродовж досить тривалого проміжку часу температура криогенно-гравійного елемента не змінюється в часі. При цьому температура складає приблизно 0°С.

- стадія 3. Остаточне нагрівання - етап тривалий. У початковий період часу відбувається інтенсивне підвищення температури впродовж 3-4-х годин з подальшим виположуванням і досягненням температури довкілля.

Таким чином, в результаті загального аналізу рис. 2 та рис. 3 можливо зробити наступні висновки:

1 - процес заморожування протікає впродовж 20-22 годин. Подальша термічна обробка не приведе до зниження температури та призведе до перевитрат енергоносіїв. Тому подальша термічна обробка КГЕ фільтра недоцільна;

2 - із збільшенням концентрації мінералов'язучої речовини спостерігається зниження часу кристалізації та розкристалізації. Це зниження складає до 20-25% від часу стадії;

3 - з технологічної точки зору, дуже важливою стадією є перша стадія розтеплення - інтенсивний нагрів. Під час цієї стадії на денній поверхні, в повітряному середовищі проводиться зборка гравійного фільтру блокової конструкції. Як показує практика, час цієї стадії не перевищує півгодини. З рис. 2 і рис. 3 видно, що стадія інтенсивного нагріву протікає 2-3 години. А отже цього часу цілком вистачатиме для зборки криогенно-гравійного фільтру блокової конструкції.

Список літератури

1. Башкатов Д.Н. и др. Справочник по бурению скважин на воду. М., Недрa, 1979 г., 559 с.
2. Гаврилко В.М., Алексеев В.С. Фильтры буровых скважин. М., Недрa, 1976 г.
3. Кожевников А.А., Судаков А.К., Гриняк А.А. Гравийные фильтры с использованием эффекта двухфазного инверсного перехода агрегатного состояния вязущего вещества. Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сборник научных трудов.- Вып.11. – Киев: ИСМ им. Бакуля НАН Украины 2008.С.84-88.
4. Кожевников А.А., Судаков А.К. К вопросу об оборудовании водоприемной части буровых скважин криогенно-гравийными фильтрами. Науковий вісник НГУ, № 7 2009, С13-16.
5. Кожевников А.О., Судаков А.К., Камишацький О.Ф., Лексиков О.А. Результати визначення температурних полів циліндричних елементів криогенно- гравійних фільтрів при їх заморожуванні. Матеріали міжнародної конференції “Форум гірників – 2010”. – Д.: НГУ, 2010.С.122-125.