

УДК 622. 233:551.49

№ держреєстрації 0107U000369

Інв. №

**Міністерство освіти і науки України
Національний гірничий університет
(НГУ)**

49005, м. Дніпропетровськ, пр. К.Маркса, 19;
тел./факс (0562) 473209; телекс 143457 “AGAT SU”;
e-mail: HomenkoO@nmu.org.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи,
д-р техн. наук, проф.

_____ О.С.Бешта
“ _____ ” _____ 2009 р.

**ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЇ,
ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ І ОБЛАДНАННЯ БУРОВИХ
СВЕРДЛОВИН КРІОГЕННО-ГРАВІЙНИМИ ФІЛЬТРАМИ
(заключний)
ГП-395**

Начальник НДЧ,
канд. техн. наук, доц.

О.Є. Хоменко

Науковий керівник,
д-р техн. наук, проф.

А.О. Кожевников

2009

Рукопис завершено «15» грудня 2009 р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою радою НГУ,
Протокол № 9 від 15.12.2009 р.

СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник НДР,
д-р техн. наук

А.Кожевников
(розд. 1,2,3, вступ, висновок,
додаток А,Б,В,Г,Д)

Відповідальний виконавець,
старший науковий співробітник,
канд. техн. наук

А.Судаков
(розд. 1,2,3, реферат, висновок,
додаток А,Б,В,Г,Д)

Старший науковий співробітник,
канд. техн. наук

О.Пащенко
(розд. 2,3, додаток А,Б,В)

Старший науковий співробітник,
канд. техн. наук

П.Вирвінський
(розд. 2,3)

Науковий співробітник

О.Камишацький
(розд. 1,2,3, додаток А,В,Г,Д)

Науковий співробітник

О.Лексиков
(розд. 2,3, додаток А,В,Г,Д)

Провідний фахівець

Л.Кожевникова
(розд. 1,2,3,додаток А,)

Лаборант

М.Колесников
(розд. 2,3)

Нормоконтролер

Л.Савостенко

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 146 с., 54 рис., 7 табл., 50 бібл.

Об'єкт дослідження – конструкція кріогенно-гравійного фільтра, технологія його виготовлення і технологія обладнання водоприймальних частин гідрогеологічних свердловин.

Ціль роботи – наукове обґрунтування параметрів конструкції кріогенно-гравійного фільтра, технології його виготовлення і технології обладнання водоприймальних частин гідрогеологічних свердловин у водоносних горизонтах, представлених середньозернистими, дрібнозернистими, тонкозернистими і пилюватими пісками.

Способи досліджень – огляд літератури, лабораторні, стендові дослідження.

Встановлено фактори, що характеризують складні гідрогеологічні умови створення систем водопостачання.

Обґрунтовано галузь застосування розроблюваної технології, параметри кріогенно-гравійних елементів кріогенно-гравійного фільтра.

Розроблено програму та методику досліджень реологічних властивостей кріогенно-гравійних елементів фільтру під впливом фізичних полів.

Експериментально встановлено: залежності зміни фізичних властивостей мінералов'язучої речовини й льодово-гравійного композита під впливом фізичних полів; залежності зміни фізико-механічних властивостей льодово-гравійного композита під впливом температурного фактору та середовища; залежність зміни реологічних властивостей КГЕ; вплив фізичних полів на технологічні параметри обладнання бурових свердловин.

Обґрунтовано необхідність селективної компоновки кріогенно-гравійного фільтра.

Розроблено технологію виготовлення КГЕ та обладнання КГФ водоприймальної частини бурових свердловин довгострокового використання.

ГІДРОГЕОЛОГІЧНА СВЕРДЛОВИНА, КРІОГЕННА ТЕХНОЛОГІЯ, КРІОГЕННО-ГРАВІЙНИЙ ФІЛЬТР, МІНЕРАЛОВ'ЯЖУЧА РЕЧОВИНА.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ГРАВІЙНИХ ФІЛЬТРІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ	8
1.1 Фактори, що характеризують складні умови створення гідрогеологічних свердловин.....	8
1.1.1 Гідрогеологічні умови.....	8
1.1.2 Технічні умови.....	11
1.2 Конструкції гравійних фільтрів і технології їх виготовлення.....	13
1.2.1 Гравійні фільтри, що створюються в свердловині.....	13
1.2.2 Гравійні фільтри, що виготовляються на денній поверхні.....	28
1.2.3 Комбіновані технології створення гравійних фільтрів.....	37
1.3 Цілі і завдання досліджень.....	41
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБЛАДНАННЯ КРІОГЕННО-ГРАВІЙНИМИ ФІЛЬТРАМИ БУРОВИХ СВЕРДЛОВИН	44
2.1 Гідрогеологічні передумови обладнання бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами.....	44
2.2 Галузь застосування та технологія обладнання кріогенно-гравійними фільтрами бурових свердловин.....	44
2.3 Обґрунтування параметрів конструкції та мінералов'язучої речовини кріогенно-гравійного фільтра, виготовленого за кріогенною технологією..	48
2.4 Виготовлення кріогенно-гравійного фільтра на основі циліндрично-порожніх елементів за низькотемпературною технологією...	56
2.5 Збірка робочої частини кріогенно-гравійного фільтра.....	64
2.6 Обґрунтування і вибір технологічної схеми доставки кріогенно-гравійного фільтра до продуктивного горизонту.....	66
2.7 Посадка кріогенно-гравійного фільтра в розкритий водоносний горизонт з проектним діаметром водоприймальної частини.....	68

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБЛАДНАННЯ КРІОГЕННО-ГРАВІЙНИМИ ФІЛЬТРАМИ БУРОВИХ СВЕРДЛОВИН.....	69
3.1 Результати лабораторних досліджень впливу фізичних полів на властивості льодово-гравійного композиту.....	69
3.2 Результати дослідження фізико-механичних властивостей льодово-гравійного композиту.....	72
3.3 Результати дослідження реологічних властивостей циліндрично-порожнього кріогенно-гравійного елемента фільтру	77
3.4 Результати стендових досліджень технології доставки експериментального зразка кріогенно-гравійного фільтра на вибір свердловини.....	88
Висновки.....	97
Перелік посилань.....	101
Додатки.....	106
Додаток А Звіт про патентні дослідження.....	107
Додаток Б Методика лабораторних досліджень впливу фізичних полів на властивості льодово-гравійного композита.....	121
Додаток В Методика лабораторних досліджень фізико-механічних властивостей льодово-гравійного композиту.....	125
Додаток Г Методика лабораторних досліджень реологічних властивостей циліндрично-порожнього кріогенно-гравійного елемента фільтру.....	131
Додаток Д Методика стендових досліджень технології доставки експериментального зразка кріогенно-гравійного фільтра до водоприймальної частини гідрогеологічної свердловини.....	137
Додаток Е Витяг з протоколу засідання кафедри ТРРКК.....	142
Додаток Ж Витяг з протоколу засідання ради з напрямку «Механіка, машинобудування»	144
Додаток І Рецензія на заключний звіт по темі ГП-395.....	146

ВСТУП

Науково-дослідна робота «Наукове обґрунтування параметрів конструкції, технологій виготовлення і обладнання бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами» виконується з січня 2007 року.

В результаті робіт першого етапу «Визначення впливу фізичних полів на формування мінералов'язучої речовини, льодово-гравійного композита та дослідження тимчасової зміни їх властивостей»[1] 2007 році:

1. Проведено огляд існуючих конструкцій гравійних фільтрів та технологій обладнання ними гідрогеологічних свердловин. Огляд показав, що у багатьох країнах світу використовуються однотипні конструкції гравійних фільтрів, які мають багато суттєвих недоліків.

2. Доказано, що запропонована кріогенно-гравійна конструкція гравійного фільтру має світову новизну і велику перспективу впровадження в практику буріння гідрогеологічних свердловин.

3. Обґрунтовано рецептуру мінералов'язучої речовини. В якості мінералов'язучої речовини, залежно від глибини залягання водоносного горизонту, може бути використано 5%...15% водний розчин желатину.

4. Проведено лабораторні дослідження мінералов'язучих речовин, в результаті яких визначено показники їх теплофізичних властивостей.

5. Обґрунтовано склад льодово-гравійного композиту, виготовленого за кріогенною технологією.

6. Встановлено залежність зміни міцностних властивостей від часу заморожування та середовища, в якому знаходяться блоки льодово-гравійного композиту, а також від температури навколишнього середовища.

У 2008 році виконано роботи другого етапу «Дослідження параметрів конструкції кріогенно-гравійного фільтру та технології його виготовлення»[2], в результаті яких:

1. Встановлено фактори, що характеризують складні гідрогеологічні умови створення систем водопостачання.

2. Обґрунтовано область застосування розроблюваної технології.

3. Обґрунтовано параметри та склад кріогенно-гравійних елементів (КГЕ) кріогенно-гравійного фільтра (КГФ).

4. Експериментально встановлено характер розтеплені зразків КГФ із зміною механічних властивостей у часі та максимальна довжина кріогенно-гравійної секції (КГС) фільтру.

5. Розроблено технологію виготовлення КГЕ та обладнання КГФ водоприймальної частини бурових свердловин довгострокового використання.

У 2009 році виконано роботи третього етапу «Стендові дослідження кріогенно-гравійного фільтра і технології його доставки до водоприймальної частини гідрогеологічної свердловини. Розробка рекомендацій з проектування конструкцій, технології виготовлення і технології доставки при обладнанні гідрогеологічних свердловин кріогенно-гравійними фільтрами», в результаті яких:

1. Проведено стендові дослідження технологій доставки КГФ по стовбуру свердловини до водоприймальної частини бурової свердловини.

2. Встановлено закономірності впливу полів на технологічні параметри транспортування КГФ до водоприймальної частини бурової свердловини.

3. З урахуванням результатів стендових досліджень удосконалено конструкцію та технологію виготовлення, транспортування, обладнання бурових свердловин КГФ.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ГРАВІЙНИХ ФІЛЬТРІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

1.1 Фактори, що характеризують складні умови створення гідрогеологічних свердловин

1.1.1 Гідрогеологічні умови

Породи, в яких встановлюються фільтри, в основному представлені пухко-уламковими матеріалами різного механічного складу - від тонкозернистих до грубозернистих, гравелистих і галечникових відкладень включно. Водоносні горизонти, широко поширені в природі, за своїм віком відносяться або до сучасних утворень або ж до більш давніших, корінних, відкладень. Проте вік породи не визначає необхідної глибини свердловини. Дуже часто глибина буріння свердловин визначається не віковим співвідношенням, а геологічними структурами і топографічними умовами, хоча в загальному випадку свердловини, що забирають води з корінних відкладень, мають зазвичай більшу глибину.

Глибина обумовлює методи буріння свердловин і їх діаметри, від яких у свою чергу залежить і вибір раціональних конструкцій фільтрів.

При спорудженні свердловин залежно від вимог, що пред'являються до них, можна вважати економічно доцільним установку фільтрів у водоносних горизонтах потужністю від 2 м і вище.

У разі розтину свердловиною декількох водоносних горизонтів прагнуть до установки фільтрів в таких породах, які зверху більш захищені від бактеріального забруднення.

За відсутності водонепроникної кривлі фільтр встановлюють в нижній частині розрізу для того, щоб подовжити шлях фільтрації. Цей захід покращує санітарні умови роботи свердловини.

При обладнанні свердловин фільтрами, окрім санітарних вимог, необхідно враховувати і інші чинники, здатні впливати на їх продуктивність.

При установці фільтру в безнапірному водоносному горизонті для отримання стійкого дебіту при постійно працюючій фільтраційній і такій, що не оголюється, поверхні необхідно заглиблювати його під статичний рівень на таку глибину, при якій він не може оголитися у зв'язку з депресією, що походить від відбору води і зміни рівня під впливом метеорологічних і інших чинників.

При розкритті потужних водоносних горизонтів, положення фільтру в нижній частині розрізу зазвичай гарантує надійнішу роботу джерела водопостачання. Зона порід, що залягає вище за фільтр, служить як би регулювальною ємкістю, що забезпечує роботу свердловини при різному поляганні рівня у водоносному горизонті.

Положення фільтру в нижній частині розрізу забезпечує захоплення води, принесеної потоком, а в деяких випадках дозволяє забирати воду за рахунок використання статичних запасів. Такий водовідбір може відбуватися при тимчасовому або сезонному характері роботи свердловин.

На вибір раціональної конструкції фільтрів вельми істотно впливає літологічний склад порід, що оточують фільтр. Зазвичай дрібнозернисті піски мають слабкішу водовіддачу, ніж грубозернисті.

У дрібнозернистих пісках є необхідною або установка поверхонь, що фільтрують, з частими прохідними отворами з великою площею фільтрації або застосування мілкогравійних і піщаних обсипань.

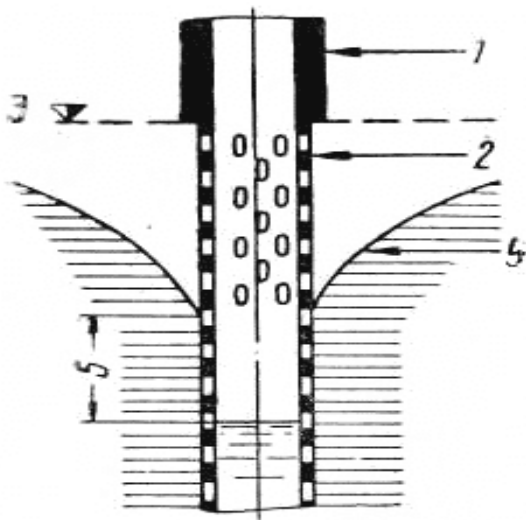
Дрібнозернисті піски можуть утворювати у фільтрах і стовбурах свердловин занесення, пробки, а також викликати піскування. Тому стараються запобігати установці фільтрів в дрібнозернистих пісках. Необхідно там, де це можливо, застосовувати гравійні обсипання або шукати в розрізі ділянки, представлені крупнішими різностями пісків.

У породах четвертичного періоду дуже часто спостерігається зональне залягання пісків: дрібнозернистих у верхній частині розрізу і грубозернистих –

в нижній; також на ділянках контактних зон частка піщано-гравійних відкладень збільшується.

У подібних випадках прагнуть до установки фільтрів в нижній частині розрізу, на ділянці грубозернистих різниць порід. Проте вказана закономірність в розташуванні пластів по вертикалі не завжди витримується.

У практиці нерідко зустрічається така будова водоносних горизонтів, коли крупні різниці приурочуються до верхніх шарів, а дрібніші - до нижніх. У цих випадках іноді застосовують метод штучного обвалення породи, за допомогою якого досягається заміщення тих, що залягають внизу дрібних фракцій більшими, такими, що обрушуються зверху, або встановлювати фільтр в нижній частині розрізу під захистом штучного гравійного обсипання.



1 - обсадна труба; 2 - фільтр;
3 - статичний рівень; 4 - динамічний рівень; 5 - розрив рівнів

Рисунок 1.1 - Оголення робочої частини фільтру при утворенні депресивної воронки

Кажучи про положення фільтру у водоносному пласті залежно від його потужності, не можна не зупинитися на питанні вибору його довжини. У цьому питанні різними фахівцями висловлюються різні точки зору. Деякі з них [3] рекомендують встановлювати фільтр в межах всієї потужності водоносного горизонту. Проте такі загальні рекомендації не обґрунтовані. Перш за все, тому, що потужність шару може варіювати в широких межах до декількох десятків метрів, а іноді і сотень метрів. По-друге, умови обладнання і роботи фільтрів в напірних і безнапірних водоносних горизонтах різні.

Відомо, що при водовідборі навколо працюючих свердловин утворюються депресивні воронки, які в умовах безнапірних вод при установці довгих фільтрів можуть викликати оголення робочої частини фільтру (рис. 1.1).

Це явище небажане з двох точок зору: по-перше, марно пропадають праця і матеріали, витрачені на виготовлення верхньої, осушеної частини фільтру; по-друге, повітря, проникаюче по стовбуру свердловин в забій, в зоні сполучення фільтру з породою активно впливає на процес окислення, прискорюючи корозію і ускладнюючи процес видобування води. Тому бажано, щоб фільтри водозабірних свердловин, розрахованих на тривалий термін експлуатації, знаходилися постійно нижче за депресивну поверхню і мали над своїм верхнім краєм достатній стовп води, що гарантує нормальну роботу свердловини.

1.1.2 Технічні умови

При виборі раціональних конструкцій фільтрів враховують технічні умови роботи водозабірних свердловин, призначення споруди, тип і потужність насосного устаткування, а також засоби спорудження самих свердловин.

Призначення спорудження визначає тимчасовий або постійний характер експлуатації водозабірних свердловин.

У ряді галузей народного господарства експлуатацію свердловин можна проводити періодично в найбільш жаркий період року. У цьому разі, свердловини працюватимуть з повним навантаженням в межах обмеженого терміну, іноді не більше 2-4 місяців на рік.

Ці умови потрібно враховувати при проектуванні раціональних конструкцій фільтрів, розрахунках величини водоприймальної поверхні і виборі матеріалів для їх виготовлення.

До розряду технічних умов відноситься також і величина передбачуваного водовідбору. Необхідно відзначити, що при збільшенні водовідбору слід збільшувати і поверхню, що фільтрує, за рахунок діаметру і довжини фільтру або збільшення контуру гравійних обсіпань, а в деяких випадках шляхом комбінації обох конструктивних елементів.

Як показує практика, збільшення водовідбору без забезпечення його необхідною фільтраційною поверхнею може викликати передчасний вихід свердловин з ладу.

Необхідність відповідності водовідбору площі фільтрації буде тим більшою, чим дрібніше піски, що складають водоносний горизонт.

На вибір конструкції фільтру можуть впливати типи і потужність насосного устаткування, які залежать від умов залягання підземних вод. В більшості випадків, при незначному статичному рівні підземних вод експлуатацію свердловин рекомендується проводити відцентровими насосами, що встановлюються на поверхні землі або в неглибоких шахтних колодязях.

Залягання підземних вод можна спостерігати в безнапірних водоносних горизонтах великої потужності і в напірних пластах, коли рівні води встановлюються вище або нижче від поверхні землі. У цих умовах фільтр зазвичай знаходиться в затопленому стані і над його верхнім кінцем є достатня кількість води на всмоктування.

При таких конструкціях свердловин водоприймальні труби насосів знаходитимуться в обсадній колоні, не доходячи до оголовка встановлених фільтрів.

У подібних умовах залежно від механічного складу порід, що оточують фільтр, і хімічного складу підземних вод при виборі конструкцій фільтрів необхідно віддавати перевагу гравійним фільтрам.

У безнапірних і напірних водоносних горизонтах малої потужності або із слабким напірним рівнем водоприймальні частини насоси доводиться встановлювати у фільтрах, а в деяких випадках нижче за їх робочу частину - у відстійниках.

Збільшення діаметрів фільтрів необхідне і при установці ерліфтів, коли їх доводиться спускати у відстійник фільтру, і тим більше при монтажі ерліфтів з паралельним розміщенням водопідіймальних і повітряних колон.

До технічних умов, що визначають вибір раціональних конструкцій фільтрів, відносяться засоби спорудження свердловин і установки фільтрів.

1.2 Конструкції гравійних фільтрів і технології їх виготовлення

У зарубіжній і вітчизняній практиці відома велика кількість способів спорудження гравійних обсіпань навколо фільтрів-каркасів і відповідних їм технічних засобів.

Раціональній спосіб спорудження гравійного фільтру в свердловині вибирається виходячи з необхідності отримання обсіпання високої якості із заданими параметрами за певних умов проведення робіт і мінімуму витрат. Різноманітність природних гірничо-геологічних і гідрогеологічних факторів, конструкцій свердловин, їх призначення, сприяло розробці принципово різних способів спорудження гравійних фільтрів в свердловині, кожний з яких має свої переваги, недоліки і раціональні області застосування.

Згідно з класифікацією [4], наведеною на рис. 1.2, гравійні фільтри можуть споруджуватися або в свердловині після установки каркаса фільтру, або на поверхні перед спуском фільтрової колони в свердловину, або перед спуском фільтрової колони.

1.2.1 Гравійні фільтри, що створюються в свердловині

В даний час гравійні фільтри, створюються в свердловині перед спуском фільтрової колони з її гидровмивом.

Д.Н.Башкатов, В.М.Гаврілко, А.Д.Башкатов і ін. [4-6] виділяють два способи створення гравійних фільтрів на забої:

1. Гравітаційний, при якому гравій осідає навколо фільтру при вільному падінні частинок на забій в міжтрубному просторі під дією сил тяжіння. Цей спосіб отримав найбільше розповсюдження в світі і здійснюється за відсутності і при зворотній циркуляції промивальної рідини.

2. Примусового осадження гравію шляхом закачування його на вибій потоком промивальної рідини. Здійснення цього процесу можливе: з використанням різних свердловинних пристосувань – шляхом здійснення комбінова-

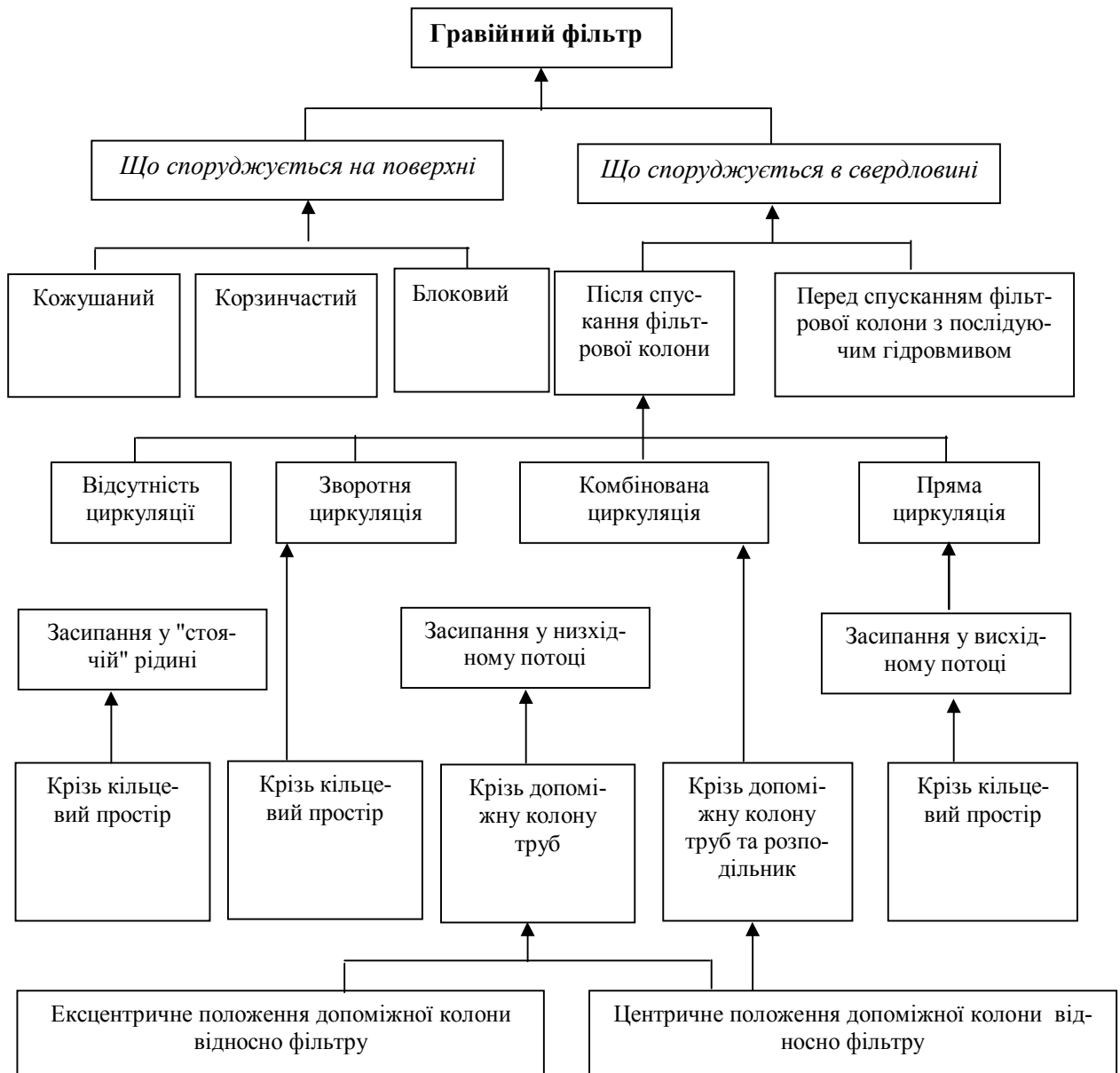
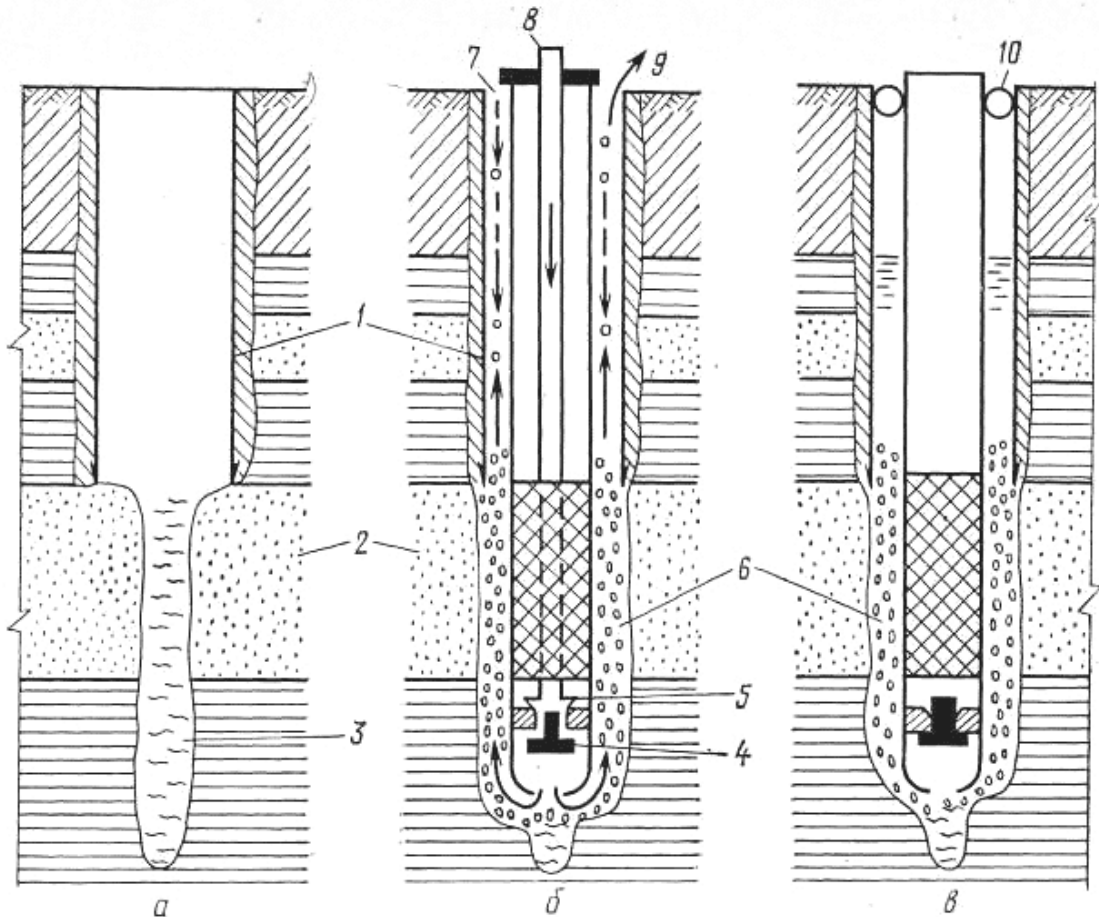


Рисунок 1.2 – Класифікація способів спорудження гравійних фільтрів

ною циркуляцією промивальної рідини; без застосування свердловинних пристроїв – при прямій циркуляції очисного агента.

Закачування гравію у висхідному потоці (рис. 1.3) рідини через кільцевий простір набуло досить широкого поширення в практиці споруди гравійних фільтрів в свердловині до 40-х років минулого сторіччя.

Технологія споруди гравійних фільтрів у висхідному потоці полягає в наступному: свердловина буриться до кривлі водоносного горизонту, потім проводиться її кріплення обсадними трубами до гирла. Після цементування проду



a — буріння пілот-свердловини і кріплення експлуатаційної колони;
б — засипка гравію у висхідний потік; *в* — закінчення свердловини
 1 — експлуатаційна колона; 2 — водоносний пласт; 3 — пілот-свердловина;
 4 — зворотний клапан; 5 — лівий перехідник; 6 — гравійне обсіпання;
 7 — рух гравію; 8 — промивальні труби; 9 — рух води; 10 — сальник.

Рисунок 1.3 - Схема транспортування гравію в прифільтрову зону у висхідному потоці рідини

ктивний горизонт розкривається і розширюється, з подальшим спуском фільтру на експлуатаційній колоні, що виходить на денну поверхню. У черевик фільтру вмонтовується спеціальний перехідник для приєднання насосно-компресорних труб, що служить для подачі рідини в затрубний простір, і зворотний клапан. Перед закачуванням гравію свердловину промивають до освітлення потоку, що виходить на поверхню. Після встановлення в кільцевому просторі руху потоку

із заданими швидкостями в затрубний простір подають гравійний матеріал.

Як відзначає А.Д.Башкатов [7] технологія закачування гравію в свердловину відрізняється простотою проведення робіт. В процесі закачування гравію дрібні некондиційні частинки вимиваються на поверхню, а однорідний гравійний матеріал осідає навколо каркаса фільтру.

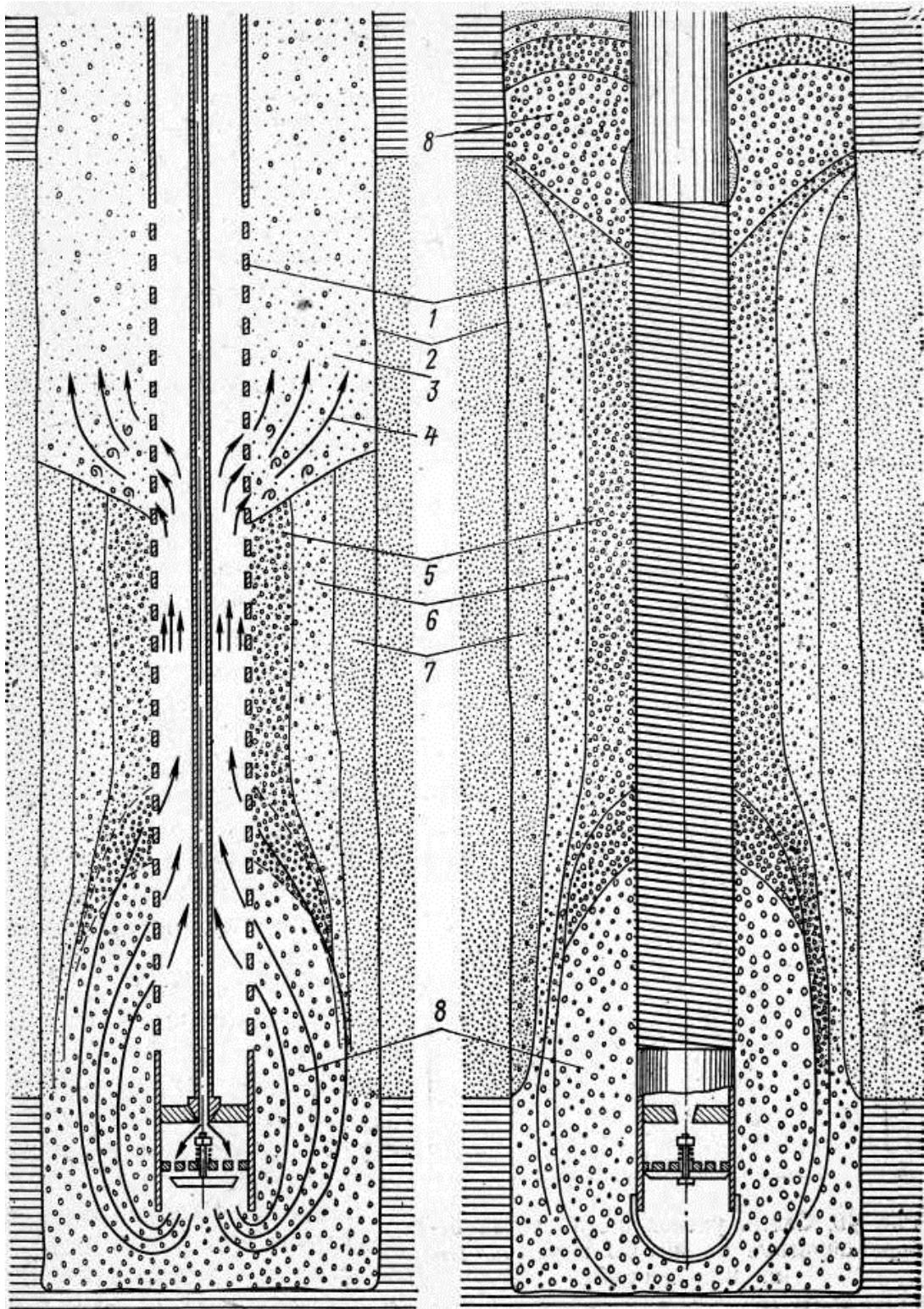
До негативної сторони застосування даної технології можна віднести:

- при порційній подачі гравію в свердловину, збільшується розділення його по фракціях у висхідному потоці рідини;

- при використанні для закачування гравію в'язких рідин швидкість осадження гравійних частинок зменшується, а час доставки гравію в зону фільтру і його розшарування збільшується. Застосування малов'язкої рідини при розтині пластів викликає, як правило, значну кольматацію прифільтрової зони, що знижує дебіт свердловини і час її експлуатації;

- в результаті горизонтального розшарування гравію обсіпання виходить шаруватим. Через пропластки фільтру, складеного частинками крупнішого гравію, можливе винесення піску в свердловину. Якщо матеріал гравійного обсіпання вибирався таким чином, що найкрупніші фракції гравію перевищують розмір частинок піску не більше ніж в шість разів, відповідно до рекомендацій Sausier R. [8], то через шари гравію крупнішого розміру піскування не відбувається, але пропластки гравію, складеного дрібнішими фракціями, працюватимуть неефективно унаслідок їх переущільнення і низької проникності;

- окрім горизонтального має місце і вертикальне розшарування гравію по фракціях (рис 1.4) [9]. Унаслідок незначних швидкостей висхідного потоку і невеликих витрат рідини, при значній товщині гравійного фільтру висхідний потік проходить через вже намитий гравійний матеріал тільки по частині каналів. Над каналами відбувається зависання дрібних гравійних частинок, а більші осідають навколо каналів. Таким чином, ефективна товщина гравійного обсіпання, необхідна для затримання піску при певних значеннях коефіцієнта міжслойності, буде менше розрахункових значень за рахунок вертикального розділень гравію за фракціями;



1 — фільтровий каркас; 2 — стінки свердловини; 3 — зафільтрований простір; 4 — напрям руху води в процесі осадження гравію; 5 — внутрішній контур обсіпання; 6 — середній контур обсіпання; 7 — зовнішній контур обсіпання; 8 — ділянки з максимально великими частинками

Рисунок 1.4 - Формування структури гравійно-обсіпного фільтру у висхідному потоці води

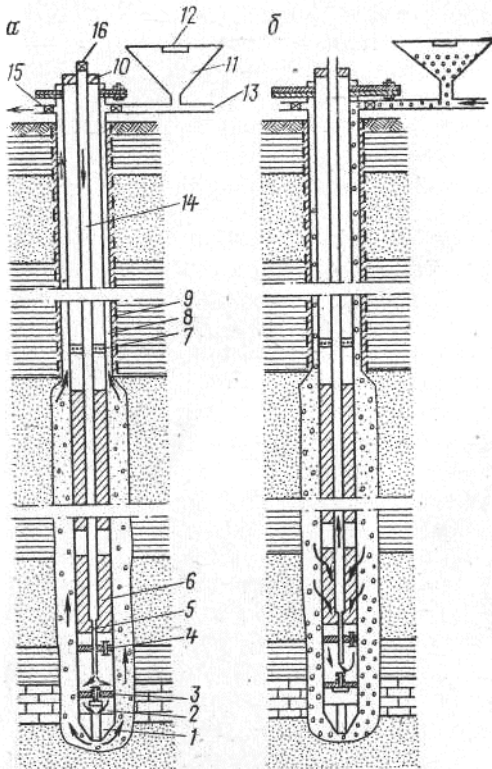
- при винесенні дрібних частинок гравійного матеріалу через каркас фільтрової колони можливе утворення порожнеч, що приводить до виходу свердловини з ладу протягом перших трьох місяців з дня початку експлуатації.

- при русі частинок у висхідному потоці рідини в кільцевому просторі свердловини часто утворюються пробки [10,11]. Деякі частинки не виносяться на поверхню навіть при форсованих режимах промивки [12]. Частина частинок твердої фази налипає на стінки свердловини і експлуатаційну колону, що сприяє утворенню пробок у направляючих ліхтарів і інших обмежувачів потоку. Із зростанням глибини свердловини вірогідність пробкоутворення в свердловині зростає. Цьому процесу сприяє ускладнення конструкції свердловини. У місцях переходу на інший діаметр буріння вірогідність утворення гравійних пробок зростає. Роботи по ліквідації пробкоутворення в свердловині значно збільшують час споруди гравійного фільтру, що економічно не вигідно.

