

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Факультет природничих наук та технологій

Кафедра нафтогазової інженерії та буріння

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

кваліфікаційної роботи ступеню  
магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

студента Адама Віталія Владиславовича

(ПІБ)

академічної групи 184М-20-У-ГРФ

(шифр)

спеціальності 184 Гірництво

(код і назва спеціальності)

спеціалізації Буріння свердловин

за освітньо-професійною програмою «Гірництво»

(офіційна назва)

на тему технічний проект водозабезпечення села Базилівщина Полтавської області з розробкою технології обладнання водоприймальної частини свердловини гравійними фільтрами

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Судаков А.К.			
розділів:				
Геологічний	Судаков А.К.			
Технологічний	Судаков А.К.			
Охорона праці	Савельєв Д.В.			
Економічний	Судаков А.К.			
Рецензент	Хоменко О.С.			
Нормоконтролер	Расцветаєв В.О.			

Дніпро  
2022

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**Завідувач кафедри нафтогазової  
інженерії та буріння

Коровий С.А.

» \_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу  
ступеню магістрастуденту Адаму Віталію Владиславовичу академічної групи 184-20-111-Ф

(прізвище та ініціали)

(група)

спеціальності 184 Гірництвоспеціалізації Буріння свердловинза освітньо-професійною програмою «Гірництво»на тему Технічний проект волозабезпечення села Базилівщина Полтавської області з розробкою технології обладнання водоприймальної частини свердловини гравійними фільтрамизатверджену наказом ректора НТУ «ДП» від 27.10.2021 р. № 937-с

Розділ	Зміст завдання	Термін виконання
Геологічна частина	Геолого-технічні умови проведенні бурових робіт	18.10.2021
Технічна частина	Обґрунтування конструкції свердловини. Вибір і розрахунок водопідйомного обладнання. Вибір бурового обладнання і інструментів. Технологія буріння	22.11.2021
Спеціальна частина	Технологія обладнання горизонтів гравійними фільтрами	12.10.2021
Економічна частина	Розрахунок кошторису на основні види робіт при бурінні проектних свердловин.	20.12.2021
Охорона праці	Розробка заходів по безпечним умовам роботи при бурінні проектних свердловин.	31.12.2021

Завдання видано

А.К. Судаков

(підпис)

Дата видачі

11.10.2021

Дата подання до експертної комісії

10.01.2022

Прийнято до виконання

В.В.Адам

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 83 стор., 15 рис., 16 таблиць., 10 джерел.

СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИН, ТЕХНОЛОГІЯ БУРІННЯ,  
ГРАВІЙНИЙ ФІЛЬТР.

Об'єкт дослідження – технологія буріння гідрогеологічних експлуатаційної свердловини для питного та технічного водозабезпечення села Базилівщина Полтавської області.

Предмет дослідження – параметри технології буріння експлуатаційної свердловини в умовах села Базилівщина Полтавської області.

Мета роботи – питне та технічне водозабезпечення села Базилівщина Полтавської області, що досягається за рахунок вдосконалення технології обладнання водозабірної частини експлуатаційної свердловини іноваційними гравійними фільтрами.

Новизна одержаних результатів полягає у вдосконаленні технології буріння свердловин в складних горно-геологічних умовах ділянки Базилівщина Полтавської області за рахунок оптимізації її технологічних параметрів; обладнання водозабірної частини експлуатаційної свердловини іноваційними гравійними фільтрами.

Практичні результати – розроблено технологію буріння експлуатаційної свердловини для умов ділянки Базилівщина Полтавської області: виконано аналіз геологічної будови і характеристики продуктивних горизонтів; обґрунтовано конструкцію свердловини; здійснено обґрунтування бурового устаткування; обґрунтовано породоруйнуючий інструмент, технологія кріплення свердловини; розроблено технологію обладнання водозабірної частини експлуатаційної свердловини іноваційними гравійними фільтрами. Розроблено питання: організації виробництва; охорони надр і довкілля.

Взаємозв'язок з іншими роботами – продовження інноваційної діяльності кафедри нафтогазової інженерії та буріння Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» в галузі спорудження свердловин.

Галузь застосування розробки – буріння свердловин.

## ABSTRACT

Explanatory note: 83 pages, 15 figures, 16 tables, 10 sources.

### CONSTRUCTION OF WELLS, DRILLING TECHNOLOGY, GRAVEL FILTER.

The object of research is the technology of drilling hydrogeological production wells for drinking and technical water supply of the village of Bazylivshchyna, Poltava region.

The subject of research is the parameters of the technology of drilling an production well in the village of Bazylivshchyna, Poltava region.

The purpose of the work is drinking and technical water supply of the village of Bazylivshchyna, Poltava region, which is achieved by improving the technology of equipping the water intake part of the production well with innovative gravel filters.

The novelty of the obtained results is the improvement of well drilling technologies in difficult mining and geological conditions of the Bazylivshchyna of Poltava region due to the optimization of its technological parameters; equipment of the water intake part of the production well with innovative gravel filters.

Practical results - the technology of drilling of an operational well for the conditions of the site Bazylivshchyna of Poltava region is developed: the analysis of geological structure and characteristics of productive horizons is performed; the construction of the well is substantiated; substantiation of drilling equipment was carried out; rock-destroying tool, well fastening technology are substantiated; the technology of equipping the water intake part of the production well with innovative gravel filters has been developed. Issues developed: production organization; subsoil and environmental protection.

Relationship with other works - continuation of innovative activities of the Department of Oil and Gas Engineering and Drilling of the National Technical University "Dnieper Polytechnic" in the field of well construction.

Field of application of development - drilling of wells.

## ЗМІСТ

Вступ	7
1 Геолого-технічні умови буріння	9
1.1 Гідрогеологічні умови	11
1.2 Фізико-механічні властивості порід	14
2 Вибір і розрахунок водопідіймальної установки	15
2.1 Типи водопідійомників	15
3 Вибір і розрахунок водопідіймальної частини свердловини	19
3.1 Фільтрова водоприймальна частина	19
3.2 Вибір типу фільтра	19
3.3 Розрахунок фільтра	19
3.4 Вибір розміру отворів фільтра	21
4. Вибір способу буріння і проектна конструкція свердловини	23
4.1 Проектування конструкції свердловини на воду при роторному способі буріння	23
4.2 Розрахунок одноступінчастого цементування обсадної колони із застосуванням двох розділових пробок	25
5 Технологія буріння	27
5.1 Обсервальне буріння	28
5.2 Вибір бурового устаткування і інструменту	31
6 Розкриття і освоєння водонасиченого горизонту	32
6.1 Монтаж фільтра і водопідійомної установки	33
7 Спеціальна частина проекту	34
7.1 Конструкції гравійних фільтрів і технології їх виготовлення	34

7.2 Фільтри гравійні	34
7.3 Фільтри опускні з попереднім ущільненням гравію на поверхні	35
7.4 Фільтри гравійні, створювані на вибої свердловини	53
7.5 Гравійний фільтр з укладанням гравію енергією вибуху	59
8 Зони санітарної охорони	63
8.1 Розрахунок 3-го поясу ЗСО	66
9 Охорона праці і техніка безпеки	68
9.1 Заходи по охороні навколишнього середовища	68
9.2 Організаційно-технічні заходи щодо охорони праці і техніки безпеки промисловості і пожежної безпеки	69
9.3 Виробничо-технічні заходи	70
9.4 Заходи щодо забезпечення безпеки робіт на автотранспорті	70
9.5 Санітарно-гігієнічні умови праці працівників і лікувально-профілактичні заходи	70
9.6 Заходи щодо поліпшення протипожежного стану об'єктів	71
9.7 Санітарно-гігієнічний стан і санітарно-побутовий стан об'єктів	71
10 Організація робіт і техніко-економічні показники	73
10.1 Розрахунок часу на бурові роботи.	73
10.2 Розрахунок витрат часу на допоміжні роботи	73
10.3 Розрахунок витрат праці на бурові роботи	74
10.4 Охорона надр	76
Висновки і рекомендації	79
Перелік літератури	80

## ВСТУП

Для питного і технічного водозабезпечення ділянки «Базилівщина», Управління з переробки газу та газового конденсату використовуються підземні води буцацько-канівського водоносного горизонту.

В даний період підприємство має 5 експлуатаційних свердловин які розташовані на території підприємства.

Відбір підземних вод складає – 248,0 м<sup>3</sup>/добу відповідно 90.6 тис. м<sup>3</sup> рік.

Дозвіл на спецводокористування мається.

Географічні координати свердловин:

2. ПШ 49°29'20"	СД 34° 51'15"
3. ПШ 49°29'22"	СД 34° 51' 03"
4. ПШ 49°29' 18"	СД 34° 51' 07"
5. ПШ 49°29'15"	СД 34° 51' 12"
6. ПШ 49°28' 41"	СД 34° 50' 50"

В адміністративному відношенні ТЦСК «Базилівщина» Управління з переробки газу та газового конденсату розташований на північній окраїні с. Селешина Машівського району Полтавської області.

Найбільш близькими населеними пунктами являються м. Полтава, м. Карлівка, смт. Машівка, смт. Чутово, смт. Нехвороща.

В геоструктурному відношенні територія розташована в межах привільної частини центрального грабену Дніпровсько-Донецької западини.

В геоморфологічному відношенні район робіт розташований в середньому Придніпров'ї на лівобережній рівнині в межах пліоценової тераси. Основними елементами рельєфу являються слабоеродована пліоценова тераса та її схил, надзаплавна тераса та заплава р. Тагамлик. Абсолютні відмітки поверхні коливаються від 88,0-95,0 м в межах заплави р. Тагамлик, до 115-125 м на пліоценовій терасі.

Гідрографічна сітка належить басейну р. Дніпро і представлена р. Тагамлик та її правою притокою р. Мокрий Тагамлик.

Клімат району помірно-континентальний, з недовготривалою помірно-холодною зимою і довготривалим теплим літом. Основними кліматоутворюючими факторами являються географічна широта і характер атмосферної циркуляції.

Середньорічна температура складає  $+7^{\circ}\text{C}$ , абсолютний максимум температури  $+38^{\circ}\text{C}$  (липень), абсолютний мінімум  $-26^{\circ}\text{C}$  (січень). Середньорічна кількість опадів – 430 - 490 мм.

В економічному відношенні територія являє собою сільськогосподарський район з розвинутим землеробством і тваринництвом.



## 1 ГЕОЛОГО-ТЕХНІЧНІ УМОВИ БУРІННЯ

В геоструктурному відношенні територія робіт розташована в межах привіської частини центрального грабену Дніпровсько-Донецької западини.

В геологічній будові території приймають участь відклади палеозою, мезозою і кайнозою. Докембрійські породи кристалічного фундаменту покриті великою товщю осадкових порід потужністю до 7 км.

В геологічній будові району приймають участь осадкові відклади палеозою, мезозою і кайнозою.

Палеозой включає відклади девонської, кам'яновугільної і пермської систем.

Девонська система представлена кам'яною сіллю з прошарками вапняків, пісковиків, аргилітів, алевролітів потужністю 900 м.

Кам'яновугільна система представлена аргілітами, пісковиками, конгломератами. Потужність відкладів карбону досягає 400 – 1400 м.

Пермська система представлена пісковиками, кам'яною сіллю, алевролітами, глинами, вапняками і доломітами. Потужність пермських відкладів складає 900-1500 м.

Мезозой представлений відкладами триасової, юрської та крейдяної систем.

Триасова система представлена пісковиками, пісками, строкатими глинами. Потужність відкладів досягає в районі 300 – 500 м.

Юрська система представлена в основному глинами, з прошарками пісків, пісковиків. Загальна потужність відкладів юри досягає 400 – 650 м. В районі робіт геологічними свердловинами розкриті відклади верхньої юри, які представлені аргілітоподібними глинами.

Крейдяна система в районі представлена нижнім та верхнім відділами. Нижній відділ складений піщано-глинистими відкладами – пісками жовтуватого і бурого кольору різної зернистості, від крупнозернистих гравелістичних до середньо- і дрібнозернистих. Кварцові піски черешаровуються з частими прошарками попільно-сірих, темно-сірих до чорних глин і пісковиків. Загальна

потужність відкладів досягає 200 м, у тому числі пісчано-гравелістих порід - 120 м.

Кайнозой представлений відкладами палеогенової, неогенової і четвертинної систем.

Палеогенова система представлена відкладами еоцену (буцацько-канівська і київська світи) і олігоцену (межигірсько-обухівська світи). Вони трансгресивно залягають на розмитій поверхні верхньої крейди.

Відклади буцацько-канівської світи представлені глауконітово-кварцевими, середньо-дрібнозернистими сірими пісками бучаку та кварцево-глауконітовими дрібнозернистими глинистими, сіро-зеленими пісками канева. Загальна потужність відкладів 25,0-35,0 м.

В покрівлі залягають мергелі київської світи. Глибина залягання покрівлі – 115-120 м.

Відклади межигірсько-обухівської світи представлені перешаруванням пісків, пісковиків кварцево-глауконітових, дрібнозернистих, глинистих, сіро-зелених та алевролітів сіро-зелених, щільних записочених. Загальна потужність відкладів 50-55,0 м.

Неогенова система розвинута в межах пліоценової тераси і представлена нерозчленованими пліоцен-нижньочетвертинними та алювіальними пліоценовими відкладами.

Алювіальні пліоценові відклади представлені дрібнозернистими кварцевими пісками, потужністю до 15 м.

Відклади четвертинної системи суцільним чохлам покривають всі нижчезалягаючі утворення. Вони представлені середньо-верхньочетвертинними і сучасними відкладами.

Середньо-верхньочетвертинні відклади розвинуті в межах пліоценової тераси представлені еолово-делювіальними суглинками, потужністю до 13 м та алювіальними дрібнозернистими кварцевими сірими пісками розвинутими в межах надзапlavної тераси, потужністю до 10 м.

Сучасні четвертинні відклади розвинуті в межах заплав рік днищ балок. Вони представлені дрібнозернистими алювіальними пісками, супісками та озерно-болотовими суглинками, потужністю до 15 м.

Ґрунтово-рослинний шар суцільним чохлом покриває всі утворення, товщина його складає від 0,2-0,5 м до 1,5 м.

### 2.1 Гідрогеологічні умови

Відповідно з геологічною будовою та гідрогеологічними умовами в межах ділянки робіт виділяються водоносні горизонти, що містять прісні підземні води:

- водонесний горизонт сучасних алювіальних відкладів;
- водонесний горизонт алювіальних середньочетвертинних відкладів;
- водонесний горизонт алювіальних пліоценових відкладів;
- водонесний горизонт харківських відкладів;
- водонесний горизонт бучаксько-канівських відкладів;
- водонесний горизонт сеноман-нижньокрейдяних відкладів.

Всі нижчезалягаючі водоносні горизонти і комплекси містять солоні води і росолу.

Водоносні горизонти алювіальних сучасних і середньочетвертинних відкладів розвинуті в межах заплав і надзаплавних терас р. Тагамлик, р. Мокрий та р. Кагамлик. Водонасичуючими породами являються піски середньо-дрібнозернисті кварцеві, сірі потужністю до 30 м.

Горизонти безнапірні. Глибина статичного рівня – 2-3 м. Води прісні, вміст сухого залишку до  $1,3 \text{ г/дм}^3$ , загальна жорсткість до  $10 \text{ моль/м}^3$ .

Водоносна горизонти мають низьку водоносність, не захищені від поверхневого забруднення. Використовуються дрібними водокористувачами, експлуатуються шахтними колодзями.

Водоносний горизонт алювіальних пліоценових відкладів розвинений в межах пліоценової тераси. Водовміщуючої породи – піски дрібнозернисті, жовто-сірі кварцеві потужністю до 15м.

Горизонт слабонапірний. Води горизонту прісні з вмістом сухого залишку до  $1 \text{ г/дм}^3$ .

Горизонт має низьку водоносність, незначні запаси підземних вод і в даному районі не випробуваний.

Водоносний горизонт харківських відкладів розвинений повсюди. Водовміщуючими породами являються піски кварцево-глауконітові дрібнозернисті, глинисті. Потужність водовміщуючих порід до 40м.

Горизонт слабонапірний, води горизонту прісні, вміст сухого залишку до  $1 \text{ г/дм}^3$ .

Водоносний горизонт має низьку водоносність, незначні запаси, в межах даної території не випробуваний і практичного значення не має.

Водоносний горизонт бучаксько-канівських відкладів розвинений повсюди. Водовміщуючі породи – піски дрібнозернисті, кварцеві, сірі бучаку та піски кварцево-глауконітові, тонкозернисті, сірувато-зелені канівських.

Загальна потужність відкладів до 40м. В покрівлі горизонту залягають мергелі київської свити, в подошві – мергельно-крейдяна товща верхньої крейди. Глибина залягання покрівлі – 115-120м, подошви – 145-150 м.

Водоносний горизонт напірний, величина напіру до 100 м. Глибина статичного рівня – 17-25 м. Дебіти свердловин –  $8-25 \text{ м}^3/\text{год}$  при зниженні – 14-20 м.

Води горизонту прісні гідрокарбонатно-хлоридні натрієві, вміст сухого залишку –  $0,8-1,1 \text{ г/дм}^3$ .

Водоносний горизонт має значні запаси підземних вод і являється основним джерелом водопостачання населених пунктів в даному районі.

Водоносний горизонт сеноман-нижньокрейдяних відкладів розвинений повсюди. Водовміщуючими породами являються дрібнозернисті кварцеві, кварцево-глауконітові піски сеноману та різнозернисті, кварцеві піски нижньої крейди. Потужність водовміщуючих порід сеноману до 75 м, нижньої крейди до 40 м.

Покрівлею горизонту являється мергельно-крейдяна товща верхньої крейди підшовою – одновікові глини. Глибина залягання покрівлі – 445-490 м, підшви – 560 – 580 м.

Водоносний горизонт напірний, величина напіру до 40 м. Глибина статичного рівня – 40-67 м. Дебіти свердловин до 22-80 м<sup>3</sup>/год, при зниженні – 17-37 м.

Води горизонту прісні, гідрокарбонатно-хлоридні натрієві, вміст сухого залишку до 1,4 г/дм<sup>3</sup>.

