

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Геологорозвідувальний факультет  
Кафедра нафтогазової інженерії та буріння

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню магістр**

студента Мітусова Ігоря Олександровича  
академічної групи 185М-18-1 ГРФ  
спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології  
спеціалізації \_\_\_\_\_  
за освітньо-професійною програмою «Нафтогазова інженерія та технології»  
на тему: «Вдосконалення технології приготування бурових розчинів для умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області».

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	Давиденко О.М.			
Розділів:				
Технологічного	Давиденко О.М.			
Охорона праці	Давиденко О.М.			
Економічного	Давиденко О.М.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Расцветаев В.О.			

Дніпро

2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**завідувач кафедри  
нафтогазової інженерії та буріння  
\_\_\_\_\_ к.т.н. Коровяка Є.А.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню магістр**

студенту Мітусову І.О. академічної групи 185М-18-1 ГРФ  
спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології  
спеціалізації \_\_\_\_\_  
за освітньо-професійною програмою «Нафтогазова інженерія та технології»  
на тему: «Вдосконалення технології приготування бурових розчинів для умов  
буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_ 2019 р. № \_\_\_\_\_-Л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Аналітичний огляд умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області	31.10.2019
	Вдосконалення технології приготування бурових розчинів для умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області за рахунок використання гідродинамічної кавітації	16.12.2019
Економічний	Обґрунтування економічної ефективності	16.12.2019
Охорона праці	Розробка заходів по безпечним умовам роботи	16.12.2019

Завдання видано \_\_\_\_\_

Давиденко О.М.

(підпис керівника)

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 15.10.2019Дата подання до екзаменаційної комісії 20.12.2019р.

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

Мітусов І.О.

(підпис студента)

(прізвище, ініціали)

## ЗМІСТ

3

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1 Загальні відомості про район бурових робіт Бригадирівської площі Харківської області .....	7
1.1 Загальна геологічна характеристика Бригадирівської площі Харківської області.....	7
1.2 Конструкція свердловини.....	11
1.3 Вибір і обґрунтування типів і параметрів бурових розчинів.....	12
РОЗДІЛ 2 Аналіз існуючих технологій підготовки і приготування промивальних рідин для умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області .....	23
2.1 Аналіз способів обробки промивальних рідин при бурінні свердловин.....	25
2.2 Існуючі конструкції диспергаторів кавітацій для обробки промивальних рідин.....	30
2.3 Цілі і завдання досліджень .....	37
РОЗДІЛ 3 Обґрунтування технологічної схеми для реалізації кавітаційно-пульсаційної технології при приготуванні промивальної рідини .....	39
3.1 Загальна будова кавітаційно-пульсаційного генератора роторного типу .....	39
3.2 Розрахунок технологічних параметрів кавітаційно-пульсаційного генератора роторного типу.....	46
РОЗДІЛ 4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях .....	54
4.1 Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих чинників ЕОМ, що впливають на користувача.....	54
4.2. Організаційні і технічні заходи по захисту від враження електричним струмом.....	55
4.3 Гігієна праці і промислова санітарія .....	56
4.4 Техніка безпеки при роботі з ПВЭМ.....	57

4.5 Протипожежна безпека.....	4 60
4.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	61
4.7 Розрахунок загального штучного освітлення для виробничого приміщення .....	62
РОЗДІЛ 5 Очікувані техніко-економічні показники .....	65
Загальні висновки.....	67
Список використаних джерел .....	68
ДОДАТОК А Інформаційний звіт про проект спорудження пошукової свердловини №4 Бригадирівської площі, Харківської області, розроблений Українським науково-дослідним інститутом природних газів.	



## Вступ

Енергетична незалежність держави – це запорука самостійності, стабільності та економічного зростання. Бажання будь-якої країни бути максимально незалежною від імпорту нафти і газу є безумовно необхідною умовою для її успішного розвитку. Їх видобуток безпосередньо пов'язаний з технологіями обертвого буріння з використанням різних типів промивальних рідин.