- у початковий період експлуатації розмір пір значно перевищує розрахункові значення. Це приводить до масової міграції частинок піску через гравійне обсіпання, закупорки пір і часткового винесення піску зі свердловини, зниження ефективної пористості. В процесі просідання гравійного матеріалу в фільтрі можливе утворення відкритих каналів, арочних, мостових структур, що приводить до тривалого піскування свердловини породою водоносного горизонту.

Технологія спорудження гравійних фільтрів у висхідному потоці рідини застосовується при невеликій глибині свердловин і значних кільцевих зазорах.

З метою усунення горизонтального розшарування гравію по фракціях і підвищення надійності доставки його в зону фільтру Всесоюзним об'єднанням «Союзводпроект» [9] розроблено метод укладання гравію в зафільтрований простір в низхідному потоці води (рис. 1.5).



а - промивка свердловини;

б - намівання гравійного фільтру;

1- пробка; 2- камери; 3 - нижній клапан; 4 - верхній клапан;

5 - промивальний патрубок;

6 - фільтр; 7 - перехідник;

8- колони труб діаметром 325 мм; 9 - цементне кільце;

10 - герметизуючий пристрій;

11 - бункер; 12 - люк для завантаження гравію; 13 - центральний нагнітальний трубопровід;

14 - бурильні труби, 15 - випускний кран; 16 - впускний кран

Рисунок 1.5 - Схема створення гравійного фільтру методом гідромеханічної укладки

Роботи по спорудженню свердловини виконують в наступному порядку. До проектної глибини буріння здійснюється діаметром 171 або 248 мм з промивкою глинистим розчином. Після установки і цементування експлуатаційної колони труб стовбур свердловини в інтервалах залягання водоносних пісків розширюють долотом з діаметром 380 мм з промивкою високоякісним розчином для створення розширеного контура. Потім в свердловині встановлюють фільтрову колону труб діаметром 152 мм з двома клапанами і камерою, розташованою між фільтром і відстійником (рис. 1.5, а), після чого усувають зону кольматації, яка характеризується винесенням крупних частинок глинистої кірки, піску.

Гідромеханічна укладка гравію в зафільтрову порожнину здійснюється (рис. 1.5,б) за допомогою системи бункерів і цементувального агрегату. При безперервній підтримці тиску, що створюється в свердловині потоком закачуваної рідини, включають бункери з гравієм і здійснюють процес його гідромеханічної укладки. У міру зростання стовпа гравію тиск в системі зростає, досягаючи 30-50 Па в свердловинах завглибшки 500-600 м. Оптимальний режим подачі гравію в свердловину 2-2,3 м³/год.

Як відмічає І.І.Снежко, цю технологію успішно застосовували при бурінні в Алжирі свердловин глибиною до 800 м. При відкачуванні після намивання гравію час піскування не перевищував 20-30 хв.

За рахунок збільшення швидкості транспортування частинок горизонтальне розшарування гравію дещо знизилося, але при значній глибині свердловини фракції діляться на групи і намитий в свердловину фільтр виходить шаруватим.

Зменшення горизонтального розшарування гравію можна досягти за рахунок збільшення швидкості потоку в кільцевому просторі, проте в більшості випадків це є важким завданням унаслідок обмеженої потужності насосно-компресорного устаткування. Окрім цього, при збільшенні швидкості потоку в зону фільтру починають поступати чужорідні домішки і частинки колектора, які змиваються низхідним потоком з обсадних колон і стінок свердловини, унаслідок чого проникність гравійного обсіпання знижується до значень іноді менших, ніж початкова проникність колектора. Зменшення горизонтального розшарування гравію може бути отримане і за рахунок забезпечення безперервної подачі гравійного матеріалу в потік рідини на поверхні.

При споруді гравійних фільтрів в низхідному потоці рідини в кільцевому просторі кількість випадків пробкоутворення в порівнянні із закачуванням у висхідному потоці була дещо понижено, проте число закупорок кільцевого простору залишалось великим і на ліквідацію ускладнень витрачалися значні засоби, що іноді перевищують витрати на буріння свердловини [10].

Вертикальне розшарування гравію при закачуванні в низхідному потоці через кільцевий простір усунути не вдається унаслідок того, що при великому зазорі між стінками свердловини і фільтром низхідний потік проходить тільки по декількох каналах, складених гравієм крупнішого фракційного складу.

Недоліком розглянутої технології закачування є той факт, що дрібні частинки гравію і чужорідні домішки, на відміну від закачування гравію у висхідному потоці рідини, не вимиваються на поверхню, а осідають в зоні фільтру, що викликає необхідність ретельного просіювання гравію на поверхні і трива-

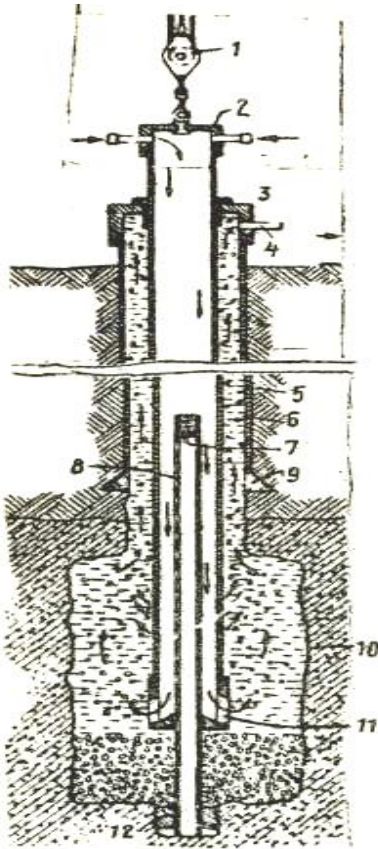
лої промивки свердловини перед подачею в неї гравію.

За кордоном технологія закачування гравію в низхідному потоці через кільцевий простір найбільш широке використання знайшла при споруді гравійних фільтрів в свердловинах завглибшки не більше 250 м з великими кільцевими зазорами і пробурених способом із зворотною промивкою.

Для усунення недоліків, властивих технології закачування гравію в низхідному потоці через кільцевий простір, за кордоном було запропоновано ряд свердловинних пристроїв. Так фірмою Jonston при подачі гравію в зону фільтру через кільцевий простір [11] використовується спеціальний пристрій, обтюратор, що сприяло турбулізації потоку в надфільтрової частині кільцевого простору, чим попереджається можливість пробкоутворення і забезпечується більш рівномірне і щільне укладання гравію. D.Sparlin [13] розробив технологію закачування гравій в перфораційні канали slurry-pack, відповідно до якої гравійна суміш закачується цементувальними агрегатами в кільцевий простір свердловини під великим тиском. Рідина-носіє поглинається продуктивним пластом, а гравій компактно укладається в зоні фільтру. Основним недоліком вказаною технологій є кольматація продуктивного горизонту унаслідок закачування в нього чужорідної рідини і немає можливості усунути розшарування гравію і пробкоутворення.

Паралельно велися роботи із створення технологій закачування гравійного матеріалу по допоміжним колонам труб і навіть свердловинах.

L.Layens запропонував використовувати для закачування гравію допоміжну колону труб. Після установки в свердловину фільтрової колони до забою через кільцевий простір спускали насосно-компресорні труби, через які здійснювалося намівання гравію, в процесі закачування гравію насосно-компресорні труби періодично підводили. За рахунок зниження часу на доставку гравію в зону фільтру удалося до мінімуму виключити розшарування гравію в процесі закачування і уникнути пробкоутворення. Крім того, вдалося значно зменшити кількість чужорідних домішок, що поступають в зону фільтру, за рахунок використання при закачуванні заздалегідь промитих насосно-компресорних труб.



- 1 - елеватор;
- 2 - нагнітальна магістраль;
- 3 – герметизатор гирла;
- 4 - зливна магістраль;
- 5 - свердловина;
- 6 - допоміжна колона;
- 7 – заглушка;
- 8 - фільтр;
- 9 – черевик обсадної колони;
- 10 - приймальна каверна;
- 11 - випускні отвори допоміжної колони;
- 12 - башмак фільтру.

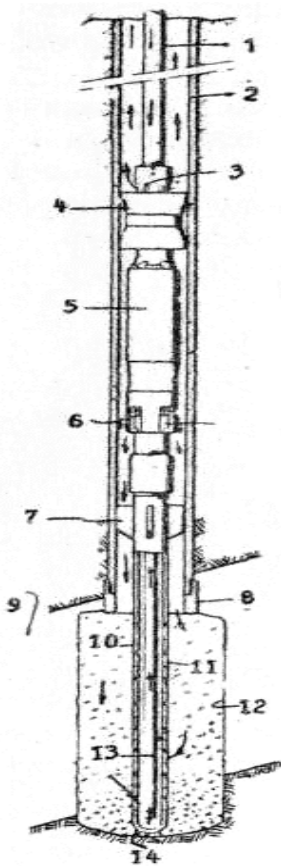
Рисунок 1.6 - Закачування гравію через допоміжну центровану колону труб

В процесі закачування гравію через насосно-компресорні труби, які спущені в кільцевий простір, з'ясувалося, що дана технологія рівномірне обсіпання фільтру не забезпечує, і це приводить до оголення однієї з його сторін і піскуванню свердловини.

Було запропоновано допоміжну колону встановлювати в свердловині співісно (рис.1.6). В цьому випадку гравій навколо каркаса фільтру осідає рівномірно, фільтр виходить щільним, хорошої якості. Проте запропонована технологія має деякі недоліки, зокрема передбачається установка фільтрів впотай, причому ізоляція кільцевого простору

свердловини здійснюється після закінчення гравійної засипки. Виконати якісну ізоляцію при даній технології досить складно. Окрім цього, діаметр допоміжної колони більше діаметру каркаса фільтру, у зв'язку з чим виникає необхідність для забезпечення необхідного зазору між обсадною колоною і фільтром для безперешкодного спуску і підйому допоміжної колони бурити свердловини значно більшого діаметру, чим діаметр фільтру.

В кінці 50-х років запропоновано принципово нову технологію подачі гра-



1 - допоміжна колона; 2 - обсадна колона; 3 - вихідні отвори розподільного вузла; 4 - пакет; 5 - розподільник; 6 - випускні отвори розподільного вузла; 7 - стабілізатори - центратори; 8 - черевик обсадної колони; 9 - колектор; 10 - фільтр; 11 - отвори фільтру; 12 - приймальна каверна; 13 - водопідіймальна колона; 14 - черевик фільтру

Рисунок 1.7 - Закачування гравію через допоміжну колону труб і розподільник при створенні зворотної призабойної циркуляції

вію в зону фільтру, згідно якої допоміжна колона труб розташовується усередині фільтрової колони (рис. 1.7).

При нагнітанні гравію, окрім колони насосно-компресорних труб використовують пакер, розподільний вузол і водопідіймальну колону. Гравій подається через насосно-компресорні труби до місця, установки пакера в свердловину. За рахунок високих (до 10 м/с) швидкостей руху гравійної суміші розшарування гравію в процесі закачування практично не відбувається. Насосно-компресорні труби з'єднуються з розподільником, представленим двома коаксіально розташованими трубами, що мають по чотири випускних і вихідних отвори. При проходженні потоку через розподільник гравійна суміш рухається усередині труби меншого діаметру,

яка під пакером з'єднується з чотирма випускними каналами, через них гравійна суміш поступає в затрубний простір і гравій рівномірно осідає навколо каркаса фільтру. Після цього звільнена рідина-носій фільтрується через отвори фільтру і по водопідіймальній трубці, спущеній всередину фільтру, піднімається до розподільника. У розподільнику рідина рухається в кільцевому зазорі між коаксіально розташованими трубами. Кільцевий зазор розподільника за допомогою чотирьох вихідних отворів сполучений з кільцевим простором свердловини. Подальший рух звільненої рідини до гирла свердловини після проходження потоком вихідних отворів розподільника проходить в кільцевому просторі

свердловини.

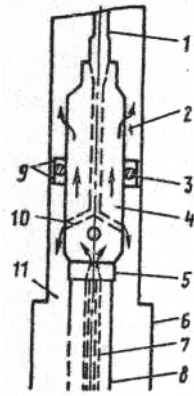
Таким чином, було запропоновано при закачуванні гравію в свердловину створювати місцеву призабойную циркуляцію рідини-носія, за рахунок чого виключалося розшарування гравію і досягалося його щільне і рівномірне укладання навколо каркаса фільтру [14]. Рівномірному розподілу гравію навколо фільтру сприяють чотири стабілізатори потоку, встановлені між фільтром і розподільником. Стабілізатори виконують також функцію центаторов.

Разом з перевагами запропонованої технології засипки гравію, конструкція розподільника має ряд недоліків, зокрема витягання водопідіймальної труби зі свердловини є трудомістким унаслідок досить складного з'єднання між насосно-компресорними трубами, розподільником і водопідіймальною трубою.

Пізніші розробки в переважній більшості присвячені удосконаленню описаної конструкції пристрою для закачування гравію при дотриманні принципу створення призабойної зворотної циркуляції в свердловині за допомогою допоміжної колони труб, розподільника і водопідіймальної труби.

В.Спасовим і І.Хрїстовим вперше використовували свердловинний пристрій для формування гравійного обсіпання у водоносному горизонті, яке забезпечує створення в призабойній зоні зворотної циркуляції (рис.1.8) [15]. Продуктивний горизонт був представлений тонкозернистими пісками однорідного гранулометричного складу, потужністю 30-40 м, що залягав на глибинах від 380 до 450 м.

Інтервал від гирла свердловини до кривлі водоносного горизонту закріплювався трубами діаметром 244 мм. Після розтину водоносний горизонт розширювали до 300 мм. У свердловину спускали фільтр діаметром 114 мм з шириною щілин 1 мм. У верхній частині надфільтрової труби на лівому різьбленні встановлювався розподільний вузол, в нижню частину якого угвинчувалася водопідіймальна труба. Розподільний вузол складався з труби діаметром 127 мм, всередину якої вварювалася труба меншого діаметру з трьома вихідними каналами. До верхньої частини розподільного вузла приварювався перехідник з різьбленням під бурильні труби діаметром 89 мм. Кільцевий простір між роз-



1 - допоміжна колона;
 2 - вихідні отвори розпо-
 дільного вузла; 3 – гумо-
 ве кільце; 4 - розподіль-
 ний вузол; 5 - перехід-
 ник з лівим різьбленням;
 6 - приймальна каверна;
 7 – водопідйомна коло-
 на; 8 - фільтр; 9 – мета-
 леві диски; 10 – випускні
 отвори розподільного
 вузла; 11 – обсадна ко-
 лона.

Рисунок 1.8 – Пристрій
 для закачування гравію

подільним вузлом і обсадною трубою ізолювався за допомогою пакера. Над пакером знаходяться три отвори, що забезпечують проходження звільненої рідини-носія з розподільного вузла в кільцевий простір свердловини.

Контроль за рівнем осідаючого гравію здійснювався за допомогою свинцевого вантажу, що прив'язується до сталевого троса діаметром 2 мм. Закачування припиняли, коли висота гравійного фільтру над верхніми отворами каркаса фільтру досягала 20 м. Критерієм якості виконаної засипки є відношення об'єму гравійного матеріалу, закаченого в свердловину, до об'єму простору свердловини. Звичайне це відношення знаходиться в межах 1,05-1,15.

Застосування даного пристрою дозволило скоротити час освоєння свердловини з одного-двох тижнів до 10-15 годин.

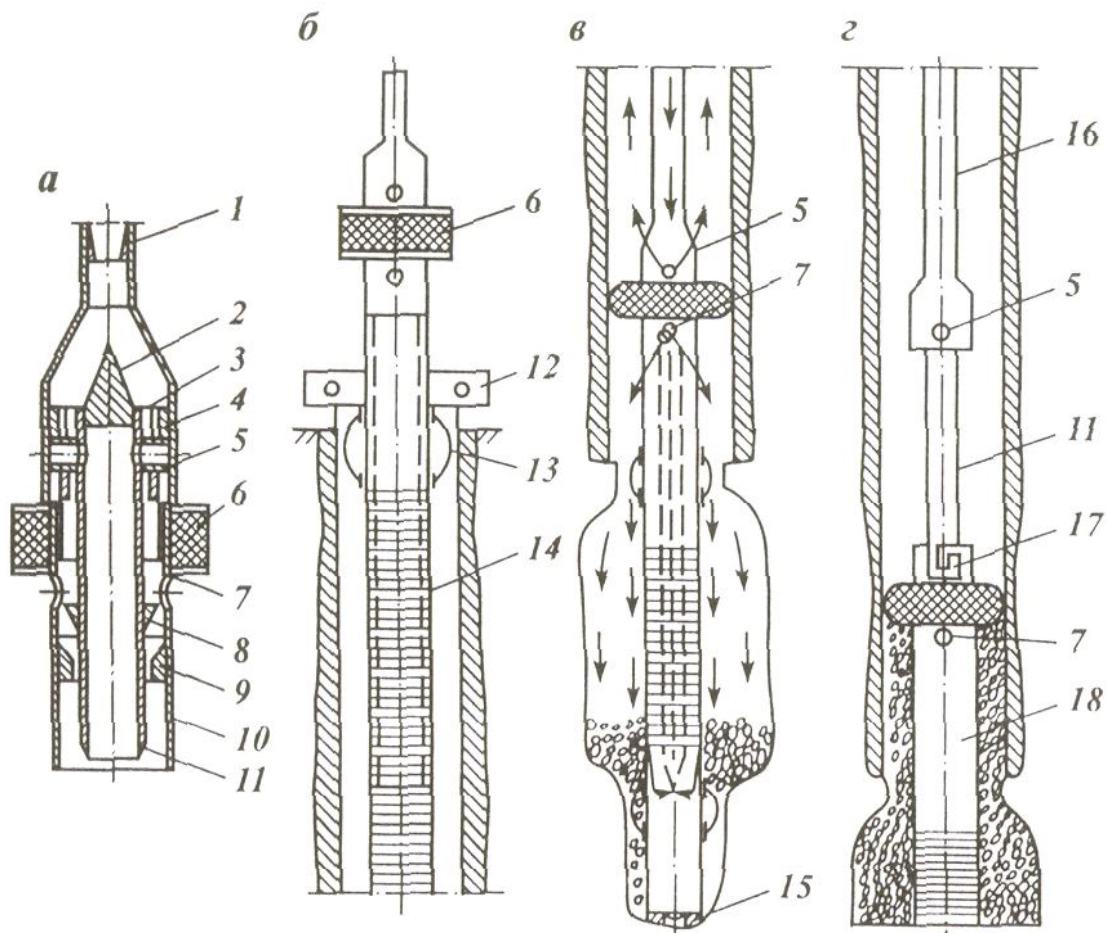
При спорудженні гравійних фільтрів в свердловинах завглибшки більше 50 м А.Д. Башкатовим [4] обгрунтовані режими транспортування суміші в свердловині, що виключають можливість пробкоутворення і створення високих швидкостей руху потоку з турбулентним режимом. Задані ре-

жими транспортування гравійної суміші на всіх етапах від гирла до забою забезпечуються при комбінованій циркуляції в свердловині. Технологія створення гравійного фільтру і вживане свердловинне устаткування аналогічно описаному в роботі В.Спасова і І.Хрїстова

А.Д. Башкатовим для здійснення технології намівання гравійних фільтрів в різних горно-геологічних умовах за участю «Інтер-аква» і Росбурмаш засто-

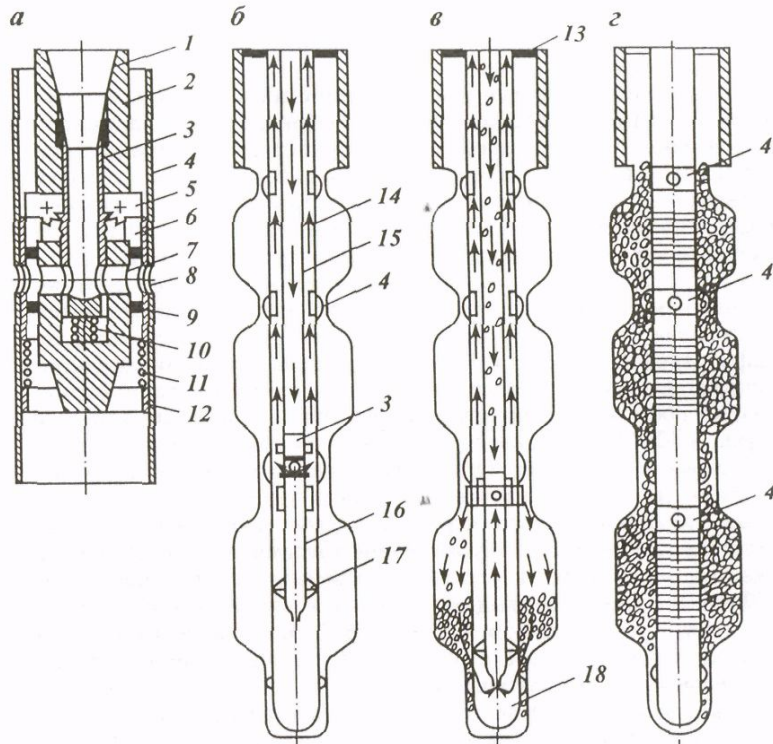
совувалися три модифікації свердловинного інструменту.

При установці фільтрової колони впотай (рис. 1.9) застосовувався пристрій для спорудження гравійного фільтру в свердловині (УГФ) модифікації П, при спорудженні багатосекційного гравійного фільтру (рис. 1.10) - модифікації М. Якщо конструкцією свердловини передбачено спорудження односекційного гравійного фільтру, при виведенні фільтрової колони на поверхню використовують інструмент УГФ (рис. 1.11).



1 - верхній торець УГФ-П; 2 - пробка; 3 - герметизуюча втулка; 4 - втулка на прямої; 5 - опорні патрубки; 6 - пакер; 7 - випускні отвори; 5 - конус; 9 - сідло; 10 - перехідник; 11 - допоміжна труба; 12 - хомут; 13 - центратори; 14 - фільтрова колона; 15 - відстійник із зворотним клапаном; 16 - бурильна колона; 17 - замкове з'єднання; 18 - надфільтрова труба.

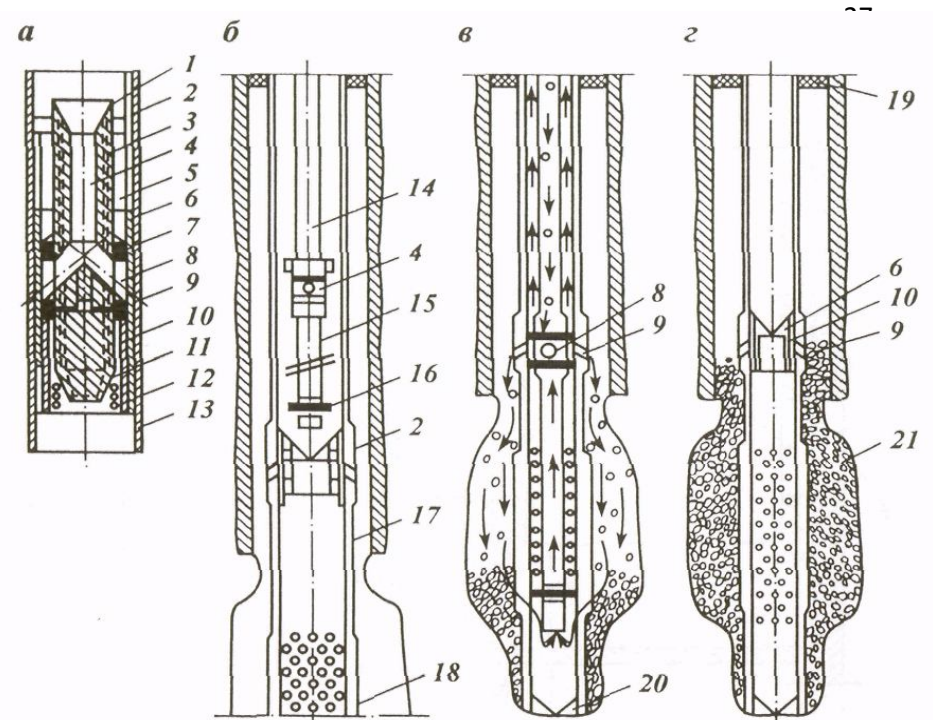
Рисунок 1.9 - Спорудження гравійного фільтру в свердловині зі встановленою впотай фільтровою колоною



а - інструмент для спорудження багатосекційних гравійних фільтрів в свердловині УГФ-М; б - спуск розподільного вузла, промивка і висунення опорних штирів; в - фіксація розподільного вузла усередині муфти УГФ-М у фільтровій колоні і намівання гравію в інтервал формування і обсипання; г - вилучення розподільного вузла;

1 - перехідник для з'єднання з бурильною колоною; 2 - розподільний вузол УГФ-М; 3 - пересувний шток, 4 - муфта УГФ-М; 5 - опорні штирі; 6 - втулка напрямної; 7 - канали для закачки; 8 - випускні отвори; 9 - сальники; 10 - пружинна пробка; 11 - пружина; 12 - стопорне кільце; 13 - герметизатор; 14 - фільтрова колона; 15 - бурильна колона; 16 - допоміжна колона; 17 - сваб; 18 - відстійник із зворотним клапаном

Рисунок 1.10 - Спорудження багатосекційних гравійних фільтрів в свердловині



а - інструмент для спорудження гравійного фільтру в свердловині УГФ; б - спуск розподільного вузла; в - фіксація розподільного вузла усередині муфти УГФ у фільтровій колоні і намівання гравію при комбінованій циркуляції; г - вилучення розподільного вузла;

1 - перехідник для з'єднання з бурильною колоною; 2 - муфта УГФ; 3 - водопідймальні канали; 4 - розподільний вузол УГФ; 5 - опорні штирі; 6 - втулка напрямної; 7 - сальники; 8 - канали для закачки; 9 - випускні отвори; 10 - герметизуюча втулка; 11 - перехідник для з'єднання з допоміжною колоною; 12 - пружина; 13 - перехідник для з'єднання з надфільтровою трубою; 14 - бурильні труби; 15 - допоміжна колона; 16 - сваб; 17 - надфільтрова труба; 18 - фільтрова колона; 19 - герметизатор; 20 - відстійник із зворотним клапаном; 21 - гравійний фільтр

Рисунок 1.11 - Спорудження гравійного фільтру в свердловині з виведеною на поверхню фільтровою колоною

S.Shryock [16] ще в кінці 70-х років минулого сторіччя встановив, що при невеликих діаметрах випускних отворів розподільного вузла гравійна пульпа поступає в затрубний простір з великою швидкістю. При зіткненні із стінками обсадної труби відбувається розколювання гравійних зерен і підвищений знос обсадних труб. Попадання дрібних і кутоватих некондиційних частинок в зону фільтру істотно знижує проникність гравійного обсіпання. Окрім цього, при високих швидкостях закачування можлива піскоструминна перфорація обсадної труби, що знаходиться напроти розподільного вузла. При турбулентній течії рідини між каркасом фільтрової колони і стінками водоносного горизонту створення багат шарового фільтру неможливе.

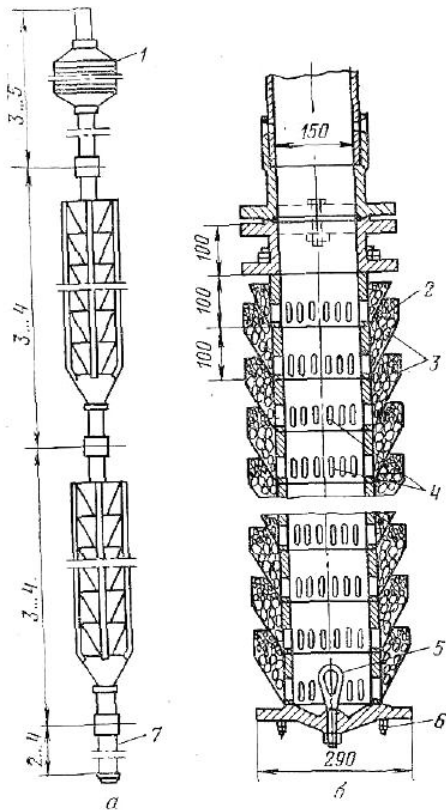
1.2.2 Гравійні фільтри, що виготовляються на денній поверхні

До гравійних фільтрів, що виготовляються на поверхні землі, і що опускаються в свердловину в готовому вигляді, відносяться корзинчаті, кожушані і блокові фільтри.

Корзинчатий фільтр — одна із старих конструкцій для обладнання водоприймальної частини свердловини [17]. Його перевага в тому, що при виготовленні фільтру можливо забезпечити ретельність і строгу послідовність укладання зерен гравійного обсіпання.

Корзинчатий фільтр (рис. 1.12) складається з перфорованого трубчастого або стержневого каркаса, на якому укріплені металеві або пластмасові конусні кошики, які заповнені шарами гравійного обсіпання.

Корзинчаті фільтри, що виготовляються з литих чавунних або латунних кошиків, зібраних в ланки анкерними болтами, стійкі проти корозії, але, як показав досвід експлуатації, схильні до закупорки і кольматажа, внаслідок чого знижується дебіт свердловин. Ремонт свердловин із заміною корзинчатих фільтрів вельми утруднений, особливо, коли фільтр виготовлений з чавунних відливань.



а- загальний вид фільтрової колони;

б – секція чавунного фільтру;

1 – сальник; 2 - гравійне обсіпання;
3 – корзинки; 4 – прохідні отвори; 5 – спус-
кове кільце; 6 – анкерні болти; 7 – відстій-
ник.

Рисунок 1.12 - Корзинчатий фільтр

Кошки фільтру засипають в 2...3 шари відсортованим гравієм. Ширина щілин перфорації повинна бути дещо менше діаметру зерен найбільшого розміру фракцій засипки. Зразковий склад завантаження залежно від гранулометричного складу породи, приведено в табл. 1.1. Перевага корзинчатих фільтрів в порівнянні з гравійно-обсипними полягає в тому, що їх можна встановлювати в свердловинах невеликого діаметру. Але вони мають меншу продуктивність і більшу здатність підвищувати опір в обсіпанні в часі, чим гравійно-обсипні фільтри.

Таблиця 1.1 - Зразковий склад загрузни корзинчатого фільтру

Грансклад водо- носного піску, мм	Величина гравійної засипки, мм		
	1-й шар	2-й шар	3-й шар
0,25...0,5	1...2	3...5	8...10
0,5...1,0	2...3	6...8	10...12
1,0...2,0	3...5	10...12	

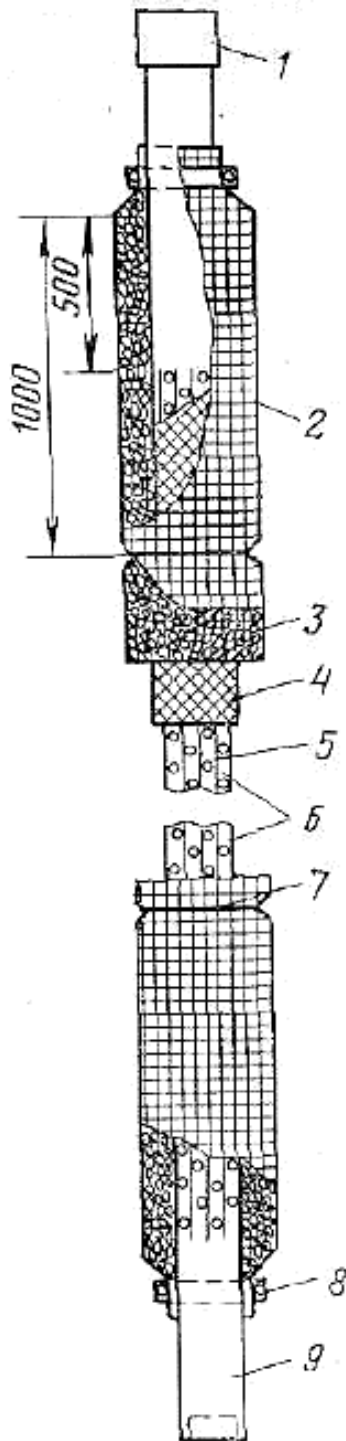


Рисунок 1.13 – Гравійний
кожушаний фільтр

каркасів, поміщених один в іншій, з гравійним обсіпанням між ними (рис. 1.14).

Кожушані фільтри із застосуванням вінілплатових труб мають три різні

Корзинчаті фільтри рекомендується застосовувати для обладнання водоприймальної частини свердловин в рихлих породах при невеликих водовідборах.

Гравійний кожушаний фільтр (рис. 1.13) складається з наступних основних елементів: опорного перфорованого трубчастого або стрижньового каркаса 5; сітки або дротяної обмотки 4, що оберігає свердловину від проникнення в неї гравійного обсіпання через отвори в каркасі; стрижнів 6, що служать опорною конструкцією для сітки або дротяної обмотки 4; гравійного обсіпання 3, зазвичай одношарового, товщиною 30...50 мм; кожуха з сітки 2, штампованого листа або труби з щілинами 5; хомутів 8, якими сітчастий кожух 2 притягується по краях до каркаса 5; поясів жорсткості з дроту 7, що служать для оберігання сітки від пошкодження в окремих місцях; муфти 1, для з'єднання фільтрової колон.

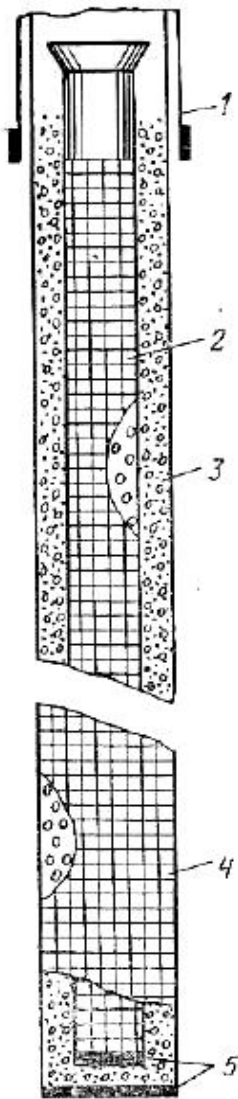
При експлуатації гравійних кожушаних фільтрів в свердловині в результаті осідання гравію верхні отвори каркаса можуть оголитися, тому гравійне обсіпання рекомендується робити на 50 см вище за верхній ряд отворів в каркасі.

При будівництві водозабірних свердловин, в дрібнозернистих пісках, можна використовувати фільтр, що складається з двох фільтруючих

конструкції.

Перша конструкція є фільтром з внутрішнім каркасом з вінілпластових труб і панцирною сіткою для кріплення гравійного обсіпання із зовнішнього боку (рис. 1.15).

Опорний каркас фільтру виконано з щілинної пластмасової труби. Панцирна сітка прикріплена до пластмасового каркаса за допомогою сталевих обручів і штирів, а в кожній ланці фільтру — за допомогою затискних хомутів. Окремі ланки фільтрів сполучені за допомогою металевих муфт на різьбленні. Оскільки різьбові з'єднання на вінілпластових трубах різко ослабляють їх міцність, перші конструкції пластмасових фільтрів з різьбовими з'єднаннями виявилися незадовільними. Крім того, гравій при набиванні фільтрів ущільнюють ударами молотків по поверхні кожушаних сіток, що приводить до виколу перемичок між прохідними щілинами. В результаті цього свердловини зі встановленими в них фільтрами виходили з ладу.

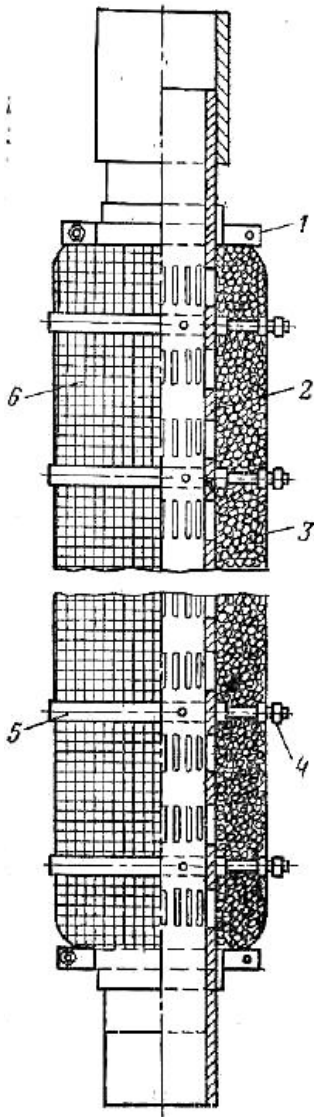


1 — обсадна труба;
2 — фільтр сітчастий внутрішній;
3 — гравійне обсіпання;
4 — фільтр сітчастий зовнішній;
5 — пробки.

Рисунок 1.14 — Фільтр сітчастий, здвоєний з гравійним заповнювачем

Гідропроектом розроблена конструкція гравійно-кожушаного фільтру (рис. 1.16). Зовнішній сталевий каркас має вікна розміром 30×300 мм. Внутрішній каркас виготовляють з вінілпластових труби з щілинною перфорацією, ширина щілини залежить від діаметру зерен гравійного обсіпання. Щоб утримати обсіпання, сталевий каркас обмотують сіткою.

Вінілпластовий каркас і покритий перхлорвініловою або епоксидною смолою сталевий трубчастий кожух дозволяють



1 – затискний хомут;
 2 – опорний каркас з щілинної пластмасової труби;
 3 – гравійне обсіпання;
 4 – штирі для кріплення сітки;
 5 – сталевий обрuch для кріплення сітки;
 6 – панцирна сітка.