В зв'язку з тим що буріння експлуатаційних свердловин на сеноман-нижньокрейдяний горизонт глибиною 580 м, які передбачені в основному проекті потребує значних витрат, для ліквідації дефіциту питної води в смт. Машівка рекомендується виконати буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин на бучаксько-канівський горизонт глибиною 200 м.

Якість підземних вод горизонту охарактеризована по результатах лабораторних досліджень проб води, виконаних ЦЛ КП “Південукргеологія”, хімічної лабораторії Пелтавського регіонального управління водного господарства та Машівської СЕС.

Горизонт містить прісні підземні води, по хімічному складу гідрокарбонатно-хлоридні натрієві, з вмістом сухого залишку до 1,0 г/дм<sup>3</sup>.

По фізичних властивостях підземні води прозорі, без запаху, без кольору, без залишку, температура - 11°C.

В бактеріологічному відношенні води добрі.

Загальна жорсткість – 0,77-1,07 моль/м<sup>3</sup>.

Підземні води бучацько-канівського водоносного горизонту по якісних показниках відповідають вимогам ГОСТу 2874-82 “Вода питьевая”, за виключенням підвищеного вмісту фтору, що складає - 3,73-5,13 мг/дм<sup>3</sup>.

З метою вивчення геологічної будови, умов залягання водовміщуючих порід, вивчення гідрогеологічних параметрів водоносних горизонтів, хімічного складу підземних вод з метою покращення водозабезпечення за рахунок підземних вод населених пунктів, які мають гостру потребу в якісній питній воді, водоносні горизонти четвертинних, неогенових, межигірсько-обухвських, бучацько-канівських та сеноман-нижньокрейдяних відкладів.

Глибини свердловин визначаються глибиною залягання водоносного горизонту.

### 1.2 Фізико-механічні властивості порід

Геологічний розріз та механічні властивості порід наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Геологічний розріз

Глибина, м.	Назва породи	Категорія з буримості	Група абразивності
2	Грунтово-рослинний шар	I	1
10	Суглинки	III	2
13	Глина	II	1
15	Пісок	II	2
50	Пісок глинистий	II	2
30	мергель	V	3
28-	Пісок	III	2
2	Крейда	VI	2

## 2 ВИБІР ВОДОПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ

### 2.1 Типи водопідійомників

Для відкачки води зі свердловини застосовуються водопідійомники трьох основних типів. Перший тип - насоси й двигуни, установлені поза самою свердловиною, на поверхні землі. Другий тип - насоси або водоподаючі агрегати, установлені усередині свердловини, а двигуни - на поверхні землі. Третій тип - насоси й двигуни, установлені усередині свердловини. Основним визначальним фактором застосування того або іншого типу насосів є положення динамічного рівня, за цією ознакою водопідійомники діляться на водопідійомники для неглибоких рівнів і водопідійомники для глибоких рівнів.

#### Водопідійомники для глибоких динамічних рівнів

До цієї групи водопідійомників відносяться наступні заглибні водопідійомники: відцентрові насоси із двигуном на поверхні, відцентрові насоси із заглибним двигуном, гвинтові насоси, ерліфти, водоструминні установки, штангові поршневі насоси із двигуном на поверхні, насоси заміщення.

#### Вибір типу й марки водопідійомної установки

Умови роботи водопідійомників у період відкачок і постійної експлуатації неоднакові. У першому випадку вода, як правило, містить багато механічних домішок, у другому - вона повинна бути вільна від них. Тривалість відкачок у порівнянні зі строком експлуатації свердловини мізерно мала. Крім того, у процесі відкачок і кількість відібраної води і динамічний рівень сильно міняються. Під час експлуатації вони близькі до  $H_{вр}$  постійного. Тому водопідійомники для будівельних відкачок можуть мати невеликий коефіцієнт корисної дії, будь-який привод і розраховуються на відносно малий термін

служб, але повинні допускати відкачку води з більшою кількістю суспензій і широкую зміну продуктивності й напору. Навпаки, експлуатаційні насоси повинні мати по можливості максимальний коефіцієнт корисної дії й тривалий термін служби, а також (якщо це можливо) електричний привод, що забезпечує простоту автоматизації їхньої роботи.

Оскільки діаметр експлуатаційної колоди обсадних труб залежить від габаритних розмірів насоса, не можна проектувати свердловину, не встановивши, яким водопідйомником буде здійснюватися водопідйомання у період постійної експлуатації й при відкачці. Для зменшення діаметрів свердловин і діаметрів обсадних колон бажано вибирати водопідйомники з меншим діаметром корпусу. При виборі водопідйомника для постійної експлуатації необхідно враховувати умову спільної роботи насоса, свердловини й водогінної мережі.

Для будівельної й дослідної відкачок варто використовувати в першу чергу ерліфти й водоструминні установки, а потім відцентрові насоси.

Розрахунок напору [1], що розвивається відцентровим заглибним насосом типу ЕЦВ, роблять за наступною методикою (рис. 2.1)

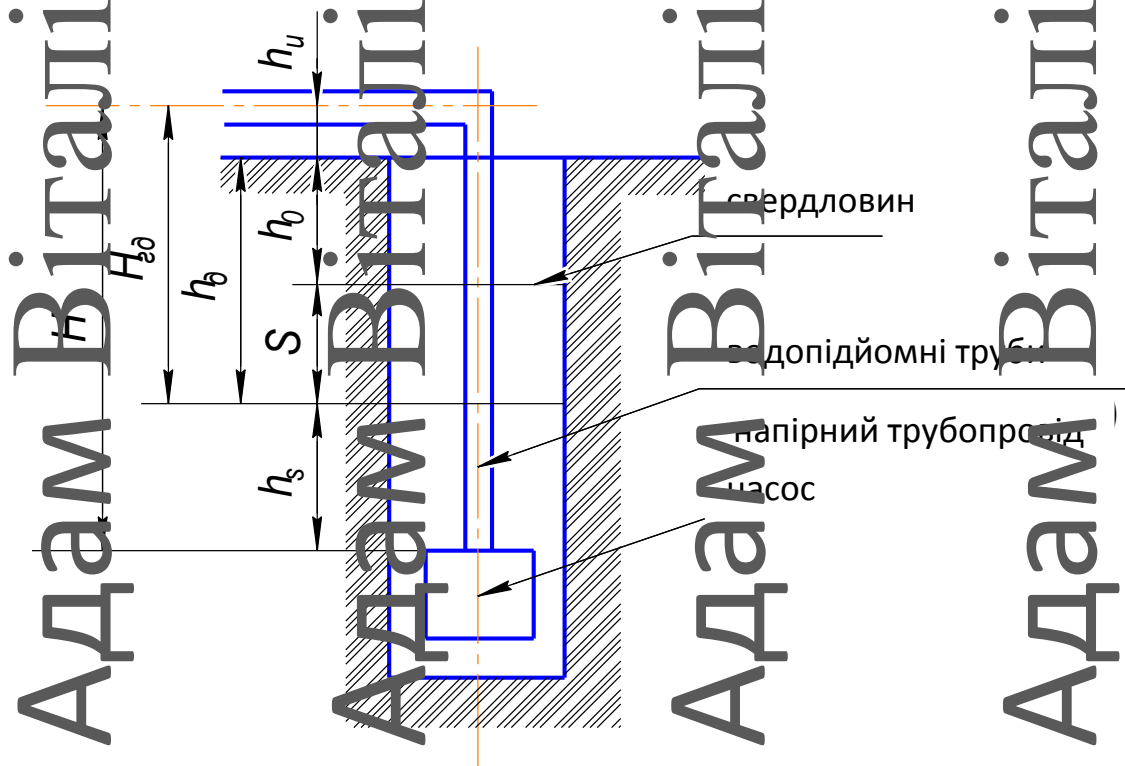


Рисунок 2.1 - Принципова схема до визначення напору



$$H_M = H_{гд} + H_{вр}, \text{ м} \quad (2.1)$$

де  $H_M$  - манометричний напір;

$H_{гд}$  - геодезична висота подачі;

$H_{вр}$  - втрати напору на подолання шкідливих опорів (по довжині трубопроводу й місцевих).

$$H_{гд} = h_d + h_{зл} = 80 + 18 = 98 \text{ м} \quad (2.2)$$

де  $h_d$  - динамічний рівень (відстань від устя свердловини до сталого рівня води в свердловині при відкачці);

$h_{зл}$  - висота зливу (відстань від устя свердловини до рівня зливу води зі свердловини).

$$H = (8 - 10\%)N = 0,1 * 103 = 10,3 \text{ м} \quad (2.3)$$

де  $N$  - довжина напірного трубопроводу.

$$H = H_{гд} + h_3 = 98 + 5 = 103 \text{ м} \quad (2.4)$$

де  $h_3$  - заглиблення насоса під динамічний рівень.

При багаторічній експлуатації свердловин необхідно враховувати втрати напору при експлуатації за рахунок втрат на внутрішній поверхні труб -  $H_3$ .

$$H_3 = 0,08 * H_M = 0,08 * 103,3 = 8,26 \text{ м}$$

Тоді загальний напір

$$H_M^{об} = H_M + H_3 = 103,3 + 8,26 = 111,6 \text{ м} \quad (2.5)$$

Вибір марки насоса здійснюється по робочих характеристиках  $Q=f(H)$  насоса або насосної установки з використанням даних по дебіту й напору.

Приймаємо марку насоса: ЕЦВ6-10-140.

Робоча крипка повинна перебувати в робочій зоні, обумовленої по кривій ККД  $\eta=f(Q)$  в області максимуму ККД по обох сторони від нього на величину  $(0,85-0,9)\eta$  (рис. 2.2). Робоча характеристика насосної установки відрізняється від робочої характеристики тим, що в першій враховані втрати напору  $H_{вр}$  - це треба мати на увазі при виборі марки насоса.

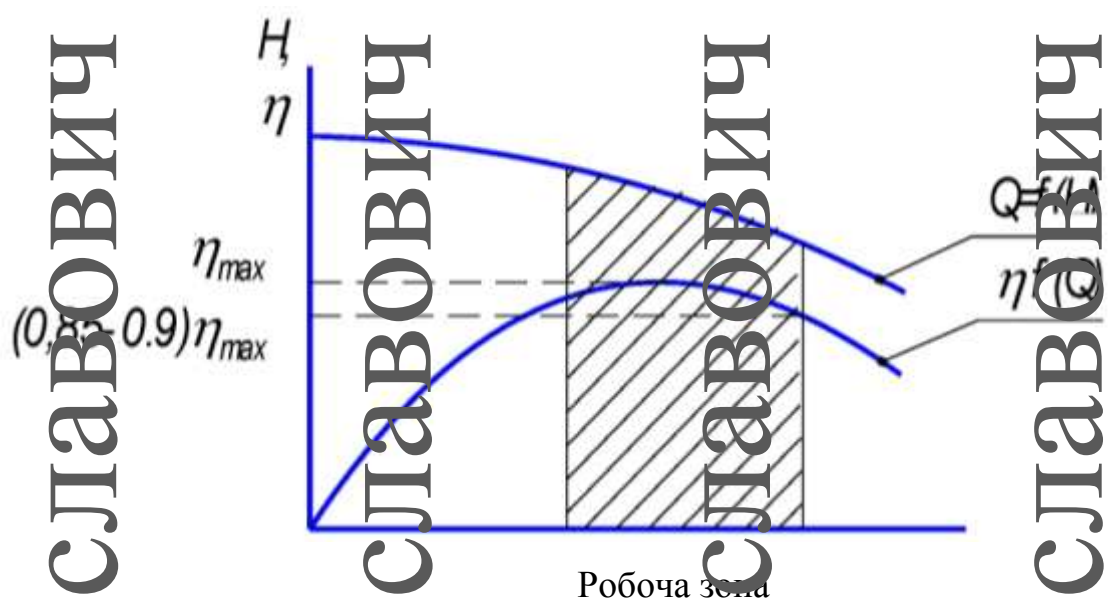


Рисунок 2.2 - Робоча характеристика насоса - це вибору марки насоса

Вибір насоса із трансмісійним валом і двигуном на поверхні здійснюється також по робочих характеристиках насосів  $Q=f(H)$ , які, як правило, представлені з урахуванням врат у колоні напірних труб із приводним валом, з використанням даних по дебету свердловини і напору, що у цьому випадку дорівнює геодезичній висоті підлячі.

## 3 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ВОДОПРИЙМАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ СВЕРДЛОВИНИ

### 3.1 Фільтрова водоприймальна частина

При фільтровій водоприймальній частині спочатку визначають тип і розміри фільтра, а потім розміри водоприймальної частини свердловини.

### 3.2 Вибір типу фільтра

Тип фільтра залежно від характеристики порід водоносного горизонту визначають по рекомендаціях БНіП II -31-74

Конструктивно фільтри відрізняються розміром і формою фільтраційних отворів, матеріалом, з якого вони виготовлені, конструкцією кріплення фільтруючих елементів і т.д.

Як показує багаторічний вітчизняний і закордонний досвід, кращими у всіх відносинах є фільтри із гравійним обсіпанням, що обумовлено їх високої піскоутримуючої здатністю при низькому гідравлічному опорі, а також тривалим терміном служби. Тому при проектуванні варто віддавати перевагу цим фільтрам завжди, коли для цього є сприятливі умови.

### 3.3 Розрахунок фільтра

Вибір діаметра й довжини фільтра.

Діаметр і довжина робочої частини фільтра залежать від дебіту свердловини, состава водоносних порід, умов залягання й товщині водоносного горизонту [2].

Оснрвні розміри - діаметр фільтра  $d$  і довжину робочої частини фільтра  $l$  визначають по формулі

$$l = \frac{Q}{\pi d V_{\phi} W} \quad (3.1)$$

де  $Q$  - дебіт свердловини;

$V_{\phi}$  - припустима швидкість фільтрації води;

$W$  - скважність фільтра  $=1$ ;

$$L = (24 \cdot 10) / (3,14 \cdot 0,130 \cdot 288 \cdot 1) = 10,2 \text{ м}$$

$$V_{\phi} = 36 \sqrt{K_{\phi}} = 36 \sqrt{64} = 288 \text{ м/доб}$$

(3.2)

де  $K_{\phi}$  - коефіцієнт фільтрації, м/добу.

Діаметр фільтра дорівнює:

$$d_{\phi} = (d_k + 2 \cdot \delta_n + 2 \cdot \delta_{об}) = (114 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2) = 130 \text{ мм}$$

(3.3)

Приймаємо довжину робочої частини фільтра - 11 м.

Скважність фільтра  $W=1$ .

Через те, що по одній і тій же формулі (1) визначають  $L$  і  $d_{\phi}$  фільтра, то надходять у такий спосіб - один розмір приймають, а другий розраховують. Фактором, що визначає вибір одного з розмірів, є товщина водоносного горизонту.

При установці фільтра "впотаї" довжина надфільтрової труби повинна бути такою, щоб верхня частина її перебувала вище башмака обсадної колони не менш ніж на 5 м при будь-якій глибині свердловини.

- Довжину від відстійника, як правило, приймають рівної 1-2 м.

Діаметри відстійника й надфільтрової труби звичайно дорівнюють діаметру фільтра або його каркаса.

$$L_{\phi} = 5 + 11 + 2 = 18 \text{ м}$$

(3.4)

- Водопропускна здатність фільтра не повинна бути менше запроєктованого дебіту, тобто повинне дотримуватися умова  $f > Q$

У свою чергу

$$f = (V_{\phi} \cdot \pi \cdot d_{\phi} \cdot l) / 24 = (288 \cdot 3,14 \cdot 0,130 \cdot 11) / 24 = 50,6 \text{ м}^3/\text{д}$$

(3.5)

Фільтр задовольняє умовам.

### 3.4 Вибір розміру отворів фільтра.

Для забезпечення суфозиної стійкості порід розмір прохідних отворів призначають із обліком градієметричного складу порід, що складають водоносний горизонт, хімічного складу підземних вод і особливостей конструкції фільтра.

Коефіцієнт неоднорідності порід  $\eta$  визначають по формулі:

$$\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}}, \quad (3.6)$$

де  $d_{10}$ ,  $d_{60}$  – розміри часток, менше яких у водоносному горизонті втримується відповідно 10, 60%.

Розміри прохідних отворів фільтрів при пристрої гравійного обсіпання повинні прийматися рівними середньому діаметру часток горизонту обсіпання, що примикає до стінок фільтра.

Розміри прохідних отворів фільтрів без пристрою гравійного обсіпання, згідно БНЦ, слід приймати по табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Розміри прохідних отворів фільтрів

Тип фільтра	Розміри отворів, що рекомендуються, фільтра	
	при коефіцієнті неоднорідності порід $\eta \leq 2$	при коефіцієнті неоднорідності порід $\eta/2$
Із круглою перфорацією	$(2,5-3)d_{50}$	$(3-4)d_{50}$
Сітчастий	$(1,5-2)d_{50}$	$(2-2,5)d_{50}$
Із щілинною перфорацією	$(1,25-1,5)d_{50}$	$(1,5-2)d_{50}$
Дротовий	$1,25d_{50}$	$1,5d_{50}$

Підбор гравійного обсіпання

У гравійних фільтрах як обсіпання слід застосовувати пісок, гравій і піщано-гравійні суміші.

Матеріал обсіпання повинен бути однорідним і просіяним через сито.

Підбор крупності матеріалу для одношарового гравійного обсіпання виробляється по співвідношенню

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} = 12. \quad (3.7)$$

Підбор механічного состава матеріалу при постройі двох- і тришарових гравійних осипок фільтрів робити по співвідношенню

$$\frac{D_2}{D_1} = 6, \quad (3.8)$$

У розрахунку гравійного обсіпання варто враховувати, що при засіпанні по міжтрубному просторі висота горизонту повинна бути на 3-5 м більше довжини робочої частини фільтра. Запас стовпа гравію необхідний для поповнення обсіпання у випадку її просідання й виносу.