Сьогодні деякі традиційні технології приготування промивальних рідин досягли певної межі продуктивності. Насамперед, це обумовлено тим, що роботи, пов'язані з приготуванням і обважненням бурових розчинів, займають значний об'єм в циклі будівництва свердловин. Характер цих робіт стає складнішим у зв'язку зі збільшенням глибин буріння свердловин. В ускладнених умовах усе більш високі вимоги пред'являються до якості бурових розчинів, устаткування для їх приготування, механізації і автоматизації систем приготування промивальних рідин.

Проте широке впровадження в практику буріння кавітаційно-пульсаційної технології дозволить розкрити та вивчити взаємодію механічних та фізичних процесів для визначення раціональних параметрів кавітаційно-пульсаційної дії на компоненти для приготування промивальних рідин, що забезпечить інтенсифікацію процесу приготування.

Необхідність розробки технології обробки промивальних рідин з використанням нових перспективних пристроїв для реалізації кавітаційно-пульсаційної технології, що реалізують процес диспергування початкових компонентів, і визначають актуальність досліджень магістерської роботи для сучасної видобувної галузі України.

Виходячи з вище сказаного була сформульована **мета кваліфікаційної роботи:** вдосконалення технології приготування промивальних рідин для умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області за рахунок реалізації кавітаційно-пульсаційної технології.

**Завдання кваліфікаційної роботи :**

- 1) Провести аналітичний огляд геологічних та технічних умов роботи на Бригадирівській площі Харківської області;
- 2) Зробити аналіз існуючих технологій підготовки і приготування промивальних рідин для умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області;
- 3) Обґрунтувати технологічну схему для реалізації кавітаційно-пульсаційної технології при приготуванні промивальної рідини;
- 4) Проаналізувати економічну ефективність запропонованої технологічної схеми;
- 5) Розробити заходи по техніці безпеки при приготуванні промивальної рідини з використанням схеми для реалізації кавітаційно-пульсаційної технології.

**Об'єктом дослідження** даної роботи є кавітаційний генератор для приготування промивальних рідин при застосуванні його в умовах буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області, а **предметом дослідження** – технологічні та конструктивні характеристики запропонованого кавітаційного генератора для приготування промивальних рідин.

**Іноваційність:** уперше обґрунтовано технологічну схему для реалізації кавітаційно-пульсаційної технології при приготуванні промивальної рідини для умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області.

**Практичне значення** полягає в розрахунку технологічних параметрів кавітаційно-пульсаційної технології при підготовці і приготуванні промивальних рідин на водній основі при бурінні свердловини на Бригадирівській площі Харківської області.

**Економічний ефект** в середньому для однієї свердловини складе – 564678 грн.

**Апробація роботи** – за матеріалами кваліфікаційної роботи підготовлено заявку на корисну модель.

## РОЗДІЛ 1 Загальні відомості про район бурових робіт Бригадирівської площі Харківської області

### 1.1 Загальна геологічна характеристика Бригадирівської площі Харківської області

За даними структурно-пошукового і глибокого буріння отримані прямі ознаки нафтогазоносності приштокових і надштокових об'єктів: притоки в'язкої нафти із триасових відкладів, в свердловині Бригадирівська-4 із башкирських відкладів підняті нафтонасичені керни.

За даними гравірозувідки контур ніжки штоку суттєво менший, ніж контур загублення кореляції сейсмічних відбиттів, що може бути обумовлено наявністю приштокових задирів.

За сейсмогеологічними даними на рівні відкладів С2 і С1 прогнозується запечатаний (обмежений з трьох боків сіллю) теригенний блок, а також різними авторами виділяються приштокові позитивні структури - Південно-, Північно- і Західно-Бригадирівська, Добровольська, Печенізька.

За даними магніторозвідки в надфундаментній частині на глибині ~ 5 км прогнозується Бригадирівський інтрузив девонського віку, перспективи нафтогазоносності якого зв'язуються із вивіреною верхньою частиною та структурою облягання у вищезалягаючих відкладах.