Рисунок 1.15 – Кожушаний фільтр з пластмасових труб і панцирної сітки

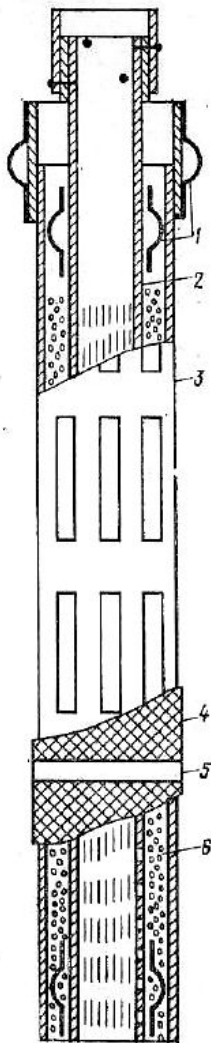
проводити солянокислотну обробку фільтру при його заростанні залізистими і карбонатними з'єднаннями.

Конструкція Н.А.Чулкова є фільтром, що складається з двох вінілпластових щілинних каркасів (зовнішній і внутрішній), що сполучаються один з одним за допомогою металевих насадок (рис. 1.17).

Перевага гравійних кожущаних фільтрів в порівнянні з гравійно-обсіпними полягає в тому, що вони дозволяють проводити особливо ретельне укладання гравію навколо фільтрового каркаса при малому розмірі зазору між фільтровою і експлуатаційною колонами. Крім того, їх можна застосовувати для устаткування водоприймальної частини глибоких свердловин, коли обсіпання фільтрових каркасів гравієм по затрубному простору викликає сумнів в правильності його устрою, а також при обладнанні свердловин, що самовиливаються, коли гравій, який засипається, виноситься із затрубного простору і не досягає забою свердловини.

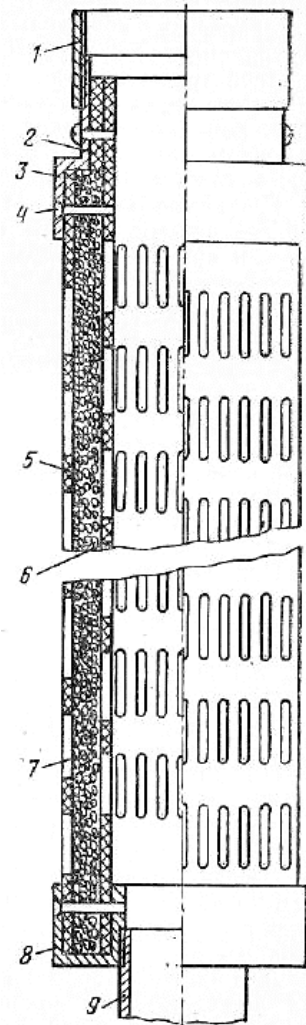
Але гравійні кожущані фільтри мають меншу шпаристість і здатністю підвищувати опір в часі, чим гравійно-обсіпні, створювані в вибої. Це пояснюється тим, що в спарених сталевих каркасах кожущаних фільтрів збільшується інтенсивність процесів електрохімічної корозії в порівнянні із звичайними фільтрами, що складаються з однієї труби і сітки. Ущільнене гравійне обсіпання, розташоване між двома

каркасами, здатне акумулювати усередині пір частинки дрібного піску. Вся ця суміш під впливом гідроокису заліза, що утворюється при корозійній руйнації сталевих каркасів, здатна перетворитися на моноліт з вельми слабкою



1 – направляючі ліхтарі; 2 – щілинний каркас з вінілпластових труб; 3 – щілинний каркас із сталевих труб; 4 – сітка; 5 – пояси для кріплення сітки; 6 – гравійне обсіпання.

Рисунок 1.16 - Кожушаний фільтр з опорним каркасом з пластмасових труб і захисним кожухом із сталевих труб



1 – металева сполучна муфта; 2 – насадок з вініл пласта; 3 – насадок металевий; 4 – болт «впотай»; 5 – зовнішній каркас з вінілпластової труби; 6 – внутрішній каркас з вінілпластової труби; 7 – гравійна засипка; 8 – металеве дно фільтру; 9 – відстійник.

Рисунок 1.17 – Пластмасовий кожущаний фільтр конструкції Н.А.Чулкова.

проникністю.

В цілому, гравійні кожушані фільтри рекомендується застосовувати для устаткування водоприймальної частини глибоких свердловин в рихлих породах і дренажних свердловин при огорожі води з пливунів і пилюватих пісків.

Блоковими фільтрами обладуються глибокі свердловини з невеликим кінцевим діаметром, при розтині напірних водоносних горизонтів.

Крім того, виробництво рихлих обсіпань вимагає необхідних технічних навиків у бурових майстрів. Тому були створені фільтри блокового типу, у яких гравійне обсіпання зв'язане різними склеюючими і цементуючими речовинами. Основна ідея створення фільтрів цієї конструкції полягає в тому, щоб не проводити операцій по підборі фільтрів і обсіпання, а встановлювати їх в готовому вигляді. Виготовлені пористі блоки надягають або наклеюють на опорні каркаси із сталевих або азбестоцементних труб і опускають в свердловину в готовому вигляді.

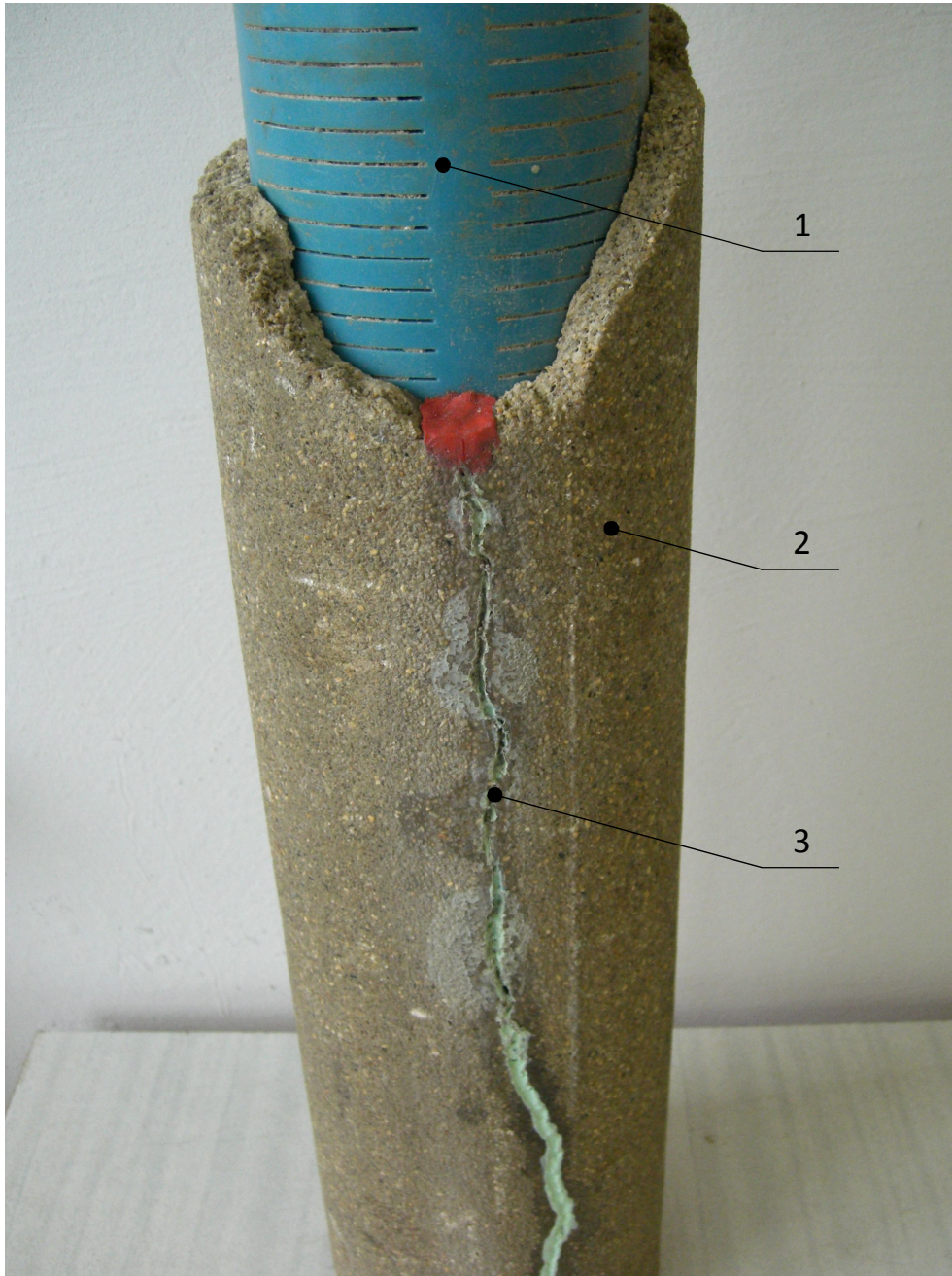
Гравійні фільтри блокового типу можуть бути двох видів: монолітні і порожнисті. Монолітні фільтри мають суцільне гравійне заповнення: фільтрація води через нього відбувається по периметру, а виходить вода через верхній торцевий кінець. У порожнистих фільтрах блокового типу фільтрація води відбувається по периметру через гравійне кільце, а виходить вода через стовбур, утворений порожнистими блоками по всій довжині фільтру, або через трубчастий каркас, на який надіті блоки.

Для зв'язку гравійних частинок в блоки застосовувалися різні склеюючі і цементуючі речовини: клей гумовий, силікатний, БФ-2, БФ-4, бакелітовий лак марки А, бітум, цемент, епоксидна смола і інші речовини.

У нашій країні, впродовж ряду років блоковими фільтрами, в основному зарубіжного виробництва – фірми «ПРОЙССАГ», обладують гідрогеологічні свердловини (рис. 1.18).

На сьогоднішній день, існують причини незадовільної роботи фільтрів блокового типу:

1. Введення склеюючих речовин в масу гравію приводить до утворення

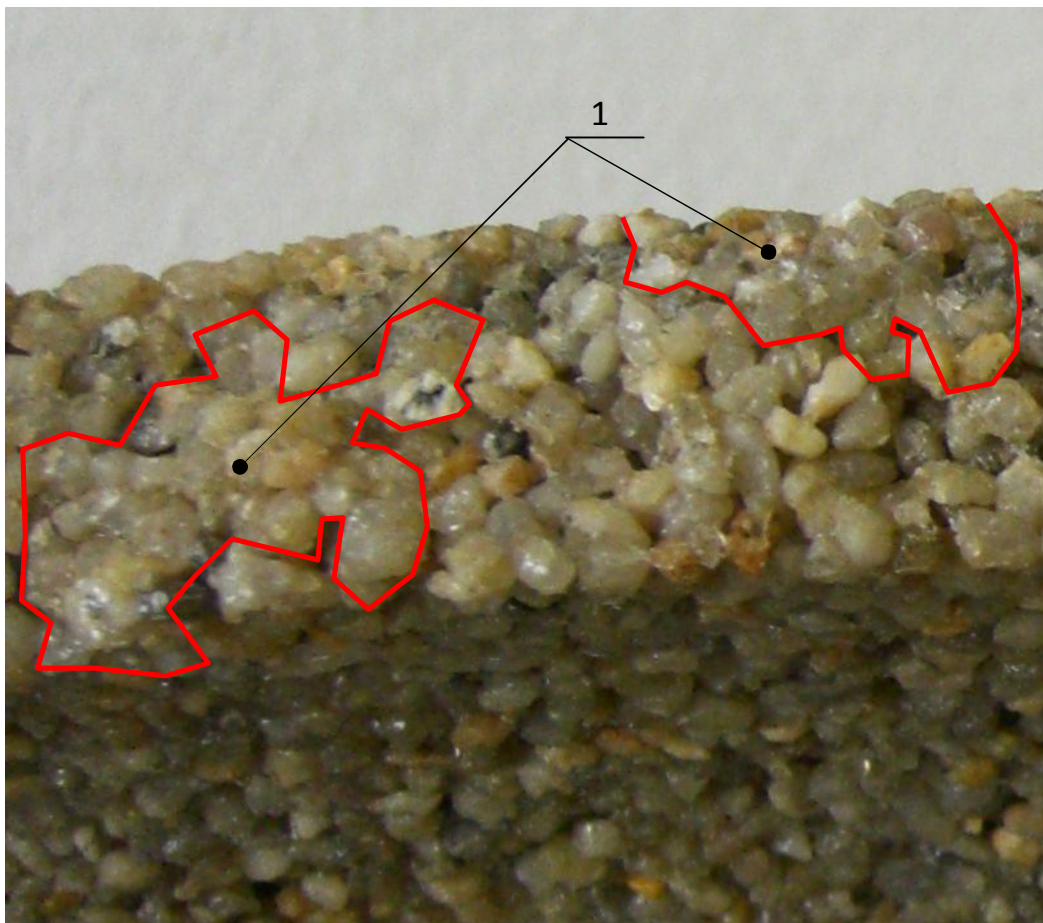


- 1 – тубчастий ПВХ каркас, зі щільною перфорацією;
2 – гравійне осипання;
3 – тріщина кожушаного фільтру.

Рисунок 1.18 – Загальний вид блокового фільтру фірми «ПРОЙССАГ»

2. тупикових пір (рис 1.19), у зв'язку з чим в блоках затримуються дрібні частинки водоносних порід, що різко підвищує входні опори у фільтрах і знижує продуктивність свердловин. Це особливо різко виявляється у фільтрах, виготовлених з дрібного гравію і піску.

3. Утворення механічного і хімічного кольматажа на зовнішній поверхні фільтрів і хімічного кольматажа на внутрішній поверхні унаслідок проникнення продуктів корозії, що утворюються при руйнуванні сталевих опорних каркасів.



1 - епоксидна смола, зона тупикової шпаристості.

Рисунок 1.19 - Розчин гравійного обсіпання блокового фільтру, збільшено в 10 разів

4. Свердловини, обладнані фільтрами блокового типу, в порівнянні зі свердловинами, обладнаними фільтрами з рихлим гравійним обсіпанням, менш продуктивні і менш стійкі до процесів хімічного заростання і кольматажа.

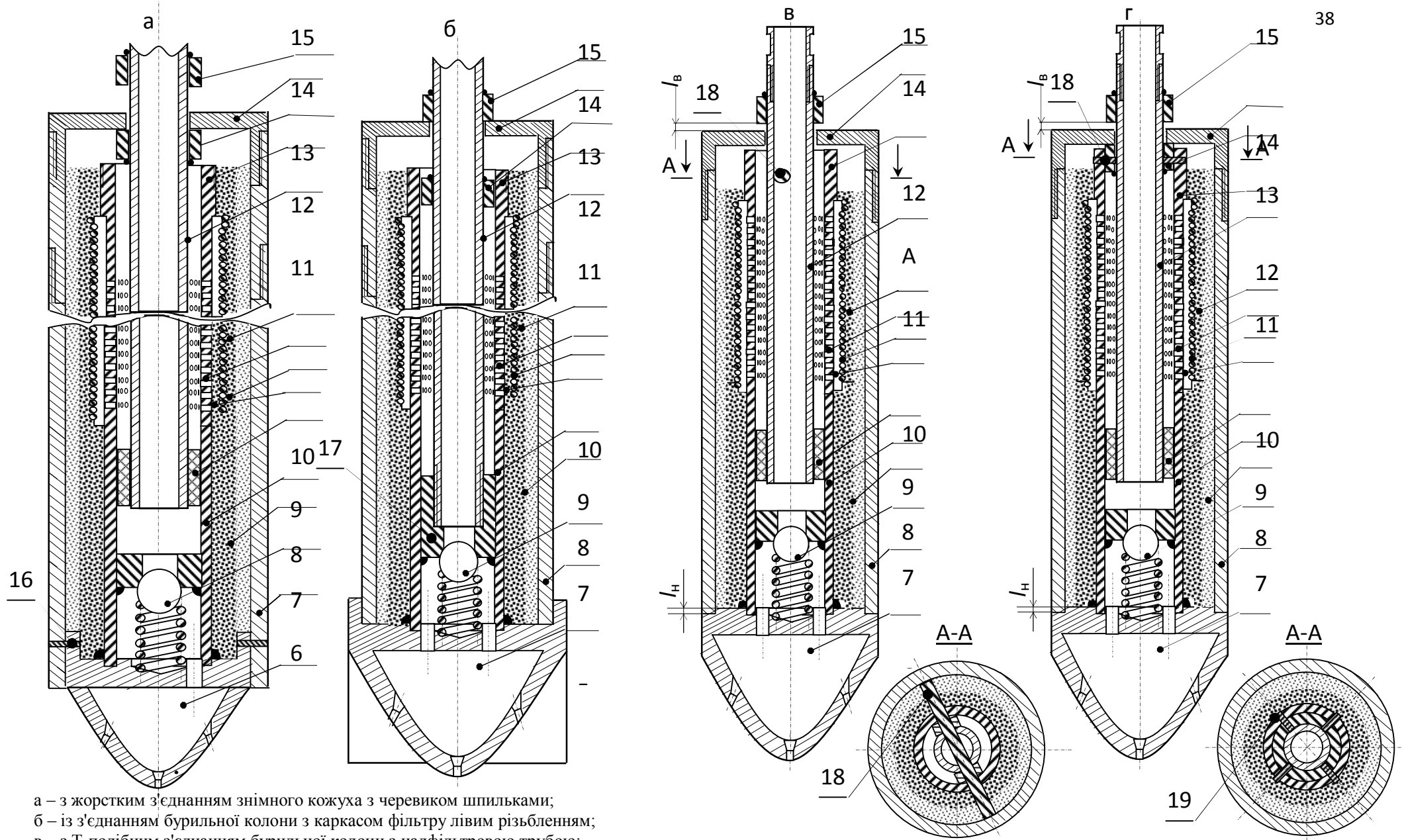
5. Фільтри блокового типу при відновленні продуктивності свердловин за допомогою вибуху детонуючого шнура руйнуються. При кислотних обробках гравійних фільтрів з використанням клею БФ-2 і БФ-4 різко знижується механічна міцність блоків. При кислотних обробках фільтрів блокового типу (керамічних і клейових) відновлення продуктивності менш ефективно в порівнянні зі свердловинами, обладнаними фільтрами з рихлим контуром гравійного обсіпання.

6. Значні пошкодження при перевезеннях. У деяких організаціях бій фільтрів досягав 40—60%. При установці фільтрів в зимовий час спостерігалися пошкодження блоків унаслідок замерзання і розширення води в порах.

1.2.3 Комбіновані технології створення гравійних фільтрів

Коллективом кафедри техніки розвідки родовищ корисних копалини Національного гірничого університету під керівництвом А.О.Кожевникова створено ряд нетрадиційних технологій обладнання водоприймальної частини свердловини в межах водоносних горизонтів, представлених середньозернистими, дрібнозернистими і пилюватими пісками гравійними фільтрами з витягуваним захисним кожухом [18-23].

Особливістю технологій застосування гравійних фільтрів із витягуваним захисним кожухом (рис. 1.20) є їх збірка на денній поверхні з формуванням в просторі між каркасом фільтрової колони 9 і знімним захисним кожухом 2 при візуальному контролі гравійного обсіпання (при необхідності багат шарової) із заданими фізичними властивостями. Після чого виконуються операції з транспортування гравійного фільтру по стовбуру свердловини, до забою, від'єднання знімного кожуха і подальшого витягання його зі свердловини на



а – з жорстким з'єднанням знімного кожуха з черевиком шпильками;

б – із з'єднанням бурильної колони з каркасом фільтру лівим різьбленням;

в – з Т-подібним з'єднанням бурильної колони з надфільтровою трубою;

г – з жорстким з'єднанням бурильної колони з надфільтровою трубою шпильками;

1 – черевик; 2 - знімний кожух; 3 - зворотний клапан; 4 - матеріал зовнішнього шару гравійного обсіпання; 5 - відстійник; 6 - сальник; 7 - підкладні прутки; 8 - дротяна обмотка; 9 - трубчастий каркас фільтрової колони; 10 - внутрішній шар гравійного обсіпання; 11 - колони бурильних труб; 12 - надфільтрові труби; 13 - упор; 14 - кришка кожуха; 15 - запобіжник.

Рисунок 1.20 – Схема опускового гравійного фільтру із знімним захисним кожухом

колоні бурильних труб на денну поверхню.

Відмінною особливістю розроблених гравійних фільтрів є те, що вони містять знімний захисний кожух 2, що має діаметр, максимально наближений до діаметру водоприймальної частини свердловини. Кожух 2 призначений для формування гравійного обсіпання і запобігання порушенню її суцільності до моменту приведення фільтру в робочий стан, центрування гравійного фільтру при установці у водоносному горизонті і так далі. При детальному розгляді конструкцій гравійних фільтрів тільки фільтр з жорстким з'єднанням знімного кожуха з черевиком шпильками (рис. 1.20, а) може мати значну довжину фільтрової колони. Збірка гравійного фільтру, нарощування фільтрової колони, за даною схемою проводяться на гирлі свердловини після приєднання знімного захисного кожуха 2 до черевика 1 шпильками, що зрізаються, 16. Утримування фільтру на гирлі від падіння його в свердловину здійснюється за рахунок хомутиків закріплених на знімному захисному кожусі 2, що спираються на стіл ротора бурової установки. Решта конструкцій гравійних фільтрів (рис. 1.20,б,в,г) має обмеження по довжині фільтрової колони, обумовлене висотою щогли бурової установки. Крім того, (рис. 1.20,в і 1.20,г) для попередження підняття захисного кожуха 2 в процесі транспортування гравійного фільтру до водоносного горизонту на колоні бурильних труб 11 і для забезпечення формування якісного гравійного обсіпання у водоносному горизонті необхідно, щоб при збірці фільтру і в процесі його транспортування виконувалася умова

$$l_n > l_6 > l_3$$

де l_n – глибина посадки кожуха в штатне місце в черевикі відстійника; l_6 – величина вільного ходу кожуха, обмеженого запобіжником; l_3 – величина паза замку.

Транспортування гравійного фільтру здійснюється на колоні бурильних труб 11, які залежно від вибраної конструкції з'єднуються з фільтром за допомогою:

- шпильок, що зрізаються, 16, які жорстко сполучають нижню частину знімного кожуха 2 з черевиком фільтру 1 і упору 13, жорстко приєднаного до

колони бурильних труб 11. Колона бурильних труб має можливість осьового переміщення, обмеженого упором 13 і запобіжником 15 (рис 1.20,а);

- муфти з лівим різьбленням 17, жорстко встановленої у внутрішній порожнині відстійника 5, функціонально виконаної спільно із зворотним клапаном (рис 1.20,б);

- Т-подібного ключа 18, що фіксує співісне положення каркаса фільтрової колони 9 з корпусом знімного кожуха 2 (рис 1.20,в);

- шпильок, що зрізаються, 19, конструктивно розташованих в жорстко закріпленому на бурильній колоні 11 упорі 13 і верхній частині надфільтрової колони 12 гравійного фільтру (рис 1.20,в).

Посадка гравійного фільтру у водоносний горизонт може здійснюватися:

- у розкритий водоносний горизонт з проектним діаметром. В цьому випадку діаметр знімного кожуха повинен бути максимально наближений до діаметру водоприймальної частини свердловини;

- у пілот-свердловину малого діаметру, при цьому його посадка здійснюється розширенням водоприймальної частини гідровмивом із застосуванням технічної води;

- методом одночасного розтину водоносного горизонту і посадки гравійного фільтру гідровмивом. В цьому випадку, як і в попередньому, усувається явище кольматації водоносного горизонту. Для здійснення цих технологій розтину і посадок фільтру необхідне забезпечення площі розмиву, яка б відповідала перетину знімного кожуха. Інакше з'явиться необхідність доставки по стовбуру свердловини додаткового гравію.

Після того, як фільтр посаджений на проектну глибину (рис. 1.20,а, 1.20,г) під дією осьового навантаження, створюваної вагою бурильної колони, відбувається те, що зрізає шпильок з подальшим витяганням знімного захисного кожуха 2 зі свердловини і оголенням матеріалу гравійного обсіпання.

Розроблені технології устаткування гідрогеологічних свердловин гравійними фільтрами із знімним захисним кожухом дозволять:

- зменшити витрату гравійного матеріалу і часу на його транспортування до водоносного горизонту;
- уникнути зависання гравійного матеріалу при його транспортуванні по стовбуру свердловини;
- поліпшити якість гравійних фільтрів за рахунок формування при візуальному контролі на денній поверхні гравійного обсіпання і при необхідності формування багат шарового обсіпання із заданими параметрами;
- усунути вірогідність утворення зяючих порожнеч;
- понизити вірогідність піскування;
- понизити гідравлічні опори при підвищенні ефективної пористості і др.;

Негативною стороною фільтрів даної конструкції є те, що: у реальних свердловинних умовах ці фільтри не випробувані; за винятком гравійного фільтру першої конструкції, останні мають обмеження по довжині робочої поверхні, обумовленій довжиною обсадної труби і відсутністю можливості закріплення знімного кожуха над гирлом свердловини; через конструктивні особливості і технологію обладнання водоносного горизонту, при витяганні знімного кожуха зі свердловини зазор між шаром гравійного обсіпання і стінками свердловини заповнюється за рахунок гравійного обсіпання фільтру, що може привести до порушення текстури гравійного обсіпання.

1.3 Цілі і завдання досліджень

На основі проведеного аналізу можна відзначити наступне:

1. Поліпшенням якості гравійних обсіпань займалися багато вчених. На сьогоднішній день не існує надійної технології створення гравійного фільтра з якісним гравійним обсіпанням. Технології їхнього створення мають ряд суттєвих недоліків. Одним з найвагомих є утворення зяючих порожнеч у гравійному обсіпанні в зоні водоносного горизонту, що спричиняє непереборне піскування свердловини, може призвести до виходу з ладу обладнання та лікві-

дації гідрогеологічної свердловини;

2. Практика показує, що якісне гравійне обсіпання можливо створити тільки на денній поверхні, при візуальному контролі, з правильно підібраного, добре просіяного і окатанного гравійного матеріалу;

3. Для вирішення цієї проблеми необхідно вести пошук нових технологій створення гравійних фільтрів на денній поверхні, заснованих на інших фізичних процесах і в'язучих матеріалах. До нових технологічних процесів виготовлення гравійних фільтрів на денній поверхні можуть бути віднесені методи, засновані на використуванні ефекту двофазного інверсного переходу агрегатного стану води.

Ідея роботи. У 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 за кріогенною (низькотемпературною) технологією з наступною установкою його в свердловині і переходом гравійного матеріалу з монолітного стану в пухкий у зв'язку з придбанням мінералов'язучою речовиною реологічних властивостей води під впливом плюсових температур пластових вод.

Ціль роботи полягає в науковому обґрунтуванні параметрів конструкції кріогенно-гравійного фільтра, технології його виготовлення і технології обладнання гідрогеологічних свердловин в інтервалі водоносного горизонту в горизонтах, представлених середньозернистими, дрібнозернистими, тонкозернистими і пілуватими пісками.

Для досягнення поставленої цілі необхідно вирішити наступні задачі:

- встановлення критеріїв, обґрунтування та вибір рецептури мінералов'язучої речовини та складу льодово-гравійного композита, дослідження закономірності зміни їх теплофізичних властивостей;
- установлення тимчасової закономірності зміни фізико-механічних властивостей льодово-гравійного композита;
- обґрунтування конструктивних параметрів кріогенно-гравійного фільтра з урахуванням закономірностей фільтрації пластових вод крізь фільтр;

- виготовлення експериментального зразка кріогенно-гравійного фільтра, проведення стендових досліджень;
- обґрунтування параметрів технології доставки до водоприймальної частини гідрогеологічних свердловин кріогенно-гравійного фільтра;
- розробка рекомендацій з проектування конструкцій, технології виготовлення і технології доставки кріогенно-гравійного фільтра в водоприймальну частину гідрогеологічної свердловини.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБЛАДНАННЯ КРІОГЕННО-ГРАВІЙНИМИ ФІЛЬТРАМИ БУРОВИХ СВЕРДЛОВИН

2.1 Гідрогеологічні передумови обладнання бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами

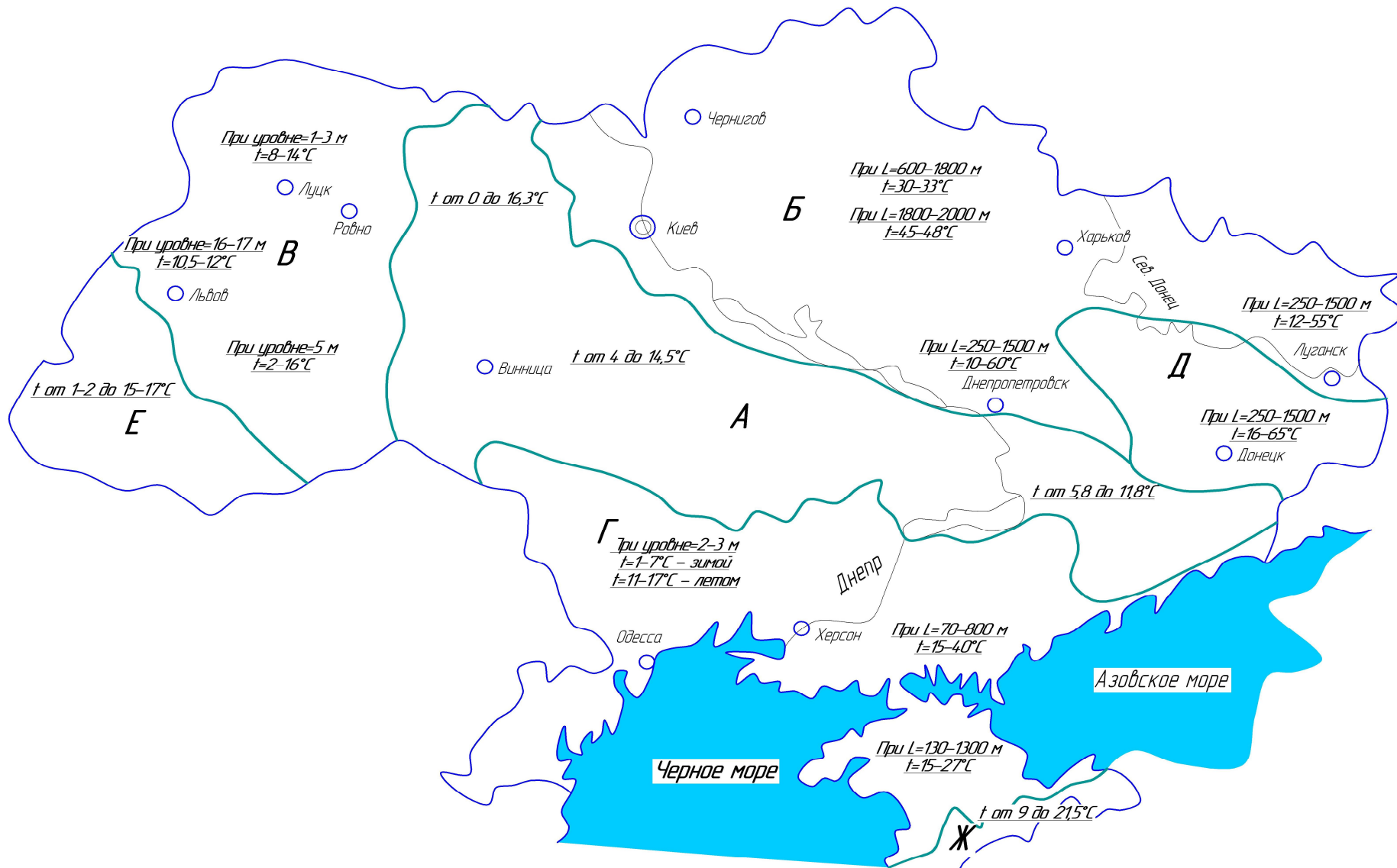
Розподіл підземних вод на території України обумовлений геологічною будовою і історією природного розвитку різних її частин, що є відособленими гідрогеологічним регіонами, відмінними один від одного за віком, складом і умовами залягання утворень, що складають їх, і сукупності основних природних чинників, які визначають закономірності формування, розподіли, склад і умови експлуатації підземних вод.

Районування підземних вод України, проводилося з урахуванням температурного чинника за даними, отриманими Б.Л.Лічковим, В.І.Лучицким, К.І.Маковим, О.К.Ланге, Н.І.Толстіхіним і іншими дослідниками [24,25] (рис.2.1).

З рис. 2.1 видно, що температура вод пластів, при глибинах свердловин до 250 м, не залежно від пори року не перевищує $+20^{\circ}\text{C}$. З причини цього розробка параметрів конструкції, технології виготовлення і устаткування бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами вестиметься виходячи з цих міркувань.

2.2. Галузь застосування та технологія обладнання кріогенно-гравійними фільтрами бурових свердловин

Вибір типу фільтру визначається в основному гранулометричним складом порід, що містять воду. Традиційно фільтри бурових свердловин підбирають згідно вказівок БНіП 11-31—74.



А – гідрогеологічна область тріщинуватих вод Українського кристалічного масиву; Б – Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн; В – Волино-Подільський артезіанський басейн; Г – Причорноморський артезіанський басейн; Д – Донецька гідрогеологічна складчаста область; Е – Закарпатська гідрогеологічна складчаста область; Ж – басейн тріщинуватих вод гірського Криму.

Рисунок 2.1 – Схема гідрогеологічного районування території України по температурі вод пластів

При виборі типу фільтрів необхідно враховувати цільове призначення бурових свердловин. По В.М.Гаврілко [6] всі фільтри підрозділяють на три основні групи:

- фільтри водозабірних і водопонижувальних свердловин, розрахованих на тривалий термін експлуатації (10...15 років і більше);
- фільтри, що встановлюються в свердловинах для тимчасового водопостачання, водопониження і дослідних відкачувань при дослідженнях, з обмеженим терміном експлуатації (від декількох днів до декількох років);
- фільтри наглядових свердловин, які служать для дослідно-фільтраційних робіт (2...3 міс) і для режимної мережі, розрахованої на тривалий термін спостереження без водовідбору.

Найбільш поширений і ефективний тип фільтрів, з погляду забезпечення тривалої і стійкої експлуатації свердловин, що забирають воду з середньо- і дрібнозернистих водоносних пісків, - гравійний.

При цьому створюване гравійне обсипання слід розглядати, як засіб збільшення радіусу фільтру свердловини, поліпшення фільтраційних властивостей порід в прифільтровій зоні і як конструктивний елемент, що дозволяє збільшувати розмір прохідних отворів, а отже, і шпаруватість фільтрових каркасів. Із застосуванням обсипання знижуються вхідні швидкості рідини пласта, подовжується термін служби, як фільтрів, так і свердловин в цілому.

Виходячи з вищевикладеного, галуззю застосування пропонованої технології є довгострокове устаткування бурових свердловин різного цільового призначення кріогенно-гравійними фільтрами в інтервалі неосновних (основних), безнапірних (артезіанських) водоносних горизонтів з глибиною їх залягання (установки фільтру) до 100 м, які представлені середньозернистими, дрібнозернистими, тонкозернистими і пилюватими пісками.

У основу роботи покладена ідея створення технології виготовлення елемента гравійного фільтру блокової конструкції з омонолічуванням гравійного матеріалу за допомогою мінералов'язучої речовини на водній основі за кріогенною технологією, з подальшою його однопорційною доставкою та установ-

кою в свердловині з подальшим переходом гравійного матеріалу з монолітного стану в пухкий у зв'язку з придбанням мінералов'язучою речовиною, під впливом позитивних температур пластових вод, реологічних властивостей води.

Для реалізації запропонованої технології, необхідно виконати наступні технологічні операції: виготовити на денній поверхні КГЕ КГС фільтру блокової конструкції, провести збірку робочої частини КГФ, здійснити спуск КГФ до продуктивного горизонту і провести його посадку у водоприймальну частину свердловини [26,27].

У табл. 2.1 приведено послідовність виконання технологічних операцій, а також можливі варіанти їх здійснення.

Таблиця 2.1 - Технологія устаткування бурових свердловин КГФ

Технологічні операції	Можливі способи здійснення операцій
Виготовлення КГЕ	У стаціонарних умовах
	В процесі транспортування на бурову
	На буровій
Збірка робочої частини фільтру	У стаціонарних умовах в секції
	На буровій
Спуск КГФ в свердловину	На колоні бурильних труб
	На тросі
	По стовбуру свердловини під дією сил гравітації
Посадка КГФ у водоносний горизонт	У розкритий водоносний горизонт з проектним діаметром водоприймальної частини
	З одночасним розтином водоприймальної частини свердловини при застосуванні ерліфта

2.3 Обґрунтування параметрів конструкції та мінералов'язучої речовини кріогенно-гравійного фільтра, виготовленого за кріогенною технологією

Фільтри бурових свердловин повинні відповідати наступним основним вимогам:

- забезпечувати максимальний дебіт свердловини при мінімальному пониженні в ній рівня води, створювати мінімальні вхідні опори в прифільтровій зоні для зведення до мінімуму витрат на її підйом;
- мати необхідну механічну міцність;
- мати по можливості найбільшу площу контакту з водоносною породою для забезпечення найменших вхідних швидкостей її фільтрації;
- при тривалій експлуатації бути досить стійкими проти хімічної і електрохімічної корозії, водної ерозії, а також заростання;
- мати конструкцію, яка забезпечує можливість застосування механічних і хімічних методів відновлення проникності прифільтрових зон і фільтру, а також дозволяє витягувати зі свердловини старий фільтр для його заміни новим;
- при роботі фільтру піскування допускається лише в початковий період при проведенні будівельних і дослідних відкачувань.

В результаті раніше виконаних робіт [1] встановлено, що конструктивно фільтри відрізняються розміром і формою фільтраційних отворів, матеріалом, з якого вони виготовлені, конструкцією кріплення елементів, та інш. До основних параметрів гравійних фільтрів відносять:

- гранулометричний склад гравію;
- якість гравію;
- розмір отворів каркаса фільтру;
- товщину гравійного обсіпання фільтру, його діаметр і довжину робочої поверхні.