## 4 ВИБІР СПОСОБУ БУРІННЯ Й ПРОЕКТНА КОНСТРУКЦІЯ

### СВЕРДЛОВИНИ

Спосіб буріння свердловин для водопостачання слід приймати залежно від місцевих гідрогеологічних умов відповідно до рекомендацій БНіП П- 31- 74

Таблиця 4.1 Вибір способу буріння

Спосіб буріння	Умови застосування
Обертальний із глинистим розчином (роторний)	Свердловини в сприятливих гідрогеологічних умовах; на водоносні горизонти, раніше добре вивчені й надійно випробувані; з урахуванням зниження дебіту свердловин у результаті кольматації порід глинистим розчином

При проектуванні водозабірних свердловин повинні бути визначені:

- а) їхній розміри й конструкція - глибина, початковий і кінцевий діаметри, кріплення стінок обсадними трубами, інтервали зміни труб різного діаметра (або вихід колон труб), місця й способи ізоляції водоносних горизонтів які не використовуються;
- б) тип водопідійомника.

#### 4.1 Проектування конструкції свердловини на воду при роторному способі буріння

Необхідно прагнути до проектування найбільш простої конструкції свердловини із застосуванням мінімальної кількості колон обсадних труб .

Розрахунок конструкції свердловини проводиться в такій послідовності [1]:

1) діаметр водоприймальної частини свердловини визначають по формулі  $d_{вч}=130-100=230$  мм; (1.1)

2) уточнюють діаметр долота для буріння водоприймальної частини за ГОСТом на долота [3,4]:

$$d_{\text{гч}}^{\text{д}} = 244,5, \text{ мм} \quad (4.2)$$

3) внутрішній діаметр експлуатаційної колони визначають із умов наявності зазору між долотом і колоною

$$d_{\text{эк}}^{\text{с}} = d_{\text{гч}}^{\text{д}} + 6 = 244,5 + 6 = 250,5, \text{ мм} \quad (4.3)$$

4) зовнішній, внутрішній діаметри експлуатаційної колони уточнюють за ГОСТом на обсадні труби [8]:

$$d_{\text{эк}}^{\text{вн}} = 259 \text{ мм}; \quad d_{\text{эк}}^{\text{вн}} = 273 \text{ мм} \quad (4.4)$$

5) по зовнішньому діаметрі муфти експлуатаційної колони розраховують діаметр долота для буріння під експлуатаційну колону

$$d_{\text{эк}}^{\text{дп}} = 299 + 2 * 20 = 339 \text{ мм} \quad (4.5)$$

6) діаметр долота для буріння під експлуатаційну колону уточнюють за ГОСТом на долота [4]:

$$d_{\text{эк}}^{\text{д}} = 349,2 \text{ мм} \quad (4.6)$$

7) внутрішній діаметр напрямку визначають по формулі

$$d_{\text{н}}^{\text{с}} = d_{\text{эк}}^{\text{д}} + 50 = 349,2 + 50 = 399,2, \text{ мм}; \quad (4.7)$$

8) уточнюють внутрішній і зовнішній діаметри напрямку за ГОСТом:

$$d_{\text{н}}^{\text{с}} = 406 \text{ мм}; \quad d_{\text{н}}^{\text{вн}} = 426 \text{ мм}; \quad (4.8)$$

9) розраховують діаметр долота для буріння під напрямок:

$$d_{\text{н}}^{\text{дп}} = d_{\text{н}}^{\text{вн}} + 50 = 426 + 50 = 476 \text{ мм}; \quad (4.9)$$

10) розрахункове значення діаметра долота для буріння під напрямок уточнюють за ГОСТом:

$$d_{\text{н}}^{\text{д}} = 490 \text{ мм} \quad (4.10)$$

11) глибина буріння під напрямок приймається рівної 8 м

$$L_{\text{н}} = 8, \text{ м};$$

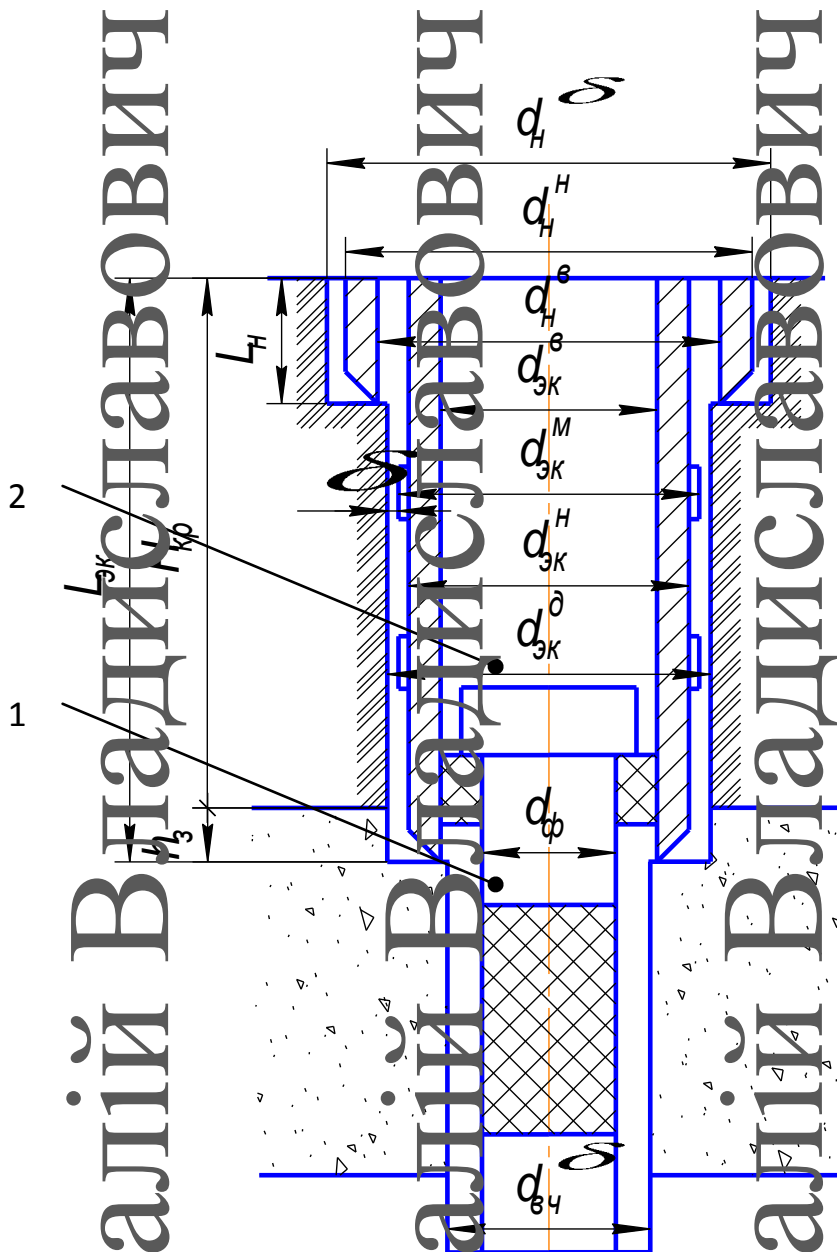
#### 4.2 Розрахунок одноступінчастого цементування обсадної колони із застосуванням двох розділових пробок

Для розрахунку необхідно [2,5]:

- визначити кількість матеріалу для цементування обсадної колони;



- вибрати марку й кількість цементувальних агрегатів.



- 1 - відстійник;
- 2 - фільтр,
- 3 - надфільтрова труба із сальником;
- 4 - експлуатаційна колона;
- 5 - напрямок.

Рис. 4.2. Схема розрахунку конструкції свердловини при роторному способі буріння:

Визначаємо необхідну кількість цементного розчину (рис 4.2)

$$V_{ц.р.} = 0,785 \cdot (D^2 - d_n^2) \cdot HK + d_n^2 \cdot h = 0,785 \cdot (1,2^2 \cdot 0,3492^2 - 0,273^2) \cdot 110 + 0,273^2 \cdot 5 = 6,3 \text{ м}^3, \quad (4.11)$$

де  $D$  - діаметр свердловин, м;  $d_n$  - зовнішній діаметр обсадних труб, м;  $H$  - висота шару цементного розчину в затрубному просторі, м;  $K$  - коефіцієнт, що враховує каверни,  $K = 1,2 \div 1,3$ ;  $d_n$  - внутрішній діаметр обсадних труб, м;  $h = 5-10$  м - висота цементної пробки в колоні.

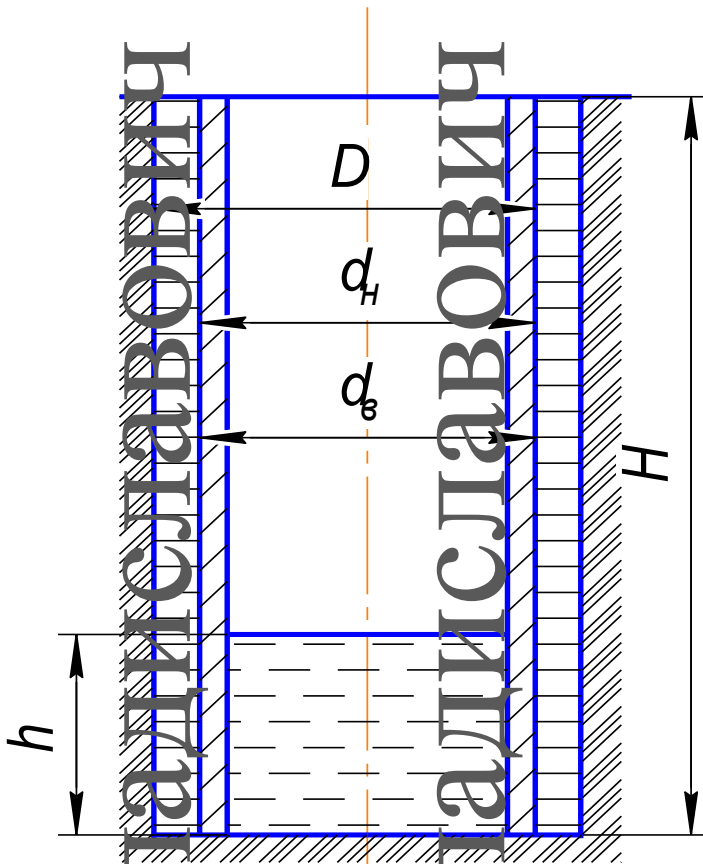


Рисунок 4.2 – Розрахунок за схема цементування

#### 4. Загальна кількість цементу

$$Q_{\text{ц}} = \alpha V_{\text{ц.р.}} \beta = 1,39 * 1,8 * 1,1 = 2,7 \text{ т}$$

де  $\beta$  - коефіцієнт, що враховує втрати цементу при затворі,  $\beta = 1,1 \div 1,15$ .

#### 5. Потрібна кількість води

$$V_{\text{в}} = Q_{\text{ц}} m = 1,2, \text{ м}^3$$

#### 6. Кількість продавчої рідини

$$V_{\text{ж}} = 0,785 d_{\text{в}}^2 (H - h) K_{\text{сж}} = 0,785 * 1,05^2 * 0,259^2 * (1,1 - 0,5) = 5,9, \text{ м}^3$$

де  $K_{\text{сж}}$  - коефіцієнт, що враховує стиск рідини; для глинистого розчину

$K_{\text{сж}} = 1,05$ , для води -  $K_{\text{сж}} = 1,0$

## 2. Визначаємо щільність

цементного розчину [10, 11]

$$\gamma_{\text{ц.р.}} = \frac{\gamma_{\text{ц}} \gamma_{\text{в}} (1 + m)}{\gamma_{\text{в}} + m \gamma_{\text{ц}}} = \frac{3100 * 1000 * (1 + 0,5)}{1000 + 0,5 * 3100} = 1800 \text{ кг/м}^3, \quad (4.12)$$

де  $m$  - водоцементний фактор,

$m = 0,4$ ;

$\gamma_{\text{ц}}$  - щільність цементу,

$\gamma_{\text{ц}} = 3100 \text{ т/м}^3$ ;

$\gamma_{\text{в}}$  - щільність води,  $\gamma_{\text{в}} = 1000$

$\text{т/м}^3$ .

## 3. Визначаємо кількість

сухого цементу на 1 м<sup>3</sup>

цементного розчину

$$q = \frac{\gamma_{\text{ц}} \gamma_{\text{в}}}{\gamma_{\text{в}} + m \gamma_{\text{ц}}} = 1,39, \text{ т.} \quad (4.13)$$

$$(4.14)$$

$$(4.15)$$

$$(4.16)$$

## 5 ТЕХНОЛОГІЯ БУРІННЯ

Враховуючи геолого-гідрогеологічну вивченість території геологічних розрізів та методику випробування [3] водоносних горизонтів, передбачається слідуєча технологія буріння та конструкції свердловин.

Всі розвідувально-експлуатаційні свердловини в інтервалі 0,0 і до водоносного горизонту, за виключенням 5м (охоронної зони) покрівлі водоносного горизонту відповідного віку буряться безкерновим способом шарошечним долотом  $\varnothing$  132 мм. Далше до проектної глибини свердловини буряться колонковим способом з відбором керну ребристою короною  $\varnothing$  132 мм.

По досягненню проектної глибини по всім розвідувально-експлуатаційним свердловинам виконуються геофізичні дослідження, що включають в себе гама каротаж і електрокаротаж всього стволу свердловини. Перед виконанням геофізичних досліджень проводиться проробка і промивка стволу свердловини.

Після виконання геофізичних досліджень свердловини розширюються під труби кондуктору, обсадної та фільтрової колони.

Розширення на слідуєчий діаметр проводиться через два діаметри.

Розширення свердловин проводиться на чистій воді [5] зі зворотною промивкою. Інтервал установки робочої частини фільтру визначається по даним геофізичних досліджень. Потім встановлюється фільтрова колона (зварне з'єднання) і обсыпється пісько-гравійною сумішшю. Довжина робочої частини фільтру 6.0 м.

Цементация затрубного простору проводиться через зворотній клапан (ЦКОД) змонтований в трубу [10]. Нижня частина “башмачна” труби обладнується дерев'яною пробкою відповідного діаметру. Цементация проводиться з допомогою грязьового насоса НБ-32. Висота цементного стовпа в обсадних трубах кондуктора  $\varnothing$  325мм і  $\varnothing$  377 мм – 5м, в обсадних колонах свердловин групи 0-300,  $\varnothing$  145мм – 10м.

В якості промивальної рідини при бурінні розвідувально-експлуатаційних свердловин приміняється мелоглинистий розчин оброблений гіпсом, ВЛР, МГР та чиста вода при бурінні по водоносному горизонту [5]. Склад і параметри промивальних рідин коректуються в залежності від геологічного розрізу.

Після установки фільтрових колон проводиться деглінізація свердловини [9,12].

Деглінізація свердловин являється необхідною операцією при їх підготовці для проведення прокачок і дослідних відкачок.

В склад робіт по деглінізації свердловин входить позафільтра і всерединфільтра промивка чистою водою і сафунання

Після виконання деглінізації свердловин проводяться прокачки свердловини з використанням компресора СД-15/25 або ПК-15В.

Діаметр водопідйомних колон – 108 – 146мм. Система ерліфту – центральна. Глибина заправки водопідйомної колони залежить від статичного рівня.

### 5.1 Обертальне буріння

Осьове навантаження і частота обертання розраховуються для кожного типорозміру долота, тобто для кожного діаметра доліт і для кожної пачки гірських порід, що відрізняються по буримості [3].

При бурінні свердловин глибиною понад 100 м осьове навантаження на долото розраховується відповідно до осьових навантажень, що рекомендуються [7], наведеним у табл. 5.1

Таблиця 5.1 Питоме осьове навантаження, що рекомендується

Гірські породи які розбурюються	Питоме осьове навантаження в Тнн на 1 см діаметра долота	
	шарошкові	лопатеві
Пухкі породи (піски, гравій, галечник)	-	50-100
М'які грузлі пластичні породи (глини,		

суглинки, мергелі, крейда, солі)	150-200	100-1500
Породи середньої твердості (щільні глини, піщаники, вапняки, глинисті сланці)	200-250	-
Тверді породи (доломіти, щільні вапняки, міцні сланці, піщаники)	250-300	-
Тверді й міцні породи (кременисті вапняки й піщаники, доломіти, кварцити)	до 500	-

Для створення осевого навантаження вибирають обтяжені бурильні труби або бурильні труби підвищеного діаметра [7]. Довжину ОБТ розраховують за округленим значенням осевого навантаження з урахуванням маси 1 м ОБТ. Фактичну довжину ОБТ вибирають кратній довжині свічі для даної бурової установки або кратній довжині обваженої труби.

Для попередження скривлення свердловин у складних гідрологічних умовах у компонованні бурового снаряда рекомендується включити труби, що центрують, установлювані між долотом і ОБТ. Діаметр труб, що центрують, приймається рівним діаметру обсадної колони для наступного кріплення цього інтервалу свердловини.

Число обертів долота розраховують по окружній швидкості, що рекомендується, або приймають по рекомендаціях літературних джерел або практики бурових робіт. Число обертів долота регулюють залежно від характеру перебудованих порід, типу й діаметра долота, діаметра бурильних труб, кількості прокачуваної промивної рідини. Вибір числа обертів долота можна здійснювати по рекомендаціях [2], наведеним у табл. 5.2.

Таблиця 5.2 Число обертів, що рекомендується, долота

Гірські породи	Частота обертання долота, об/хв	
	при бурінні шарошкочним долотом	при бурінні лопатевим долотом
Пухкі породи (піски, гравій)	-	100-150

Галечник	150-200	
М'які грузлі пластичні породи (глини)	200-250	150-200
Породи середньої твердості (сланці, вапняки)	200-350	
Тверді породи	200-300	
Міцні породи	60-200	

Фактичне значення числа обертів долота приймають відповідно до технічної характеристики обраної бурової установки; це значення числа обертів заносять у відповідну графу геолого-технічного проекту.

При розрахунку кількості промивної рідини, що подається в свердловину, швидкість висхідного потоку в затрубному просторі приймають не менш 0,2 м/с. Якість промивної рідини підбирається відповідно до перемішуваних порід.