Бригадирівський шток з передтріасовим рівнем залягання солі розташований в Шевченківській затоці Дніпровського грабену на межі площі досліджень. Основний обсяг геолого-геофізичних досліджень тут проведений ще в 70-х роках минулого сторіччя. Це сейморозвідка МВХ і МСГТ, гравіметрична зйомка М 1:25 000, аеромагнітна зйомка М 1:25 000 на двох висотах. За даними сейморозвідки різними авторами в навколоштоковому просторі виділялась значна кількість позитивних структур – Південно-, Північно- і Західно-Бригадирівська, Печенізька, Добровольська; в тілі штоку були отримані відбиття, які можливо зв'язані із запечатаним теригенним блоком; встановлено незгідне залягання шарів середнього і нижнього карбону.

За даними гравірознавства (партия 235/75, Малиновський О.К.) розміри ніжки штоку суттєво менші ніж за даними сейсморозвідки, що можливо обумовлено наявністю крупноамплітудних приштокових блоків-задірів. За даними структурно-пошукового (Купріянов Г.М., 1957-59 рр.) і глибоко-пошукового (трестом "Харківнафтогазрозвідка" в 1975-79 рр. пробурено дві свердловини) буріння встановлені прямі ознаки нафтогазоносності надштокових і приштокових відкладів. Так, в свердловині 135-с, яка пробурена в межах мезозойського куполу над штоком, отриманий приплив в'язкої нафти із тріасових відкладів. В свердловині 4 із башкирських відкладів, які розкриті під товщею штокової солі потужністю 2,5 км підняті нафтонасичені керни.

На Бригадирівській площі прогноуються специфічні пастки ВВ, які зв'язуються із інтрузивним тілом девонського віку та антиклінальною структурою його облягання. Так, в магнітному полі тут виділяється Бригадирівський магнітний максимум, природа якого до цього часу чітко не визначена. Він характеризується ізометричною формою і входить до субмеридіональної зони максимумів, яка протягується від Гашинівського (Новостепанівського) максимуму далеко в межі Дніпровського грабену і має довжину біля 42 км. Розміри Бригадирівської аномалії по замкнутій ізодинамі 600 нТл становлять 3 x 4 км.

В плані магнітний максимум з деяким зміщенням епіцентрів (~3 км) співпадає із інтенсивним гравітаційним мінімумом, яким відображений Бригадирівський соляний шток в гравітаційному полі. Причому, якщо гравітаційний мінімум дещо витягнутий в субширотному напрямку, то магнітний максимум – в субмеридіональному.

За даними кількісних розрахунків по магнітному полю верхня кромка магнітоактивного тіла знаходиться на глибині 4,8 км. Вертикальний градієнт магнітного поля Бригадирівської аномалії складає 525 нТл на 1км. Це свідчить про невелику (до ~1км) потужність магнітоактивних мас. Тому за цими даними Бригадирівський магнітний максимум зв'язувався із пластом або покровом девонських діабазів в нижній частині осадочного чохла. При кількісній