З причини того, що питання, які пов'язані з обґрунтуванням якості використовуваного для обсіпання гравію і товщини гравійного обсіпання розгля-

далися раніше багатьма авторами [28-38] та позиції залишилися незмінними, діаметр і довжина робочої поверхні зв'язані із застосуванням фільтрів в конкретних геолого-гідрогеологічних умовах, то для обґрунтування параметрів конструкції КГФ є необхідність:

- уточнення питань пов'язаних з вибором гранулометричного складу гравію і діаметру прохідних отворів каркаса фільтрової колони.
- обґрунтування мінералов'язучої речовини.

Вибір гранулометричного складу гравію і діаметру прохідних отворів каркаса фільтрової колони. Підбір обсіпань при створенні гравійних фільтрів є одним з найбільш відповідальних етапів в комплексі робіт, пов'язаних з проектуванням, спорудою і експлуатацією водозабірних свердловин.

При устаткуванні водоприймальної частини свердловини КГФ необхідно знати розмір частинок породи (d_{10} , d_{50} , d_{60}), в якій намічається встановити фільтр, і кількісне співвідношення цих частинок між собою. Для визначення вмісту (у відсотках) в породі частинок різного розміру проводиться аналіз її гранулометричного складу.

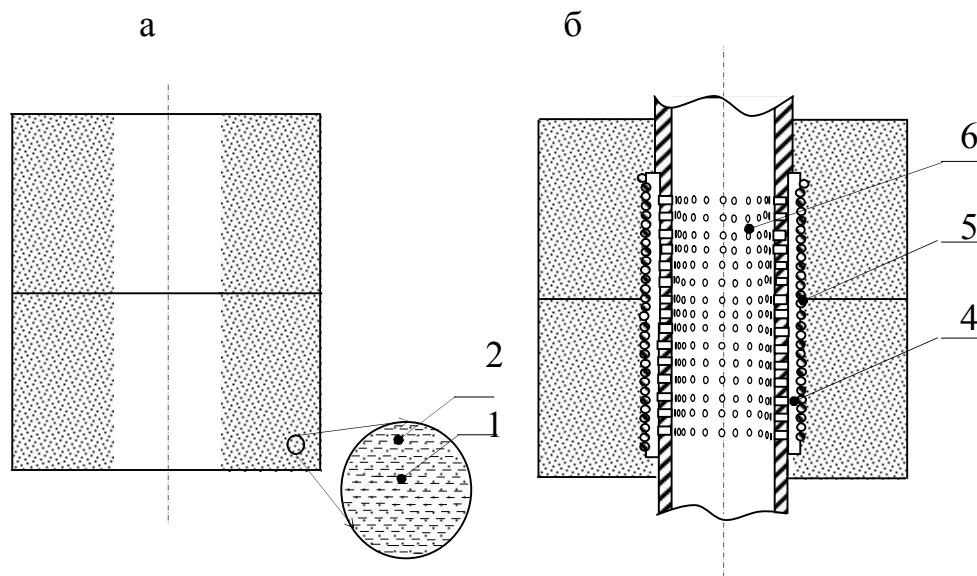
Згідно області застосування кріогенної технології КГФ призначені для обладнання водоприймальної частини бурових свердловин в середньозернистих, дрібнозернистих і пилюватих пісках.

Тип фільтру залежно від характеристики порід водоносного горизонту визначають за рекомендаціями СНіП II-31-74, відповідно до яких витікає, що стосовно запропонованої технології, для устаткування водоприймальної частини гідрогеологічних свердловин тривалого користування слід застосовувати трубчасті і стрижньові фільтри з одношаровим, двох- або тришаровим гравійно-піщаним обсіпанням. Також допускається застосування блокових фільтрів.

Розбіжність в рекомендаціях, на наш погляд, пов'язана з використовуваними технологіями і умовами створення якісного гравійного обсіпання при обладнанні водоприймальної частини свердловини фільтрами.

Створюваний на денній поверхні при візуальному контролі КГФ має конструкцію блокового фільтру з одношаровим гравійним обсипанням, а трубчастий каркас фільтру має круглу перфорацію (рис. 2.2).

У гравійних фільтрах у якості обсипання належить застосовувати пісок, гравій і піщано-гравійні суміші. Матеріал обсипання повинний бути однорідним, добре окатаним і просіяним крізь сито. Підбір розміру матеріалу для одношарових гравійних обсипань фільтрів можна проводити, виходячи з вимог СНіП II -31-74.



а - блоки гравійного фільтру в початковому стані (після виготовлення);

б - фільтр в зборі.

1 - матеріал гравійного обсипання; 2 - мінералов'язучий матеріал; 3 - підкладні прутки; 4 - дротяна обмотка; 5 - трубчастий каркас фільтру.

Рисунок 2.2 – Принципова схема КГФ

Підбір величини матеріалу для одношарового гравійного обсипання проводиться по співвідношенню

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} = 8-12, \quad (2.1)$$

де d_{50} - діаметр частинок піску, відповідний 50%-му ситовому відсіву;

D_{50} - діаметр частинок піску водоприймальної частини свердловини, відповідний 50%-му ситовому відсіву.

Результати розрахунку гранулометричного складу матеріалу гравійного обсіпання наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунковий розмір частинок гравійного обсіпання

Породи	Розмір частинок породи, мм	Розмір частинок обсіпання, мм	Середній розмір частинок обсіпання, мм
Пісок середній	0,5-0,26	4...6 - 2,1...3,1	4,55
Пісок дрібний	0,25-0,11	2...3 - 0,88...1,32	2,16
Пісок тонкий	0,1-0,06	0,8...1,2 - 0,48...0,072	0,64

Відповідно до табл. 2.2 і розміром прохідного отвору сит, приймаємо діаметр гранул обсіпання водоприймальної частини свердловин, порода якої представлена тонкозернистим піском, рівною 0,5...0,75 мм.

Товщина шару обсіпання повинна прийматися не менше 30 мм [8].

Згідно СНіП II -31-74, шпаруватість каркасів фільтру з круглою перфорацією повинна бути не менше 20-25%, тоді приймаємо по [9,10]:

- зовнішній діаметр труби, мм	89	114
- діаметр отворів, мм	12	16
- відстань між центрами отворів у горизонтальному ряду, мм	23	25
- відстань між центрами горизонтальних рядів по вертикалі, мм	15	22
- кількість отворів в горизонтальному ряду, шт.	12	14
- кількість отворів на 1 м труби, шт.	780	635
- шпаруватість фільтру %	32	34,9

В даний час компоновка фільтрової колони здійснюється шляхом вибору діаметру робочої частини фільтру з приєднанням до неї в нижній частині відстійника і до верхньої надфільтрової частини (рис. 2.3,а) [39].

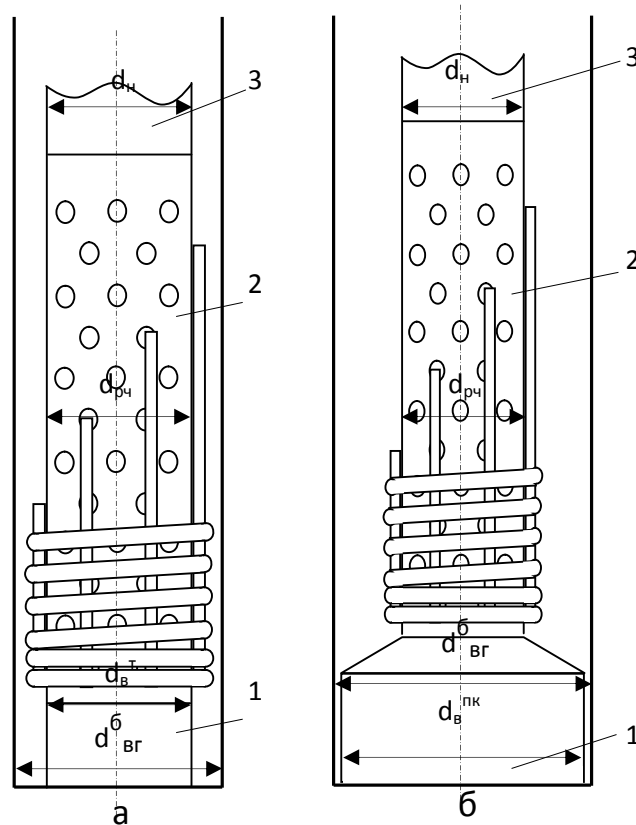
Діаметри відстійника $d_{в}$ і надфільтрової труби $d_{н}$ зазвичай рівні діаметру робочої частини фільтру $d_{рч}$ або його каркаса

$$d_{в}=d_{рч}=d_{н}.$$

При установці фільтру "впотай" довжина надфільтрової труби повинна бути такою, щоб верхня частина її знаходилася вище башмака обсадної колони на 3...5 м.

Довжину відстійника, як правило, приймають рівною 1-2 м.

Відстійник необхідний для збору твердих домішок, що пройшли через робочу частину фільтру. Об'єм відстійника визначає міжремонтний період свердловини.



а – трубчастий фільтр, з круглою перфорацією з водоприймальною поверхнею з дротяної обмотки, з традиційною компоновкою;

б – трубчастий фільтр, з круглою перфорацією з водоприймальною поверхнею з дротяної обмотки, з відстійником підвищеного контуру.

$d_{вг}^б$ – діаметр свердловини в межах водоносного горизонту.

1 – відстійник; 2 – трубчастий каркас фільтру; 3 - надфільтрова труба.

Рисунок 2.3 – Схеми компоновки фільтрової колони

Збільшення термінів міжремонтного періоду можливе за рахунок застосування нетрадиційної компоновки фільтрової колони з максимально можливим об'ємом відстійника при збереженні його довжини (рис. 2.3,б) [12]. При цьому, вибір діаметру відстійника необхідно здійснювати виходячи з

$$d_{\text{в}}^{\text{ПК}} = d_{\text{вг}}^{\text{б}} - (1 \dots 20 \text{ мм}).$$

Тоді $d_{\text{о}}^{\text{ПК}} > d_{\text{о}}^{\text{Т}} 99 \dots 80 \text{ мм}$.

Застосування даної компоновки дозволить:

- при спуску фільтрової колони забезпечити її центрування в свердловині, знизити вірогідності деформації і порушення суцільності дротяної обмотки, сітки, кожуха, зрізати кільцевим башмаком відстійника нерівностей із стінок свердловини;

- при монтажі фільтру у водоносному горизонті скоротити об'єм гравійного матеріалу;

- при експлуатації фільтру збільшити об'єм відстійника, тобто збільшити об'єм для збору твердих домішок, збільшити терміни міжремонтного періоду.

Обґрунтування та вибір мінералов'язучої речовини при застосуванні кріогенної технології є одним з найважливіших її елементів.

В'язуча речовина повинна відповідати наступним вимогам:

- під дією незначних температур, в інтервалі від -20°C до $+20^{\circ}\text{C}$, повинен утворювати гель, надійно скріплюючи між собою гранули композиту кріогенно-гравійного фільтру;

- бути інертним по відношенню до матеріалу гравійного обсіпання фільтру;

- при заморожуванні, в процесі транспортування і збірці фільтру на буровій повинен бути достатньо міцним;

- в процесі транспортування по стовбуру свердловини не взаємодіяти і бути інертним по відношенню до навколишнього середовища;

- при тривалій гідродинамічній дії і підвищенні температури навколишнього середовища зверх $+20^{\circ}\text{C}$ набувати реологічних властивостей води;

- бути екологічно чистим;

- бути недефіцитним і мати невисоку вартість та ін.

У буровій практиці як структуротворні добавки знайшли широке застосування полімери такі як: гіпан, крохмаль, поліакриламід, КМЦ, ССБ, КССБ і ін. Відомо, що при їх концентрації в буровому розчині понад 1-5% необоротно утворюють достатньо міцний гель або холодець, який важко руйнується. Такі речовини як натрієве рідке скло, галун, хлористий кальцій – агресивні, отруйні (до складу квасців входять миш'як, важкі метали). Tylose, агар, альгінова кислота, пектин, протопектин – дефіцитні, мають високу вартість.

На наш погляд, найповніше вищенаведеним вимоги відповідає желатин [40].

Желатин [41-43] - продукт переробки *колагену*, поширеного в природі білкової речовини, утворюючої головну складову частину сполучної тканини хребетних, особливо в шкірі, осеїні кісток і в сухожиллях. По амінокислотному і елементарному складу желатин близький до колагену. Найголовніші компоненти: гліцин (27%), пролін (16%), оксипролін (14%), глютамінова кислота (12%), аргінін (9%) лізин (5%). Кращі сорти желатину слабо забарвлені в жовтий колір; завдяки наявності в желатині кислих (карбоксільних) і основних (аміно-) груп вона має амфотерний характер. Желатин, отриманий за "лужним" способом, має ізоелектричну точку при рН 4,8—5,1, а отриманий за "кислотним" способом — при рН 9. Желатин набухає у воді і при нагріванні розчиняється. При охолодженні водного розчину желатин утворює холодець (гель), який при нагріванні приймає властивості реологій води. Температура застигання і міцність холодоцю залежить від концентрації желатину у водному розчині і якості желатину. Основними критеріями якості желатину є в'язкість розчину, міцність холодоцю, температура його плавлення і застигання, зміряні за певних умов. У концентрованих розчинах деякі речовини (наприклад, роданистий калій, бензолсульфонат натрію і ін.) желатину розчиняються на холоді. Ці ж речовини перешкоджають утворенню холодоцю. Під дією дубителів желатин втрачає здатність набухати у воді і розчинятися.

Основною сировиною для виробництва желатину служать кістки

великої рогатої худоби, відходи шкіряного виробництва (обрізки шкур, мездра) і сухожилля. У Японії для цієї мети з недавнього часу застосовують відходи китобійного промислу, що також містять колаген, і морські водорості. Желатин може бути отриманий з шкіри, луски і плавальних міхурів риб. Такий желатин, проте, дає слабкий холодець і використовується тільки як клей.

Залежно від ступеня чистоти і якості розрізняють фотографічний, харчовий і технічний желатин. Перший застосовують у виробництві фото- і кіноплівок, фотопластин і фотопаперу. Харчовий желатин використовують в кулінарії, в кондитерській справі, у виноробстві і пивоварінні; технічний — в папероробній, поліграфічній і в ін. галузях промисловості. Желатин застосовується також в медицині, як кровозупиняючий засіб, і як живильне середовище для культивування бактерій.

З причини того, що желатин давно використовується в різних галузях промисловості його властивості досить добре відомі. Тому, дослідження теплофізичних властивостей композиту проведено за літературними джерелами.

Аналіз літературних джерел [44-48] дозволив визначити теплофізичні параметри компонентів криогенно-гравійного фільтру і зробити висновок про незначні зміни його властивостей при введенні в якість в'язучої речовини желатину в кількості від 5% до 15% до маси рідини [45].

Згідно літературних джерел, значення теплоємності залежить від природи матеріалу, температури середовища, а також від структурної перебудови речовин. Незважаючи на це теплоємність води складає 4,2 кДж/(кг·К). При температурі нижче 0°C складає 2,1 кДж/(кг·К). Теплоємність кварцового піску - 2,09 кДж/(кг·К).

З пониженням температури теплопровідність зростає. Згідно теоретичних розрахунків і численних експериментальних даних, при температурі ~0°C теплопровідність прісноводного льоду дорівнює ~ 2,22 Вт/(м·К).

Виходячи з того, що при зміні концентрації желатину у воді не призводить до зміни теплопровідності, теплопровідність і теплоємність складових композиту надалі приймаємо без урахування добавки желатину [45].

2.4 Виготовлення криогенно-гравійного фільтра на основі циліндрично-порожніх елементів за низькотемпературною технологією

2.4.1 Етапи виготовлення циліндрично – порожніх елементів КГФ

Виготовлення циліндрично – порожніх елементів КГФ, згідно запропонованої технології [26,27] можливо: у стаціонарних умовах; в процесі транспортування на бурову; на буровій. В загальному вигляді для виготовлення КГФ необхідно виконати наступні етапи:

- а) Підготовка циліндричних форм до виготовлення КГЕ фільтру;
- б) Підготовка гравійного матеріалу;
- в) Підготовка мінералов'язучої речовини;
- г) Підготовка суміші гравійного матеріалу і мінералов'язучої речовини для виготовлення КГЕ фільтру.
- д) Формування КГЕ фільтру
- е) Процес омонолічування КГЕ фільтру згідно з криогенною технологією
- ж) Виймання КГЕ фільтра з циліндричних форм.
- з) Оцінка якості КГЕ виготовленого за криогенною технологією .

2.4.1.1 Підготовка циліндричних форм до виготовлення КГЕ фільтру

При діаметрі КГЕ фільтру 200 мм та довжині 1 м при щільності 2000 кг/м^3 і шпаристості 20 % його вага буде складати понад 500 Н. Тоді довжина КГЕ не повинна сягати більш 0,5 м. Але, виходячи з потреб виконань досліджень та враховуючи зручність формування та витягання КГЕ з форми, приймаємо, що висота окремого КГЕ повинна дорівнювати 170 мм.

Для виготовлення КГЕ фільтрів використовувались циліндри, які виготовлялись з полівінілхлоридної труби (ПВХ) зовнішнім діаметром 200 мм з товщиною стінки 4 мм.

Для виготовлення порожнини у КГЕ фільтра використовувались два елементи, які виготовлялись з полівінілхлоридної труби зовнішнім діаметром 110 мм з товщиною стінки 2,7 мм та довжиною 250 мм. Перший елемент представляє собою циліндр, виготовлений з труби ПВХ $\text{Ø}110 \times 2,7 \times 250$ мм. Другий елемент також труба ПВХ $\text{Ø}110 \times 2,7 \times 250$ мм, але розрізаний по утворюючій циліндра.

На перший елемент для виготовлення порожнини надівається другий елемент. На рис. 2.4 показана схема обладнання для виготовлення КГЕ фільтру.

Таким чином ми отримуємо роз'ємний елемент, який потім буде видалятися з КГЕ фільтру.

У центр циліндра, виготовленого з ПВХ $\text{Ø} 200 \times 4 \times 170$ мм, встановлювались зібрані циліндри $\text{Ø}110 \times 2,7 \times 250$ мм.

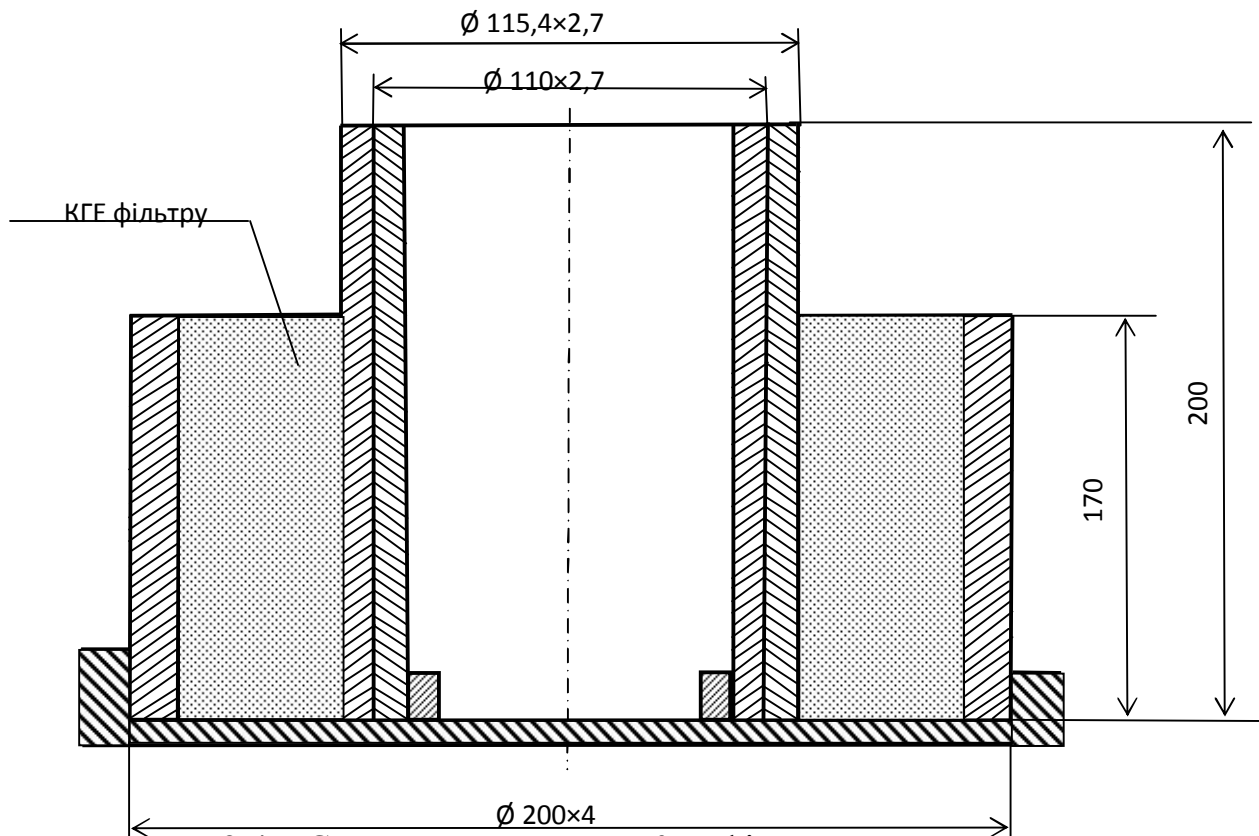


Рисунок 2.4 – Схема виготовлення КГЕ фільтру

Всі елементи форми для виготовлення КГЕ встановлювались на горизонтальну поверхню з кільцевими обмежувачами як для зовнішньої форми, так і для елементів для виготовлення порожнини.

2.4.1.2 Підготовка гравійного матеріалу

Підготовка гравійного матеріалу включає в себе наступні етапи:

1. Промивка отриманого гравійного матеріалу від сторонніх частин які знаходяться у ньому.

2. Висушування гравійного матеріалу з метою його подальшого розподілення на фракції.

Перший і другий етапи проводились декілька разів, доки вода не ставала чистою.

3. Розподілення сухого та чистого гравійного матеріалу на фракції за гранулометричним складом.

4. Зважування сухого гравійного матеріалу у кількості необхідній для виготовлення КГЕ фільтру тієї чи іншої концентрації.

Розподілення гравійного матеріалу за гранулометричним складом на фракції проводилась методом просіювання його крізь набір сит з різними вічками. Вічки сит були таких розмірів: 1,5 мм; 1,0 мм; 0,75 мм; 0,5 мм; 0,25 мм. Сита встановлювались на вібраційний стіл і проводилось розділення гравійного матеріалу за гранулометричним складом на фракції: до 0,25 мм; 0,25 – 0,5 мм; 0,5 – 0,75 мм; 0,75 – 1,0 мм; 1,0 – 1,5 мм.

Пісок з фракцією менш 0,25 мм відбраковувався.

Найбільшу масову кількість було отримано гранулометричного складу фракції 0,5 – 0,75 мм, яка і використовувалась для виготовлення елементів криогенно – гравійного фільтра.

2.4.1.3 Підготовка мінералов'язучої речовини

У якості мінералов'язучої рідини використовувався харчовий желатин марки П–11 ГОСТ 11293 - 89 з наступними показниками:

- зовнішній вигляд – гранули, крупинки, пластинки, порошок;
- колір – від світложовтого до жовтого;

- запах – без стороннього;
- смак – прісний;
- розмір частинок не більше 10 мм;
- масова доля мілких частин, %, не більше 30;
- тривалість розчинювання, хв., не більше 25;
- показник активності водневих йонів водного розчину желатину з масовою долею 1%, од., рН – від 5 до 7;
- масова доля вологи, %, не більше 16;
- масова доля золи, %, не більше 2,0;
- міцність студня з масовою долею желатину 10 %, Н, не менше 11;
- динамічна в'язкість розчину з масовою долею желатину 10%, МПа, не менше 20;
- температура плавлення студня з масовою долею желатину 10 %, °С, не менше 32;
- сторонні домішки, %, не більше – не допускаються.

Желатин був придатним до його використання і не потребував попередньої підготовки.

Підготовка желатину, як в'язучої речовини проводилась за наступною послідовністю:

1. Зважування желатину у кількості, необхідній для виготовлення КГЕ фільтру тієї чи іншої концентрації;
2. Зважування води у кількості, необхідній для виготовлення КГЕ фільтру тієї чи іншої концентрації;
3. Потрібна кількість желатину висипалась у ємкість і заливалась часткою води кімнатної температури;
4. Протягом 40 хв желатину давали частково розтворитися і набухнути у воді до консистенції драглі;
5. Частина води (300 г), що залишилась, підігрівали до температури 100 °С (доводили до кипіння);

6. У желе желатину з водою виливалась гаряча вода і желе розмішувалось до стану рідини.

Після послідовного виконання операцій по підготовки в'язучої речовини проводилися дослідження її реологічних властивостей. Результати наведені на рис. 2.5-2.8.

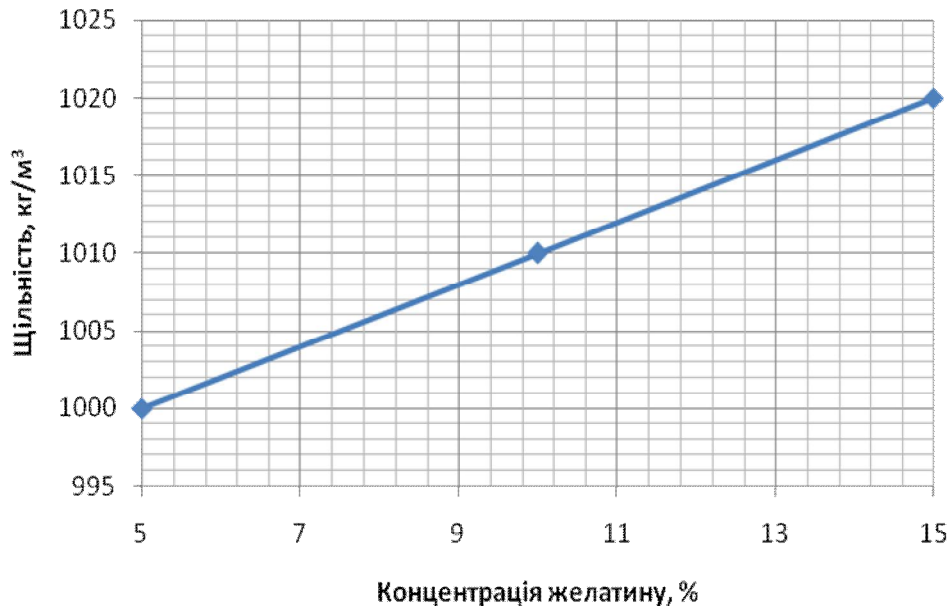


Рисунок 2.5 - Залежність щільності водного розчину желатину від концентрації

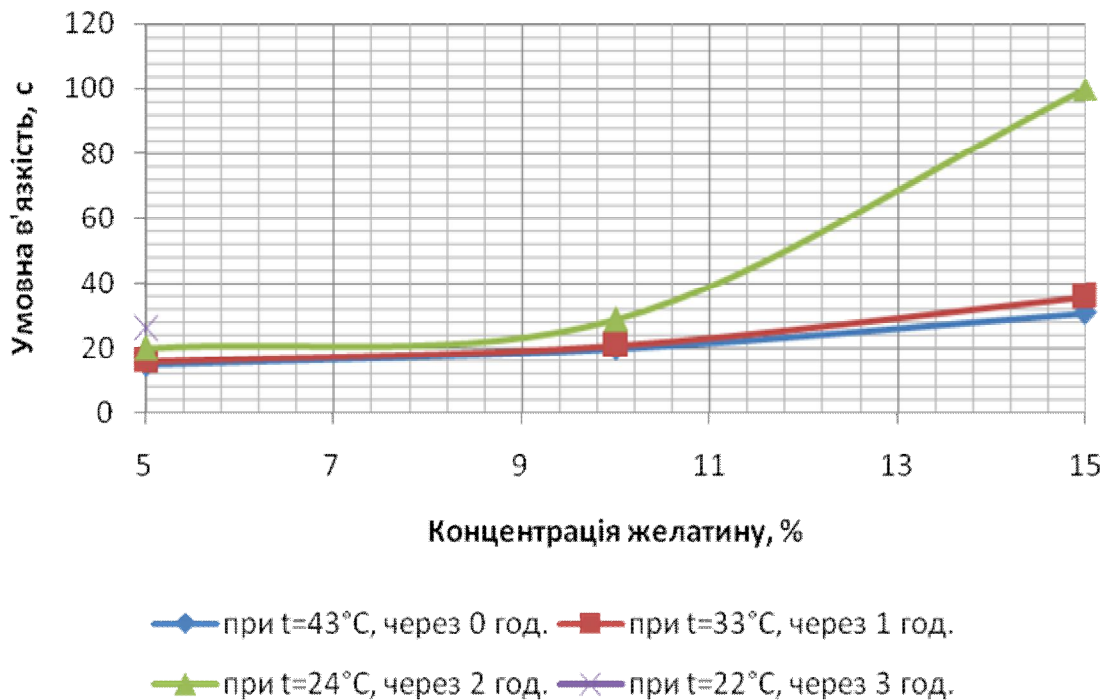


Рисунок 2.6 - Залежність умовної в'язкості розчину желатину від концентрації

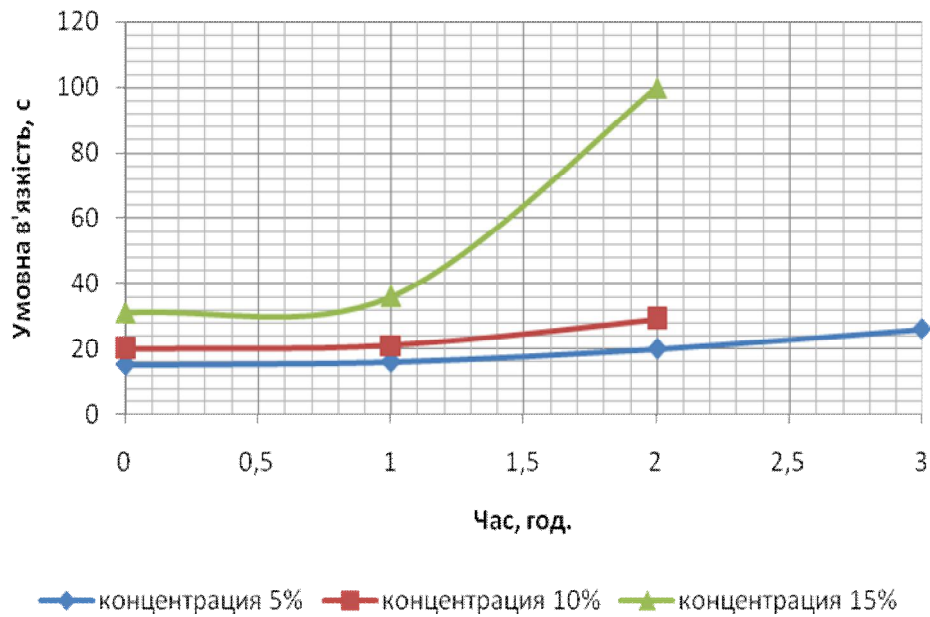


Рисунок 2.7 - Залежність умовної в'язкості розчину желатину від часу охолодження

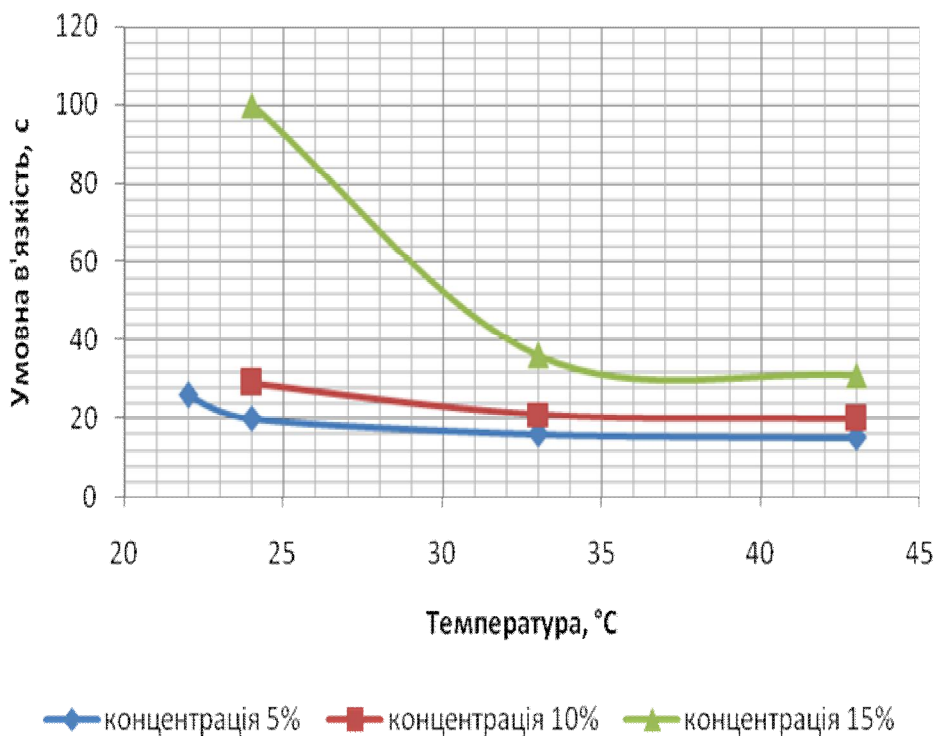


Рисунок 2.8 - Залежність умовної в'язкості розчину желатину від температури

Після оцінки властивостей в'язучої речовини її змішують з гравійним матеріалом.

2.4.1.4 Підготовка суміші гравійного матеріалу і мінералов'язучої речовини для виготовлення КГЕ фільтру

Суміш гравійного матеріалу і мінералов'язучої речовини для виготовлення КГЕ фільтру виготовлялась з різними концентраціями мінералов'язучої речовини.

У табл. 2.4 наведені маси, які необхідні для виготовлення КГЕ фільтру.

Процес змішування компонентів КГЕ проводять у наступній послідовності:

1. Гравійний матеріал потрібної фракції висипався у ємкість;
2. Додається мінералов'язуча речовина;

Таблиця 2.4 – Маса речовин, що необхідні для виготовлення КГЕ фільтру

Пісок, г	Желатин, г	Вода, мл	Концентрація розчину желатина у воді, %
5000	60	1140	5
5000	120	1080	10
5000	180	1020	15
5000	240	960	20
5000	300	900	25

3. Усе перемішувалось міксером для рівномірного змочування гравійного матеріалу мінералов'язучим розчином і отримання однорідної маси;
4. Отримана таким чином маса витримувалась 20 – 30 хв. до її загущення;
5. Призводять процес формування КГЕ фільтру.

2.4.1.5 Формування КГЕ фільтру

Формування КГЕ фільтру проводиться наступним чином:

1. У радіальний простір форми КГЕ фільтру, встановленого на площину, між зовнішнім циліндром діаметром 200 мм та висотою 170 мм і внутрішнім

циліндром діаметром 115,4 мм та висотою 250 мм заливалась суміш гравійно – мінералов’язучої речовини таким чином, щоб не було ніяких пустот.

2. Суміш заливалась повністю до висоти 170 мм.

3. Форма встановлювалась на вібростенд і проводилось вібраційне утрамбування суміші протягом 5 хв.

4. Після виключення вібростенду форма доповнювалась недостаючою кількістю суміші і знову включався вібростенд на 5 хв. Процес повторювався доки форма повністю не була заповнена сумішшю.

2.4.1.6 Процес омонолічування КГЕ фільтру по криогенній технології

Процес омонолічування КГЕ фільтру за криогенною технологією проводився таким чином:

1. Отримана форма з гравійно–мінералов’язучої речовиною встановлюється у морозильну камеру;

2. У морозильній камері встановлюється температура - 16°C.

3. Форма з КГЕ фільтру витримувалась у морозильній камері протягом 24 годин після чого виймається з морозильної камери.

2.4.1.7 Виймання КГЕ фільтру з циліндричних форм

Процес витягання КГЕ фільтру з циліндричної форми виконувався у декілька етапів:

1. З форми видаляється центральний (нерозрізаний) циліндр.

2. Видаляється розрізаний циліндр.

3. З зовнішнього циліндра Ø 200 мм знімались хомути, що стягували дві половини цього циліндра і половини циліндра відокремлювались від елемента фільтра.

2.4.1.8 Оцінка якості виготовленого КГЕ фільтру

Після виймання КГЕ фільтру з форми проводилась його візуальна оцінка якості (рис. 2.9).