## 5.2 Вибір бурового устаткування і інструменту

Експлуатаційна свердловина пробурена буровим агрегатом УРБ-3АМ

Технічна характеристика бурової установки [4]

- Глибина безкернового буріння 500 м.
- Початковий діаметр свердловини 243 мм
- Кінцевий діаметр свердловини 93 мм.
- Частота обертання ротора 1300 об/хв.
- Розхід палива 250 г/л-с-ч.
- Висота до кронблока 16 м
- Довжина свічки 4,5/9
- Число передач 4
- Обертний момент max 350

Механізм піднімання – лебідка

Діаметр каната 15,5 мм

Ємність барабана 180 м

Обнастка талевої системи 1\*2

Швидкість піднімання крока 0.54-1.56 м/с

Тип подачі – з гальма лебідки

Вантажопідйомність лебідки 5200 кг

Буровий насос 11Гри

Електрогенератор потужність кВт 8

Напруга 380/220 В

Габаритні розміри основного блоку в транспортному положенні  
10.7\*2.8\*3.5м

Маса 13.7 т

Міжремонтний період 6400 год.

а) В процесі буріння застосовуються труби діаметром 73 і 89 мм;

б) обсадні труби діаметром 114 і 245 мм;

в) шаршкові долота Ш 215.9С-ГВ, 30Д 246 МІЛІГРАМ.

Крім того використовується допоміжний аварійний інструмент.

## 6 РОЗКРИТТЯ І ОСВОЄННЯ ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ

У цьому розділі приводять обґрунтування обраного способу буріння для розкриття водоносного горизонту. При обертальному бурінні варто віддавати перевагу промиванню водою або продувці повітрям із забезпеченням стійкості стінок свердловини [1,2].

Досить ефективним є комбінований спосіб буріння свердловини - обертальний до водоносного горизонту й ударно-канатний по водоносному горизонті.

Розтин водоносного горизонту здійснюється роторним способом з прямою промивкою свердловини технічною водою.

В зв'язку з тим, що в проектованій свердловині можливий самовилив на поверхню води, проектом передбачається устаткування свердловини спеціальним оголовком. Для монтування насосного устаткування на свердловині, що самовиливається, щоб уникнути заповнення насосної станції рекомендується встановити засувку на обсадній колоні або відводити воду через штуцер, розташований нижче опорного шпанга.

Після устаткування свердловини оголовком в свердловині встановлюється фільтр трубчастий з щільною перфорацією.

Далі в свердловині вмонтовується ерліфт і проводиться прокачування свердловини.

- Після проведення прокачування ерліфт демонтується і в свердловині вмонтовується водопідймальні труби, які підводяться до горизонтального відцентрового насоса ЗК-6.

По закінченню робіт по монтажу насосного устаткування проводиться досвідчене відкачування зі свердловини.

Після проведення пробного прокачування передбачається передача свердловини в експлуатацію.



### 6.1 Монтаж фільтра і водопідійомної установки.

У цьому розділі описують схему установки фільтра в свердловині, спосіб спуска, розміри окремих частин фільтрової колони, спосіб і пристрій для ізоляції кільцевого зазору при установці фільтра "впотай", а також технологію монтажу заглибних насосів або ерліфта [13]. Необхідні розміри представляють на відповідних схемах графічного додатка.

Установку фільтрових колон виконують за допомогою «лівого» перевідника, вмонтованого в зворотній клапан. У верхній частині фільтрових колон встановлюється розжимний пеньковий сальник або конус.

## 7 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

### 7.1 Конструкції гравійних фільтрів і технології їх виготовлення

Рациональний спосіб споруди гравійного фільтру в свердловині вибирається виходячи з необхідності отримання обсягання високої якості із заданими параметрами за певних розумів 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 рациональні області застосування.

Гравійні фільтри можуть споруджуватися або в свердловині після установки каркаса фільтру або на поверхні перед спуском фільтрової колони в свердловину

### 7.2 Фільтри гравійні

Боротьба за збільшення водовідбору і довголіття служби водозабірних свердловин, що проводиться в даний час у всіх, країнах пов'язана з впровадженням фільтрів гравійного типу. Гравійні фільтри отримують загальне визнання, у зв'язку з чим удосконалюються як самі конструкції, так і методи споруди свердловин, обладнаних гравійними фільтрами.

До гравійних фільтрів відносяться і такі конструкції, у яких поверхня, що фільтрує, контактує з водоносною породою, складається з гравію, що штучно вводиться, який розташовується навколо щорних фільтрових каркасів, що складаються з щілинних труб, дротяних, стрижньових і інших конструкцій

Гравійне обсягання слід розглядати як засіб для збільшення радіусу фільтру свердловини, поліпшення фільтраційних властивостей порід в прифільтровій зоні і як конструктивний елемент, що дозволяє збільшувати розмір прохідних отворів, а отже, і відсоток шпаруватості на фільтрових

каркасах. Застосування обсіпання знижує вхідні швидкості і подовжує термін служби фільтрів.

При експлуатації підземних вод використовують два основні види гравійних фільтрів: опуски, збирані на поверхні землі, які встановлюють в свердловинах в готовому вигляді, і створені усередині свердловин за допомогою гравію, що засипається або закачується в забій по міжколонному простору.

Гідрозділ гравійних фільтрів на дві основні групи дає тільки перше уявлення про методи пристрою і установки фільтрів в свердловини, вже на сучасному етапі розвитку цих фільтрів усередині двох груп з'явилися свої конструктивні особливості.

### **7.3 Фільтри опуски з попереднім ущільненням гравію на поверхні**

**Фільтри корзинчасті.** Однієї з старих конструкцій, що здобула найбільш широку популярність, є корзинчастий фільтр. Гравійне обсіпання навколо каркаса проводиться в конусні кошики, що розташовуються одна над іншою уздовж осі фільтру.

Спочатку застосовували фільтри, що складаються з чавунних литих кошиків, що збираються в ланки за допомогою анкерних болтів. У інших конструкціях кошика фільтру відливали з бронзи і латуні.

Корзинчасті фільтри, виготовлені з чавуну і бронзи, стійкі проти корозії, але в той же час ці конструкції не є універсальними; досвід показав, що і при таких конструкціях настає закупорка і колюматаж фільтрів, внаслідок чого знижується дебіт свердловин. Розміри цього зниження залежать від гідрогельогических умов, підбору і способу укладання гравійних обсіпань.

Ремонт свердловин, корзинчатих фільтрів, вельми скрупульозний, а тим більше коли фільтр виготовлений з чавунних відливаних.

У подальшій практиці по ряду застосовували корзинчаті фільтри полегшених конструкцій з виготовленням кошиків з покрівельного заліза.

Корисніше, нестійке залізо використовувати для руйнування кошиків в забої (для полегшення підйому фільтрів при їх ремонті) зображений корзинчатий фільтр, в свердловинах, призначених для експлуатації підземних вод з алювіального водонесного горизонту. Як опорний каркас тут використана бурова труба діаметром 150 мм з круглими прохідними отворами діаметром 7 мм.

Фільтри встановлювали в свердловинах з діаметром колон 400 мм, завглибшки 50 м.

При довжині робочої частини фільтрів 16—18 м і потужності водонесного горизонту близько 40 м питомий дебіт свердловин з корзинчастими фільтрами складав від 3 до 4,5 м<sup>3</sup>/год.

У інших конструкціях корзинчастих фільтрів прохідні отвори на опорних каркасах виконувалися у вигляді великих квадратних прорізів, які затягуються фільтрувальною сіткою з крупними осередками. Так розміри стосовно різних діаметрів свердловин.

Прохід води у корзинчастих фільтрів здійснюється через кільцевий зазор, який утворюється між опорним каркасом і кошиком (воронкою).

Знаючи площу фільтрації і величину швидкості, що приймається для розрахунку, неважко визначити пропускну спроможність фільтру:

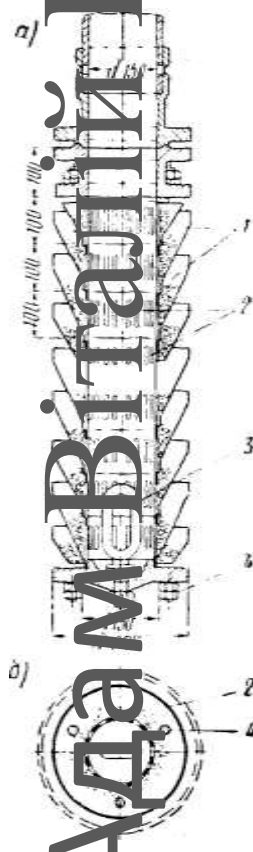


Рисунок 7.1- Загальний вид корзинчатого фільтра.  
а – розріз; б-план; 1-корзинка чавунна,заповнена гравієм;  
2-прохідні отвори; 3-спускальне кільце; 4-анкерні болти.

Слід зазначити, що пропускна спроможність в значній мірі залежить від правильного підбору гравійного обсіпання відповідно до порід, що оточують фільтр.

Практика експлуатації свердловин, обладнаних корзинчатими фільтрами, показала, що у цілому ряді випадків ці конструкції працюють незадовільно. Так, наприклад, на Воронежському водопроводі було встановлено, що корзинчаті фільтри пропускають води в 3-4 рази менше, ніж фільтри проволочнокаркасні з гравійним обсіпанням.

Випробування двох фільтрів корзинчатого і каркасно-стержневого, проведеного на одному з водозаборів в Горьковській області, також підтвердило незадовільну роботу корзинчатого фільтру.

При довжині фільтрів, рівній 18 м, питомий дебіт свердловини з корзинчатим фільтром склав  $4,4 \text{ м}^3/\text{год.}$ , а по свердловині з каркасно-стержневим фільтром, при двошаровому обсіпанні близько  $10 \text{ м}^3/\text{год.}$  Випробування велися в свердловинах, розташованих в одній шахті, на відстані близько 2 м.

Питомий дебіт корзинчатого фільтру протягом року знизився на 25%.

Установка корзинчатих фільтрів вимагає свердловин великого діаметрів. Унаслідок малої дебітності, підвищеній вартості споруди таких свердловин, відносній складності виготовлення фільтрів ці конструкції не набули широкого поширення в практиці місцязнаго водопостачання.

**Фільтри кожушані з гравійним заповненням** застосовуються в тих випадках, коли потрібно особливо ретельне укладання гравію при малій величині зазору між фільтровим каркасом і трубами, в глибоких свердловинах, коли обсіпання каркасів гравієм по затрубному простору викликає сумнів в правильності її пристрою, і, нарешті, в тих випадках, коли **свердловини** розкривають водоносні горизонти з напірними водами, що вилівають на поверхню землі, і гравій, що засипається, виноситься з колони, не досягаючи забою свердловин.

До кожушаних фільтрів слід віднести такі конструкції, у яких опорний каркас складається з фільтрів різних конструкцій, а гравійне обсіпання, переважно одношарове, утримується на каркасах за допомогою спеціальних пристосувань. Такі фільтри збирають на поверхні землі і опускають в свердловину в готовому вигляді.

При обсіпанні фільтру гравієм останній ущільнюється шляхом набивання або усадки легкими ударами, що наноситься по зовнішньому кожуху дерев'яними калаталами.

Для експлуатації вод, приурочених до дрібнозернистих пісків типу пливуні, в різний час різними авторами пропонувалася конструкція фільтру, яка складалася з двох каркасів, що фільтрували, поміщених один в іншій з гравійним обсіпанням між ними.

Простір між каркасами засипався кварцевим піском, просіяним крізь сито розміром 0,6x0,6 мм. При відкачуваннях питомий дебіт свердловини з фільтром описаної конструкції складав 0,4 м<sup>3</sup>/час.

Для конструкції фільтрів з гравійним заповненням для експлуатації глибоких підземних вод з піскуватих товщ з Кизил-кумах описані в роботі [4]. У даній умові водопісна товща в основному складалася з пісків з переважаючим діаметром частинок від 0,1 до 0,05 мм. На підставі експериментальних досліджень був сконструйований фільтр, що рекомендується для експлуатаційного впровадження. Фільтр складається з двох перфорованих труб діаметром 150 і 100 мм. Зовнішня труба обтягнута сіткою квадратного перетину 0,5x0,5 мм, а внутрішня — покрита сіткою з прохідними отворами 0,25 мм. Простір між двома фільтрами засипаний різнозернистим гравієм, діаметр якого складає від 5 до 10 мм.

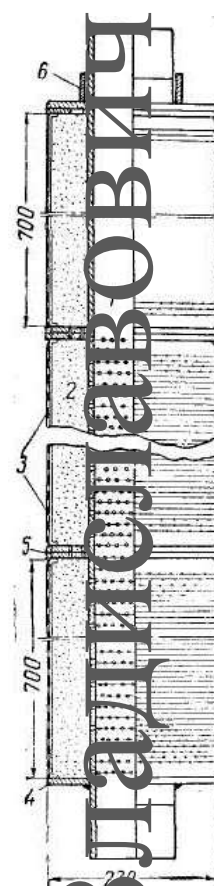
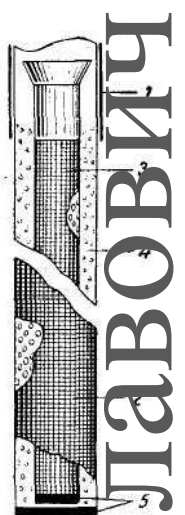
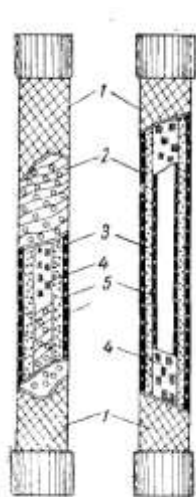


Рисунок 7.2- Фільтри кожухові загального виду.

Для набивних фільтрів з попереднім ущільненням гравію може бути віднесений також кожуховий фільтр конструкції Н.І.Куличіхіна. Конструкція фільтра була запропонована для експлуатації вод глибоких водоносних горизонтів (до 280 м).

Фільтр складається з опорного каркаса — сталевій труби діаметром 115мм з круглими прохідними отворами діаметром 8 мм. Для утримання гравію на каркасі служить кожух, виготовлений з покрівельного заліза, поверхня якого покрита отворами діаметром 3 мм. Окремі ланки шкіру виготовляють заввишки за розміром листа заліза 700 — 800 мм і укріплюють на каркасі за допомогою сполучних фланців. Простір між кожухом і опорним каркасом заповнюється гравієм. Положення окремих ланок на каркасі (дірчастій трубі) закріплюється опорними фланцями.

У описуваній конструкції кожух, виконаний з покрівельного заліза, служить допоміжним елементом, призначенням якого є створення рівномірного гравійного обсипання навколо каркаса.

Передбачалося, що надалі під впливом углекислотної і сірчановодневої агресії повинне відбутися руйнування кожуха, внаслідок чого гравійне обсипання контактуватиме безпосередньо з водоносною породою. Проте, як показав досвід, дана конструкція, встановлена на одній з експлуатаційних свердловин, себе не виправдала.

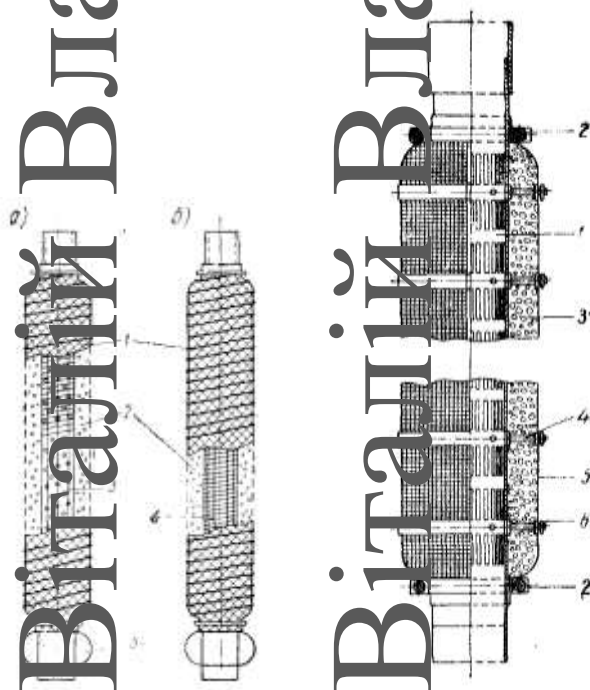
Фільтри кожуханого типу знайшли широке застосування в роботах центральної бурової ділянки тресту Трансводстрой [5]. Для устаткування свердловин, глибина яких складає від 100 до 300 м, Трансводстрой застосовує кожухані фільтри, опорний каркас яких складається з перфорованої труби з дротяною обмоткою з неіржавіючої сталі або з каркасно-стрижньовою основою, на поверхні яких натягається сітка з простої сталі для утримання гравію. Фільтри кожуханого типу встановлюються в свердловинах, пробурених роторним способом з глинистою промивкою. Згідно досвіду Трансводстроя при постановці фільтрів в тон козернистих і дрібнозернистих пісках кожухи набиваються гравієм, діаметр частинок якого складає 1—2 мм, а при пісках середньозернистих частинки гравію складають від 2 до 4 мм. Як показав досвід кожухані фільтри вказаних вище конструкцій добре промиваються від глинистого розчину і володіють достатньою задовільною здатністю

Разом з позитивним впровадженням кожуханних фільтрів в буровій практиці є приклади незадовільного конструювання цих фільтрів. Так, наприклад, на одному з об'єктів водопониження інститут Фундаментпроект запроєктував кожухані фільтри з гравійним обсипанням на основі щілинних пластмасових труб із з'єднанням їх на різьбленні за допомогою металевих муфт. Різьбові з'єднання на винипластових трубах є протипоказаними, оскільки вони різко ослаблюють міцність і кожухи, що виконуються з грубої, панцирної сітки не забезпечують рівномірного кільцевого обсипання фільтрів



гравієм. При набиванні таких фільтрів гравієм проводилися удари молотками по поверхні кожушаних сіток, що приводило до виколу переміток між прохідними отворами. В результаті цього мали місце випадки виходу свердловин з ладу.

Кожушані фільтри щільного типу застосовувалися б. Лиговською конторою бурводмонтаж для свердловин, глибина яких перевищує 50 м, або в тих випадках, коли виникає необхідність одношаровим гравійним обсищенням. Тут кожушані фільтри представляли щільні зварені каркаси з металевих стрижнів, простір між якими засипався гравієм. Як правило, при пристрої кожушаних фільтрів застосовувалися дротяні каркаси діаметром 200—250 мм, в які встановлювалися каркаси діаметром 100—125 мм. діаметром 200—250 мм, в які встановлювалися каркаси діаметром 100—125 мм.



а-з каркасом із перфорированої труби; б-з каркасно стержневою основою;

1- сітка; 2- гравій; 3- опорний каркас з перфорированої труби і проволочною обмоткою; 4- каркасно стержнева основа; 5- направляючі фанарі.

Рисунок 7.3- Кожуховий фільтр з гравійною обсіпкою для глибоких свердловин.

На закінчення огляду по фільтрах кожушаного типу необхідно зупинитися на деяких практичних рекомендаціях. Як було встановлено, дослідами, при набиванні гравію в козухи не відбувається повного його ущільнення. При опусканні кожушаного фільтру у воду завжди спостерігається усадка гравію на деяку величину; тоді, у разі оголення шпартової частини фільтру може відбуватися стійке піскування, яке перевірити стан обсіпання, і у разі потреби провести її досипання.

**Фільтри блокового типу.** При бурінні свердловин малих і середніх глибин (до 100 м) успішно застосовуються гравійні фільтри з рихлим обсіпанням, яке створюється шляхом засипки гравію між трубами.

При бурінні ж глибших свердловин з малим кінцевим діаметром, а також при розтині напірних водоносних горизонтів, що самоизливаються на поверхню землі, пристрій таких гравійних фільтрів стає скрутним, а в деяких випадках і неможливим.

Крім того, виробництво рихлих обсіпань вимагає необхідних технічних навиків у бурових майстрів, які часто не виконують вказівок геологічного нагляду. По цих причинах в техніці устаткування свердловин гравійними фільтрами як у нас, так і за кордоном з'явився прогресивний напрям по створенню фільтрів блокового типу, у яких гравійне обсіпання зв'язане різними склеюючими і цементуючими речовинами. Такі блоки налягають на металеві опорні перфоровані каркаси і опускаються в свердловину в готовому вигляді.

В даний час як пов'язують відоме застосування наступних матеріалів: клей БФ-2 і БФ-4, бакелітовий лак мазкі А-бітум, цемент, гумовий клей і рідке скло.

Вживані гравійні фільтри блокового типу повинні відповідати наступним умовам:

1) оскільки блоки налягають на металеві каркаси, не щільно прилягають до площини труби і, отже, сприймають на себе гірський і фільтраційний тиск, то вони повинні зберігати необхідну міцність або

знижувати її в такому ступені, щоб залишкова міцність була достатньої протягом терміну роботи споруди. Термін роботи свердловини, як відомо, залежить від її цільового призначення;

2) склеюючі речовини повинні бути стійкими по відношенню до корозії і ерозії, що неминуче виникають при фільтрації води різного хімічного складу;

3) фільтри блокового типу повинні володіти достатніми розмірами пір і пористістю, що забезпечують необхідну притоку води до свердловини;

4) вживані склеюючі речовини в гравійних фільтрах не повинні містити в своєму складі хімічних компонентів, шкідливих для здоров'я людини. Остання вимога повинна строго враховуватися при бурінні свердловин питного призначення.

За останні роки найбільшого поширення набули гравійні фільтри блокового типу із застосуванням клею БФ-4, бакеліту і цементу. Гравійні фільтри блокового типу можуть виготовлятися двох видів — монолітні і порожнисті.

Монолітні фільтри мають суцільне гравійне заповнення; фільтрація води через нього відбувається по периметру, а вихід води — через верхній торцевий кінець.

У порожнистих фільтрах блокового типу фільтрація води відбувається по периметру, через гравійне кільце, а вихід води — через стовбур, утворений порожнистими блоками на всю довжину фільтру, або через трубчастий каркас на який надіті блоки.

Основна ідея при створенні фільтрів цієї конструкції полягає в тому, щоб при установці фільтрів не проводити операцій по підборі фільтрів і обчисленню, а встановлювати їх в готовому вигляді.

При виготовленні гравійних блоків склеюючі і цементуючі речовини повинні застосовуватися в таких кількостях, при яких відбувається з'єднання окремих зерен гравію в агрегатний стан при збереженні необхідної пористості. При цьому слід мати на увазі, що введення склеюючих і цементуючих речовин

завжди веде до зниження відсотка пористості і зменшення розміру самих пір, що утворюються в тілі блоку, в порівнянні з рихлим обситенням, що складається із зерен того ж механічного складу.

Монолітні гравійні фільтри блокового типу були застосовані на будівництві Цимлянського гідровузла [7] при устаткуванні розвантажувальних свердловин в нижньому б'єфі водозливної дамби.

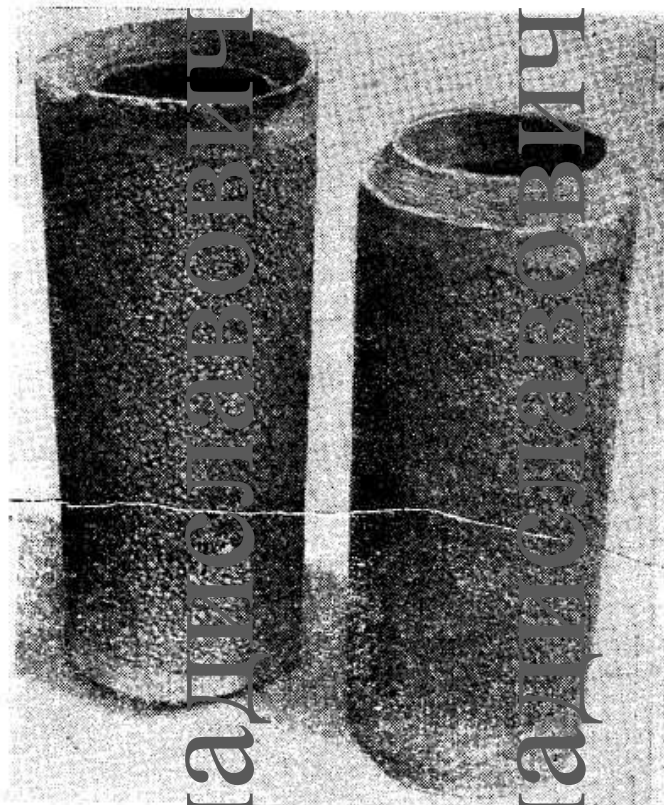
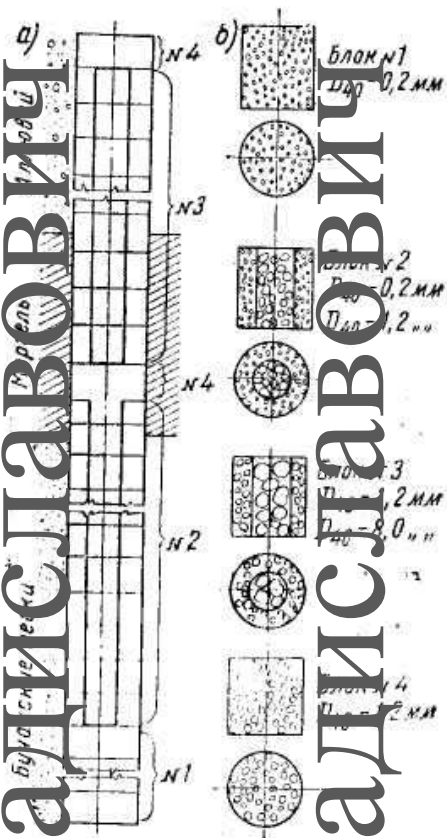
На відміну від інших гравійних фільтрів блокові не мають покривних оболонок (кожухів) і складаються з відсортованого гравію, зцементованого особливими розчинами. При зануренні таких фільтрів у воду цемент розчиняється і вилугується водою.

Технологія виготовлення фільтрів проста. Гравій відповідних фракцій змішується з сульфатним шлоком або сульфатно-спиртною бардою. Кількість терпких добавок складає 1,5—2% по вазі від загальної кількості гравію, що готується до формування. Для кращого схоплювання суміші її загальна вологість повинна бути в межах 5—7%. У зимових умовах блоки цементуються водою способом заморожування. При виготовленні блоків суміш набивається у форми.

Для отримання багаточарових фільтрів у форми вставляють допоміжні металеві сердечники.

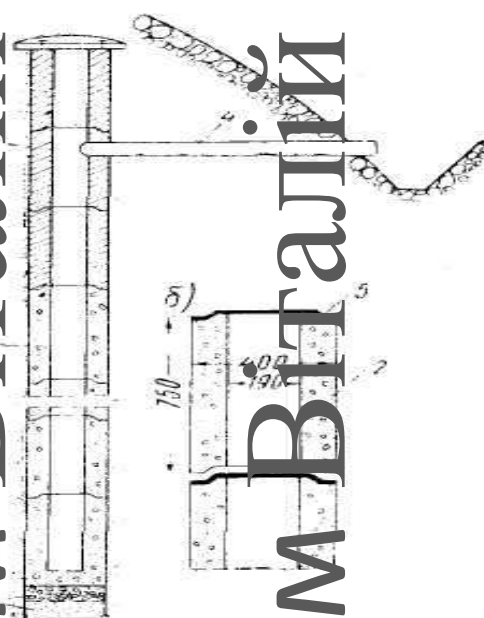
Для установки блокових фільтрів свердловина проходиться відповідним діаметром, очищається від шламу, потім блоки фільтру опускають в свердловину і встановлюють в ній вертикально один на одного, а обсадну колоду при цьому витягують.

У свердловинах, гранулометричний склад яких міняється по глибині, блоки виготовляються з гравію різного механічного складу. Монолітні фільтри блокового типу володіють малою продуктивністю і призначені головним чином для зняття напорів при устаткуванні так званих розвантажувальних свердловин.



а – схема установки блока в свердловині; б – деталі блоків.

Рисунок 7.4 - Фільтри гравійні монолітні



а – загальний вид свердловин; б - деталь фільтра;

1-блоки із щільного бетону; 2-блоки із пористого бетону; 3-гравійно піщана подушка; 4-відводна труба; 5-войлочна прокладка на бітумі.

Рисунок 7.5 - Фільтри гравійні пустотілі

**Блокові порожнисті фільтри з пористого бетону і залізобетону.** Цей різновид фільтрів виконується з гравію або щебінки, цементу і води. В результаті змішування вказаних компонентів в певних вагових відносинах і подальшого формування отримують порожнисті пористі блоки.

На першому етапі виведення подібного роду конструкції фільтрів знайшли широке застосування при осушенні буровугільних родовищ в Німеччині, а потім і в інших країнах. У вітчизняній практиці вперше конструкції фільтрів з пористого бетону у великих масштабах були застосовані на будівництві Цимлянського гідровузла в 1952—1953 рр. при пристрої розвантажувальних свердловин в кількості 350 шт. Пористі блоки для фільтрів виготовлялися з гранітної і вапняної крихти наступного механічного складу: частинок від 5 до 10 мм 30—60%; від 10 до 20 мм 10%; частинок менше 1 мм не більше 2%. Витрата матеріалів на 1 м<sup>3</sup> пористого бетону по вазі виражалася в наступних кількостях: цемент глиноземистий 200—230 кг, крихта гранітна, вапняна 100 кг; вода 100—115 л.

Лабораторними випробуваннями, проведеними на будівництві, встановлена міцність блоків на стиснення при 7-денному віці 15—25 кг/см<sup>2</sup>, а при 28-денному віці 25—45 кг/см<sup>2</sup>. Блоки виготовлялися заввишки 750 мм при внутрішніх діаметрах 130, 160 і 190 мм і зовнішніх 335, 400 і 345 мм. З цих величин виходить, що товщина стінок блоків варіювала від 87 до 125 мм.

Установка фільтрів в свердловини завглибшки від 4,5 до 34,5 м проводилася під захистом металевих обсадних колон. Для пристрою фільтрів блоки опускалися по черзі на замість за допомогою особливого пристосування (ножиць), де встановлювалися один на одного за допомогою пазів і повстяних прокладок. У верхній частині свердловин поміщалися монолітні блоки, куди закладалися труби, що виводять воду. На частини свердловин, навколо блоків, проводилося обсіпання грубозернистим піском.

Перед установкою фільтрів на будівництві були проведені лабораторні випробування по витраті води через пористий бетон, прикритий донським

піском; випробуваннями було встановлено зниження витрати від 2 до 8 разів і його стабілізації через 50 годин. При цих випробуваннях залишкова фільтраційна здатність була достатньою для виконання завдань, що покладються на дренаж. Проведені досліді по зворотній промивці фільтрів для відновлення первинної витрати встановили, що після замулювання фільтраційна здатність зовнішню не відновлюється.

Аналіз незадовільної роботи частини свердловин, обладнаних фільтрами з пористого бетону, дозволив встановити, що причини замулювання свердловин залежать від неправильного монтажу фільтрів і поганого підбору матеріалів для їх виготовлення.

Недостатня герметичність стиків блоків, можливі перекоси і зриви повстячих прокладок між блоками при їх установці, безумовно, могли стати причиною піскування свердловин.

З цього виходить, що монтаж фільтрів повинен проводитися на поверхні землі, на опускних трубах або штангах, з нижньою підтримкою (за п'яту в підставі фільтру), які після установки фільтру витягуються.

Безперечний інтерес представляють спостереження за станом питомих дебітів свердловин, обладнаних фільтрами з пористого бетону.

Основним змістом проведених вище досліджень було збереження водопропускної здатності і механічної міцності зцементованого гравійного обслування.

Не маючи можливості детально зупинитися на результатах всіх перерахованих робіт (із-за обмеженості об'єму книги, дозволимо собі стисло освітити найбільш важливі для практики виводи.

Кількість цементу на одиницю об'єму гравію впливає на товщину плівки навколо частинок. Збільшення плівки веде до збільшення міцності пористого бетону і одночасним зниженням відсотка його пористості.

Для отримання середніх величин, що задовольняють механічні міцності і фільтраційній здатності, оптимальна величина товщини плівок повинна складати: для грубозернистого гравію 0,15—0,2 мм, для дрібного і

середньозернистого гравію 0,07—0,1 мм. Застосування пористого бетону і залізобетону для устаткування водозабірних свердловин і пристроїв фільтрів широко поширене і за кордоном.

Так, наприклад, за даними бюро проектування комунальних споруд в Будапешті, стало відомим, що на одній з міських водопровідних станцій, розташованих на острові р. Дунай, побудована група свердловин з використанням фільтрів з пористого бетону, внутрішнім діаметром 300 мм з товщиною стінки 70 мм з розтрубним з'єднанням. Ці свердловини знаходяться в експлуатації і працюють безвідмовно.

Разом з цим є факти, коли свердловини, обладнані фільтрами з пористого бетону, не виправдали свого призначення із-за малої дебітності. Найбільшого поширення в Угорщині набули фільтри із застосуванням гравію діаметром 7—15 мм з дозовою цементу в кількості 300—350 кг

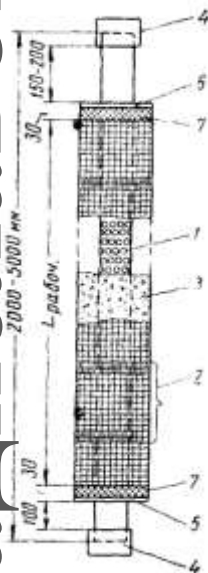
Під час відвідин Угорщини фахівцями останні були ознайомлені з роботами І. Герхардта, який проводив деякі дослідження в області фільтрів з пористого бетону. У роботах І. Герхардта досліджувалися різні сторони питань по фільтр пористого бетону, якось вплив дозування цементу на міцність; залежність міцності і пористості бетону від гранулометричного складу і подачі цементу; співвідношення між пористістю бетону з подачею цементу в сухий гравій і гравій, що містить плівкову воду.

Крім того, проводилися лабораторні роботи на водопроникності в умовах ламінарного і турбулентного режиму на простих установках.

Зупинимося стисло на питаннях, що представляють деякий інтерес. З його повідомлень стало відомо, що в Угорщині для свердловин глибокого буріння в породах, діаметр частинок яких складає 0,5 мм, стандартом вхідна швидкість приймається в 1 мм/сек, а при розмірі зерен в 3 мм — 8 мм/сек. Цими даними користуються при підборі і розрахунку фільтрів з пористого бетону. У роботах того ж автора встановлено, що для коефіцієнта водопроникності пористого бетону вододіаметний чинник має більше значення, чим дозування цементу. Так, наприклад, для гравію діаметром від 3 до 7 мм з



коефіцієнтом фільтрації  $0,0039$  м/с при дозуванні цементу  $250$  кг на  $1$  м<sup>3</sup> гравію, при водочементному чиннику  $\gamma = 0,5$ , коефіцієнт знижувався до  $0,0025$  м/с, а при  $\gamma = 0,6$  до  $0,0017$ .



1-трубчастий каркас; 2-сітка; 3-гравій зцементований; 4-муфти; 5-слорний фланець; 6-надвижний фланець; 7-вторець фільтра із монолітного бетону

Рисунок 7.6- гравійно зцементований фільтр НИМИ

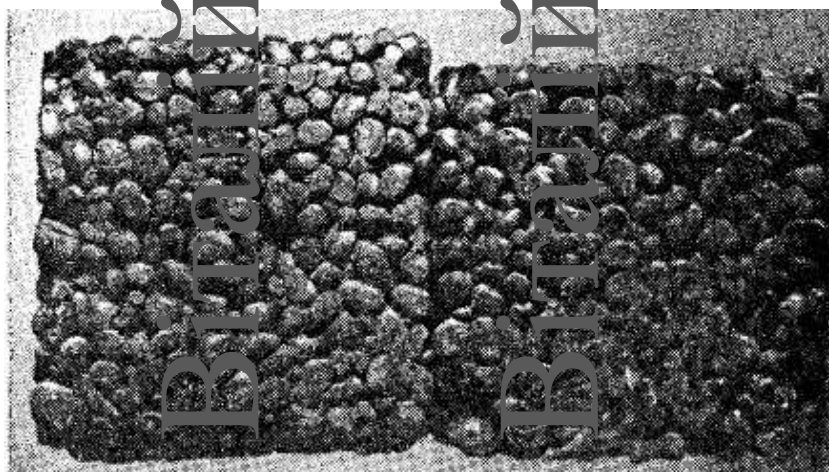


Рисунок 7.7 - Вигляд шпунистого бетону

Завданням проведених досліджень в питованій роботі ставилося визначення мінімальних доз цементу, що забезпечують фільтрам умови кращої водопропускності і необхідну міцність. В результаті автор прищов до

наступного висновку, при великій гравію 1—8 мм і добавках цементу 250 кг на 1 м<sup>3</sup> породи, при водоцементному чиннику 0,4 можна отримати достатньо надійні конструкції. Не позбавлена практичного інтересу і приведена І. Герхардом схема буріння свердловин глибиною 90 м, обладнаних бетонними фільтрами при сталевих і бетонних трубах.