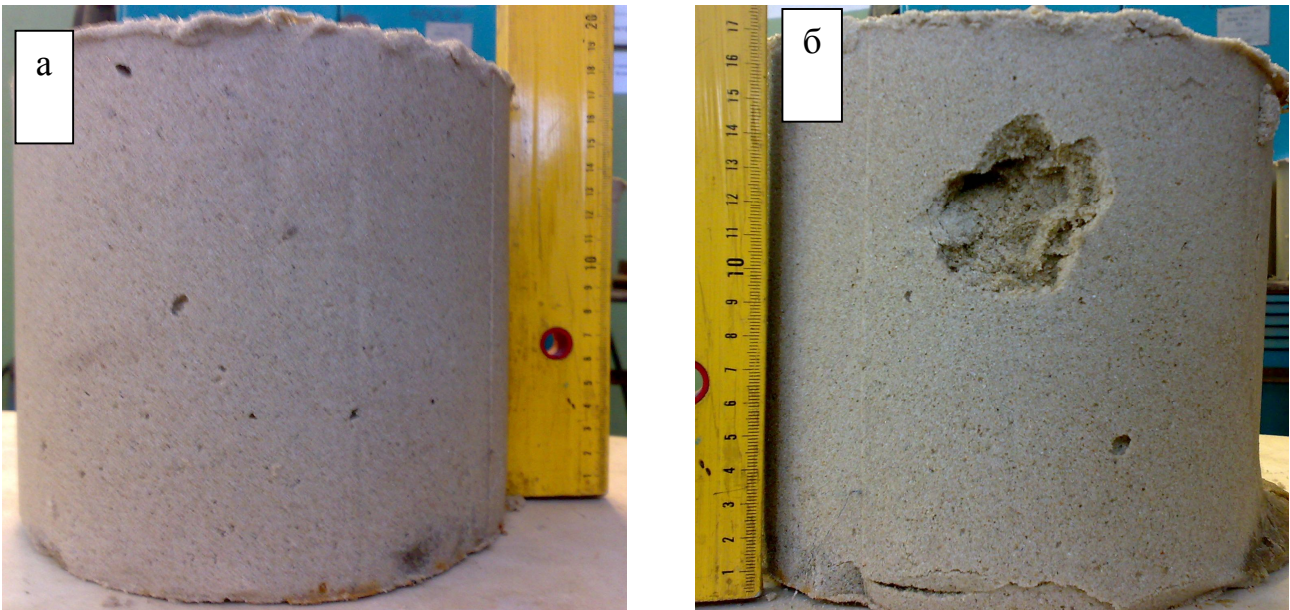


Рисунок 2.9 – Приклад якісного (а) та неякісного (б) формування КГЕ

Оцінка якості проводилась на предмет відсутності у елементі раковин (каверн), тріщин, зяючих пустот . Наявність таких недоліків виготовлення елементу недоречна, так як веде до негативного впливу на розщеплення елементу у рідині.

При виявленні таких недоліків виготовлення - елемент відбраковується і виготовляється на його заміну інший.

2.5 Збірка робочої часті кріогенно-гравійного фільтра

Збірка фільтру здійснюється на денній поверхні в повітряному середовищі, шляхом з'єднання заздалегідь омонолічених КГЕ КГФ з фільтровою колоною. Час збірки блокового КГФ залежно від його довжини може досягати 20-30 хвилин. При цьому КГЕ витягуються з теплоізоляційних контейнерів по-

слідовно в процесі збірки. Збірка фільтрової колони здійснюється з надфільтрової частини і закінчується нижньою секцією з відстійником.

Процес збірки на буровій здійснюють в наступній послідовності:

а) Заздалегідь приготовані свічі надфільтрової частини колони встановлюють на «козли» і до нижньої частини надфільтрової колони приєднують муфту.

б) КГЕ блокової конструкції одягають на надфільтрову колону. Операція здійснюється таким чином: помічник буровика підводить верхню частину надфільтрової колони, потім буровик одягає на неї перший КГЕ, після цього помічник опускає її на «козли» і переміщає КГЕ до муфти. В цей час буровик витягує наступний КГЕ з контейнера. Дана операція повторюється до повного заповнення надфільтрової колони КГЕ.

в) Переходимо до збірки фільтрової частини колони: заздалегідь приготовані свічі фільтрової частини колони з приєднаними до неї підкладними прутками і дротяною обмоткою (сіткою) встановлюють на «козли» і до нижньої її частини приєднують муфту. Потім одягають КГЕ на фільтрову частину колони. Процес збірки аналогічний збірці надфільтрової частини.

г) Останньою збирається нижня свіча фільтрової колони. Для цього, до її нижньої частини приєднується відстійник розширеного контуру. Операція по збірці фільтрової частини колони аналогічна для кожної свічі.

У разі збірки КГС в стаціонарних умовах вони транспортуються на бурову в теплоізоляційних контейнерах. Порядок збірки КГФ аналогічний.

д) Спуск фільтрової колони здійснюється в зворотному порядку її збірки. Для цього: до верхньої частини нижньої секції фільтрової колони приєднують монтажний хомут, до якого при виконанні СПО приєднані стропи. Після цього її опускають в свердловину. Монтажний хомут опирається на ротор установки (обсадну колону), тим самим утримуючи свічу на гирлі свердловини.

е) Другий монтажний хомут приєднується до наступної свічі, до якого перед підйомом приєднуються стропи. Після її підйому, свічі з'єднуються за допомогою муфти. Згвинчення здійснюється в ручну.

ж) Після з'єднання свіч колону припідіймають і з нижньої свічі знімають мо-

нтажний хомут, який приєднують до наступної свічі. З'єднані свічі опускають в свердловину до моменту, коли монтажний хомут ляже на ротор установки (обсадну колону). Операції з монтажу повторюють до повної збірки фільтрової колони.

з) Після повної збірки фільтрова колона транспортується у водоприймальну частину свердловини.

2.6 Обґрунтування і вибір технологічної схеми доставки кріогенно-гравійного фільтра до продуктивного горизонту

На сьогоднішній день гравійний матеріал, необхідний для створення гравійного обсіпання фільтрової колони, доставляється [26]:

- по бурильній колоні;
- по стовбуру свердловини;
- на бурильній колоні.

Недоліки традиційних технологій очевидні:

- виробництво рихлих обсіпань вимагає необхідних технічних навиків і відповідної кваліфікації бурового персоналу, які часто порушують вимоги нормативних документів;

- значні тимчасові і матеріальні витрати пов'язані з виконанням СПО. Так при глибині свердловини 100 м час СПО складе приблизно 1 годину, а при глибині 500 м – більше 5 годин.

- процес виконання СПО трудомісткий;

- в процесі СПО внаслідок різкого розгону і гальмування, можливі гідроудари;

- якісне формування гравійного обсіпання вимагає складного поверхневого і забійного устаткування і інструменту, який збільшує вартість робіт;

- зависання гравійного матеріалу на шляху транспортування з утворенням пробок, яке вимагає додаткових витрат часу на їх ліквідацію.

Для усунення вище перерахованих недоліків пропонується доставляти КГФ на колоні бурильних труб.

Після збірки КГФ здійснюється його транспортування на колоні бурильних труб по стовбуру свердловини [49]. При цьому час транспортування (рис. 2.10) умовно можна розбити на: $t_{сп}^{ст}$ - час транспортування по стовбуру свердловини до статичного рівня $h_{ст}$; $t_{сп}^{o.cb}$ - час транспортування КГФ у водному середовищі на залишок довжини свічі; $t_{сп}^H$ - час нарощування бурильної колони; $t_{сп}^{cb}$ - час спуску однієї свічі у водному середовищі, де l_{cb} - довжина свічки.

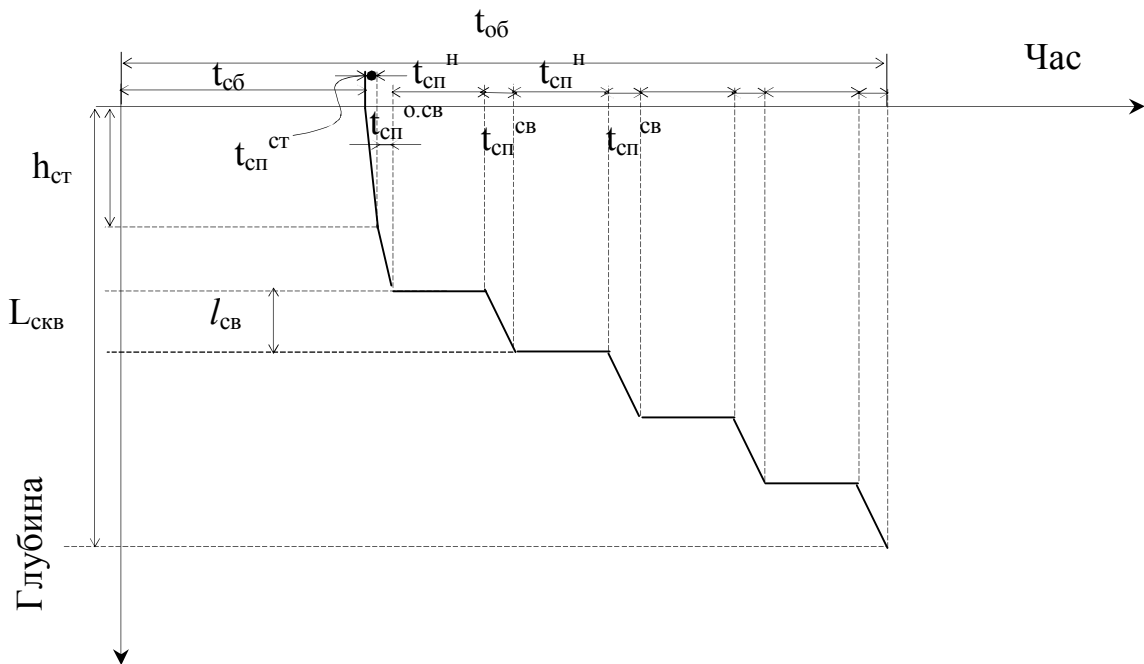


Рисунок 2.10 – Схема балансу часу, що витрачається на обладнання свердловини КГФ

Досягши заданої глибини $L_{скв}$ під дією плюсових температур водоносного горизонту відбувається перехід КГФ з монолітного в пухкий стан з виникненням фільтрації пластових вод крізь гравійний матеріал фільтру. При цьому мінералов'язучий матеріал набуває реологічних властивостей пластових вод.

Впродовж часу $t_{об}$, необхідного для здійснення всіх технологічних операцій, блоки КГФ повинні мати достатню механічну міцність і, виходячи з рис. 2.10, його можна визначити як

$$t_{об} = \sum t_{cn}^H + \sum t_{cn}^{cb} + t_{cб} + t_{cn}^{cm} + t_{cn}^{o.cb},$$

де $\sum t_{cn}^n$ - сумарний час нарощування бурильної колони;

$\sum t_{cn}^{cs}$ - сумарний час спуску бурильної колони.

У свою чергу

$$\sum t_{cn}^n = t_{cn}^n \times n_n,$$

$$\sum t_{cn}^{cs} = t_{cn}^{cs} \times n_{cn},$$

де n_n – число операцій з нарощування колони бурильних труб;

n_{cn} – кількість свічок в колоні.

Для успішного виконання робіт з обладнання водоносного горизонту необхідно, щоб час руйнування КГФ $t_{КГФ}$ перевершував час обладнання фільтром водоприймальної частини свердловини $t_{об}$, тобто повинна виконуватися умова

$$t_{КГФ} > t_{об}.$$

У свою чергу $t_{об}$ залежить від рецептури КГФ. Її підбір повинен здійснюватися з урахуванням конкретних геолого-гідрогеологічних умов буріння свердловин і повинен бути не менше

$$t_{КГФ} = k \times t_{об}$$

де k – коефіцієнт запасу часу.

2.7 Посадка кріогенно-гравійного фільтра в розкритий водоносний горизонт з проектним діаметром водоприймальної частини

а) Доставка фільтра на вибій здійснюється на колоні бурильних труб.

б) Після посадки фільтра в водоприймальну частину правим обертанням колону бурильних труб від'єднують по лівому різьбленню від фільтра з наступним її витяганням.

д) Положення гравійного обсіпання перевіряється щупом з попереднім перекриттям верха надфільтрової труби конусним перехідником, спущеним на бурильних трубах. При необхідності здійснюється досипання гравію.

е) Кільцевий зазор над гравієм перекривається дерев'яним сальником.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБ- ОБЛАДНАННЯ КРІОГЕННО-ГРАВІЙНИМИ ФІЛЬТРАМИ БУРОВИХ СВЕРДЛОВИН

3.1 Результати лабораторних досліджень впливу фізичних полів на властивості льодово-гравійного композита

Метою досліджень є визначення впливу фізичних полів на розтавлення льодового композиту, що складається з суміші води і гірської породи. У якості критерія вибору оптимального складу мінералів'язучої речовини, що використовується для зміцнення гравійного матеріалу кріогенно-гравійного фільтру, є час розтавлення. Розтавлення дослідних зразків відбувалося в повітряному середовищі при кімнатній температурі $+20^{\circ}\text{C}$. Для всіх видів випробувань використовувалися зразки діаметром 35 ± 1 мм і заввишки 50 ± 5 мм.

Виходячи з цього, при проведенні досліджень визначалося:

- вплив дії магнітних полів на час розтавлення кріогено-гравійного композиту;
- вплив електролізу на час розтавлення кріогено-гравійного композиту;
- вплив часу заморожки в'язучого матеріалу кріогено-гравійного композиту на час його розтавлення.

Для проведення експериментів по впливу магнітного поля на розтавлення льодово-гравійного композиту використовувалися два постійні магніти, розташованих на протилежних сторонах зразка. Обробка зразка проводилася протягом всього часу заморожування. Заморожування тривало 24 години при температурі мінус 16°C . У якості контрольного зразка, використовували необроблений магнітними полями композит, котрий теж заморожувався протягом 24 годин. Результати експерименту занесені в табл. 3.1 [50].

Виходячи з результатів експериментів, які наведені в табл. 3.1, обробка магнітними полями льодово-гравійного композиту, незалежно від їх полярності, не призводить до значного впливу на час розтавлення зразків.

Таблиця 3.1 – Зміна маси зразків людового композиту з часом після заморозки протягом 24 год. при постійної обробці магнітним полем

Полюси	Час розтеплення, хв						
	0	20	40	60	80	100	120
Північний / північний	206	206	202	198	192	186	180
Південний / південний	205	206	199	195	191	188	180
Північний / південний	210	205	203	201	199	195	190
Південний / північний	204	202	200	198	197	195	189
Контрольний зразок	200	198	195	193	190	189	-

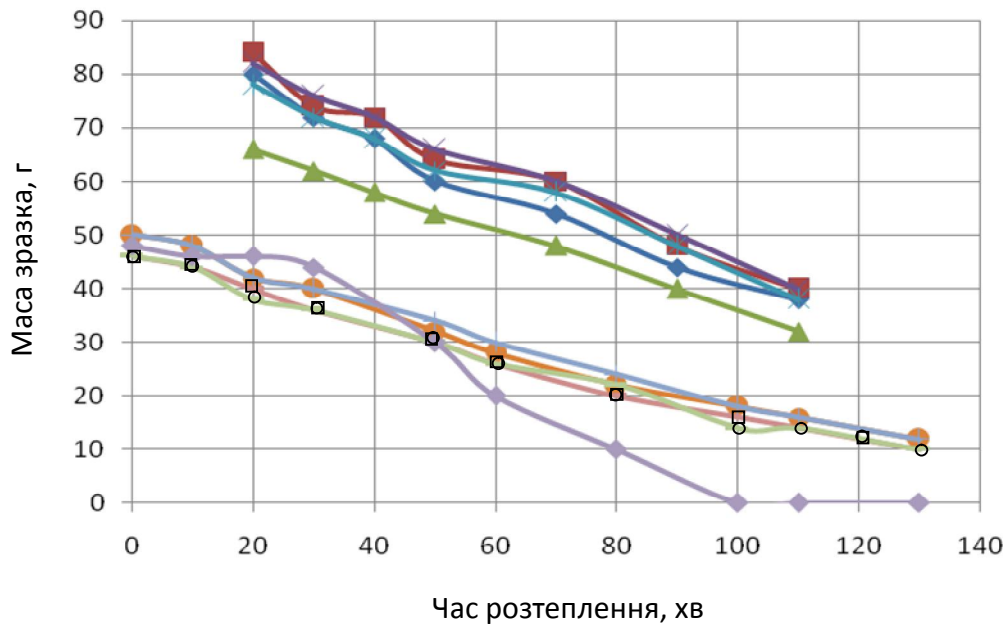
При електролізі відбувалося розділення водного середовища на позитивно і негативно заряджені частинки. В результаті візуального спостереження встановлено, що під дією електричного поля з водопровідної води відбувалося виділення смоляних жовто-коричневих, плавучих речовин, які перед заморожуванням з розділених середовищ видалялися.

Розділені позитивні і негативні води після закінчення 24 годин теплової обробки в морозильній камері растеплялись при кімнатній температурі з вимірюванням ваги зразків в часі. Результати експерименту приведено на рис. 3.1.

В результаті проведених експериментів було встановлено, що обробка електричним полем не призводить до значного впливу на час розтеплення зразків. Характер розтеплення оброблених зразків схожий з характером розтеплення контрольного зразка. Масштабний фактор розтеплення зразків в повітряному середовищі призводить до незначного збільшенню терміну розтеплення зразків.

При дослідженні впливу часу заморожування зразків, при температурі морозильної камери -16°C , на час їх розтеплення при кімнатній температурі зразки заморожувалися від 12 до 48 годин і з кроком в 12 годин піддавалися дії позитивних температур рівних 20°C . Результати експерименту занесені в табл.3.2.

В результаті проведених експериментів було встановлено, що час обробки тепловим полем призводить до значного впливу на час розтеплення зразка. В середньому при збільшенні часу заморожування з 12 до 24 годин час розтеп-



- ♦— — обробка катодом, протягом 5 хвилин (при $m = 80$ г);
- — обробка анодом, протягом 5 хвилин (при $m = 80$ г);
- ▲— — обробка катодом, протягом 10 хвилин (при $m = 80$ г);
- ×— — обробка анодом, протягом 10 хвилин (при $m = 80$ г);
- *— — контрольний (не оброблений) зразок (при $m = 80$ г);
- — обробка катодом, протягом 5 хвилин (при $m = 50$ г);
- — обробка анодом, протягом 5 хвилин (при $m = 50$ г);
- ◇— — обробка катодом, протягом 1 хвилини (при $m = 50$ г);
- — обробка анодом, протягом 1 хвилини (при $m = 50$ г);
- ◇— — контрольний (не оброблений) зразок (при $m = 50$ г).

Рисунок 3.1 - Результати експериментів електричної обробки льодових зразків

Таблиця 3.2 – Зміна маси (г) після обробки постійним тепловим полем зразків льодового зразка з часом.

Час обробки, год	Час розтеплення, хв							
	0	10	20	30	50	60	80	100
12	200	198	196	194	190	180	-	-
24	201	198	194	190	189	188	180	-
36	200	199	198	196	194	192	190	180
48	199	199	198	198	197	196	189	-

лення збільшився в 1,33 рази з 12 до 36 на в 1,67 рази. Характер розтеплення оброблених зразків схожий з характером розтеплення контрольного зразка.

3.2 Результати дослідження фізико-механічних властивостей льодово-гравійного композиту

Метою досліджень є визначення межі міцності на одноосне стиснення зразків льодово-гравійного композиту.

Визначення межі міцності льодово-гравійного композиту при одноосному стисненні виконувалося на пресі кафедри ТРРКК Національного гірничого університету.

Об'єктом досліджень є зразки льодово-гравійного композиту фільтру .

Дослідження проводилися в два етапи:

На першому етапі визначалася міцність на одноосне стиснення зразків льодово-гравійного композиту, до складу яких входить вода і гравій різної величини (0,5-0,75 мм; 0,75-1,0 мм; 1,0-2,0 мм; 2,0-3,0 мм; 3,0-5,0 мм). При цьому вологість композиту складає 100%. Гравійний композит кожної фракції використовується в насипному і ущільненому вигляді. Мета першого етапу досліджень – визначення залежності між часом заморожування і міцністю для кожної фракції гравію в насипному і ущільненому вигляді.

На другому етапі визначалася міцність на одноосне стиснення зразків льодово-гравійного композиту, до складу яких входить вода, гравій і желатин (у вигляді водного розчину). Використовується водний розчин желатину наступних концентрацій: 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. При цьому вологість композиту складає 5 і 10%. Мета другого етапу досліджень – визначення залежності між часом знаходження на повітрі і міцністю фракції гравію 0,5 – 0,75 мм при різному вмісті желатину.

Заморожені гірські породи є вельми складними багатофазними утвореннями, що складаються з твердих мінеральних частинок, в'язкопластичних включень льоду, рідкої фази (незамерзаюча вода) і іноді газоподібних компонентів (пара і газу). Кожен з вищеназваних компонентів в значній мірі впливає на властивості заморожених порід і їх поведінку в процесі заморожування і відтавання.

Вплив твердих мінеральних частинок на властивості заморожених порід обумовлений їх розмірами, формою і фізико-хімічною природою їх поверхні. Лід є найважливішою складовою заморожених порід.

Міцневі властивості замороженого композиту багато в чому визначаються співвідношенням кількості льоду і незамерзлої води. Чим більше в замороженому композиті льоду, тим він міцніший. З робіт співробітників інституту мерзлотознавства ім. В.А. Обручева відомо, що в поровому просторі пісків незамерзла вода міняє свій фазовий стан при температурі нижче -50°C .

Кожен вид досліджень, за часом заморожування зразків при температурі -16°C і певному гранскладі, проводився не менше, чим на п'яти зразках кубічної форми. На рис. 3.2 – 3.3 представлені усереднені результати досліджень міцності зразків льодово-гравійного композиту у складі: вода + гравій. Дослідження проводилися при 100% вологості зразків та теоретичної щільності від 1790 кг/м^3 до 1825 кг/м^3 .

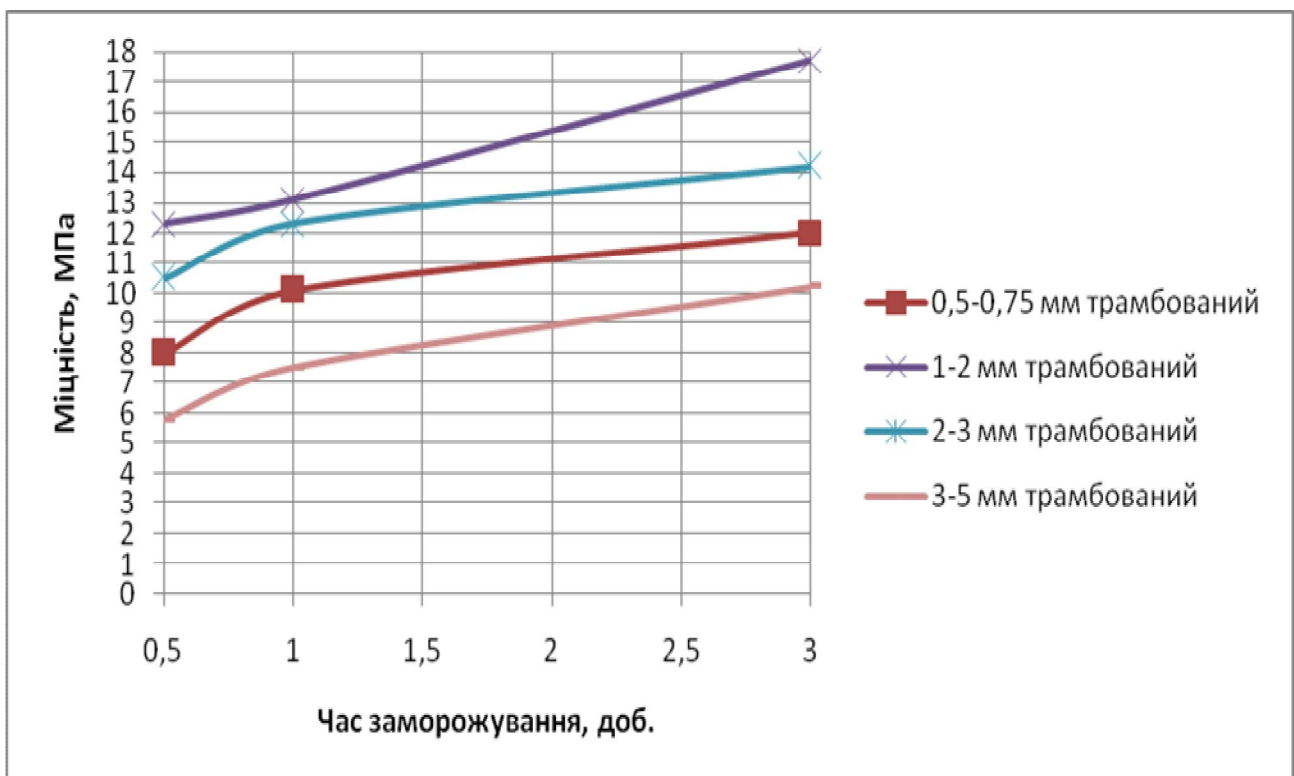


Рисунок 3.2 – Залежність міцності трамбованих зразків льодово-гравійного композиту від часу заморожування для різного розміру гравію

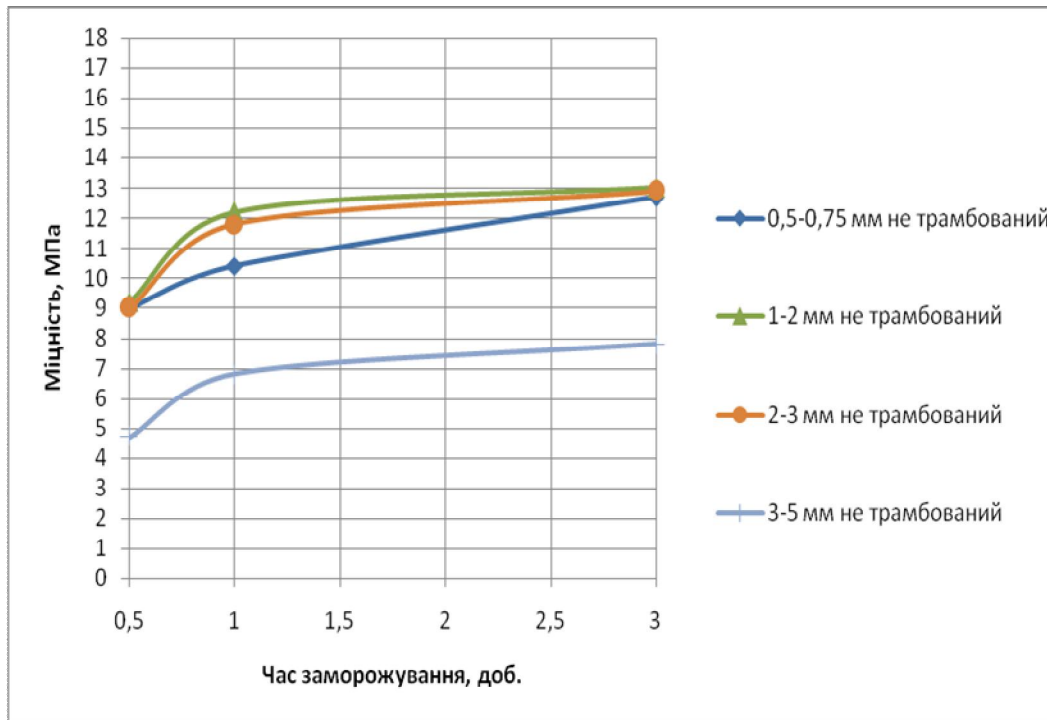


Рисунок 3.3 – Залежність міцності не трамбованих зразків льодово-гравійного композиту від часу заморожування для різного розміру гравію

Як видно з рис. 3.2 і 3.3 заморожування зразків, при температурі в морозильній камері -16°C , льодово-гравійного композиту здійснювалася до трьох діб. При цьому, інтенсивніше збільшення міцності зразків спостерігалось до першої доби. Залежно від гранскладу зразків, межа міцності на одноосне стиснення по закінченні першої доби знаходиться в межах від 7,5 МПа до 13 МПа. При збільшенні часу термічної обробки зразків до трьох діб межа міцності на одноосне стиснення трохи збільшується і знаходиться в межах від 10 МПа до 17,6 МПа. Причому, як в першому, так і в другому випадку найбільшу міцність мають зразки з гранскладом від 1,0 мм до 2,0 мм, а найменшу – 3-5 мм. Це, можливо, пояснюється тим, що в зразках з меншим гранскладом була присутня достатньо щільна упаковка частинок і при дії навантаження вона сприймалася і гасилася гравійним матеріалом. Із збільшенням порового простору, а отже і цементуючої речовини, що має незначну межу міцності, прикладене до зразка навантаження сприймало останнє.

При дослідженні неуцілених зразків межа міцності, незалежно від гранскладу гравію в зразках, була практично однаковою. Істотно відрізнялися результати у зразків з гранскладом від 3 мм до 5 мм. Як і у попередньому випадку, це можна пояснити збільшеним поровим простором.

Відповідно до технології застосування криогенно-гравійних фільтрів блоки гравійного композиту повинні в омоноліченому стані знаходитися тільки при збірці фільтру на поверхні, яка орієнтовно триває близько 20 хвилин. Тому необхідно знати, як змінюватиметься міцність на одноосне стиснення з часом в повітряному середовищі при кімнатній температурі.

Даний вид досліджень, відповідно до розділу 2, проводився на зразках, до складу яких увійшли наступні компоненти: вода, гравій, желатин. Спочатку готувався 1%-5% водний розчин желатину, яким затворявся зовнішній шар гравійного матеріалу (крупність частинок гравію 0,5 мм - 0,75 мм). З причини незначного зростання міцневих властивостей (рис. 3.2 і 3.3) зразки заморожувалися протягом 24 годин. Результати дослідження межі міцності на одноосне стиснення в часі приведені на рис. 3.4 – 3.5.

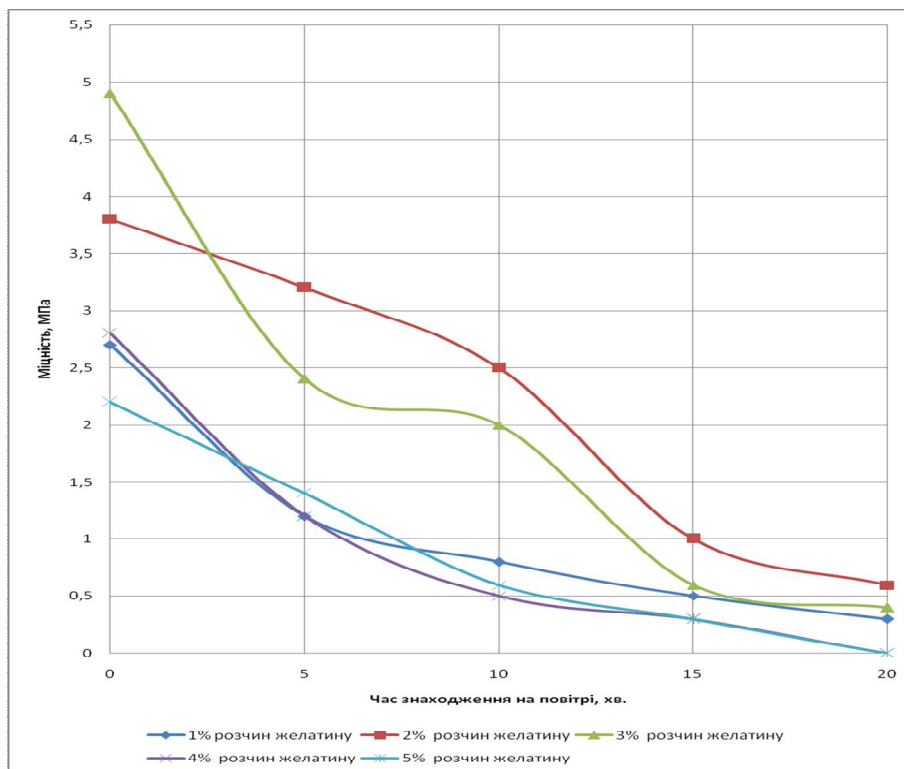


Рисунок 3.4 – Зміна міцності зразків льодово-гравійного композиту з 5% вологістю в часі

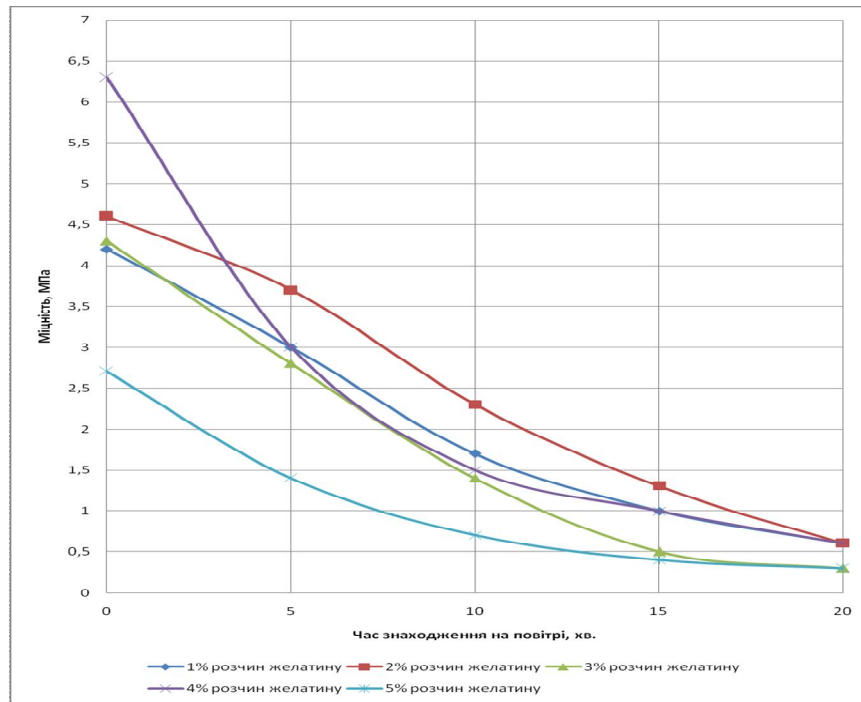


Рисунок 3.5 – Зміна міцності зразків льодово-гравійного композиту з 10% вологістю в часі

Як видно з рис. 3.4 і 3.5 межа міцності зразків з часом при температурі навколишнього середовища 200С змінюється рівномірно, незалежно від концентрації желатину в композиті. Максимальна міцність зразків, залежно від концентрації желатину в композиті, в початковий період теплової обробки. У цей період, відбувається інтенсивний теплообмін між гравійним композитом і навколишнім середовищем. В наслідок підвищення температури композиту відбувається його танення із зміною міцневих характеристик. Цей процес тим інтенсивніше відбувається, чим більше перепад температур між композитом і навколишнім середовищем. В результаті теплової обробки протягом 20 хвилин міцність зразків знизилася на порядок і склала, залежно від концентрації желатину, від 0,2 МПа до 0,6 МПа.

3.3 Результати дослідження реологічних властивостей циліндрично-порожнього кріогенно-гравійного елемента фільтру

Цей підрозділ присвячений визначенню життєздатності КГЕ, що входять до складу кріогенно-гравійних секцій (КГС) фільтру, які сполучаються на денній поверхні з каркасом фільтрової колони (КФК) в КГФ, з подальшим його транспортуванням по стовбуру у водоприймальну частину гідрогеологічної свердловини. При цьому КГЕ знаходиться в складному напруженому стані. На КГЕ, який знаходиться в складі КГС, КГФ впливають: силові, температурні, гідравлічні, гравітаційні і ін. поля. Тому основним завданням робіт, результати якого викладені в цьому підрозділі, було визначення характеристик (властивостей) реологій КГЕ з визначенням максимально можливої висоти КГС і терміну його життя.

Визначення реологічних характеристик КГЕ проводилося відповідно до розробленої методики і виконано на спеціальному стенді розробленим співробітниками кафедри ТРПКК Національного гірничого університету при постійних значеннях температур навколишніх середовищ.

Після процесу заморожування протягом однієї доби, зразки КГЕ витягувалися з морозильної камери і звільнялися від форм (рис. 3.6.)

КГЕ після витягання (рис. 3.7) з форм встановлювали на стенд (рис. 3.8).

В результаті виконаної роботи установленні закономірності зміни фізико-механічних властивостей з часом, а також закономірність прояву деформаційних властивостей нижнього КГЕ під власною вагою КГС.

Процес руйнування зразків КГЕ (рис 3.8) при визначенні міцневих характеристик супроводжувався фото- і відеозйомками, знімки приведені на рис 3.9 – 3.10.

З рис 3.9 і 3.10 видно, що при розтепленні в повітряному середовищі при подальшому навантаженні з КГЕ відбувається в'язко-пластичне руйнування, що супроводжується зім'яттям тільки верхніх ділянок.



Рисунок 3.6 - Зразки КГЕ з 10% і 15%-ою концентрацією желатину у формах після заморожування



Рисунок 3.7 – Зразок КГЕ, що витягнутий з форми



Рисунок 3.8 – Випробування КГЕ на стенді



Рисунок 3.9 – Процес руйнування КГЕ з 15%-ою концентрацією желатину. Зразок після 30 хв розтеплення на повітрі



Рисунок 3.10 - Зразок після 30 хв на повітрі при температурі 17°C після руйнування при концентрація желатину 15%

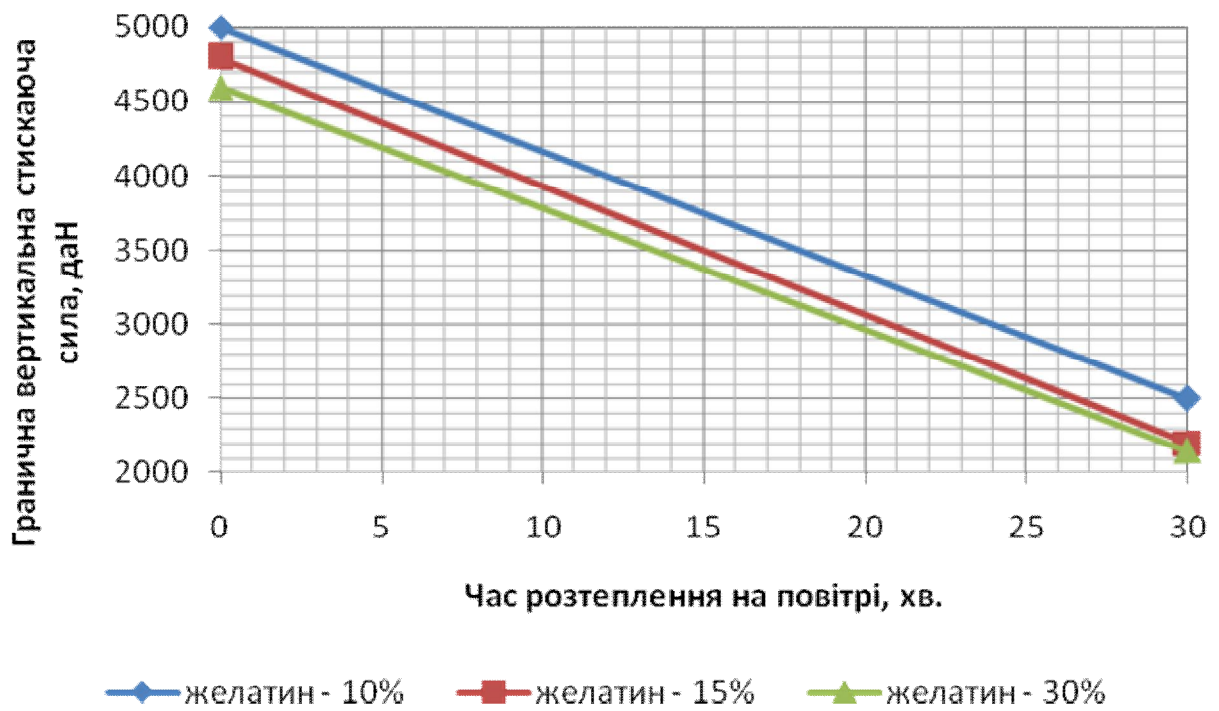


Рисунок 3.11 – Залежність граничної вертикальної стискаючої сили від часу розтеплення на повітрі при $t=17^{\circ}\text{C}$

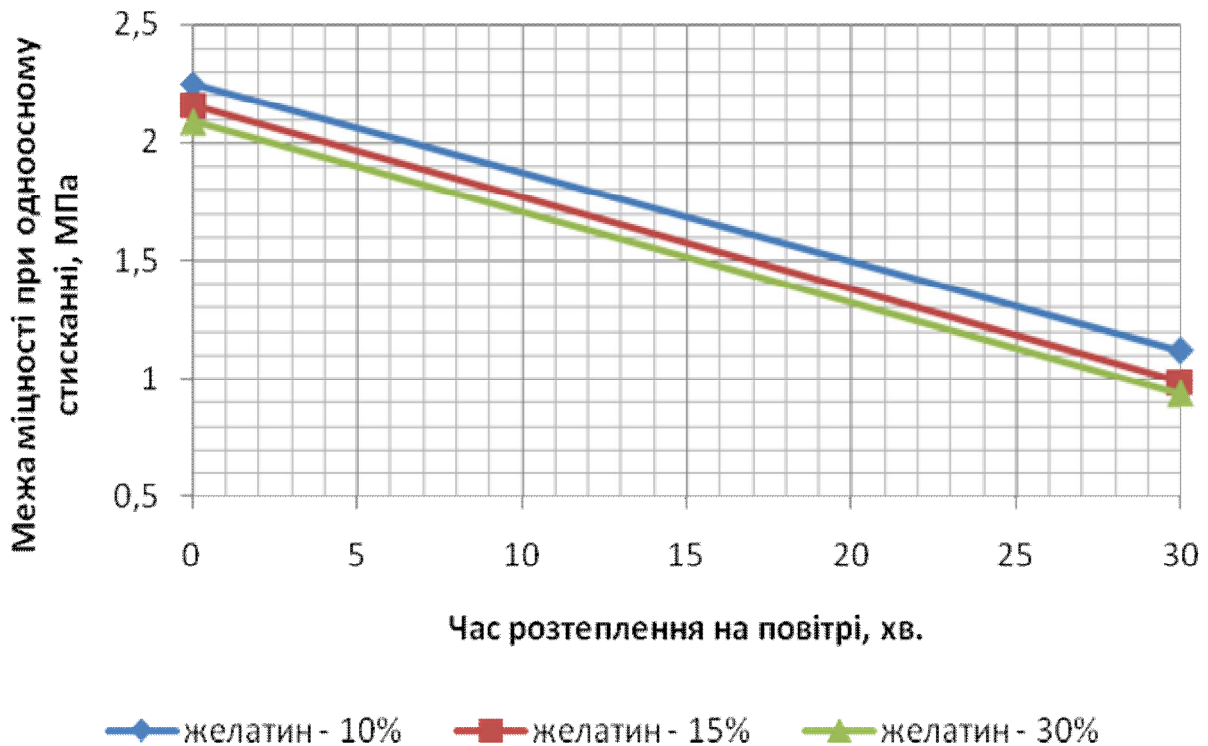


Рисунок 3.12 - Залежність межі міцності зразків КГЕ на одноосне стиснення від часу розтеплення на повітрі при $t=17^{\circ}\text{C}$

Технологічною особливістю обладнання водоприймальної частини свердловин КГФ є необхідність визначення міцностних характеристик зразків КГЕ при розтепленні не тільки в повітряному середовищі, але і у водному. Для цього зразки витримувалися 30 хв в повітряному середовищі, а потім занурювалися у водну (рис. 3.13).

Після півгодинної витримки зразків у водному середовищі їх витягували (рис. 3.14) і руйнували на стенді. Характер руйнування приведений на рис. 3.15.

По експериментальним даним (рис. 3.16 – 3.17) отримали, що мінімальне значення вертикальної стискаючої сили мають зразки після розтеплення у воді. Для розрахунку максимально можливою довжини КГС фільтру необхідно приймати мінімальні значення вертикальної стискаючої сили після розтеплення зразків КГЕ у воді.

Розрахунок допустимого значення максимально можливою довжини КГС фільтру $[L]_{\text{сж}}$ здійснювався по наступній формулі

$$[L]_c = \frac{[\bar{\sigma}]_{сжс} \cdot F}{G} \cdot H \text{ м}$$

де $[\bar{\sigma}]_{сжс}$ - середнє значення межї мццностї на стиснення, Па;

F – площа зразка КГЕ, м²;

G – вага КГЕ, Н;

H – висота КГЕ, м.

Результати розрахункв приведенї на рис. 3.17.

В процесї проведення експерименту при розтепленнї зразкв КГЕ у водному середовищї, через рївнї промїжки часу - 10 хв проводився контрольний вимір його температури. Результати вимїрювань температури води з часом при розтепленнї зразкв КГЕ наведено в табл. 2.3. Температура поверхнї зразка пїсля його витримки протягом 30 хв знаходження в повітряному середовищї станове -14⁰С .



Рисунок 3.13 - Хїд експерименту: розтеплення у водї при початковїй температурї 17⁰С, концентрацїя желатину 10%



Рисунок 3.14 – Зразок КГЕ витягнутий з водного середовища



Рисунок 3.15 – Зруйнований КГЕ після 30 хв на повітрі при температурі 17°C і 30 хв у воді при початковій температурі 17°C, концентрація желатину 10%

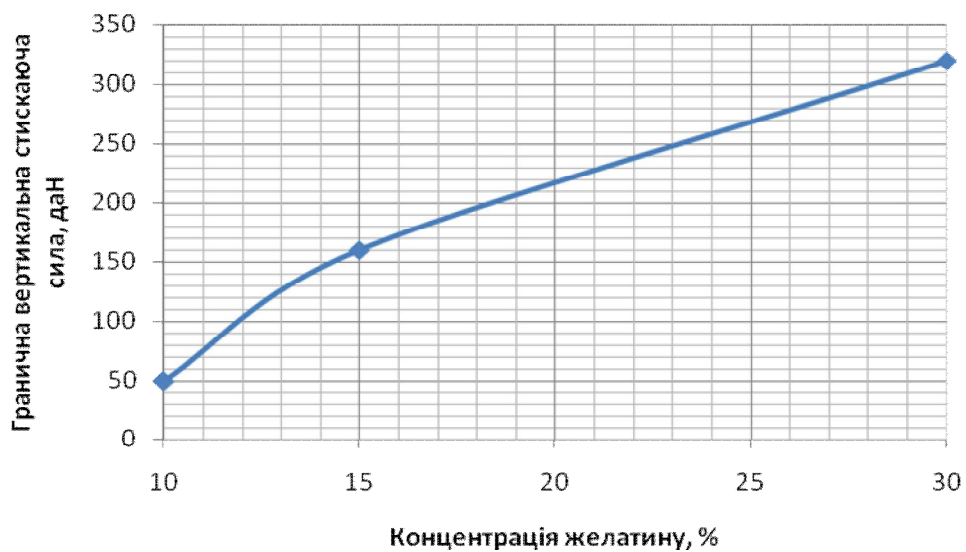


Рисунок 3.15 - Залежність вертикальної стискаючої сили від концентрації желатину при розтепленні у воді протягом 30 хв

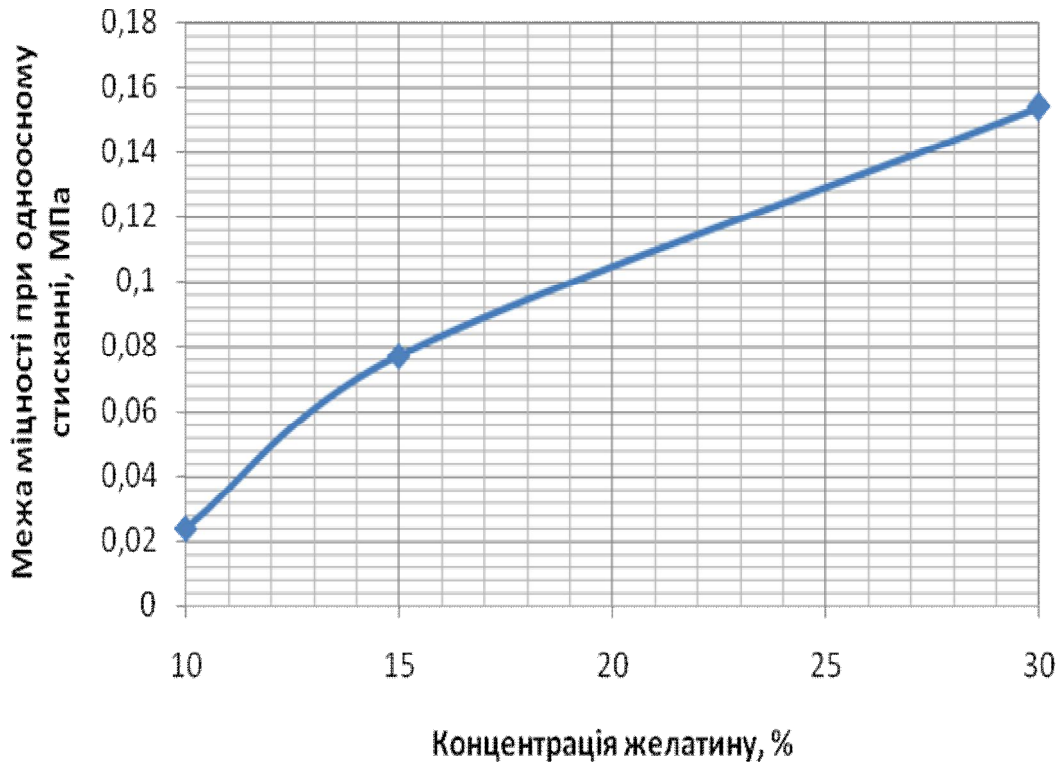


Рисунок 3.16 - Залежність межі міцності зразків КГС на одноосне стиснення від концентрації желатину при розтепленні його у воді протягом 30 хв.

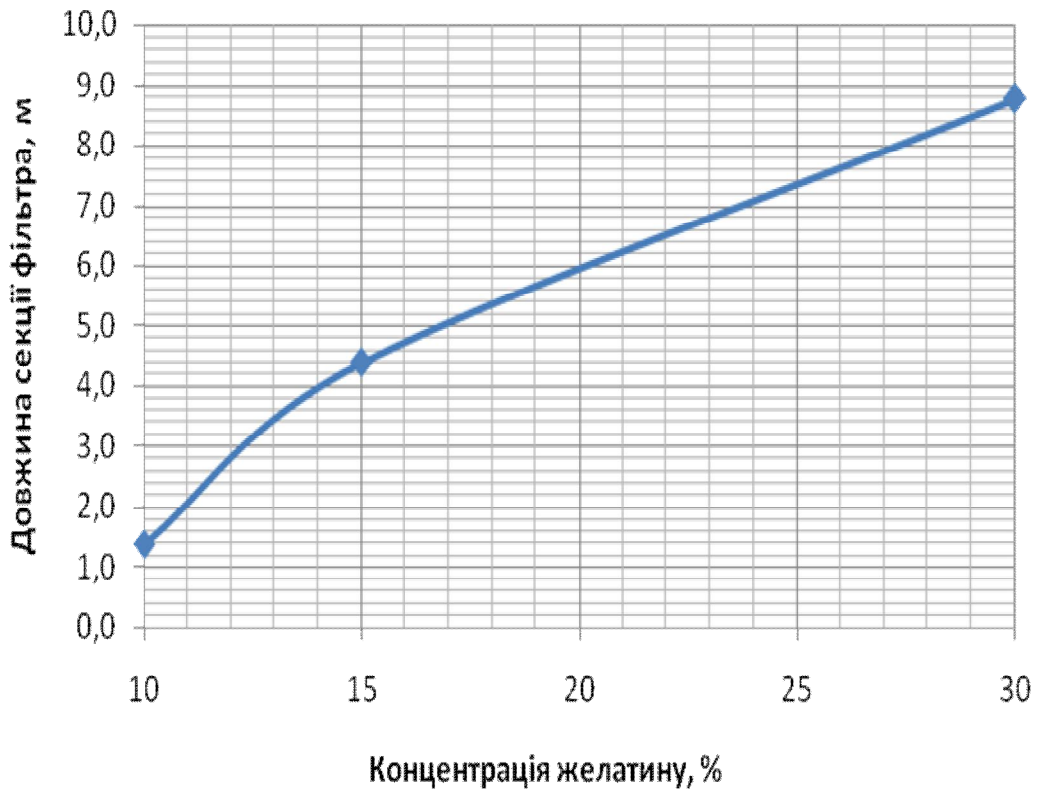


Рисунок 3.17 – Розрахункова максимальна довжина КГС КГФ

Таблиця 2.3 - Зміна температури води при розтепленні зразків

Час розтеплення у воді, хв	Температура °С
0	17
10	15
20	10
30	10

По отриманим значенням межі міцності зразків льодово-гравійного композиту на одноосне стиснення (при розтепленні у воді) були розраховані значення граничної вертикальної стискаючої сили для різних діаметрів КГФ (рис. 3.18) і отримана залежність максимальною довжини секції фільтру від його діаметру при різних концентраціях желатину (рис. 3.19).

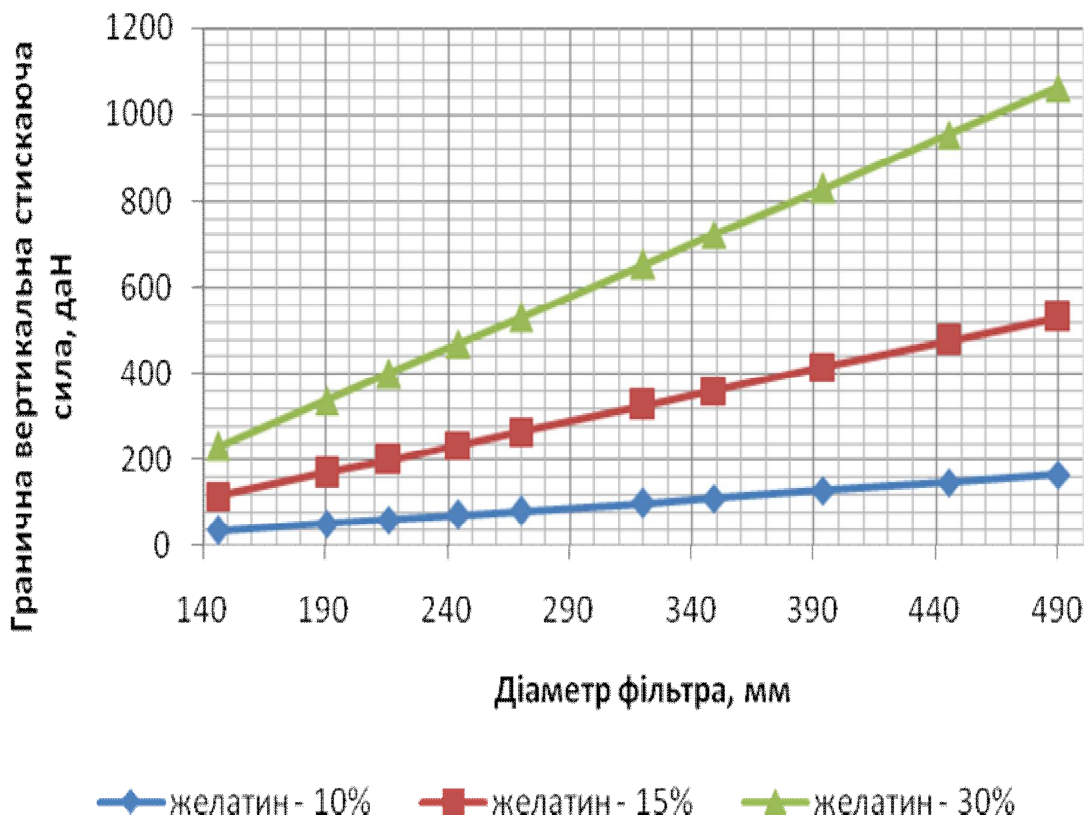


Рисунок 3.18 – Залежність розрахункової граничної вертикальної стискаючої сили від діаметру КГФ

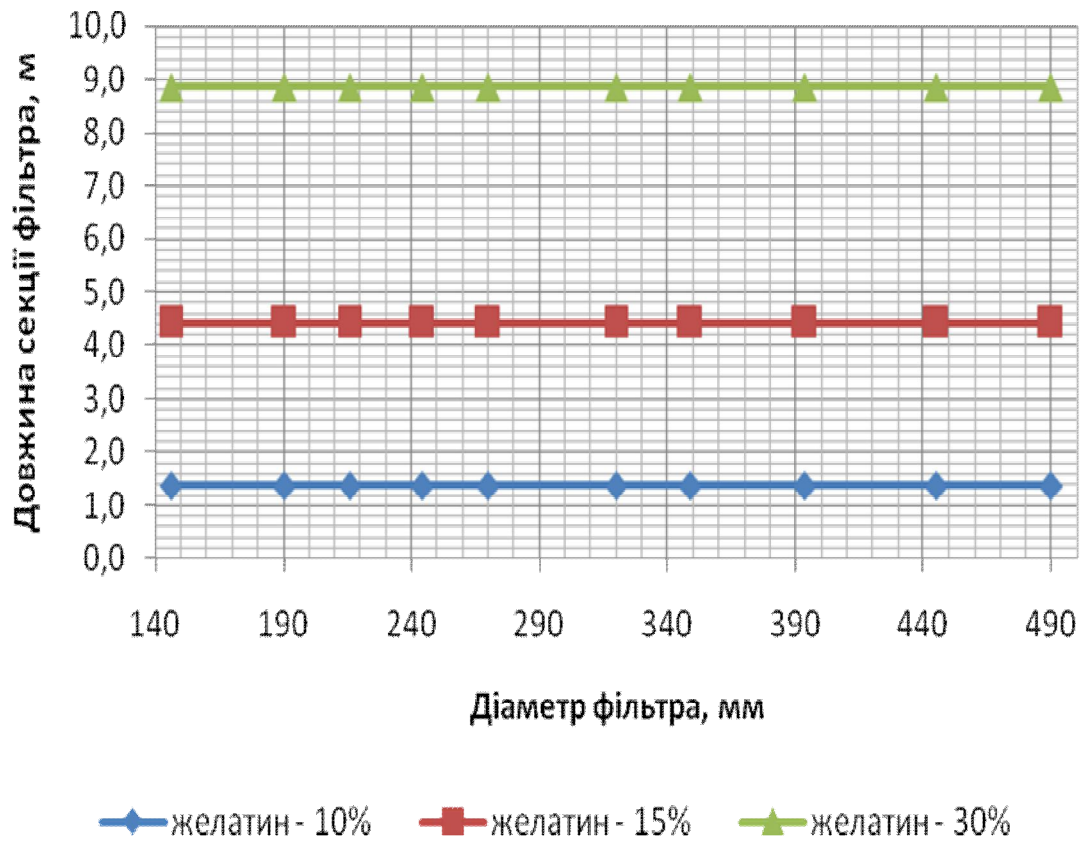


Рисунок 3.19 - Залежність максимальної довжини секції від діаметру КГФ

В процесі проведення експериментів проводилися вимірювання геометричних параметрів зразків КГЕ. Схематично результати вимірювань показані на рис. 3.20.

В результаті визначення деформаційних властивостей КГЕ з досліджуваними концентраціями желатину встановлено, що при руйнуванні зразків що знаходилися в повітряному середовищі деформаційні процеси відбуваються тільки в його верхній частині. При цьому відбувається пропорційна зміна їх розмірів, яка не перевищує 5% від початкових. Після півгодинного перебування у водному середовищі механічні властивості зразків залежать від концентрації желатину.

В результаті виконаної роботи по визначенню реологічних властивостей КГЕ можна зробити наступні висновки:

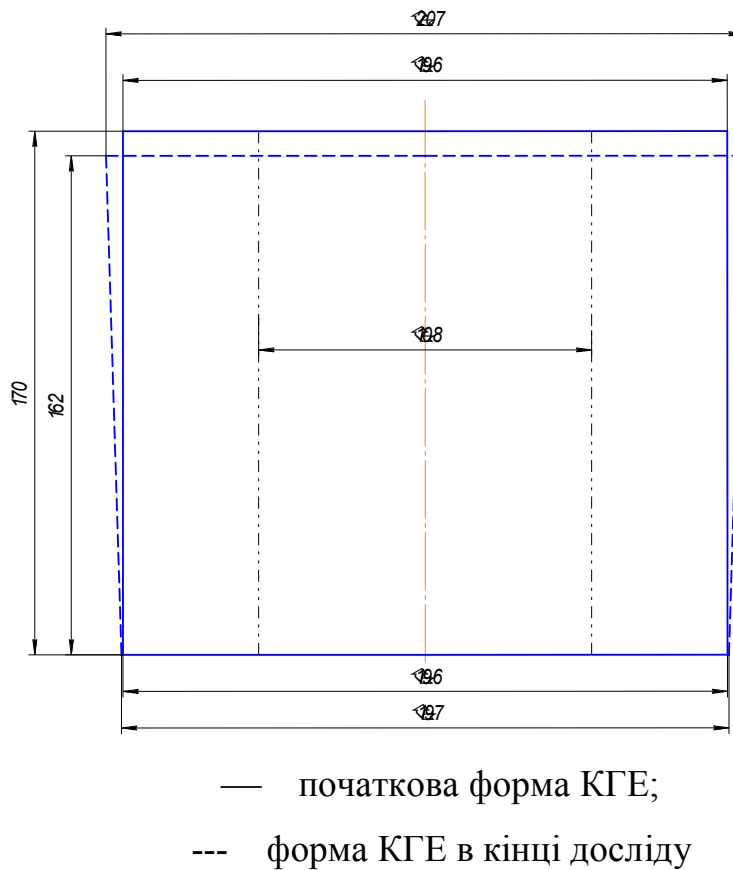


Рисунок 3.20 - Зміна геометричних параметрів зразків КГЕ при одноосному стисненні

1. Міцність одиничного нижнього КГЕ при перебуванні (розтепленні) в повітряному середовищі протягом 30 хв цілком достатньо, щоб зібрати КГФ довжиною більше 50 м.

2. При перебуванні КГЕ у воді протягом 30 хв відбувається повне його розтеплення, а форма і міцність зразків залежить тільки від концентрації желатину.

3. Максимальна довжина КГС фільтру, виходячи з міцностних властивостей КГЕ, повинна складати не більше 1,5 м при концентрації желатину 10%, не більше 4,5 м при концентрації 15% і не більше 9 м при концентрації 30%.

4. З метою зниження вартості КГС фільтру, при необхідності виготовлення КГФ з довжиною робочої частини 10 м, пропонується виконувати її із змінною концентрацією желатину:

- нижня частина КГС фільтру (5 м) – концентрація 30%;

- середня частина КГС фільтру (4 м) – концентрація 15%;
- верхня частина КГС фільтру (1 м) – концентрація 10%.

Економія желатину в середньому складе більше 50% на кожній КГС фільтру.

5. Максимальна довжина КГЕ фільтру не залежить від її діаметру, оскільки його торцева площа збільшується пропорційно його радіальним розмірам.

3.4 Результати стендових досліджень технології доставки експериментального зразка кріогенно-гравійного фільтру на вибір свердловини

При спуску кріогено-гравійного фільтру в свердловину в результаті його контакту з промивальною рідиною відбувається його розтеплення. Міцнева характеристика циліндрично-порожніх елементів льодово-гравійного фільтру визначатиме граничну довжину секції фільтру для кожної концентрації в'язучої речовини (желатин) та час його руйнування.

Роботами, проведеними раніше, були визначені критичні навантаження, які здатні витримати КГЕ фільтру в часі. Тому на етапі стендових досліджень технології стояло завдання в уточненні оптимальної концентрації в'язучого і пов'язаної з ним довжини КГС, а також технологічних параметрів транспортування КГФ до водоприймальної частини свердловини.

Визначення цих параметрів льодово-гравійного композиту, відповідно до технології, в умовах приближених до реальних, виконуватиметься на спеціальному стенді кафедри ТРРКК Національного гірничого університету (рис. 3.21), яке проводилося згідно із затвердженою програмою та методикою стендових досліджень (додаток Д). Тому основним завданням робіт, результати якого викладені в цьому підрозділі, полягало у визначенні:

1) максимальної глибини транспортування експериментального зразка кріогенно-гравійного фільтру залежно від концентрації в'язучої речовини;

- 2) зміни його розмірів і стану при транспортуванні в часі;
- 3) оптимального режиму його транспортування по стовбуру свердловини до її водоприймальної частини;
- 4) визначення оптимальної концентрації в'язучої речовини в КГЕ та максимальної довжини КГС фільтра.

Після процесу заморожування протягом однієї доби зразки КГЕ витягувалися з морозильної камери і звільнялися від форм (рис. 3.6).

КГЕ після витягання (рис.3.7) з форм одягали на фільтрову колону (рис. 3.22,а), витримували протягом 30 хвилин в повітряному середовищі при температурі 17-22°C, імітуючи час збірки фільтру, привантажували сталевими чушками рис 3.22,б, доставляли в прозору частину моделі стовбура свердловини (рис 3.23) з подальшою циклічною подачею буровим насосом промивальної рідини. Температура промивальної рідини складала 17°C. Швидкість обтікання промивальною рідиною КГФ в кільцевому зазорі залежно від подачі насоса НБ-5 складала: на першій швидкості 0,22 м/с і на другій 0,35 м/с. Стендові дослідження на третій швидкості не проводилися.

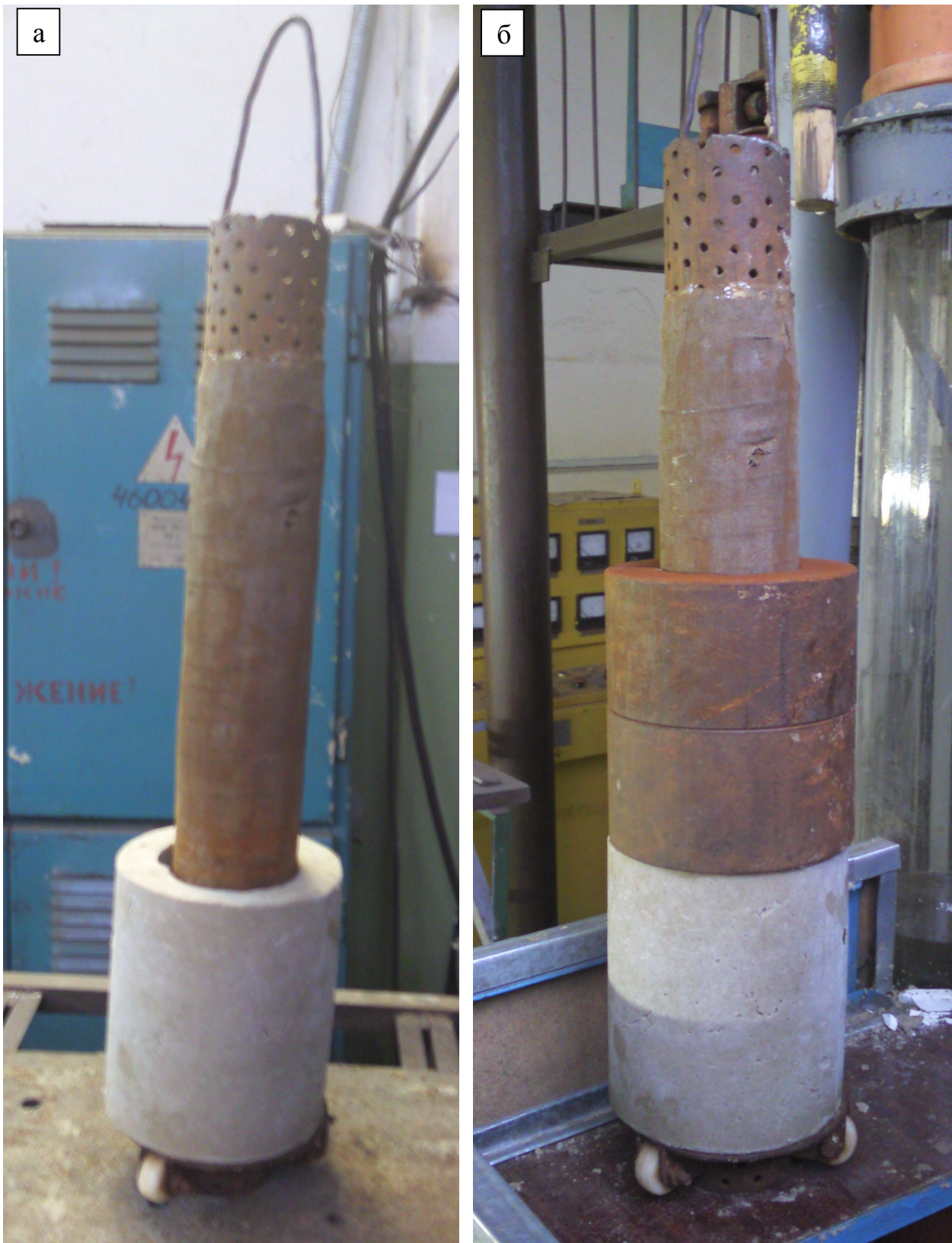
Окрім цього на етапі підготовки стендових досліджень висловлювалося припущення про вплив площі прохідного перетину на глибину транспортування КГФ. Зв'язано це припущення з гідродинамічною дією свердловинної рідини на поверхню КГЕ. Тому при проведенні досліджень фільтрова колона мала як відкритий, так і закритий відстійник.

Час циклу розраховувався виходячи з того, що на приєднання бурильної труби до колони необхідно витратити 2 хвилини; на спуск колони на величину 10 метрової свічки – 1 хвилину. Таким чином, час циклу склав 3хвилини.

Результати стендових досліджень приведено на рис 3.24

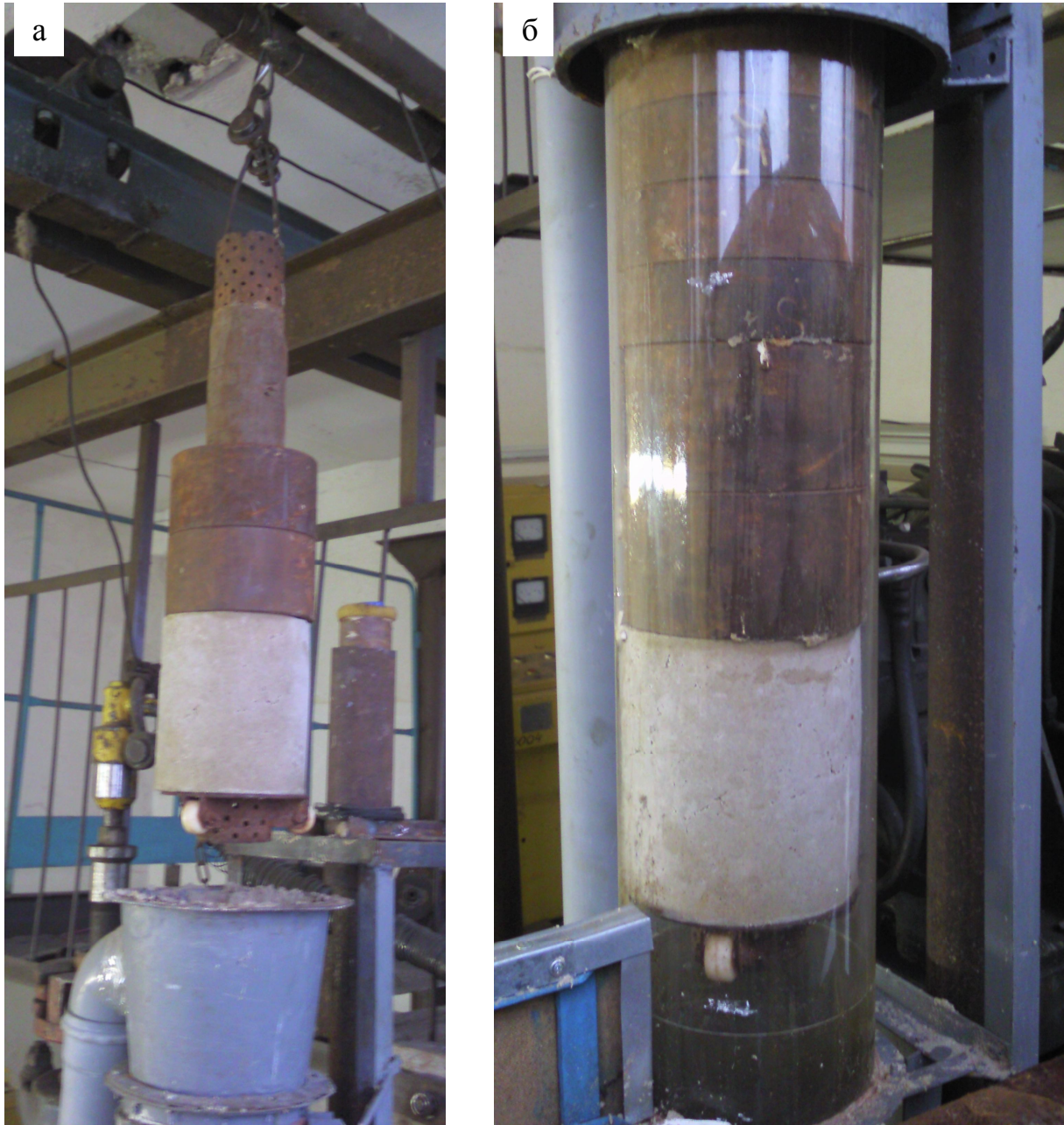


Рисунок 3.21 – Модель бурової свердловини, діаметр 200 мм



а – приєднання одного КГФ;
б – привантаження КГФ сталевими кулями .

Рисунок 3.22 – Збірка КГФ



а – введення КГФ в гирлі моделі свердловини;

б – розташування КГФ в штатному місці.