Представлений розріз свердловини, в якій металеві труби замінені бетонними. Тут свердловина до глибини 30 м закріплена бетонними трубами діаметром 310/230 мм; подальше поглиблення свердловини проводиться допоміжною металевою колоною труб діаметром 203/192 мм. Після цієї операції на бетонних трубах 135/55 мм спускався фільтр з пористого бетону діаметром 165/85 мм без гравійного обсіпання або діаметром 135/55 із застосуванням гравійного обсіпання.

У разі посадки першої труби з бетону виробітку ґрунту із забою проводиться за допомогою розширювача або гидромеханическим способом.

Широке застосування також знайшли фільтри з пористого бетону для водопониження при розробці буровугільних родовищ в ГДР і ФРН. Відомо, що фільтри з пористого бетону виготовляються там заводським способом ланками завдовжки в 1 м з фасонними шліфованими пазухами по кінцях. Така конструкція з'єднань дозволяє збирати ланки фільтру в колону без цементної підливки і кілець ущільнювачів. Фільтри в основному випускаються діаметрами 440/360 і 420/300 мм з товщиною стінок 40—60 мм. Для виготовлення фільтрів застосовується гравій діаметром 6—8 мм, який після добавку цементу і води скривується гидравлічним способом під великим тиском. Такий метод виготовлення фільтрів дозволяє скоротити витрату цементу до 100—120 кг на 1 м<sup>3</sup> розчину бетону. Установка фільтрів з пористого бетону в свердловину проводиться під захистом піщаного обсіпання, для чого застосовуються центруючі хомути. Такі фільтри встановлюються в межах поля гірських розробок і, як правило, не витягуються. У разі потреби фільтри тампунуються худим бетоном.

**Блокові фільтри на основі зв'язку гравію клеєм БФ4**

До порожнистих фільтрів блокового типу слід віднести і гравійно-солочні фільтри, розроблені в Ростовському інституті інженерів.

Відома особливість цієї конструкції фільтру полягає в тому, що утворення пористих блоків відбувається на основі склеювання гравію синтетичним клеєм марки БФ-4. Згідно літературним відомостям [14] виготовлення блоків проводиться з відсортованого, ретельно промитого гравію, звільненого від вологи шляхом просушування.

Підбір діаметру зерен гравійного матеріалу проводиться з урахуванням порід, в яких працюватиме фільтр на основі наступного співвідношення: [14]

$$\frac{D_{cp}}{d_{50}} = 5 - 8, \quad (7.1)$$

де  $D$  — середній діаметр зерен гравію в блоці;

$d$  — середній по вазі (50%) діаметр зерен в піску водоносного горизонту.

При виготовленні фільтрів підготовлений і підібраний матеріал в об'ємі, підметі виготовленню блоку, змішується з клеєм БФ-4 в певній пропорції.

Витрату клею, залежно від розміру зерен матеріалу, складає 45—90 г на 1 кг породи.

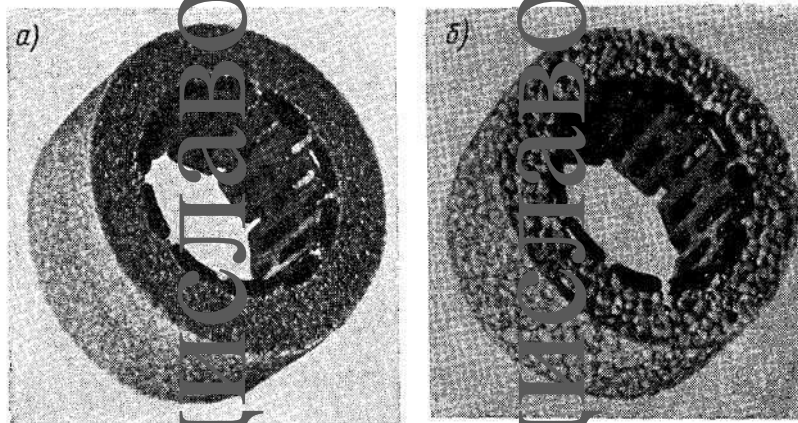
Приготована маса, частинки якої покриті плівкою клею, засипається в прес-форму, змащену технічним маслом, і за допомогою спеціального пристосування піддається пригрузці під тиском в 50—70 кг/см; після цього блок разом з прес-формою поміщається в сушильну шафу.

Для рівномірного розподілу клею в тілі блоку під час сушки прес-форма повертається навколо своєї осі особливим пристосуванням. Сушка блоків проводиться протягом 15—17 годин при температурі 140—160°.

Гравійні блоки, що вільно надягають на каркас, працюють на радіальне стиснення без опори на сталевий каркас; отже, на них передається гірський і фільтраційний тиск  $U$  зв'язку з чим збереження механічної міцності блоків, при безперервній дії на них гірського тиску і тиску води, є одним з основних умов. Збереження механічної міцності гравійних блоків важливе також і тому, що при діаметрах зерен гравію в 1—3 мм і отворів на

сталевих опорних каркасах в 16—20 мм, у разі ослаблення міцності клею БФ-4, можливі вимивання частинок гравію в стовбур свердловини і навіть руйнування блоків.

З практики відомо, що для незадовільної роботи гравійних фільтрів



достатньо руйнування не всього контура обсіпання, а лише невеликій її частині.

При випробуваннях фільтрів, окрім механічних чинників, вельми важливо враховувати також дію інших чинників (зокрема, гідрохімічних).

Необхідно встановити опір клею БФ-4 на вилугування, здатність фільтрів сорбувати на поверхні повітря і інші гази, стійкість проти заростання осіданнями.

Фільтри блочного типу на основі склеювання гравію синтетичними смолами та з опорним щільним каркасом. Їхній загальний вигляд представлений на . Конструкції з технічного боку становлять безперечний інтерес

На відміну від застосовуваних у нашій практиці фільтрів, де блоки надягають на каркас із зазором, у цих конструкціях несучий металевий каркас і, отже, приймає він гравій спирається нагінний і фільтраційний тиск. Гравій наклеєний на каркас і пов'язаний з ним нерухомо. Опорний каркас складається з штампованої щільної труби, яка з метою антикорозійного захисту має надійне покриття з твердої гумової оболонки (типу ебоніту), нанесеною електрофоретичним способом. При такій конструкції виключається

можливість окислення каркасу і проростання гравійного обсіпання гідрофетом заліза.

**Фільтри блокового типу на основі зв'язку частинок гравію гумовими клеями.** По повідомленню Е. Біське [3 і ін.] був створений фільтр блокового типу на основі зв'язку гравійних частинок каучуковими клеями. Для виготовлення таких фільтрів застосовується чистий, ретельно просіяний і такий, що калібрується, кварцевий гравій.

При обробці кварцевих зерен каучуком формуванні і подальшій температурній обробці створюються пористі блоки, що володіють високою механічною міцністю, необхідним відсотком шпаруватості і об'ємом пір. Унаслідок застосування в блоках гуми його корпус у відомих межах є еластичним, що дає конструкції великі переваги в порівнянні з фільтрами, приготованими з керамічних матеріалів.

При виготовленні фільтрів цієї конструкції особлива увага звертається на якість гравійного обсіпання; при цьому указується, що тривалі досліди і спостереження, що проводилися у Німеччині більше 25 років за якістю і формою зерен обсіпання, підтвердили непридатність обсіпання, що складається з гострокутних зерен, приготованих шляхом дроблення. При приготуванні фільтрів з дрібної щебілки різко зростає небезпека їх заклинювання дрібними частинками піску. До переваг гравійних фільтрів на каучуку відносяться їх стійкість при транспортуванні і установці в свердловину; нейтральність до хімічних і електролітичних процесів.

#### **7.4 Фільтри гравійні, створювані на вибої свердловин**

На відміну від гравійних фільтрів (збірка яких проводиться на поверхні землі), що опускаються в свердловини в готовому вигляді, є інша група гравійних фільтрів, що створюються шляхом засипки або нагнітання гравію в забій свердловин за допомогою різних пристосувань.

Обсіпання фільтрів гравієм по міжколонному простору спочатку застосовували при устаткуванні водозабірних свердловин, а потім при

бурінні свердловин в нафтовій промисловості, де цей спосіб і отримав свій подальший розвиток.

В даний час гравійні обсіпання на забої свердловин можна споруджувати двома основними способами: засипкою гравію в забій по міжколонному простору при вільному падінні частинок під дією сили тяжіння, закачуванням гравію на забій за допомогою лужної води.

**Фільтри гравійні, утворювані при вільному падінні частинок в міжколонному просторі.** Перший спосіб (гравітаційний) — найбільш простий, але його застосовують лише в свердловинах з (середньою) глибиною

При пристрої гравійних обсіпань більшість авторів [2, 5] рекомендує застосування сортованого гравію, однорідного по механічному складу. Проте ці рекомендації виробничники виконують дуже рідко із-за трудомісткості роботи по відбору, а часом і відсутність кар'єрів, здатних забезпечити гравієм необхідних фракцій. Зазвичай при пристрої гравійних фільтрів застосовують гравійні обсіпання різномірні, що при неправильному їх підборі може викликати піскування свердловин, а іноді і руйнування розташованих поблизу них споруд.

В області застосування гравійних фільтрів залишається недостатньо дозволим питання про способи виробництва бурових робіт при установці цих фільтрів з використанням різномірного гравію. Відомо, що гравійні суміші мають більш ущільнені структури, ніж при однорідному складі. Проте ще недостатньо з'ясовано, що ж відбувається з гравійними сумішами у тому випадку, коли їх засипка проводиться по міжколонному простору у водному середовищі. Використання формули Стоксу для визначення швидкостей падіння частинок у воді в даних умовах неможливе, оскільки експериментальними дослідженнями встановлено, що ця формула для частинок понад 0,1 мм втрачає своє значення.

Дослди, проведені на осадженню різномірних пісків в сталій воді, в судинах, що не утрудняють вільного падіння частинок, показують, що їх

осадження диференціюється по великій зерна і питомій вазі. При рівному діаметрі частинок швидкість осадження залежить від їх питомої ваги.

Якщо виходити з вказаних вище міркувань в застосуванні їх до бурової практики, то не можна проводити обсипання фільтрів гравієм різнозернистого складу, оскільки унаслідок можливого розшарування обсипання завжди створюватимуться умови для піскування свердловин; проте практикою це положення не підтверджується.

При виробництві гравійного обсипання дотримується послідовність операцій: спочатку проводиться засипка гравію по міжтрубному простору на деяку висоту, а потім підйом труб. У початковий момент засипки гравію крупніші частинки при своєму падінні випереджатимуть основну масу гравію, але можливе розшарування обсипання, мабуть, відбуватиметься в останніх порціях гравію, що засипається. Дрібніші частинки гравію останніх порцій обсипання не захоплюватимуться потоком падаючих частинок, а осідатимуть на основі загальних закономірностей. При повторенні операцій на дрібнозернисті фракції можуть лягати великі і в цьому місці (на контакті між попереднім і подальшим шарами обсипань) можливе утворення контурів, що складаються з великопористих обсипань, крізь які може відбуватися піскування.

Можливість розшарування різнозернистого обсипання слід розглядати, виходячи з тих конкретних умов, в яких проводяться роботи по споруді гравійних обсипань.

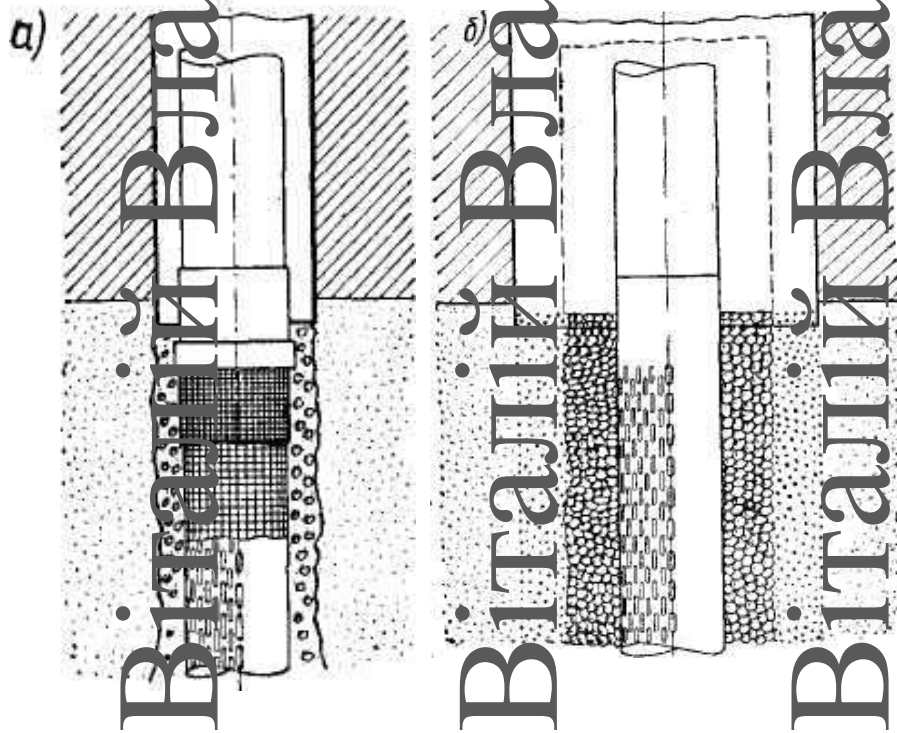
В цьому відношенні велике значення має метод виробництва обсипання фільтрів гравієм.

Розглянемо можливі умови виробництва робіт: гравійне обсипання поступає в забій по трубі малого діаметру, при цьому гравійна суміш, що захоплюється потоком падаючих частинок, осідає без жодного розшарування; гравійна суміш поступає в забій по зазору в 200 мм і більш; в цьому випадку можливе часткове розшарування обсипань, яке виникає через перерву в обсипанні, пов'язану з підйомом труб.

На розшарування обсіпань може надавати вплив і висота стовпа рідини в міжтрубному просторі: при невеликій потужності водоносного шару можливість розшарування зменшується і навпаки.

У питанні застосування різнозернистих обсіпань головну роль гратиме склад навколишніх порід. Умови утворення скелетів при вживанні різнозернистих обсіпань в пісках різнозернистого складу будуть сприятливішими, ніж в пісках однорідних, дрібнозернистих.

При пристрої гравійних фільтрів у водозабірних свердловинах, залежно від літологічного складу порід, що складають водоносний горизонт, і хімічного складу підземних вод можливо встановлювати фільтри з одношаровим або двошаровим обсіпаннями.



а - одношаровою обсіпкою ; б-з двошаровою обсіпкою.

Рисунок 7.9 - Гравійні фільтри

Допустимо, що водоносний горизонт представлений пісками з переважаним діаметром частинок 0,1 мм. Приймаючи співвідношення



діаметру зерен гравійного обсипання до діаметру частинок рівним 1 : 10, отримаємо розмір зерен гравійного обсипання в 1 мм. Для попередження вимивання гравійного шару при товщині шаруючи обсипання в 50—75 мм розмір щілин на фільтрі складає 0,9—1 мм. Діаметр гравійного обсипання в 1 мм при вказаній ширині щілин відповідає необхідним вимогам, оскільки в даному випадку повною мірою забезпечується нормальна робота фільтру без піскування і руйнування гравійного обсипання. Проте ці умови не забезпечують тривалої роботи фільтру: вузькі щілини і дрібні пори в гравійному обсипанні схильні до заростання в короткий час.

У даних умовах споруда свердловин з подвійним шаром гравійного обсипання абсолютно необхідна. Дійсно, прийнявши для розриву шарів засипки те ж співвідношення 1 : 10, по світімо діаметр фракцій другого шару в 10 мм, що дозволяє збільшити розмір щілин на фільтраційній поверхні в 10 разів.

Введення другого контура обсипання в цьому випадку диктується не механічними, а фізико-хімічними чинниками.

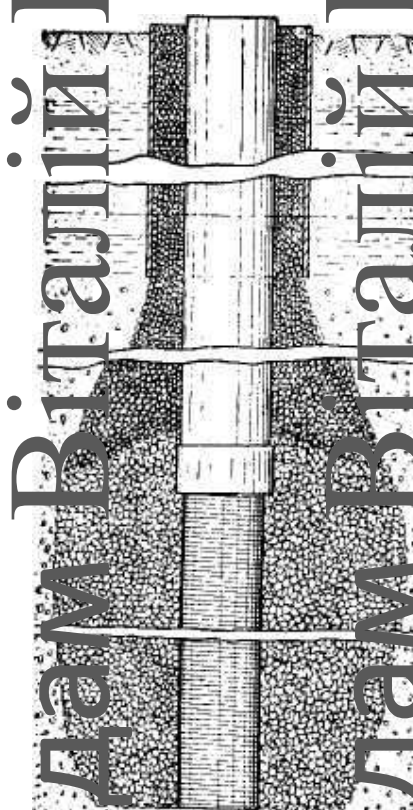


Рисунок 2.10. Гравійний фільтр з обсипкою ушириного контуру.

Якщо є вода нестабільного складу, при експлуатації яких відбувається випадання солей, то необхідно прагнути до збільшення розміру пір гравійних засипок, що може бути здійснене за допомогою споруди фільтрів з двошаровими або тришаровими обсипаннями.

Споруда свердловин з багатшаровим обсипанням ускладнює і здорожує їх вартість. Крім того, при невеликій різниці в діаметрах труб обсипання виходять тонкошаровими, малонадійними. Слід зазначити, що

даними деяких теоретичних і лабораторних досліджень підтверджено, що суфозійне винесення приє через обсіпання мало залежить від товщини обсіпання; зокрема, для успішної роботи фільтру шар гравію в 38—50 мм є достатнім [7]. Проте це положення не є безперечним. Проведеними спостереженнями встановлено, що продуктивність фільтрів і стійкість їх від заростання в часі буде тим більше, чим більше товщина гравійного обсіпання. Це положення узгоджується з даними нафтовиків по спостереженню за роботою нафтових свердловин і підтверджується теоретичними дослідженнями В.Н.Щелкачева [6].