Рисунок 3.23 – Доставка КГФ в свердловину

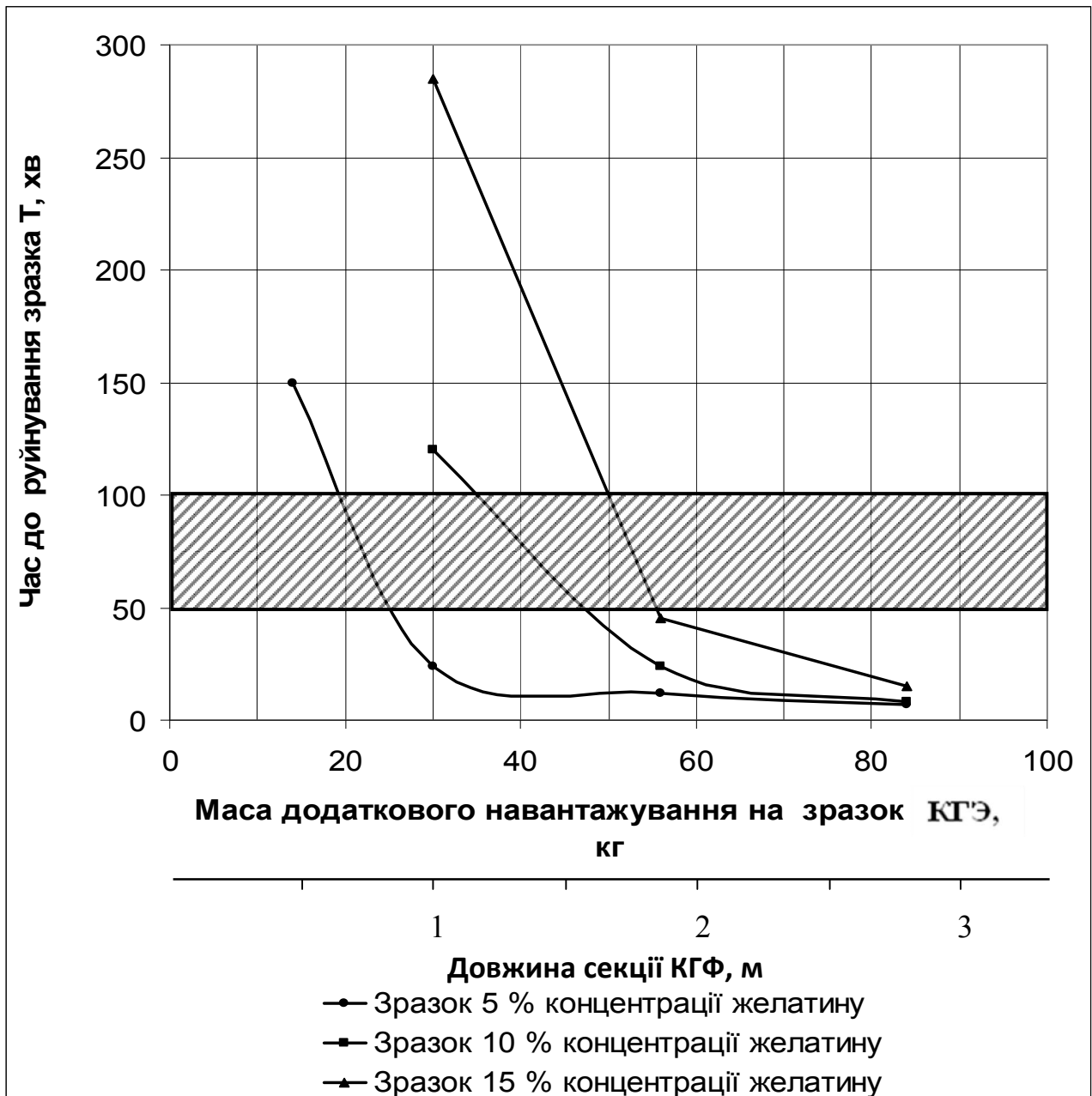


Рисунок 3.24 - Результати стендових досліджень експериментальних зразків КГЕ КГФ діаметром 180 мм заввишки 200 мм з товщиною стінки 35 мм

Рис. 3.24. побудований на підставі усереднених даних, отриманих при проведенні дослідження. Відповідно з додатком І, відпрацьована достатня кількість КГЕ КГФ. Штрихуванням виділений час, впродовж якого експериментальний зразок з урахуванням тимчасових витрат, пов'язаних з виконанням СПО, повинен зберігати свої радіальні розміри без видимих ознак руйнування КГЕ. А також відповідної концентрації в'язучої речовини в зразку до довжини секції КГФ. В результаті проведення стендових досліджень технології доставки КГФ у водоприймальну частину бурової свердловини встановлено, що:

1. При виконанні технологічних операцій по спуску КГФ на колоні бурових труб зразок КГЕ піддається гідродинамічній дії. Гідродинамічна дія пов'язана з нерівномірною швидкістю обтікання свердловинною рідиною поверхні КГФ. Тим самим моделювався процес спуску КГФ на величину свічки з характерним для цього процесу часом розгону, сталого руху і гальмування. При цьому руйнування зразків відбувалося на останньому циклі спуску. Характер руйнування аналогічний викладеному в п.3.3. рис. 3.25.

2. Гідродинамічна дія, що виникає при обтіканні промивальною рідиною КГФ, практично не впливає на час доруйнування КГФ. Видно цей факт пояснюється тривалістю фазового перетворення і концентрацією терпкої речовини в експериментальному КГЕ. Не розтеплений КГЕ поводить себе як тверде тіло, здатне витримати значні навантаження.

3. Вплив гідроерозійної дії свердловинної рідини при різній подачі насоса і стану черевика не виявлено.

4. При 5-15% концентрації желатину у водному розчині в'язучої речовини максимальна глибина його транспортування (за умови, що час приєднання свічки і її спуск в свердловину 3хв) складе більше 100-150 м.

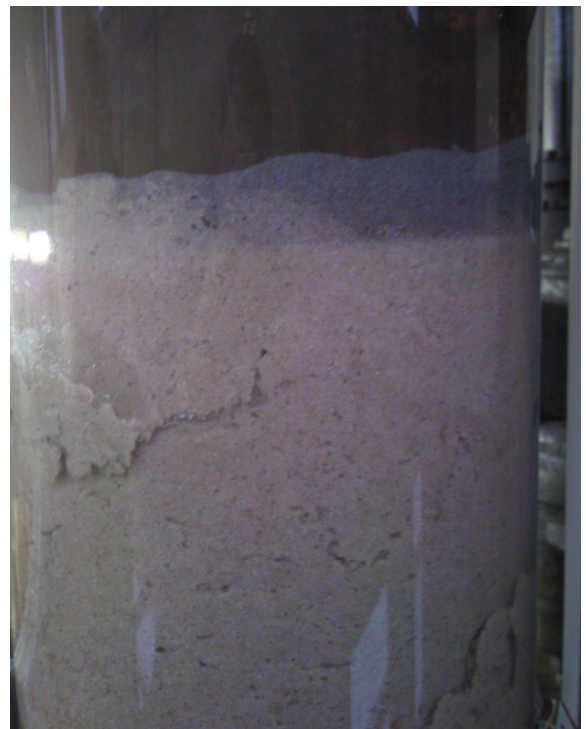


Рисунок 3.25 – Характер руйнування КГЕ в динаміці в кінці експеримента

5. Виходячи з економічних міркувань рекомендується при обладнанні водоприймальної частини бурової свердловини застосовувати КГФ з 5% концентрацією в'язучого у водному розчині, при цьому довжина КГС повинна скласти 0,6-0,75 м.

ВИСНОВКИ

В ході виконання науково-дослідної роботи отримано наступні результати:

1. Встановлені фактори, що характеризують складні гідрогеологічні умови створення систем водопостачання. До них відносяться наступні параметри водоносних горизонтів:

- гранулометричний склад породи водоносного горизонту;
- напір водоносного горизонту;
- потужність водоносного горизонту.

Особливу складність представляють такі умови:

- за гранулометричним складом - породи водоносного горизонту представлено пісками пилюватими, тонкозернистими, дрібнозернистими (однорідними, чередуванням пісків різної зернистості або різнозернистими), що визначає технологію розкриття водоносного горизонту, яка забезпечує мінімальну кольматацію водоносного горизонту, і конструкцію водоприймальної частини фільтру, що виключає суфозію порід водоносного горизонту при відкачуваннях;

- за напором - безнапірні або малонапірні водоносні горизонти;
- за потужністю – малопотужні, з потужністю водоносного горизонту в декілька метрів.

Їх негативна дія усувається підбором необхідних геометричних розмірів фільтру (довжини і діаметру його робочої частини), що забезпечують необхідний дебіт свердловини в конкретних гідрогеологічних умовах.

2. Проведено огляд існуючих конструкцій гравійних фільтрів та технологій обладнання ними гідрогеологічних свердловин. Огляд показав, що у багатьох країнах світу використовуються однотипні конструкції гравійних фільтрів, які мають багато суттєвих недоліків:

- значні часові витрати на транспортування гравійного матеріалу з денної поверхні в зону водоносного горизонту;
- якісне формування гравійного обсіпання вимагає складного поверхневого і вибійного обладнання й інструмента, що здорожує вартість робіт;

- розшарування гравійного матеріалу по розміру, як по висоті, так і по діаметру створюваного гравійного обсипання;
- зависання гравійного матеріалу на шляху транспортування з утворенням пробок, що вимагають додаткових витрат часу на їхню ліквідацію;
- утворення зяючих порожнеч у гравійному обсипанні в зоні водоносного горизонту, що спричиняє непереборне піскування свердловини.

3. Доказано, що запропонована кріогенно-гравійна конструкція гравійного фільтра має світову новизну і велику перспективу впровадження в практику буріння гідрогеологічних свердловин.

На підставі всебічного аналізу літературних, фондових та патентних джерел обґрунтовано параметри кріогенно-гравійних елементів кріогенно-гравійного фільтра. При обґрунтуванні параметрів враховувалися гірничо-геологічні умови залягання водоносних горизонтів, що знаходяться на території України (бучакській, київській, сеноманській, харківській та інш.), а також фактори, які впливають на працездатність гравійного фільтра.

4. Запропоновано технологію, для реалізації якої необхідно виконати наступні технологічні операції: виготовити на денній поверхні методом заморожування КГЕ КГС фільтра блокової конструкції, провести збірку робочої частини КГФ, здійснити спуск КГФ до продуктивного горизонту і провести його посадку у водоприймальну частину свердловини.

5. Обґрунтовано область застосування розроблюваної технології. Областю застосування пропонованої технології є довгострокове обладнання бурових свердловин різного цільового призначення кріогенно-гравійними фільтрами в інтервалі неосновних (основних), безнапірних (артезіанських) водоносних горизонтів з глибиною їх залягання (установки фільтра) до 100 м, які представлені середньозернистими, дрібнозернистими, тонкозернистими і пилюватими пісками.

6. Проведено лабораторні дослідження мінералов'язучих речовин, в результаті яких визначені показники їх теплофізичних властивостей.

7. Обґрунтовано склад льодово-гравійного композиту, виготовленого за кріогенною технологією. Обґрунтовано вибір у якості матеріалу обсіпання фільтру кварцового піску, оптимальна крупність якого знаходиться в межах від 0,5 мм до 5,0 мм, та мінералов'язучої речовини - водного розчину желатину.

8. Встановлено залежність зміни міцневих властивостей льодово-гравійного композиту від часу заморожування та середовища, в якому знаходяться блоки льодово-гравійного композиту, а також від температури навколишнього середовища.

9. Розроблено технологію виготовлення КГЕ, що містить наступні етапи: підготовка циліндричних форм до виготовлення КГЕ фільтру; підготовка гравійного матеріалу; підготовка мінералов'язучої речовини; підготовка суміші гравійного матеріалу і мінералов'язучої речовини для виготовлення КГЕ фільтру; формування КГЕ фільтру; процес омонолічування КГЕ фільтру згідно з кріогенною технологією; виймання КГЕ фільтра з циліндричних форм; оцінка якості КГЕ, виготовленого за кріогенною технологією.

10. Експериментально в ході лабораторних та стендових досліджень встановлено, що:

а. В повітряному середовищі при температурі $+17^{\circ}\text{C}$ розтеплення зразків із зміною механічних властивостей відбувається менш інтенсивно, чим у водному середовищі при температурі $+17^{\circ}\text{C}$. При цьому:

- міцність одиничного, нижнього КГЕ при розтепленні на повітряному середовищі протягом 30 хв цілком достатньо, щоб зібрати КГФ довжиною більше 50 м;

- при розтепленні КГЕ у воді протягом 30 хв відбувається його повне розтеплення, а структура (форма) і міцність зразків залежать тільки від концентрації желатину.

б. Максимальна довжина КГС фільтру, виходячи з міцневих властивостей КГЕ, повинна складати не більше 0,75 м при концентрації желатину 5%, не більше 1,5 м при концентрації желатину 10%, не більше 4,5 м при концентрації 15% і не більше 9 м при концентрації 30%.

в. Максимальна довжина КГС фільтру не залежить від її діаметру.

г. З метою зниження вартості КГФ при необхідності виготовлення довгої робочої частини рекомендується застосовувати селективний підхід до його компоновки або використовувати у якості мінералов'язучого 5% полімерний водний розчин желатину з встановленням між КГС розвантажувальних елементів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Наукове обґрунтування параметрів конструкції, технологій виготовлення і обладнання бурових свердловин криогенно-гравійними фільтрами. Етап I. Визначення впливу фізичних полів на формування мінералов'язучої речовини, льодово-гравійного композита та дослідження тимчасової зміни їх властивостей: Звіт про НДР/ Нац. гірн ун. (НГУ); Керівник А.О.Кожевников. - №ДР 0107U000369. – Дніпропетровськ, 2007 р. – 106 с.
2. Наукове обґрунтування параметрів конструкції, технологій виготовлення і обладнання бурових свердловин криогенно-гравійними фільтрами. Етап II. Дослідження параметрів конструкції криогенно-гравійного фільтру та технології його виготовлення: Звіт про НДР/ Нац. гірн ун. (НГУ); Керівник А.О.Кожевников. - №ДР 0107U000369. – Дніпропетровськ, 2008 р. – 104 с.
3. Оноприенко М.Г. Бурение и оборудование гидрогеологических скважин. – М.: Недра, 1987 -168 с.
4. Башкатов А.Д. Прогрессивные технологии сооружения скважин. – М.: Недра, 2003 – 554с.
5. Башкатов Д.Н., Драхлис С.Л., Сафронов В.В. и др. Специальные работы при бурении и оборудовании скважин на воду.- М.: Недра, 1988 - 264 с.
6. Гаврилко В.М., Алексеев В.С. Фильтры буровых скважин. – М.: Недра, 1985, 235 с.
7. Башкатов АД., Фазлулин М.И., Дрягалин Е.Н. Сооружение гравийных фильтров за рубежом. - М.: ВИЭМС, 1985.
8. Sausier R. Consideration in gravel pack design. - J. of Petroleum Technology, Feb.1974, P.205-212.
9. Оноприенко М.Г. Бурение и оборудование гидрогеологических скважин. – М.: Недра, 1987 -168 с.
10. Мартос В.Н. Методы борьбы с выносом песка. – М., ВНИИОЭНГ, 1973.
11. Тесля А.Г. Вскрытие пластов и опробование скважин при бурении на минеральные воды. - М., Недра, 1983.

12. Zeydler H. "An experimental analysis of the transport of drilled particles". - "Society of Petroleum Engineers J.", 1972, v.12, II 1, P. 39-48
13. Sparlin D. Method for gravel packing a wells. - Пат.США №3905423, опубл. 9.10.1975.
14. Hardy W., Schultze E., Shepard J. Wellbore gravel pack method. - Пат США №3973627, опубл. 10.08.1976.
15. Спасов В., Христов И. Опыт проведения гидрогеологических скважин с гравийной засыпкой в Ливии. – М., Всесоюзный центр переводов научно-технической литературы и документации, 1979.
16. Shryock S. Test show method for improved gravel packing. -Word Oil, Aug.1, 1979, P.55-58.
17. Справочник по оборудованию буровых скважин обсыпными фильтрами /Пятикоп Ю.В., Бандырский И.Н., Дьяченко В.Д., Сенченко В.В. - М., Колос, 1983.
18. А.О. Кожевников, С.В. Гошовський, А.К.Судаков, О.А. Гриняк, Технологічні і технічні особливості застосування опускного двошарового гравійного фільтру зі знімним захисним кожухом. Породоразрушаючий та металообробувальний інструмент – техніка та технологія його виготовлення і використання: вып.8. – Киев: ИСМ им. Бакуля НАН Украины 2005. С.49-51
19. С.В. Гошовський, А.О. Кожевников, А.К.Судаков, О.А. Гриняк. Особливості обладнання гідрогеологічних свердловин опускними гравійними фільтрами зі знімним захисним кожухом. Матеріали міжнародної конференції “Форум гірників – 2005”, Т. 2. – Д.:НГУ, 2005.-266с. С.263-266.
20. А.О. Кожевников, А.К.Судаков, А.А. Кононенко, С.В. Гошовський, О.А. Гриняк. Гравійний фільтр зі знімним захисним кожухом для обладнання водоприймальної частини гідрогеологічних свердловин. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія "Гірничо-геологічна". Вип. 105. - Донецьк, ДонНТУ, 2006. С.42-45
21. А.О.Кожевников, С.В.Гошовський, А.К.Судаков, О.А.Гриняк. Технологія обладнання водоприймальної частини гідрогеологічних свердловин опуск-

- ними гравійними фільтрами Матеріали міжнародної конференції “Форум гірників – 2006”, – Д.: НГУ, 2006. С.263-266
22. А.А. Кожевников, С.В. Гошовский, А.К.Судаков, О.А. Пашенко, А.А. Гриняк, М.А Колесников. Анализ технологических и технических особенностей применения опускных двухслойных гравийных фильтров со съёмным защитным кожухом. Породоразрушающий та металооброблювальний інструмент – техніка та технологія його виготовлення і використання: Вип.10. – Киев: ИСМ им. Бакуля НАН Украины 2007. С.47-50
23. Пат. UA 37193 U. UA, МКИ E21 B43/00. Спосіб обладнання водоприймальної частини гідрогеологічних свердловин гравійними фільтрами з пухким обсіпанням / О.А.Кожевников, А.К. Судаков, О.А.Пашенко, О.Ф.Камишацький (UA). - №U200805236. Замовлено 22.04.08; Друк 25.11.08, Бюл. №22.
24. Гидрогеология СССР В 45-ти т. Т. 5. Украинская ССР. Под ред. Ф.А. Руденко. - М. Недра, 1971, 614 с.
25. Гидрогеология СССР. Сводный том в пяти выпусках. Вып. 3. Ресурсы подземных вод СССР и перспективы их использования. М., «Недра», 1977, 279 с.
26. А.А. Кожевников, С.В. Гошовский, А.К.Судаков. Технология оборудования криогенно-гравийными фильтрами водоприемной части буровой скважины. Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сборник научных трудов.- Вып.12. – Киев: ИСМ им. Бакуля НАН Украины 2009.С.62-66.
27. Пат. 87993. UA, МКИ E21 B43/00. Гравійний фільтр / О.А.Кожевников, А.К. Судаков (UA). - №a200605532. Замовлено 22.05.06; Друк. 10.09.09; Бюл. №17р.
28. Оводов В.С. Сельскохозяйственное водоснабжение. – М.: Сельхозгиз, 1960.
29. Комисаров С.В. Методы увеличения дебита буровых скважин на воду. – М.: Госгеолтехиздат, 1959, 94 с.
30. Stain N., Odeh A., Jones L. Estimating maximum send-free production rate from

- friable sand for different well completion geometrics, - J. of petroleum Technology, Oct. 1974. P.1156-1158.
31. Stain N., Designing gravel pack for changing well condition. - World Oil, Feb. 1, 1983. P.41-46.
32. Башкатов А.Д. Сооружение высокодебитных скважин. - М.: Недра, 1992.
33. Ellis R., Snyder R., Suman G. Gravel packing requires clean perforations, proper fluids. - World Oil, Nov. 1981. P.75-81.
34. Ellis R., Snyder R., Suman G. New design help optimize sand control. - World Oil, Dec. 1981. P.91-97.
35. Zhang Yu-Xiang. Row the Chinese design gravel packs. - World Oil, Apr. 1981. P.153-162.
36. Володько И.Ф., Курманенко А.Д. Рациональные конструкции фильтров для скважин вертикального дренажа в мелко- и тонкозернистых водоносных песках. – М. «ВСЕГНГЕО», 196. вып. 13. С.57-71
37. Shryock S. Test show method for improved gravel packing. -Word Oil, Aug.1, 1979. P.55-58.
38. Карамбиров Н.А. Гравийные фильтры. – В сб. Фильтры водозаборных скважин. М.: Госстройиздат. 1952.
39. А.А. Кожевников, С.В. Гошовский, А.К.Судаков, А.А. Гриняк, А.А.Кононенко. О выборе компоновки фильтровой колонны. Породоразрушающий та металооброблювальний інструмент – техніка та технологія його виготовлення і використання: вып.9. – Киев: ИСМ им. Бакуля НАН Украины 2006. С.47-50.
40. Пат. 88726. UA, МКИ E21 B43/00. Гравійний фільтр / О.А.Кожевников, А.К. Судаков, О.А.Пашенко, О.Ф.Камишацький, В.І.Тітов, О.А.Лексиков, В.П.Донцов (UA). - №a200803913. Замовлено 28.03.08; Друк. 10.11.09; Бюл. №20.
41. Коваль В. Д., Производство желатины, М., 1951
42. Sauer E., Chemie und Fabrikation der tierischen Leime und der Gelatine, В., 1958.
43. Пономарев СВ., Мищенко СВ., Дивин А.Г. Теоретические и практические

- аспекты теплофизических измерений: Монография. В 2 кн. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. Кн. 1. 204 с.
- 44.Цедерберг Н.В. Теплопроводность газов и жидкостей: - / Теплопроводность газов и жидкостей. Энергоиздат, 1963. 408 с.
- 45.Волков Д.П., Кораблев В.А., Заричняк Ю.П. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Теплофизические свойства веществ». -СПб: СПб ГУ ИТМО. 2006. 66 с.
- 46.Варгафтик Н.Б. Теплофизические свойства веществ. М.-Л., 1956. 257с.
- 47.Справочник по теплопроводности жидкостей и газов / С74 Н.Б. Варгафтик, Л.П. Филлипов, А.А.Тарзиманов, Е.Е.Топкий, М.:Энергоатомиздат, 1990. 352 с.
- 48.Теляшева Г.Д. Теплопередача, 1998. 76 с.
- 49.Кожевников А.А., А.К.Судаков, Гриняк А.А. Гравийные фильтры с использованием эффекта двухфазного инверсного перехода агрегатного состояния вяжущего вещества. Породоразрушающий та металлооброблювальний інструмент – техніка та технологія його виготовлення і використання: вып.11. – Киев: ИСМ им. Бакуля НАН Украины 2008.С.84-88.
- 50.А.О.Кожевников, А.К.Судаков, О.А.Пашенко, О.Ф.Камишацкий, О.А.Лексиков. Дослідження впливу фізичних полів на властивості льодових та льодово-гравійних зразків. Матеріали міжнародної конференції “Форум гірників – 2009”.– Д.: НГУ, 2009. С.229-232.

ДОДАТКИ

Додаток А

НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ



Проректор з наукової роботи

О.С. Бешта

2007 р.

ЗВІТ

про патентні дослідження

31 березня 2007 р. № 1

(дата)

по темі ГП-395 «Наукове обґрунтування параметрів конструкції, технологій виготовлення і обладнання бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами»

Етап 2007 р. Огляд існуючих конструкцій гравійних фільтрів, технологій їхнього виготовлення і технологій обладнання гідрогеологічних свердловин.

Начальник НДЧ
канд техн наук

О.Є. Хоменко

Зав. кафедри ТРРКК
д-р. техн. наук, проф.

О.М. Давиденко

Керівник НДР
д-р. техн. наук, проф.

А.О. Кожевников

Керівник ПЛВ

О.О. Філонова

Нормоконтролер

Л.О. Савостенко

ЗАТВЕРДЖУЮ



Проректор з наукової роботи

О.С. Бешта

2007 р.

ДОВІДКА

про оцінку науково-технічного рівня результатів НДР

по темі: ГП-395 «Наукове обґрунтування параметрів конструкції, технології виготовлення і обладнання бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами»

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Найменування та одиниця виміру	Значення техніко-економічних показників	
	кращого аналога	розробленого об'єкту
Відносна собівартість проведення технологічних операцій спорудження гідрогеологічної свердловини при глибині свердловини до 100 м, %	100	70
Дебіт гідрогеологічних свердловин (за рівних умов), м ³ /г	20	30

Пат. UA № 18663 Гравійний фільтр (Кожевников А.О., Судаков А.К.)

Перелік патентів (заявок) (назва, номер, дата, автори)

Відомості НОУ-ХАУ _____ Технологія виготовлення гравійного фільтру

ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ НДР

Перевищує сучасний рівень науки і техніки

(відповідає сучасному рівню науки і техніки, перевищує, не відповідає)

Керівник ПЛВ

" " _____ 2007 р.

О.О. Філонова

Керівник НДР

" " _____ 2007 р.

А.О. Кожевников
(П.І.П.)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи НГУ

О.С. Бешта

2007 р.



Завдання

на проведення патентних досліджень

по темі ГП-395 «Наукове обґрунтування параметрів конструкції, технологій виготовлення і обладнання бурових свердловин криогенно-гравійними фільтрами»

Етап 2007 р. Огляд існуючих конструкцій гравійних фільтрів, технологій їхнього виготовлення і технологій обладнання гідрогеологічних свердловин.

Мета патентних досліджень: Визначення патентної ситуації стосовно ОГД в Україні, РФ, Японії та США.

Таблиця А.1 Види робіт при проведенні патентних досліджень та виконавці:

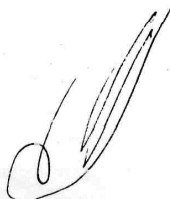
Види робіт	Підрозділи-виконавці	Відповідальні виконавці (П.І.П.)	Строки виконання робіт	Звітний документ
1	2	3	4	5
Визначення патентоздатності	Кафедра ТРРКК НГУ	Судаков А.К. Пащенко О.А.	02.01.07- 31.03.07	Регламент пошуку, Довідка про пошук, Довідка про оцінку НТР ф.Г.1.5 ф.Г.1.1; ф.Г.1.4;
	Кафедра Гірничої механіки НГУ	Бобришев О.А Плиська Т.І.		
Визначення ситуації щодо використання прав об'єкта промислової власності	Кафедра ТРРКК НГУ	Камишацький О.Ф. Кожевникова Л.І.	02.01.07- 31.03.07	ф.Г.2.4; висновки Звіт про ПД

Керівник НДР
д-р. техн. наук, проф.

Керівник ПЛВ

 А.О. Кожевников

О.О. Філонова



ЗМІСТ

- 1 РЕГЛАМЕНТ ПОШУКУ
- 2 ДОВІДКА ПРО ПОШУК
- 3 ФОРМА Г.1.1 ПАТЕНТНА ДОКУМЕНТАЦІЯ, ВІДБРАНА ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО АНАЛІЗУ
- 4 ФОРМА Г.1.4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ОГД ТА ОБ'ЄКТІВ АНАЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
- 5 ФОРМА Г.1.5 АНАЛІЗ НОВИЗНИ, ВИНАХІДНИЦЬКОГО РІВНЯ ТА ПРОМИСЛОВОЇ ПРИДАТНОСТІ ОГД
- 6 ФОРМА Г.2.4 АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ В ОГД ВІДОМИХ ОБ'ЄКТІВ ПРОМИСЛОВОЇ ВЛАСНОСТІ
- 7 ВИСНОВКИ
- 8 ЗАВДАННЯ НА ПРОВЕДЕННЯ ПАТЕНТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
- 9 ДОВІДКА ПРО ОЦІНКУ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НДР

Список авторів

Відповідальний виконавець
к.т.н., каф. ТРРКК

А.К.Судаков
(Регламент пошуку, Довідка про оцінку НТР)

Виконавець, с.н.с. каф. ТРРКК

О.А.Пащенко
(Довідка про пошук, ф.Г.1.5)

Виконавець, н.с. каф. ТРРКК

О.Ф.Камишацький
(висновки, звіт про ПД)

Виконавець, н.с.,
каф. Гірничої механіки

О.А.Бобришев
(ф.Г.1.4)

Виконавець, інж. 3 кат.,
каф. Гірничої механіки

Т.І.Плиска
(ф.Г.1.1)

Виконавець, ведучий спеціаліст,
каф. ТРРКК

Кожевникова Л.І.
(ф.Г.2.4)

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

*Організація-виконавець розробки – Національний гірничий університет
Початок пошуку – 2007 р., січень
Закінчення пошуку – 2007 р., березень*

Призначення, галузь застосування, опис об'єкту

Об'єктом досліджень є гравійний фільтр. В основу проекту покладена ідея створення технології виготовлення елемента гравійного фільтра блокової конструкції з з'єднанням гравійного матеріалу в моноліт за допомогою мінералов'язучої речовини на водяній основі по криогенній (низькотемпературній) технології з наступною установкою його в свердловині і переходом гравійного матеріалу з монолітного стану в пухкий, у зв'язку з придбанням мінералов'язучою речовиною реологічних властивостей води під впливом підвищених температур пластових вод.

Ціль проекту полягає в науковому обґрунтуванні параметрів конструкції криогенно-гравійного фільтра, технології його виготовлення і технології обладнання гідрогеологічних свердловин в інтервалі водоносного горизонту в горионтах, представлених середньозернистими, дрібнозернистими, тонкозернистими і пилуватими пісками.

Для досягнення поставленої цілі необхідно вирішити наступні задачі:

- вибір рецептури мінералов'язучої речовини, дослідження її теплофізичних властивостей;
 - вибір складу льодовогравійного композита, дослідження його фізико-механічних і теплофізичних властивостей;
 - установлення тимчасової закономірності зміни фізико-механічних властивостей льодовогравійного композита;
 - обґрунтування конструктивних параметрів криогенно-гравійного фільтра з урахуванням закономірностей впливу пластових вод у системі "пласт-свердловина";
 - виготовлення експериментального зразка криогенно-гравійного фільтра, проведення стендових досліджень;
 - вибір параметрів технології доставки й обладнання гідрогеологічних свердловин криогенно-гравійними фільтрами;
- розробка рекомендацій по проектуванню конструкцій, технології виготовлення і технології доставки криогенно-гравійного фільтра.

Галузь застосування - Підприємства Державної геологічної служби України (Схід ДРГП, Північ ДРГП, Донецьк ДРГП, Причорномор ДРГП, Полтав ДРГП, Чернігів ДРГП, КП "Південукргеологія", Західукргеологія, ДГП «Крим-геологія», ДГП «Центрукргеологія», ДГП «Геосервіс», КП "Кримгеологія", КП "Кировгеологія", ДП «Горліврозвідка», ДП «Житомирбуррозвідка»);

Комерційні підприємства;

Підприємства Департаменту природних ресурсів Російської федерації;

Підприємства Казахстану та інших державах СНД та світу.

РЕГЛАМЕНТ ПОШУКУ № 1

Найменування теми «Наукове обґрунтування параметрів конструкції, технологій виготовлення і обладнання бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами» шифр теми ГП-395

Етап 2007 р. Огляд існуючих конструкцій гравійних фільтрів, технологій їхнього виготовлення і технологій обладнання гідрогеологічних свердловин.

Проведення патентних досліджень згідно ДСТУ 3575-97

Номер, дата завдання на проведення патентних досліджень Завдання №1 від «02» січня 2007 р.

Обґрунтування регламенту пошуку Р.П. прийнятий до реалізації ідеї – визначити патентну ситуацію, досягнутий рівень техніки та тенденції розвитку області досліджень в Україні, РФ, Японії та США.

Початок пошуку 01.01.07 р. Закінчення пошуку 31.03.07 р.

Таблиця Б.1

Предмет пошуку (ОГД)	Мета пошуку інформації	Держава пошуку	Класифікаційні індекси: МПК, НПК, МКПЗ, МКТП, УДК	Ретроспективність пошуку	Джерела інформації
1	2	3	4	5	6
Гравійний фільтр	Визначення патентної ситуації стосовно ОГД в Україні, РФ, Японії та США	Україна(UA) РФ (RU) Японія (JP) США (UA)	МПК E21B 43/00-43/10	2000-2006 рр.	Офіційний бюлетень «Промислова власність» «Изобретения стран мира. Бурение. Горное дело»

Керівник НДР
д-р. техн. наук, проф.

Керівник ПЛВ

 А.О. Кожевников

 О.О. Філонова

ДОВІДКА ПРО ПОШУК № 1

Завдання на проведення патентних досліджень Завдання №1 «02» січня 2007 р.

(номер, дата)

Етап 2007 р. Огляд існуючих конструкцій гравійних фільтрів, технологій їхнього виготовлення і технологій обладнання гідрогеологічних свердловин.
Проведення патентних досліджень згідно ДСТУ 3575-97

Номер, дата регламенту пошуку №1

Початок пошуку 01.01.07 р. Закінчення пошуку 31.03.07 р.

Таблиця В.1 Джерела інформації, використані під час проведення пошуку

Предмет пошуку (ОГД)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси	Інформаційна база, використана під час пошуку	Бібліографічні дані першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				Патентна інформація	Інша науко-во-технічна інформація
1	2	3	4	5	6
Гравійний фільтр	Україна(UA)	МПК E21B 43/00-43/10	Офіційний бюлетень «Промислова власність»	№ 1 2000 р. (11) 26962 (22)12.04.1983 (51) E21B 43/00 № 12 2006 р. (11) 19150 (22)15.12.2006 (51) E21B 43/00	-
	РФ (RU) Японія (JP) США (UA)		«Изобретения стран мира. Бурение. Горное дело»	№ 1 2000 р. (11) US 5857519A (22)31.07.1997 (51) E21B 43/00 № 24 2004 р. (11) US 6668920 ВВ (22)09.11.2001 (51) E21B 43/08	-

В.2 Висновки про виконання регламенту пошуку

Керівник НДР
д-р. техн.. наук, проф.



А.О. Кожевников

Керівник ПЛВ



О.О. Філонова

Форма Г.1.1 Пагента документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД, його складові частини	Документи на об'єкти промислової власності	
	Бібліографічні дані	Відомості щодо його діяльності
1	2	3
Гравійний фільтр	(11) 47626 Україна (22) 05.09.2000 (21) 2000095151 (51) E21 В 43/08 (71) Дочірня компанія «Укргазвидобування» УНДПП (72) Гнітко В.П., Строгий А.Я., Хаєцький Ю.Б (54) Свердловинний фільтр	Діє
	(11) 57785 Україна (22) 27.04.1998 (21) 99116448 (51) E21 В 43/08 (73) Шелл Інтернаціонале рісерс мастшаппідж Б.В., NL (72) Донеллі Мартін, NL (54) Розтягуваний свердловинний фільтр	Діє
	(11) 46762 Україна (22) 31.08.2000 (21) 2000085086 (51) E21 В 43/08 (71) Ткаченко В.П. (72) Ткаченко В.П. (54) Фільтр свердловинний підвищеної шпальності	Діє
	(11) 2146759 Россия (22) 20.03.2000 (21) 99107596/03 (51) E21 В 43/04 (71) «ГО Фільтр» (72) Ланчаков Г.А., Ахметов А.А., Жуковский К.А. (54) Гравійний фільтр	Діє
	(11) 2256780 Россия (22) 02.10.2000 (21) 2000124965/03 (51) E21 В 43/08 (73) «ООО Спецтехногаз» (72) Сабитов С.З., Зизетдитов А.З., Андреев В.Н. (54) Скважинный фильтр	Діє
	(11) 2166068 Россия (22) 10.09.2000 (21) 98121959/03 (51) E21 В 43/08 (73) Ткаченко В.П. (72) Ткаченко В.П. (54) Фільтр скважинный	Діє
	(11) 2166068 Россия (22) 10.09.2000 (21) 98121959/03 (51) E21 В 43/08 (73) Ткаченко В.П. (72) Ткаченко В.П. (54) Фільтр скважинный	Діє

1	2	3
	(11) 2244103 Россия (22) 09.06.2003 (21) 2003117245/03 (51) E21 B 43/08 (73) ЗАО «Новомет-Пермь» (72) Данченко Ю.В. Иванов О.Е. и др. (54) Скважинный фильтр	Діє
	(11) 2250309 Россия (22) 20.11.2003 (21) 2003133500/03 (51) E21 B 43/04 (73) Башкатов А.Д., Керимов В.А. (72) Башкатов А.Д., Керимов В.А. и др. (54) Способ и инструмент для сооружения фильтров- вой скважины	Діє
	(11) 2252303 Россия (22) 20.11.2003 (21) 2003133502/03 (51) E21 B 43/04 (73) Башкатов А.Д., Керимов В.А. (72) Башкатов А.Д., Керимов В.А. и др. (54) Способ и инструмент для сооружения фильтро- вой скважины	Діє
	(11) 2251616 Россия (22) 10.12.2003 (21) 2003135604/03 (51) E21 B 43/04 (73) ОАО «Всероссийский нефтегазовый НИИ» (72) Старшов М.И., Ситников Н.Н., Малыхин В.И. и др. (54) Устройство для создания скважинного гравийно- го фильтра	Діє
	(11) US 6575246 BB (22) 14.08.2001 (21) 929867 (51) E21 B 43/04 (73) Schlumberger Technology Corporation (72) Vixenman Patrick, Anyan Steven, и др. (54) Инструмент для гравийной набивки скважины	Діє
	(11) US 6581683 BB (22) 19.03.2001 (21) 812154 (51) E21 B 43/02 (73) Ohanesian Harout (72) Ohanesian Harout (54) Фильтр для водозаборной скважины	Діє
	(11) JP 3673739 B2 2003064733 A (22) 24.08.2001 (51) E21 B 43/08 (73) Meguro Fukuzo (72) Meguro Fukuzo (54) Фильтр	Діє
	(11) US 6575251 BB (22) 13.06.2001 (21) 880376 (51) E21 B 43/04 (73) Schlumberger Technology Corporation (72) Watson Graham, Hurst Gary, и др. (54) Способ гравийной набивки скважины	Діє

1	2	3
	(11) US 6644404 ВВ (22) 17.10.2001 (21) 981703 (51) E21 В 43/08 (73) Halliburton Energy Services, Inc. (72) Schultz Roger, и др. (54) Способ последовательной гравийной набивки интервалов скважины	Діє
	(11) US 6540022 ВВ (22) 19.02.2002 (21) 79448 (51) E21 В 43/04 (73) Halliburton Energy Services, Inc. (72) Dusterholt Ronald Glen, и др. (54) Способ гравийной набивки скважины	Діє
	(11) US 6516882 ВВ (22) 16.07.2001 (21) 906520 (51) E21 В 43/08 (73) Halliburton Energy Services, Inc. (72) Mcgregor Ronald, и др. (54) Способ и устройство для гравийной набивки интервала скважины	Діє

ДСТУ 3575-97

Форма Г.1.4 Техніко-економічні показники ОГД та об'єктів аналогічного призначення

Найменування та одиниці виміру	Техніко-економічні показники			
	об'єкта за стандартом або технічними умовами	об'єкта-аналога (держава, фірма, організація, модель, рік освоєння)	ОГД	перспективного зразка
1	2	3	4	5
Відносна собівартість проведення технологічних операцій спорудження гідрогеологічної свердловини при глибині свердловини до 100 м, %		100	70	70
Дебіт гідрогеологічних свердловин (за рівних умов), м ³ /Г		20	30	30

Форма Г.1.5 Аналіз новизни, винахідницького рівня та промислової придатності ОГД

ОГД, його складові частини		Прототип		Очікуваний результат	Можливості використання у промисловості або іншій сфері діяльності	Номер поданої заявки, дата подачі заявки
Назва	Сукупність ознак	Бібліографічні дані	Сукупність ознак			
1	2	3	4	5	6	7
Гравійний фільтр	Гравійний матеріал; замкнена водонепроникна система циліндровопорожнистих кілець, мінералов'язучий матеріал - вода (флюїд) з температурою -15...-40°C.	Воздвіженський Б.І., Голубінцев О.Н., Новожилов А.А. Блоковий гравійний фільтр	Гравійний матеріал; блоковий фільтр; мінералов'язучий матеріал – клей БФ.	Підвищення дебіту на 50% Зниження собівартості на 30%	Гідрогеологічні свердловини для водопостачання	(21) U20060 5598 (22) 22.05.20 06 (11) 18663 U

ДСТУ 3575-97

**Форма Г.2.4 Аналіз можливості застосування в ОГД відомих
об'єктів промислової власності**

ОГД, його складові частини	Документи на об'єкти промислової власності (бібліографічні дані)	Суть об'єкта промислової власності	Очікуваний результат від застосування
1	2	3	4
Гравійний фільтр	(21) U200605598 (51) E21 B 43/08 (22) 22.05.2006 (73) Національний гірничий університет (72) Кожевников А.О., Судаков А.К.	В основу проекту покладена ідея створення технології виготовлення елемента гравійного фільтра блокової конструкції з з'єднанням гравійного матеріалу в моноліт за допомогою мінералов'язучої речовини на водяній основі по криогенній (низькотемпературній) технології з наступною установкою його в свердловині і переходом гравійного матеріалу з монолітного стану в пухкий, у зв'язку з придбанням мінералов'язучою речовиною реологічних властивостей води під впливом підвищених температур пластових вод.	1. Підвищення дебіту на 50% 2. Зниження собівартості на 30%

ВИСНОВКИ

Провівши аналіз відібраної патентної документації слід відмітити:

1. Розроблений гравійний фільтр має нові патентоспроможні технологічні рішення. Використання цих рішень дозволить підвищити дебіт гідрогеологічних свердловин на 50% та знизити їх спорудження собівартість на 30%.
2. Розроблені деякі технологічні параметри для виготовлення гравійного фільтру які є патентоспроможні й на даному етапі НДР містять відомості НОУ-ХАУ.
3. Науково-технічний рівень НДР перевищує сучасний рівень науки і техніки в даній області.

Додаток Б

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ****ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи



О.С. Бешта

2007 р.

**ПРОГРАМА І МЕТОДИКА
«ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ НА ВЛАСТИВОСТІ
ЛЬОДОВО-ГРАВІЙНОГО КОМПЗИТА»**Науковий керівник
теми ГП-395, проф.

Кожевников А.О.

Дніпропетровськ 2007 р.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом лабораторних досліджень є льодово-гравійний композит на водній основі.

МЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою досліджень є визначення впливу фізичних полів на розтеплення льодового композиту, що складається з суміші води і гірської породи.

ВИЗНАЧАЄМІ ПОКАЗНИКИ

При проведенні досліджень визначалося:

- вплив дії магнітних полів на час розтеплення криогено-гравійного композиту;
- вплив електролізу на час розтеплення криогено-гравійного композиту;
- вплив часу заморозки в'язучого матеріалу криогено-гравійного композиту на час його розтеплення.

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Лабораторні дослідження проводилися в лабораторіях кафедри техніки розвідки РКК НГУ протягом 2007 р.

Початковими матеріалами для проведення лабораторних досліджень є: технічна вода, кварцовий пісок.

У якості критерія вибору оптимального складу мінералов'язучої речовини, що використовується для зміцнення гравійного матеріалу криогенно-гравійного фільтру, є час розтеплення. Розтеплення дослідних зразків відбувалося в повітряному середовищі при кімнатній температурі $+20^{\circ}\text{C}$. Для всіх видів випробувань використовувалися зразки діаметром 35 ± 1 мм і заввишки 50 ± 5 мм.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

В першу чергу, відповідним образом готувався гравійний матеріал. Кварцовий пісок просіювали на ситах з різним отвором ячейки, з посліду-

чим його промиванням та просушуванням в печах при температурі, яка не перевищувала 300°C . Виходячи з того, що породи водоносного горизонту пилуваті, дрібнозернисті піски, яки повинні утримуватися першим шаром гравійного фільтру, то гравійний матеріал фільтру повинен мати гранулометричний склад 0,5-0,75 мм.

В якості в'язучої речовини використовувалась технічна вода, яка спеціальної підготовки не проходила.

Магнітна обробка зразка проводилася постійними магнітами із зміною полярності і часу обробки. Зразки оброблялися в протягом 24 годин при температурі в морозильній камері -16°C . Після чого вони витягувалися з морозильної камери і під дією позитивних температур (кімнатна температура $+20^{\circ}\text{C}$) з часом растеплялись. При цьому визначалася зміна маси зразків з часом шляхом зважування. Результати експерименту заносилися в протокол вимірювань. По одержаним даним будувався графік залежності втрати маси зразка від часу.

Електролізна обробка води проводилася катодом і анодом з різним часом обробки. Для проведення експериментів по впливу електричного поля на розтеплення льодово-гравійного композиту використовувалася установка, що складається з анода і катода, розділених між собою водонепроникною мембраною. При проведенні експерименту вода заливалася в ємність з послідовною обробка електричним полем в заданому діапазоні часу. Обробка водного розчину проводилася протягом 1, 5, 10 хв, після чого зразок заморожувався. Заморожування тривало 24 години при температурі мінус 16°C . Після чого проводився експеримент по розтепленню зразка при кімнатної температурі. Результати заносилися в протокол вимірювань. За результатами будувався графік залежності втрати маси зразка від часу.

При визначенні впливу **температурного фактора** на час розтеплення льодово-гравійного композиту використовувалася морозильна камера, що дозволяє заморожувати зразки при температурі мінус 16°C . Підготовлений зразок поміщався в морозильну камеру на заданий проміжок часу. Обробка зра-

зків проводилася протягом 12, 24, 36, 48 годин. Після чого проводився експеримент по розтепленню зразка при кімнатної температурі. Результати заносилися в протокол вимірювань з послідуною обробкою.

ОБРОБКА, АНАЛІЗ І ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

При проведенні досліджень вестиметься журнал спостережень. Результати досліджень будуть оброблені на ЕОМ із застосуванням методів математичної статистики пакету «Аналіз даних» MS Excel.

1. Середнє арифметичне:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n},$$

де x_i – окремі значення ознаки; n – об'єм вибірки.

2. Дисперсія:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

3. Стандартне відхилення:

$$\sigma = \pm \sqrt{\sigma^2}$$

4. Коефіцієнт варіації:

$$v = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

5. Стандартна помилка середньої погрішності середнього арифметичного:

$$m_x = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

6. Відносна помилка середнього арифметичного:

$$\rho = \frac{m_x}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

7. Можливі відхилення середньої погрішності:

$$\varepsilon = t_\alpha \cdot m_x,$$

де t_α – коефіцієнт Стюдента.

Додаток В

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи



О.С. Бешта

2007 р.

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА
«ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЬODOVO-
ГРАВІЙНОГО КОМПЗИТУ»

Науковий керівник
теми ГП-395, проф.

Кожевников А.О.

Дніпропетровськ
2007 р.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень є зразки льодово-гравійного композиту правильної форми.

Дослідження проводяться в три етапи:

1. На першому етапі визначається міцність на одноосне стиснення зразків льодово-гравійного композиту, до складу яких входять вода і гравій різної величини (0,5-0,75 мм; 0,75-1,0 мм; 1,0-2,0 мм; 2,0-3,0 мм; 3,0-5,0 мм). При цьому вологість композиту складає 100%. Гравійний композит кожної фракції використовується в насипному і ущільненому вигляді. Мета першого етапу досліджень – визначення залежності між часом заморожування і міцністю для кожної фракції гравію в насипному і ущільненому вигляді.
2. На другому етапі визначається міцність на одноосне стиснення зразків льодово-гравійного композиту, до складу яких входять вода, гравій і желатин (у вигляді водного розчину). Використовується водний розчин желатину наступних концентрацій: 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. При цьому вологість композиту складає 5 і 10 %. Мета другого етапу досліджень – визначення залежності між часом знаходження на повітрі і міцністю фракції гравію 0,5 – 0,75 мм при різному змісті желатину.
3. На третьому етапі визначається динамічна в'язкість зразків льодово-гравійного композиту, до складу яких входить вода і гравій різної величини (0,5-0,75 мм; 0,75-1,0 мм; 1,0-2,0 мм; 2,0-3,0 мм; 3,0-5,0 мм). При цьому вологість композиту складає 100%. Гравійний композит кожної фракції використовується в насипному і ущільненому вигляді.

ЦІЛІ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою стендових досліджень є визначення межі міцності на одноосне стиснення, динамічної в'язкості, об'ємної щільності і пористості зразків льодово-гравійного композиту.

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Визначення межа міцності льодово-гравійного композиту на одноосне стиснення, динамічну в'язкість, об'ємну щільність і пористість виконуватиметься на спеціальних стендах кафедри ТРРКК Національного гірничого університету. Для випробувань використовуються зразки правильної форми по ГОСТу 211530-75. Для випробувань виготовляються зразки кубічної форми із стороною рівною 50 мм.

Відхилення цих величин допускається в межах $\pm 5\%$. Відхилення від паралельності не повинно перевищувати 0,05 мм, а опуклість зразків на торцевих поверхнях – не більше 0,03 мм.

Не менш важливе значення має коефіцієнт варіації, який повинен знаходитися в межах 30%. Він характеризує неоднорідність зразків. Якщо коефіцієнт варіації більше 30%, необхідно збільшити кількість випробувань.

ВИЗНАЧУВАНІ ПОКАЗНИКИ

В процесі досліджень визначатимуться наступні робочі показники.

1. Середнє значення межі міцності на одноосне стиснення знаходять по формулі

$$\sigma_{\text{сж.ср}} = \frac{1}{n} \sum \sigma_{\text{сж.і}}, \text{Па}$$

де n – число випробувань зразків;

$$\sigma_{\text{сж.і}} = \frac{P_{\text{max.і}}}{S_i} - \text{межа міцності зразка;}$$

$P_{\text{max.і}}$ - максимальна стискаюча сила, при якій відбулося руйнування зразка;

S_i - площа поперечного перетину зразка.

2. Максимальна стискаюча сила знаходиться за формулою

$$P_{\text{max}} = \alpha F, \text{ Н}$$

де α - показання стрілки манометра у момент руйнування, помножене на ціну ділення;

F – площа поршня преса.

ЗАСОБИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення досліджень необхідно мати наступну апаратуру і контрольно-вимірювальні прилади:

1. Гідравлічний прес з манометром.
2. Прокладки – плоскі металеві пластини.
3. Зразки гірської породи.
4. Металева коробка.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

При проведенні досліджень необхідно дотримувати стандартні правила безпеки при роботі з устаткуванням (пресом) в лабораторних умовах.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Визначити ціну ділення манометрів.
2. Зразок встановити між двома пластинами в центрі опорної плити в коробці (рис.1).
3. Закрити масляний краник циліндра преса, важелем насоса підвищити тиск в межах $(5,0-10,0) \cdot 10^5 \cdot 10^5$ Па/с. вибрану швидкість вантаження зберігати до руйнування зразка. У момент руйнування зразка фіксують максимальний тиск по стрілці манометра преса α .
4. Визначають вертикальну стискаючу силу, P в Н.
5. Всі результати дослідів обробляють і заносять в таблицю (Додаток 1).
6. За класифікацією Протод'яконова визначають: категорію, коефіцієнт міцності породи і дають коротку характеристику гірської породи.

ОБРОБКА, АНАЛІЗ І ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

При проведенні досліджень вестиметься журнал спостережень (додаток 1). Результати досліджень будуть оброблені на ЕОМ із застосуванням методів математичної статистики пакету «Аналіз даних» *MS Excel*.

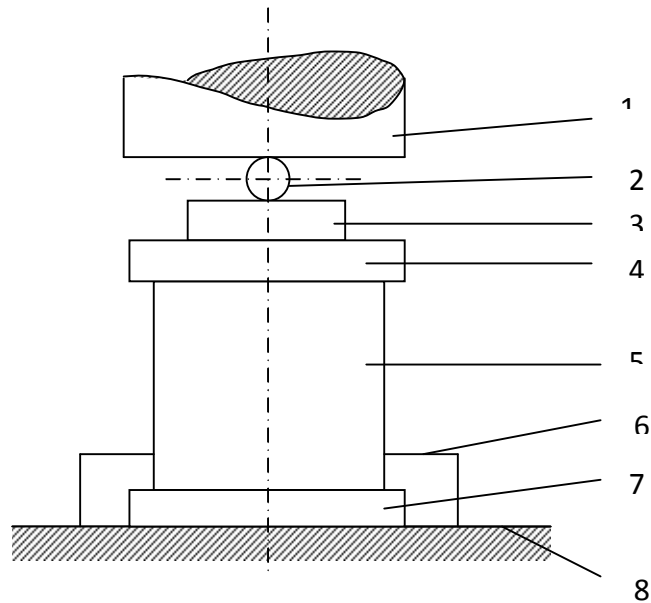


Рис.1. Схема установки зразка КГФ:

1. Верхня плітка преса.
2. Металева кулька.
3. Металева болванка.
4. Верхня металева пластина для рівномірного розподілу навантаження на зразок.
5. Зразок КГФ.
6. Металева коробка для збору зруйнованого зразка.
7. Нижня металева пластина.
8. Нижня опорна плита преса.

1. Середнє арифметичне:

$$\bar{\delta} = \frac{\sum \delta_i}{n},$$

де x_i – окремі значення ознаки; n – об'єм вибірки.

2. Дисперсія:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

3. Стандартне відхилення:

$$\sigma = \pm\sqrt{\sigma^2}$$

Додаток Г

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ



Проректор з наукової роботи

О.С. Бешта
О.С. Бешта

р.

**ПРОГРАМА І МЕТОДИКА
«ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ РЕОЛОГІЙ
ЦИЛІНДРОВО-ПОРОЖНИСТОГО КРІОГЕННО-ГРАВІЙНОГО ЕЛЕМЕНТУ»**

Науковий керівник
теми ГП-395, проф.

Кожевников А.О.

Дніпропетровськ

2008 р.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень є зразки льодово-гравійного композиту правильної форми.

ЦІЛІ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою стендових досліджень є визначення межі міцності на одноосне стиснення зразків льодово-гравійного композиту.

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Визначення межі міцності льодово-гравійного композиту на одноосне стиснення виконуватиметься на спеціальному стенді кафедри ТРРКК Національного гірничого університету.

Важливе значення має коефіцієнт варіації, який повинен знаходитися в межах 20%. Якщо коефіцієнт варіації більше 20%, необхідно збільшити кількість випробувань.

Характеристика зразків льодово-гравійного композиту

Діаметр гравію – 0,5-0,75 мм.

Зовнішній діаметр – 196 мм.

Внутрішній діаметр – 108 мм.

Висота зразка – 170 мм.

Вага зразка – 60 Н.

Час заморожування – 24 год (при температурі $t = -16^{\circ}\text{C}$).

Умови експерименту

Зміст в'язучого (желатин) – 5%, 10%, 15%, 30%.

Температура повітря при розтепленні - $t = 17^{\circ}\text{C}$.

Температура води при розтепленні - $t = 17^{\circ}\text{C}$.

Час розтеплення на повітрі – 30 хв.

Час розтеплення у воді – 30 хв.

Планування експерименту

Планування експерименту – це процедура вибору числа і умов проведення експериментів, необхідних і достатніх для вирішення поставленого завдання з необхідною точністю.

Характеристика величини випадкової помилки:

$$\varepsilon = \frac{\Delta X}{s}$$

де s - довірчий інтервал – величина помилки;

ΔX - довірна вірогідність – вірогідність того, що результат вимірювання відрізняється від дійсного значення (\bar{X}) на величину, не велику чим $(s - \alpha)$;

ε – величина випадкової помилки

α – коефіцієнт надійності, зазвичай рівний $\alpha=0,9-0,95$.

Наприклад, необхідне число вимірювань (N) для отримання випадкової помилки (ε) з надійністю (α) приведені в табл.1.

Таблиця 1 – Залежність числа вимірювань від величини випадкової помилки із заданою надійністю.

ε	α	N
1	0,9	5
1	0,95	7
2, тобто ($2s_n$)	0,9	13
2, тобто ($2s_n$)	0,95	18

Відповідно до табл. 1, приймаємо для наших умов: надійність $\alpha=0,9$, а число експериментів $N=5$.

ВИЗНАЧУВАНІ ПОКАЗНИКИ

В процесі досліджень визначатимуться наступні робочі показники.

1. Середнє значення межі міцності на одноосне стиснення знаходять по формулі

$$\sigma_{\text{сж.ср}} = \frac{1}{n} \sum \sigma_{\text{сж.і}}, \text{Па}$$

де n – число випробувань зразків;

$$\sigma_{\text{сж.і}} = \frac{P_{\text{max.і}}}{S_i} - \text{межа міцності зразка};$$

$P_{\text{max.і}}$ - максимальна стискаюча сила, при якій відбулося руйнування зразка;

S_i - площа поперечного перетину зразка.

2. Максимальна стискаюча сила знаходиться по характеристиці динамометра з урахуванням його показань.

ЗАСОБИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення досліджень необхідно мати наступну апаратуру і контрольно-вимірювальні прилади:

1. Гідравлічний домкрат з динамометром ДОСМ-5.
2. Прокладки – плоскі металеві пластини.
3. Зразки льодово-гравійного композиту.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

При проведенні досліджень необхідно дотримувати стандартні правила безпеки при роботі з устаткуванням (пресом) в лабораторних умовах.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Визначити ціну ділення ДОСМ-5.
2. Зразок встановити між двома пластинами в центрі опорної плити (рис.1).
3. Важелем домкрата підвищувати тиск в межах $(5,0-10,0) \cdot 10^5 \cdot 10^5 \text{ Па/с}$. Вибрану швидкість вантаження зберігати до руйнування зразка. У момент руйнування зразка фіксують максимальний тиск за стрілкою динамометра.

4. Визначають вертикальну стискаючу силу, P в Н, відповідно до технічної характеристики динамометра.

5. Всі результати дослідів обробляють і заносять в таблицю (Додаток 1).

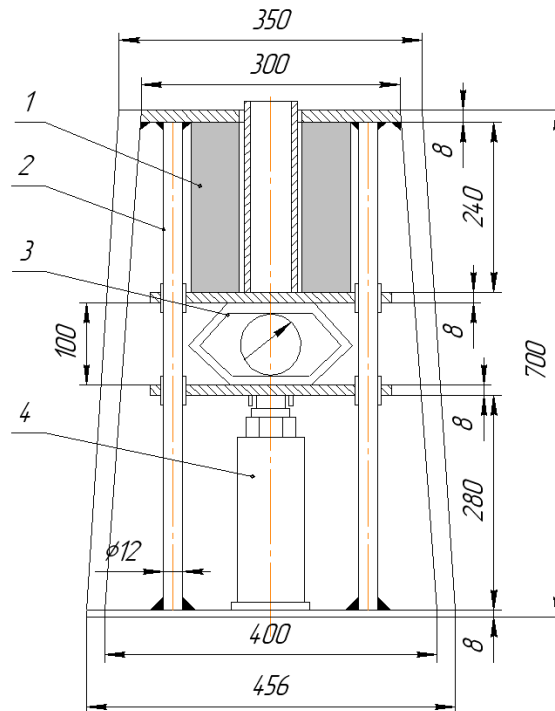


Рис.1. Схема установки зразка:

1 – льодово-гравійний зразок;

2 - направляючі стенду; 3 – динамометр ДОСМ-5; 4 – домкрат.

ОБРОБКА, АНАЛІЗ І ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

При проведенні досліджень вестиметься журнал спостережень (додаток 1). Результати досліджень будуть оброблені на ЕОМ із застосуванням методів математичної статистики пакету «Аналіз даних» *MS Excel*.

1. Середнє арифметичне:

$$\bar{\delta} = \frac{\sum \delta_i}{n},$$

де x_i – окремі значення ознаки; n – об'єм вибірки.

2. Дисперсія:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

3. Стандартне відхилення:

$$\sigma = \pm\sqrt{\sigma^2}$$

4. Коефіцієнт варіації:

$$\nu = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Додаток 1

Результати певних і розрахункових величин

№ п/п	Розміри зразків, см	Площа поперечного перетину, м ²	Вертикальна стискаюча сила, Р, Н	Межа міцності на стиснення		Відхилення від середнього значення	Середнє квадратичне відхилення	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації V %
				$\sigma_{сж.і}$	$\sigma_{сж.ср}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>міцність відразу після заморозжування (при концентрації желатину 5%, 10%, 15%)</i>									
1	19,6(10,8)×17								
2									
3									
4									
5									
<i>міцність через 30 хв розтеплення на повітрі (при концентрації желатину 5%, 10%, 15%)</i>									
1	19,6(10,8)×17								
2									
3									
4									
5									
<i>міцність через 30 хв розтеплення у воді (при концентрації желатину 5%, 10%, 15%)</i>									
1	19,6(10,8)×17								
2									
3									
4									
5									

Додаток Д
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи



О.С. Бешта
О.С. Бешта

р.

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА
«СТЕНДОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КРИОГЕННО-ГРАВІЙНОГО ФІЛЬТРУ І
ТЕХНОЛОГІЇ ЙОГО ДОСТАВКИ ДО ВОДОПРИЙМАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ
ГІДРОГЕОЛОГІЧНОЇ СВЕРДЛОВИНИ»

Науковий керівник
теми ГП-395, проф.

Кожевников А.О.

Дніпропетровськ 2009 р.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень є циліндрично-порожні елементи льодово-гравійного фільтру правильної форми.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

При спуску льодово-гравійного фільтру в свердловину відбувається його розтеплення в результаті його контакту з промивальною рідиною. Міцнісна характеристика циліндрично-порожні елементи льодово-гравійного фільтру визначатиме граничну довжину секції фільтру для кожної концентрації в'язучої речовини (желатин).

ЦІЛІ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою стендових досліджень є визначення граничної довжини секції льодово-гравійного фільтру для різних концентрацій в'язучої речовини (желатин).

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Визначення межі міцності льодово-гравійного композиту в потоці рідини виконуватиметься на спеціальному стенді кафедри ТРРКК Національного гірничого університету (рис. 1).

Для випробувань виготовляються зразки циліндрової форми із зовнішнім діаметром 180 мм, і внутрішнім отвором діаметром 100 мм.

Висота зразків складає 200 мм.

Зразки навантажуються додатковим навантаженням що імітує частину фільтру над зразком.

Відхилення цих величин допускається в межах $\pm 5\%$.

Витрата промивальної рідини складає для:

1 швидкості - 125 л/мин

2 швидкості - 180 л/мин.

Характер промивання - пульсуючий (час пульсації задається).

Процентний вміст желатину в зразках 5, 10, 15 %.

ВИЗНАЧУВАНІ ПОКАЗНИКИ

В процесі досліджень визначатимуться наступні робочі показники:

5) Максимальна глибина транспортування експериментального зразка криогенно-гравійного фільтру залежно від концентрації в'язучої речовини.

6) Зміна розмірів і стану експериментального зразка криогенно-гравійного фільтру при його транспортуванні в часі.

7) Оптимальні режими транспортування криогенно-гравійного фільтру по стволу свердловини до її водоприймальної частини.

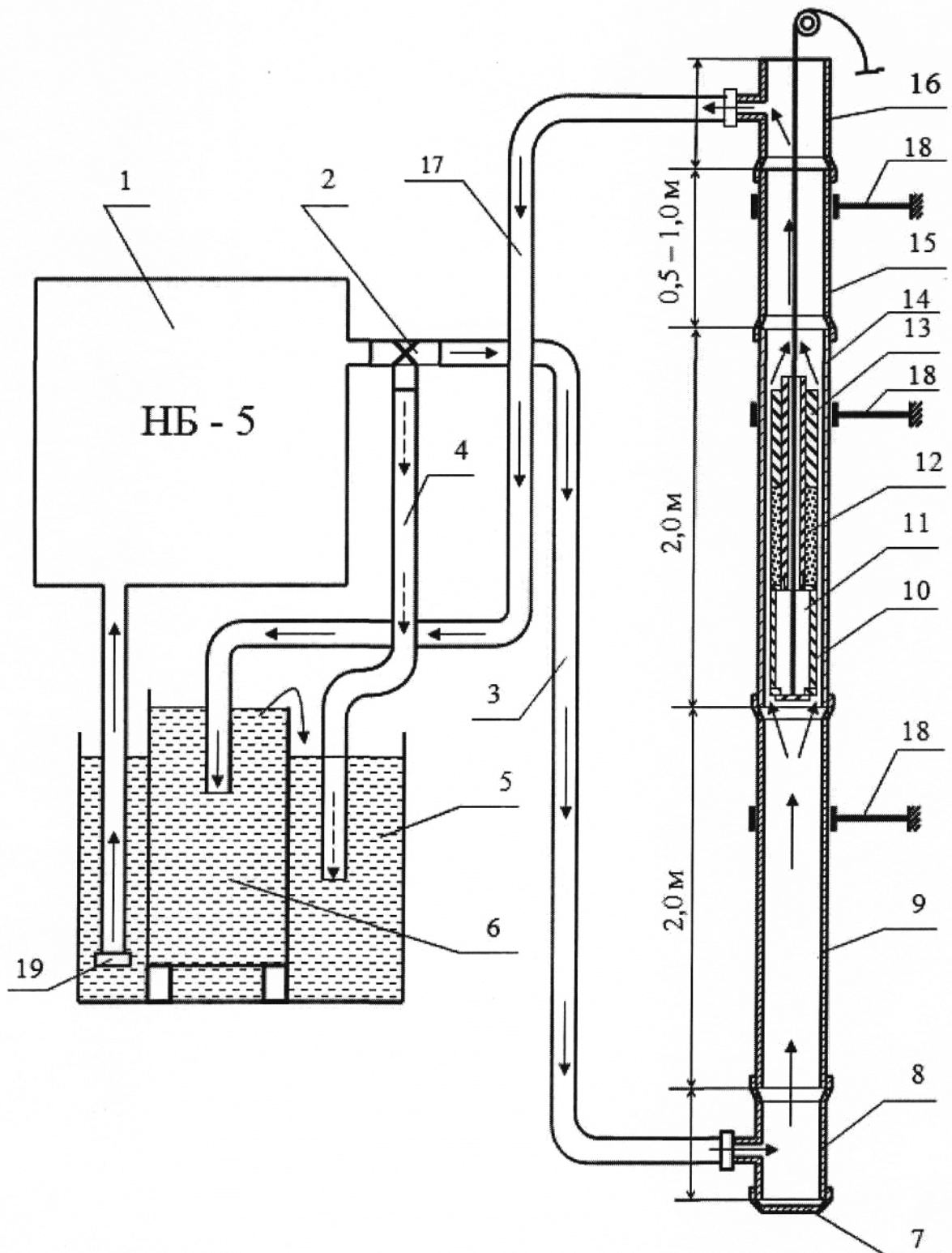


Рис.1 - Схема стану:

1 - насос НБ-5; 2 - триходовий кран; 3 - напірна магістраль; 4 - скидаюча магістраль; 5 - зумпф; 6 - шламоборник; 7 - заглушка; 8 - трійник; 9 - заспокійлива труба; 10 - відстійник; 11 - фільтрова колона; 12 - криогенний - гравієвий фільтр; 13 - обважнювач (грузнув); 14 - скляна труба; 15 - оголовник; 16 - трійник; 17 - зливна магістраль; 18 - опори; 19 - зворотний клапан.

ЗАСОБИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення досліджень необхідно мати наступну апаратуру і контрольно-вимірювальні прилади:

1. Стенд свердловини з буровим насосом НБ-320/40.
2. Зразки циліндрично-порожніх елементів льодово-гравійного фільтру правильної форми.
3. Секундомір.
4. Елементи для навантаження.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

При проведенні досліджень необхідно дотримувати стандартні правила безпеки при роботі з гідравлічним і електроустаткуванням в лабораторних умовах.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Визначити витрату промивальної рідини, температуру промивальної рідини і довкілля.
2. Запустити прокачування промивальної рідини і почекати доки потік встановиться.
3. Пустити потік на злив минувши свердловину.
4. Зразок встановити на каркас фільтру і опустити в прозору частину стенду, заповненою промивальною рідиною.
5. Запустити потік рідини через стенд.
6. Провести прокачування до повного руйнування зразка.

ОБРОБКА, АНАЛІЗ І ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

При проведенні досліджень вестиметься журнал спостережень (додаток 1). Результати досліджень будуть оброблені на ЕОМ із застосуванням методів математичної статистики пакету «Аналіз даних» MS Excel.

1. Середнє арифметичне:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n},$$

де x_i – окремі значення ознаки; n – об'єм вибірки.

2. Дисперсія:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

3. Стандартне відхилення:

$$\sigma = \pm \sqrt{\sigma^2}$$

4. Коефіцієнт варіації:

$$v = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

5. Стандартна помилка середньої погрішності середнього арифметичного:

$$m_x = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

6. Відносна помилка середнього арифметичного:

$$\rho = \frac{m_x}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

7. Можливі відхилення середньої погрешності:

$$\varepsilon = t_\alpha \cdot m_x,$$

де t_α – коефіцієнт Стьюдента.

№	Подача насоса, л/хв.	Температура води, град.	Навантаження на зразок, кг	Параметри циклу промивання		Число циклів до руйнування зразка, шт.
				Час паузи, хв.	Час подачі, хв.	
Концентрація желатину 5%						
1						
2						
....						
Концентрація желатину 10%						
1						
2						
....						
Концентрація желатину 15%						
1						
2						
....						

Додаток Е

В И Т Я Г
з протоколу № 6 засідання кафедри
техніці розвідки корисних копалин
Національної гірничої академії України

м. Дніпропетровськ

16 грудня 2009 р.

ПРИСУТНІ: Зав. кафедрою проф. Давиденко О.М.,
проф. Безсонов Ю.Д., проф. Кожевников А.О.,
доц. Вирвинський П.П., доц. Пахомов І.М., доц. Судаков А.К.,
доц. Кузін Ю.Л., доц. Хоменко В.Л., доц. Пащенко О.А.,
ас. Камишацький О.Ф., ас. Ігнатов А.О.

СЛУХАЛИ: повідомлення керівника теми ГП-395 д.т.н., проф. Кожевникова А.О. про результати виконання науково-дослідної роботи «Наукове обґрунтування параметрів конструкції, технологій виготовлення і обладнання бурових свердловин криогенно-гравійними фільтрами» за 2007-2009 рік.

ВИСТУПИЛИ: проф. Давиденко О.М., проф. Безсонов Ю.Д.,
доц. Пахомов І.М.

У виступах підкреслена актуальність напрямку робіт по підвищенню якості формування гравійних обсіпань фільтру водоносного горизонту шляхом їхньою створення на денній поверхні з заданими властивостями та послідуочого їх транспортування і встановлення в водоносний горизонт. Відзначено новизну роботи, яка підтверджена патентами України.

УХВАЛИЛИ:

1. Вважати, що робота виконана в повному обсязі відповідно до календарного плану й технічного завдання.
2. Робота виконана на високому науковому рівні, має практичне значення та перевершує технічний рівень кращих вітчизняних і закордонних аналогів.

Наукове значення роботи:

- вперше встановлено закономірності зміни реологічних властивостей кріогенно-гравійного елемента фільтру під впливом фізичних полів;
- вперше обґрунтовано і доведено можливість застосування у якості в'язучого, для з'єднання гравійного матеріалу в моноліт за кріогенною технологією, желатину;

Практичне значення роботи полягає в:

- встановлено фактори, що характеризують складні гідрогеологічні умови створення систем водопостачання;
- обґрунтовано область застосування розроблюваної технології;
- обґрунтовано параметри кріогенно-гравійного фільтра.
- розроблені технології виготовлення кріогенно-гравійного елемента та обладнання кріогенно-гравійним фільтром водоприймальної частини бурових свердловин довгострокового використання;
- у стендових умовах доведено можливість застосування розробленої технології обладнання бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами.

3. У зв'язку з необхідністю завершення роботи рекомендувати керівництву теми продовжити роботи з 2011 р. у якості прикладної тематики за науковим напрямком «Гірнична механіка і машини», розділу машини нафтової та газової промисловості (Буріння свердловин).

Зав. кафедрою ТР РКК,
проф.

О.М.Давиденко

Вчений секретар, ас.

А.О.Ігнатов

ВИТЯГ

з протоколу №2 засідання секції науково-технічної ради з напрямку «Гірнична механіка та машини» Національного гірничого університету

м. Дніпропетровськ

18 грудня 2009 р.

ПРИСУТНІ: голова секції ради – д.т.н., проф. Самуся В.І.; члени секції ради: д.т.н., проф. Блохін С.Є., д.т.н., проф. Франчук В.П., д.т.н., проф. Кириченко Є.О., д.т.н., проф. Ропай В.А; вчений секретар секції ради – к.т.н., доц. Колосов Д.Л., виконавці теми.

СЛУХАЛИ: повідомлення відповідального виконавця теми ГП-395 к.т.н., доц. Судакова А.К. про результати виконання держбюджетної науково-дослідної роботи «Наукове обґрунтування параметрів конструкції, технологій виготовлення і обладнання бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами» за 2009 рік.

ВИСТУПИЛИ: проф. Блохін С.Є., проф. Франчук В.П., проф. Самуся В.І.

У виступах підкреслено актуальність напрямку робіт з підвищення якості формування гравійних обсіпань фільтру водоносного горизонту шляхом їхнього створення на денній поверхні з заданими властивостями та послідуючого їх транспортування і встановлення в водоносний горизонт. Відзначено новизну роботи, яка підтверджена патентами України.

УХВАЛИЛИ:

1. Вважати, що виконані наукові дослідження носять фундаментальний характер. Роботу виконано в повному обсязі відповідно до календарного плану й технічного завдання.

2. Залучений для виконання робіт колектив має високу кваліфікацію з даного наукового напрямку. У роботі брали участь здобувач Судаков А.К., студенти групи РТ-04: Коваленко А.А., Прийма В.В.; студент групи РТ-06 Колесников М.О.

3. Роботу виконано на високому науковому рівні, на даному етапі має практичне значення та перевершує технічний рівень кращих вітчизняних і закордонних аналогів.

Наукове значення роботи:

- вперше встановлено закономірності зміни реологічних властивостей кріогенно-гравійного елемента фільтру під впливом фізичних полів;
- вперше обґрунтовано і доведено можливість застосування у якості в'язучого для з'єднання гравійного матеріалу в моноліт за кріогенною технологією желатину.

Практичне значення роботи:

- встановлено фактори, що характеризують складні гідрогеологічні умови створення систем водопостачання;
- обґрунтовано області застосування розроблюваної технології;
- обґрунтовано параметри кріогенно-гравійного фільтра;
- розроблено технології виготовлення кріогенно-гравійного елемента та обладнання кріогенно-гравійним фільтром водоприймальної частини бурових свердловин довгострокового використання;
- у стендових умовах доведено можливість застосування розробленої технології обладнання бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами.

4. Заключний звіт по темі ГП-395 ухвалити.

5. У зв'язку з тим, що дана тематика має вагомий науковий потенціал, а також виходячи з необхідності завершення роботи, рекомендувати керівництву теми продовжити дослідження за даним напрямом з 2011 р. як прикладної тематики за науковим напрямком «Гірнична механіка та машини».

Голова секції ради

д.т.н., професор

В.І. Самуся

Вчений секретар

секції ради, к.т.н., доцент

Д.Л. Колосов

Додаток І

РЕЦЕНЗІЯ

на заключний звіт по науково-дослідній роботі ГП 395 на тему “**Наукове обґрунтування параметрів конструкції, технологій виготовлення і обладнання бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами**”

В останні роки за рахунок робіт вітчизняних і закордонних дослідників технологія спорудження свердловин на воду одержала належний розвиток. Але, незважаючи на це, ряд питань, пов'язаних з науковим обґрунтуванням технології обладнання свердловин в інтервалі водоносного горизонту, удосконаленням конструкції водоприймальної частини, технологією розкриття й освоєння горизонтів, установленням зв'язків між кольматаційними процесами і конструкцією водоприймальної частини свердловини, методами зниження гідравлічного опору водоприймальної частини свердловини, залишалися і до деякої міри залишаються не вивченими.

Особливу складність представляють питання, пов'язані з розкриттям і обладнанням гравійними фільтрами водоприймальної частини свердловини, яка представлена неоднорідними, середньозернистими, дрібнозернистими, тонкозернистими, пілуватими пісками. Тому робота є актуальною.

В ході виконання науково-дослідної роботи:

1. Встановлено фактори, що характеризують складні гідрогеологічні умови створення систем водопостачання.

2. Обґрунтовано область застосування розробляємої технології.

3. На підставі всебічного аналізу літературних, фондових та патентних джерел обґрунтовано параметри кріогенно-гравійних елементів кріогенно-гравійного фільтра.

3. Експериментально встановлено зміну межі міцності кріогенно-гравійного елемента фільтру у часі, що дало змогу розрахувати максимальну довжину кріогенно-гравійної секції фільтру.

5. Розроблено технологію виготовлення кріогенно-гравійного елемента та обладнання кріогенно-гравійними фільтрами водоприймальної частини бурових свердловин довгострокового використання.

6. В у стендових умовах доведено можливість застосування розробленої технології обладнання бурових свердловин кріогенно-гравійними фільтрами.

Робота виконана в повному обсязі згідно з календарним планом та технічним завданням.

Науково-технічний рівень НДР відповідає сучасному рівню вітчизняних і світових розробок.

Вважаю доцільним у зв'язку з новизною, а також необхідністю завершення роботи рекомендувати керівництву теми продовжити роботи по даному напрямку.

Директор Дніпропетровської відділення
Українського державного
геологорозвідувального інституту,
кандидат технічних наук

Б.М.Васюк