Спостереження, проведені у ВНІ Водго, підтверджують, що при збільшенні об'єму і контура обсіпання ефективність застосування обсіпань різноманітного складу збільшується, а небезпека суфuzionного винесення зменшується; виходячи з вказаного, мінімальну товщину шаруючи обсіпання рекомендується приймати в 50 мм, прагнучи там, де це можливо, всемірно збільшувати контур гравійного обсіпання. Ці можливості поступово збільшуватимуться у міру появи досконаліших бурових верстатів і розробки нових методів буріння.

**Фільтри гравійні, утворені за допомогою закачування гравію.** Для споруди гравійних обсіпань в глибоких свердловинах гравітаційний спосіб не застосовний по наступних причинах: при споруді гравійних фільтрів шляхом засипки гравію по міжтрубному простору при вільному надінні не завжди вдається отримати достатньо ущільнені фільтри, що може викликати тривале піскування свердловин і обвалення порід в призабойній області; при недостатньому зазорі між робочою і фільтровою колонами і великій глибині свердловини можливе заглинювання труб гравієм і утворення висячих гравійних пробок вище з фільтр.

Споруда гравійних фільтрів в свердловинах на великій глибині утруднена унаслідок малого діаметру свердловин і їх високої вартості. У нафтовій промисловості за останні роки широко упродовжується в практику пристрій свердловин розширеного контура [6-8].

Суть методу буріння таких свердловин полягає в наступному: бурова свердловина проходиться основним діаметром до проектної глибини, а потім на ділянці постановки фільтру забій розширюється. На обсадній колоні меншим діаметром в свердловину спускається фільтр. Закачування гравію в розширений забій проводиться методом зворотної циркуляції, при якому гравій спільно з циркуляційною рідиною по міжтрубному простору проникає в забій, де, втрачаючи швидкість, осідає. Циркуляційна рідина проходить через щільний каркас фільтру в спускову колону і повертається на поверхню.

Як промивна рідина застосовується нафта, лужна вода або слабкий глинистий розчин.

Впровадження досвіду нафтовиків в практику водопостачання дозволить значно підвищити вартість споруди свердловин і ширше використовувати для водопостачання водоносні горизонти, що залягають на великій глибині, часто представлені дрібнозернистими пісками.

### **7.5 Гравійний фільтр з укладанням гравію енергією вибуху**

При свердловинному видобутку корисних копалин (вода, нафта, газ, уран та ін.) і створенні підземних сховищ газу використовують два основні види гравійних фільтрів: опускні, які зібрані на поверхні землі з наступною установкою їх у свердловинах в готовому виді, і створювані у свердловині за допомогою гравію, який засипається або закачується у свердловину по міжколонному простору.

При бурінні свердловин малих і середніх глибин успішно застосовуються гравійні фільтри з рихлим обсіпанням, яке створюється шляхом засипки гравію між труб.

При бурінні глибоких свердловин з малим кінцевим діаметром, а також при розкритті напірних водоносних горизонтів, які самовилівають на поверхню землі, створення таких гравійних фільтрів стає ускладненим, а в деяких випадках і неможливим.

Крім того, технології їх створення мають ряд істотних недоліків [14]:

- виробництво рихлих обсіпань вимагає необхідних технічних навичок і відповідної кваліфікації бурового персоналу, які часто порушують вимоги нормативних документів;
- значні витрати часу на транспортування гравійного матеріалу з денної поверхні в зону водоносного горизонту;
- якісне формування гравійного обсіпання вимагає складного поверхневого і вибійного устаткування і інструменту, що збільшує вартість робіт;
- розшарування гравійного матеріалу за розміром як по висоті, так і по діаметру створюваного гравійного обсіпання;
- зависання гравійного матеріалу на шляху транспортування з утворенням пробок, ліквідація яких вимагає додаткових витрат часу і засобів;
- утворення зяючих порожнин в гравійному обсіпанні в зоні водоносного горизонту, що призводять до піскування свердловини.

До опускаючих фільтрів відносять корзинчасті, кожушані і блокові фільтри, застосування яких також має ряд істотних недоліків. Корзинчасті і кожушані фільтри мають підвищений гідравлічний опір. В процесі експлуатації через електрохімічну реакцію фільтри схильні до швидкого заростання. При спуску вони деформуються, що призводить до утворення нерівномірного за товщиною гравійного шару, а іноді і до формування відкритих каналів і порожнеч [14].

У фільтрів блокового типу гравійне обсіпання зв'язане різними в'язкими речовинами. Такі блоки збираються на опорні перфоровані каркаси і опускають у свердловину в готовому виді.

На сьогодні гравійні фільтри блокової конструкції не відповідають вимогам, що пред'являються до них. Блоковим фільтрам небажані ударні навантаження, що викликають руйнування структури блоків. При виготовленні гравійних блоків в'язкі речовини повинні застосовуватися в таких кількостях, при яких відбувається з'єднання зерен гравію при збереженні необхідної ефективної пористості. На практиці блокові фільтри мають меншу

проникність і великі гідравлічні опори в порівнянні з рихлим обсіпанням, яке складається із зерен того ж механічного складу. Введення в'язучих речовин веде до зниження ефектної пористості і зменшення розміру самих пір, що утворюються в тілі блоку. Це відбувається за рахунок або повного перекриття цілого ряду фільтраційних каналів клеєм або їх звуження. Крім того, в блокових фільтрах як в'язуче використовуються матеріали, що не відповідають вимогам санітарних норм і правил для свердловин питного водопостачання [14].

Вирішення цієї проблеми досягається тим що укладання гравію здійснюють енергією вибуху (рис. 7.11) вибуховою речовиною, розташованій коаксіально в центральній частині контейнера по його довжині.

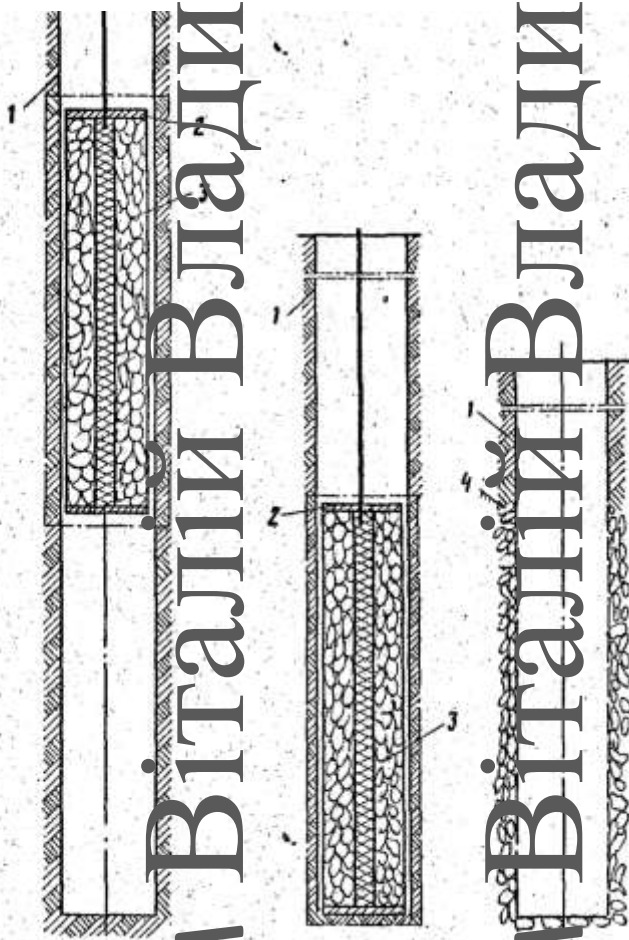


Рисунок 7.11 - Гравієний фільтр з укладанням гравію енергією вибуху

Щодачу гравію в свердловину проводять в контейнері 2, виконаному із зовнішньою оболонкою з легко руйнованого матеріалу - поліетилену.

У свердловину на тросі опускають контейнер 2 з розміщеним в центральній частині його запалом та пороховим зарядом і гравієм. Розміщують на заданій глибині. Після цього проводять вибух. В момент вибуху гравій 3 проникає у стінки свердловини 1 і ущільнюється в них, утворюючи проникну гравійну стінку. При цьому утворюється компактна структура гравійного фільтру 4. Після утворення гравійного фільтру 4 свердловина 1 обладнана каркасом, який запобігає рощанню породи і гравію всередину свердловини 1. Після прокачування дрібні частинки породи вимиваються з гравійного фільтру 4, а більш розклинені гранули між частинками гравію взаємно утримуються.

При утворенні гравійного фільтру в свердловині підвищується якість фільтру, оскільки під впливом вибуху гравійний матеріал, створюючи фільтр, зберігає заданий структурний склад, щільно укладається в стінки водоприймальної частини свердловини, забезпечуючи тим самим стійку роботу свердловини без піскування в процесі експлуатації.

## 8 ЗОНИ САНІТАРНОЇ ОХОРОНИ

В цілях усунення і попередження можливості забруднення водоносного горизонту необхідно дотримуватися режиму зон санітарної охорони водних об'єктів.

Організація спеціальних охоронних зон для водозаборів має забезпечувати безпечну відстань від установлених або можливих джерел забруднення.

Розрахунки зон санітарної охорони (ЗСО) приведені у відповідності з геологічною будовою та гідрогеологічними умовами території, дотримуючих вимог ДБН 2.04.02.-84, Водного кодексу України, постанови КМУ України №2024 від 18.12.98 р [15].

В склад ЗСО входять три пояси: I пояс-зона суворого режиму, II і III пояси – зони обмежень.

Межа першого поясу ЗСО установлюється, згідно ДБН 2.04.02.-84, на відстані 10 м від водозабору (гирла свердловини).

Другий пояс ЗСО призначений для охорони водоносного горизонту від мікробних забруднень. Розміри поясу визначаються гідродинамічними розрахунками.

Основним параметром, визначаючим відстань від межі другого поясу ЗСО до водозабору (свердловини), являється розрахунковий час “Тм” просування мікробного забруднення з потоком підземних вод до водозабору, яке повинно бути достатнім для виведення життєдіяльності і вірулентності патогенних мікроорганізмів.

Третій пояс ЗСО призначений для охорони підземних вод від хімічних забруднень. Розташування меж третього поясу ЗСО також визначаються гідродинамічними розрахунками, виходячи з умов, якщо за її межами у водоносний горизонт поступлять хімічні забруднення, вони або не досягнуть водозабору, переміщуючись з підземними водами або досягнуть водозабору, але не раніше розрахункового часу Тх.

Час просування забрудненої води від межі третього поясу ЗСО до водозабору повинен бути більше проектного терміну експлуатації водозабору (25-50 років).

Для розрахунків ЗСО експлуатаційних свердловин приймається розрахункова схема: одна свердловина в ізолюваному водоносному горизонті.

Розміри першого поясу ЗСО для всіх експлуатаційних свердловин встановлені огороженнями території насосної станції розміром 30х30м.

Водозабірні свердловини знаходяться в однакових гідродинамічних та гідрогеліологічних умовах. Незначна відмінність спостерігається тільки в добовому водозаборі та пористості водовміщуючих порід.

При проведенні розрахунків ЗСО використані результати робіт, отримані в процесі проведення детальних пошуків підземних вод для централізованого водопостачання м. Машівка, виконаних Кременчуцькою ГРЕ в 1991-1993 р.р., матеріали обстеження, планові дані експлуатаційних свердловин.

Експлуатаційні свердловини, пробурені на бучаксько-канівський водоносний горизонт.

Розрахунок другого і третього поясів ЗСО для експлуатаційної свердловини №2

Для розрахунку прийняті наступні вихідні дані:

Пористість водоносного горизонту  $h = 25.0\text{ м}$

Коефіцієнт водопровідності,  $km = 90\text{ м}^3/\text{добу}$

Активна пористість,  $\mu = 0.2$

Схил натурального потоку,  $i = 0.002$

Дебіт свердловини (нормативний водовідбір)  $Q = 28.5\text{ м}^3/\text{добу}$

Час бактеріального очищення  $T_m = 200\text{ діб}$

Розрахунок другого поясу ЗСО:

Знаходимо положення водороздільної точки  $X_B$

$$X_B = \frac{Q}{2\pi q}$$

(8.1)



де  $q$  – витрати натурального потоку.

Значення параметру  $q$  розраховуємо по формулі:

$$Q = km \cdot I \quad (8.2)$$

$$q = 90 \cdot 0.002 = 0.18 \text{ м}^2/\text{доб}$$

Підставляючи це значення у формулу для знаходження положення водороздільної точки, отримуємо:

$$X_B = \frac{28.5}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.18} = 25.2$$

Для визначення розмірів другого поясу ЗСО знаходимо числове значення безрозмірного параметру  $T$ :

$$T = \frac{q \cdot T_m}{h \cdot \mu \cdot X_B} = \frac{0.18 \cdot 200}{25 \cdot 0.2 \cdot 25.2} = 0.28 \quad (8.3)$$

Протяжність ЗСО вниз по потоку  $r$  знаходимо по формулі:

$$r = T \cdot X_B \quad (8.4)$$

де  $r$  – безрозмірний параметр

По графіку для  $T=0.28$  приймаємо  $r=0.57$  тоді:

$$r = 0.57 \cdot 25.2 = 14.4 \text{ м}$$

Знаходимо протяжність ЗСО вверх по потоку  $R$  по формулі:

$$R = K \cdot X_B \quad (8.5)$$

де  $K$  – безрозмірний параметр, який знаходиться по графіку

$$\text{При } T=0.28 \quad R=5.9 \text{ тоді} \quad R = 5.9 \cdot 25.2 = 148.7 \text{ м}$$

Загальна довжина другого поясу ЗСО складає:

$$L = 148.7 + 14.4 = 163.1 \text{ м}$$

Ширину другого поясу ЗСО знаходимо за формулою:

$$2T_m \cdot Q = \frac{2 \cdot 200 \cdot 28.5}{\pi} = 4.45 \text{ м} \quad (8.6)$$

$$d = \pi \cdot h \cdot \mu \cdot L = 3.14 \cdot 25 \cdot 0.2 \cdot 163.1$$

Другий пояс ЗСО (зони обмежень) визначений у радіусі 148.7 м.

### 8.1 Розрахунок 3-го поясу ЗСО

Третій пояс ЗСО розраховуємо при припущенні, що хімічне забруднення при порушенні цілостності водоупору поступає безпосередньо у водоносний горизонт. При розрахунках період експлуатації водозабору  $T_e$  складає  $10^4$  діб.

Положення водороздільної точки  $X_v$  і витрати натурального потоку беремо ті, що отримали при розрахунку другого поясу ЗСО:

$$X_v = 25.2 \quad q = 0.18 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Для визначення розмірів третього поясу ЗСО знаходимо числове значення безрозмірного параметру  $T$  по формулі:

$$T = \frac{q \cdot T_e}{h \cdot \mu \cdot X_v} = \frac{0.18 \cdot 10^4}{25 \cdot 0.2 \cdot 25.2} = 14.3 \quad (8.7)$$

Розраховуємо протяжність ЗСО вниз по потоку  $r$  по формулі:

$$r = T \cdot X_v \quad (8.8)$$

де  $k$  – безрозмірний параметр

$$T = 14.3 \quad r = 1 \text{ тоді: } r = 1 \cdot 25.2 = 25 \text{ м.}$$

Знаходимо протяжність ЗСО вверх по потоку  $R$  по формулі:

$$R = T \cdot X_v \quad (8.9)$$

де  $k$  – безрозмірний параметр, який знаходиться по графіку.

$$\text{При } T = 14.3 \quad R = 17.3 \text{ тоді } R = 17.3 \cdot 25.2 = 436 \text{ м}$$

Загальна довжина третього поясу дорівнює:

$$L = R + r = 436 + 25 = 461 \text{ м.}$$

Ширину третього поясу ЗСО знаходимо по формулі:

$$d = \frac{2.1 \cdot Q}{\pi \cdot h \cdot \mu \cdot L} = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot 25.2}{3.14 \cdot 25 \cdot 0.2 \cdot 461} = 78.8 \text{ м} \quad (8.10)$$

Третій пояс ЗСО визначається у радіусі 436 м

Розрахунки 2-го і 3-го поясів ЗСО для свердловин №№3,4,5,6 зв'язку з одно типовими гідрогеологічними і гідродинамічними умовами, проводиться по аналогічній методиці. Дебіт свердловин приймаємо по нормативному

водовідбору (згідно спецводокористування), потужність горизонту – по фактичному геологічному розрізу.

Розраховані зони санітарної охорони мають форму еліпсів, витягнутих по азимуту протилежному напрямленню потокові підземні води (40°).

Розміри 2-го і 3-го поясів ЗСО для кожної свердловини водозабору приведені в нижчелідуючій таблиці.

Розрахункові розміри меж другого і третього поясів ЗСО для експлуатаційних свердловин «Базилівщина»

Всі розрахунки виконані згідно існуючих вимог і інструкцій.

В процесі експлуатації свердловин необхідно дотримуватися всіх вимог, що пред'являються до поясів ЗСО, передбачених відповідними інструкціями і законодавчими документами.

Проведення робіт в радіусі поясів ЗСО, не передбачених або заборонених існуючими нормативними документами, допускається тільки при обов'язковому погодженні з органами екології, геологічного і санітарного контролю

## 9 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Геологорозвідувальні роботи будуть виконуватися у відповідності із правилами безпеки при геологорозвідувальних роботах. "Правилами техніки безпеки для підприємств автомобільного транспорту", "Правилами безпеки при експлуатації судів, що працюють під тиском, "Правилами устрою і безпечної експлуатації кранів", "Правилами технічної експлуатації електроустановок, "Правилами безпеки в газовому господарстві», "Правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок, станцій і підстанцій», "Правилами пожежної безпеки для ГРО і П", утв. 07.08 79 р. і "Системою забезпечення безпечних умов праці МГУ СРСР»\*

Основні вимоги по техніці безпеки зв'язані зі специфікою проведення геологорозвідувальних робіт, технологічного процесу, обслуговування устаткування, виконання яких необхідно для запобігання нещасних випадків, виникнення вибухів і пожеж.

Місця закладення свердловин повинні бути погоджені з організаціями, що експлуатують ЛЕП. Підземні кабелі, нафто-, газопроводи, водопроводи й аміакопроводи

До початку робіт, і особливо перед спуском і підйомом колони обсадних труб, старший буровий майстер зобов'язаний особисто перевірити справність вишки, устаткування талевої системи, інструмент, КВП, виконувати всі роботи відповідно до регламенту "Правил безпеки ведення геологорозвідувальних робіт".

### 9.1 Заходи по охороні навколишнього середовища

До початку польових робіт план розміщення свердловин погоджується в районних і сільських Радах народних депутатів. Свердловини задаються по можливості на непридатних для оранки землях. з попереднім погодженням виносу свердловини на місцевості районними службами санітарного нагляду, міжрайонною інспекцією екологічної безпеки, районними землевпорядниками,

РЕС і зв'язку. Погодження оформляється актом закладення установленої форми.

Буріння свердловин і інші види робіт виконуються з урахуванням законодавства України про надра.

При проведенні бурових робіт проектом передбачаються наступні заходи:

а- по захисту водоносних горизонтів від забруднення:

- планування зони строгого режиму для забезпечення стоку вод;
- цементація затрубного простору обсадної колони від башмака до гирла свердловини для ізоляції водоносного горизонту;
- герметизація гирла свердловини для забезпечення її роботи в особливих умовах;
- установка в насосній станції пробноспускного крану для відбору проб води на бактеріологічний і хімічний аналізи.

б/ дотримання санітарно-гігієнічних умов водозабору:

- розробка котлованів під промивну рідину для буріння свердловини і канал під водопровід зі зняттям рослинного шару і наступним відновленням при засипці котловану і каналу (рекультивация земель).

## **9.2 Організаційно-технічні заходи щодо охорони праці і техніки безпеки, промсанитарії і пожежної безпеки**

Систематично проводити усі види інструктажів, навчати всіх робітників.

Систематично проводити медичне обстеження всіх трудящих на буровий відповідно до наказу Мінздраву № 55, правилами безпеки за професією.

Екзаменаційні комісії повинні приймати один раз у рік від усіх робітників екзамен з техніки безпеки».

Проводити суспільний огляд по охороні праці і техніки безпеки.

Проводити аналіз виробничого травматизму і вживати заходи по його усуненню.

ІТБ при відвідуванні виробничих об'єктів роботи перевірки стану ТБ і записувати про порушення в журнал зауважень по техніці безпеки.

Для ролі суспільних інспекторів по охороні праці систематично проводити їхнє навчання й установити контроль за виконанням їхніх розпоряджень.

На нарадах розглядати питання стану ТБ. Регулярно поповнювати робочі місця інструментом, устаткуванням і наочною літацією по ТБ. Вчасно забезпечити виробничі об'єкти медичними аптечками. Систематично робити перевірку технічного стану бурових агрегатів, введення бурових агрегатів в буріння робити після дозволів бурових комісій. Регулярно проводити тестування вантажопідйомних механізмів, діелектричних захисних засобів, виміри опор заземлення й ізоляції.

### **9.3 Виробничо-технічні заходи**

Установка засобів грозозахисту і захисних заземлень. Пристрій додаткових огорожень на ділянках і вузлах підвищеної небезпеки, а також механізмів, що полегшують працю і поліпшують стан.

### **9.4 Заходи щодо забезпечення безпеки руху на автотранспорті**

Перевезення робітників на вахту і назад робити на автобусах або спеціально обладнаних машинах.

При перевезенні водій повинний виділяти відповідальних осіб із записом прізвищ у шляховому листі.

Проводити заняття з водіями за правилами руху і перевезень

Один раз у рік проводити екзамен з ТБ у водіїв.

### **9.5 Санітарно-гігієнічні умови праці працівників і лікувально-профілактичні заходи**

На всіх бурових організувати пункти харчування, забезпечивши їх посудом.

Регулярно проводити медичні огляди трудящих відповідно до наказов Мінздраву №55.

## 9.6 Заходи щодо поліпшення протипожежного стану об'єктів

Проводити навчання складові ДПД по відповідній програмі, мати необхідні протипожежні засоби й інвентар відповідно до правил пожежної безпеки. Регулярно проводити з представниками пожежного нагляду перевірки протипожежного стану об'єктів.

## 9.7 Санітарно-гігієнічний стан і санітарно-побутовий стан об'єктів.

Виробничі і житлові приміщення, робочі місця, проходи і підходи до устаткування, механізмів допоміжних пристосувань повинні утримуватися в чистоті і не захаращуватися.

Інструменти повинні утримуватися в чистоті і розташовуватися в шафах зручних для використання.

Сміттєві ями і вбиральні повинні бути обладнані щільно закриваючими кришками і розташовуватися не ближче 30 м від виробничих і житлових приміщень і об'єктів, у місцях, що виключають забруднення водою. Відходи хімічних речовин, отруйних речовин повинні збиратися і транспортуватися, знищуватися з дотриманням санітарних норм і правил. Свердловини повинні бути закриті кришками, ями для промивної рідини повинні бути засипані.

Бригади забезпечуються укриттями для літнього періоду і приставними будинками в зимовий період. На осінньо-зимовий період на бурових агрегатах устанавлюються спеціальні металеві пічки з іскрогасниками для обігріву робітників. Щитовими і приставними будинками геологорозвідальна експедиція забезпечена.

Проліти ПММ повинні в разі потреби прибиратися. Приміщення повинні бути досить освітлені відповідно до вимог ТБ, так як і робочі місця. Будинки із суцільною оббивкою обладнаються вікнами /більше 10% від площі поверху/, що підтримуються в чистоті.

Штучне освітлення приміщення бурових, в'юшок, зумпфів, глинстанцій здійснюється від дизельних ЛЕП, напругою 220В. Світильники підтримуються

в чистоті, як аварійне висвітлення будуть застосовуватися ліхтарі /36В/ або переносні газові ліхтарі.

Передбачається механізація важких і трудомістких робіт. Для проживання бурових бригад передбачається вагон-будинки.

Вагон-дома забезпечуються:

- шафами для спецодягу і взуття;
- сушарками;
- умивальниками /з милом і грушником;
- радіоприймачами і телевізорами;
- холодильниками

Забезпечення робітників спецодягом передодиться згідно "Норм безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття, запобіжних пристосувань". Проектом передбачається прання одягу, ремонт спецвзуття, прання постільної білизни не рідше 1 разу в 10 днів. Харчування працівників бурових бригад передбачається котловим способом, для чого наймиться кухарі.

Котлопункт забезпечується посудом для готування і прийому їжі. Питна вода доставляється на бурові в термосах на автомашинах.



## 10 ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Проектом передбачається буріння свердловини – 150 м.

Згідно ЗУКН [15], свердловина відноситься до 3 групи.

### 10.1 Розрахунок часу на бурові роботи

Таблиця 10.1- Розрахунок часу на бурові роботи

Група свердловин категорія порід	Об'єм, м	Нвр ЗУКН	Разом ст.зм.	Всього ст.зм.
Згр. 111-315				
2 б/к	50	0,02	1	1
3 б/к	53	0,03	1,59	1,59
4 б/к	18	0,04	0,72	0,72
5 б/к	2	0,06	0,12	0,12
6 б/к	37	0,09	3,33	3,33
разом			6,76	6,76

Визначений коефіцієнт відхилення від нормалізованих умов роботи.

$$K_{откл} = 6,76 / 6,76 = 1$$

### 10.2 Розрахунок

#### Витрат часу на допоміжні роботи

Таблиця 10.2 - Витрат часу на допоміжні роботи

Види робіт	Об'єм	Нвр ЗУКН	Всього ст.зм.
Згр. 111-315			
1. Промивка свердловин	1	0.22	0.22
2. Цементування колони обсадних труб	1	0.23	0.23
3. Кріплення свердловини обсадними трубами	110/100	0.8	0.88
Всього			1,33

## Розрахунок

Кількості ст.зм. на монтаж, демонтаж і перевезення бурової установки згідно ЗУКН. Витрати складають 0.7 ст. змін на 1 монтаж, демонтаж і перевезення, а весь об'єм :

$$0.7 * 1 = 0.7 \text{ ст.зм.}$$

Загальна кількість ст. див. на бурові роботи складає:

$$1,33 + 6,76 + 0,7 = 8,79 \text{ м}$$

Визначаємо кількість ст. місяців. Приймаємо режим роботи в одну зміну:

$$8,79 / 25,6 = 0,34 \text{ ст. місяців}$$

При продовженні робіт місяць буде потрібно:

$$0,7 / 0,4 = 1,75 \text{ приймаємо 1 бурову установку.}$$

Визначаємо швидкість буріння:

$$1,50 / 0,34 = 441 \text{ м (ст. місяців.)}$$

$$\text{Або } 441 / 8,79 = 50 \text{ м / (ст. зм.)}$$

## 10.3 Розрахунок

## Витрат праці на бурові роботи

Таблиця 10.3 - Витрат праці на бурові роботи

Види робіт	Об'єм	Норма чол.дн.	Всього чол.дн
1. Буріння свердловин	6,76	4.88	32,9
2. Допоміжні роботи	1,33	4.88	6,5
3. Монтаж, демонтаж, перевезення	0,7	0,21	0,147
разом			
Всього			79,1

Визначаємо чисельність персоналу:

$$n = 79,1 / 25,6 = 3 \text{ людини}$$

## Розрахунок

Кошторисній вартості 1 станко-зміни буріння по ЗУКН:

Таблиця 10.4 - Кошторисній вартості 1 станко-зміни буріння по ЗУКН:

Стаття витрат	Буріння		Допоміжні роботи		Монтаж, демонтаж, перевезення	
	табл. 27		табл. 27		табл. 72	
	ЗУКН	з уч.К	ЗУКН	з уч.К	ЗУКН	з уч.К
Заробітна плата K=3.75	26.82	100.5	26.82	100.5	25.10	94.13
Матеріали K=14.16	22.52	319.33	22.52	319.33	10.87	54.14
Амортизація K=1.23	9.93	12.87	9.93	12.87	12.87	15.83
разом		432.52		432.52		264.09
з урахуванням K=1.556		673		673		410.93

## Витрати на монтаж фільтру і ерліфта

Таблиця 10.5 - Витрати на монтаж фільтру і ерліфта

Види робіт	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт	Норма ст. див.	Разом
Монтаж фільтру	шт.	1	0.20	0.20
Монтаж ерліфта	шт.	1	0.35	0.35
Монтаж погрузного насоса	шт.	1	0,45	1,45
Досвідчені відкачування	шт.	1	2.00	2.00
Всього				3

Таблиця 11.6 - Розрахунок кошторисної вартості робіт по монтажу фільтру, ерліфта і погрузного насоса

Статті витрат	Монтаж фільтру		Монтаж ерліфта		Досвідчені відкачування		Монтаж погрузного насоса		Всього
1.Зарплата к=3,75	18,2	682,5	18,2	682,5	18,2	682,5	18,2	682,5	
2.Матеріальні витрати к=14,18	15,6	2212,1	15,6	2212,1	15,6	2212,1	15,6	2212,1	
3.Амортизація к=1,23	19,1	122,1	19,1	122,1	19,1	122,1	19,1	122,1	
Разом основних витрат		3016,7		3016,7		3016,7		3016,7	
Разом к=1,556		4694,00		4694,00		4694,00		4694,00	18776,0

#### 10.4 Охорона надр

Кількість свердловин 1, знімаємо ґрунтовий шар 0.3 м і перемішуваний на 20 м. Норматив для самохідної установки: 1000 м<sup>2</sup>. Об'єм переміщеного ґрунту 1000\*0.3\*1=300 м<sup>3</sup>.

Розрахунок кошторисної вартості рекультивації ґрунтів 2 групи бульдозером М 80 з переміщенням ґрунту на 20 м.

Таблиця 11.7 - Розрахунок кошторисної вартості рекультивації ґрунтів

Статті витрат	Норма на тис. м <sup>2</sup>			
	переміщення на 10 м		на доповнить. 10 м	
	по ЗУКН	з уч. До	по ЗУКН	з уч. До
1. Зарплата к=3.75	16,07	603	12,70	47,6
2. Матеріали				

( K=14.18)				
3 Амортизація ( K=1.23)	8.98	109	7.11	8.7
Всього основних витрат		712		56.3
разом з K=1.556		1107		87.6

Всього вартість переміщення на 20 м:

$$1107 + 87.6 = 1984 \text{ грн}$$

Всього кошторисна вартість рекультивації:

$$1984 * 0.3 = 595 \text{ грн}$$

Таблиця 10.8 - Кошторис на проектовані види робіт

Види робіт	Одиниці вимірювання	Об'єм	Кошторисна вартість одиниці роботи	Повна кошторисна вартість
1. Буріння свердловин	п.м./ст.см.	6,76	6730	45494,8
2. Вспомогательніс роботи	ст. див.	1,33	6730	8950,9
3. Монтаж, демонтаж, перевезення	м.д.	1	4109,3	4109,3
4. Монтаж фільтру	ст. див.	0.2	4700	940
5. Монтаж ерліфта	ст. див.	0.35	4700	1645
6. Досвідчені відкачування	ст. див.	2	4700	9400
7. Монтаж догружного насоса	ст. див.	0,45	4700	2115

Разом польових робіт				72655
8.Організація робіт 1%	грн			726,55
9.Ліквідація робіт 0.8%	грн			5812,4
10.Транспорт 10%	грн			7265,5
11. Будівництво тимчасових будівель і сооружений 2%	грн			3632,75
12. Охорона надр	грн			560
Разом ГРР	грн			90652,2
12. Польове постачання 6%				5439,1
13. Премії і доплата 2%				1813
14. Резерв 4%				3626
Разом	грн			101530,3
15.Відрахування до пенсійного фонду 32%				32489,7
16.Відрахування в соцстрах 4%				4061,2
17.Відрахування до фонду зайнятості 1,5%				1522,9
Разом				139604,1
ПДВ 20%				27920,8
Всього по кошторису				167524,9

Кошторисна вартість 1 ц.м. буріння :

$167524,9/150=1116,8$ грн

## ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. В адміністративному відношенні ТЦСК «Базилівщина» Управління з переробки газу та газового конденсату розташованій на північній околиці с. Селешиня Машівського району Полтавської області.

2. В геоструктурному відношенні територія розташована в межах привієсової частини центрального грабену Дніпровсько-Донецької западини.

В геоморфологічному відношенні район робіт знаходиться в Середньому Придніпров'ї на лівобережній рівнині в межах пліоценової тераси.

3. Мета роботи – питне та технічне водозабезпечення села Базилівщина Полтавської області, що досягається за рахунок вдосконалення технології обладнання водозабірної частини експлуатаційної свердловини іновативними гравійними фільтрами.

4. Для господарчо-питного та виробничого водопостачання підприємство використовує бучаксько-канівський водоносний горизонт. Відбір підземних вод складає – 248,0 м<sup>3</sup>/добу; 90..5тис. м<sup>3</sup>/рік..

5. Новизна одержаних результатів полягає у вдосконаленні технологій буріння свердловин в складних горно-геологічних умовах ділянки Базилівщина Полтавської області за рахунок оптимізації її технологічних параметрів; обладнання водозабірної частини експлуатаційної свердловини іновативними гравійними фільтрами.

6. Розроблено технологію буріння експлуатаційної свердловини для умов ділянки Базилівщина Полтавської області: виконано аналіз геологічної будови і характеристики продуктивних горизонтів; обґрунтовано конструкцію свердловини; здійснено обґрунтування бурового устаткування; обґрунтовано породоруйнуючий інструмент, технологія кріплення свердловини; розроблено технологію обладнання водозабірної частини експлуатаційної свердловини іновативними гравійними фільтрами. Розроблено питання: організації виробництва, охорони надр і довідля.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Судаков А.К., Пащенко О.А. Методичні вказівки по курсовому проектуванню «Буріння свердловин на воду». Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 65 с.
2. Судаков А.К., Пащенко О.А. Методичні вказівки по лабораторним роботам з «Буріння свердловин на воду». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 40 с.
3. Коцкулич Я. С., Кочкодан Я. М. Буріння нафтових і газових свердловин. Підручник. – Коломия: ВНУ «Вік», - 1999 – 504 с.
4. Мислюк М. А., Рибчик Г. Й., Яремійчук Р. С. Буріння свердловин: Довідник. Т. 1: Загальні відомості. Бурові установки. Обладнання та інструменти. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – 367 с.
5. Мислюк М. А., Рибчик Г. Й., Яремійчук Р. С. Буріння свердловин: Довідник. Т. 2: Промислові свердловини. Відробка доліт. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – 303 с.
6. Мислюк М. А., Рибчик Г. Й., Яремійчук Р. С. Буріння свердловин: Довідник. Т. 5: Ускладнення. Аварії. Екологія. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 376 с.
7. Инструкция по рас чету бурильных колонн. Руководящий документ взамен РД 39-0147014-502-85// Валов В. М., Даниленко О. Д., Джабаров Р. И. и др. – М., 1977. – 156 с.
8. Трубы нефтяного сортамента. Справочник / Сароян А. Е., Щербаков Н. Д., Якубовський Н. В. и др. – М.: Недра, 1987. – 488 с.
9. Коцкулич Я. С., Тищенко О. В. Закінчування свердловин: Підручник. – К.: «Інтерпрес ЛТД», 2009 – 366 с.
10. Державний стандарт України. ДСТУ БВ.2.7-88-99. Цементи тампонажні. Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. Київ, 1999. – 63 с.
11. Горський В.Ф. Тампонажні матеріали і розчини. Посібник-монографія. –



2006.

12. Буріння свердловин: Довідник: У 5т. Т.4.: Завершення свердловин / М. А. Мислюк, І. Й. Рибчич. – К.: «Інтерпрес ЛТД», 2012. – 608 с.
13. Мартинюк Р. Т., Чернова С. Т., Мартинюк Т. М., Спорудження насосних та компресорних станцій: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014 – 238 с. ISSN I/II-7207.
14. Водний Кодекс України/<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
15. Збірник укрупнених кошторисних норм на геологорозвідувальні роботи (ЗУКН), розділ 13, Буріння геологорозвідувальних свердловин. Держгеології України. Державний інформаційний геологічний фонд України "Геоінформ". Київ, 1999. 342 с.