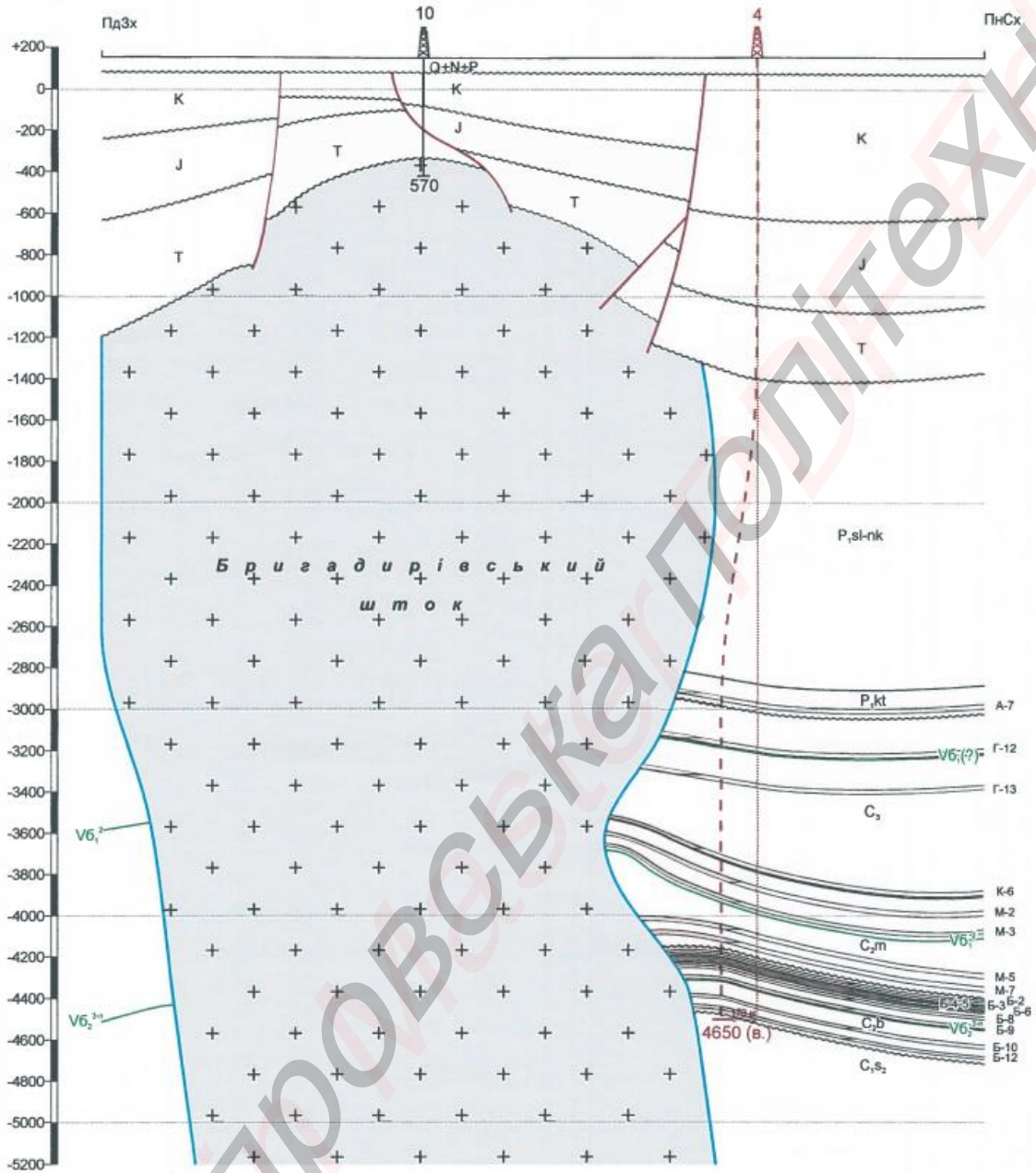


інтерпретації гравітаційного поля на основі геологічного редукування із спостереженого гравітаційного поля був виключений вплив мезозойських відкладів і Бригадирівського соляного штоку. В різницевому полі на місці штоку отриманий інтенсивний локальний максимум, який співпадає із магнітним максимумом. Глибина залягання верхньої кромки гравіаактивних порід за кількісними розрахунками знаходиться в інтервалі глибин 4,5-5,0 км.

За цими даними гравітаційний і магнітний максимуми зв'язуються із інтрузією щільних магнітоактивних порід, впровадження яких (як і соляного штоку) відбулося на перетині двох розломів – субширотного і субмеридіонального простягання. Перспективи нафтогазоносності Бригадирівського інтрузиву зв'язуються із його верхньою вивітреною частиною і антиклінальною структурою облягання в перекриваючих осадових відкладах девону і карбону.

За даними сейсмозв'язки КМЗХ (Манюта, тема 21/84-85) Бригадирівський шток (і інтрузив) розвинуті в зоні крупного субширотного високоамплітудного розлому в рельєфі поверхні фундаменту, по якому остання занурюється із глибини - 5,75 км до - 8,0 км. Дані сейсмозв'язки КМЗХ по глибині залягання поверхні фундаменту і викладені вище дані про параметри Бригадирівського інтрузива дозволяють передбачати, що його апікальна частина знаходиться вище поверхні фундаменту на 1-3 км. Таким чином, найбільш вірогідно зв'язувати його природу із інтрузією діабазів або вулканічним апаратом девонського віку. Ми надаємо перевагу останньому по аналогії із Гашинівським магнітним максимумом, з яким вони складають одну зону. В той же час не виключено, що Гашинівсько-Бригадирівська зона магнітних максимумів можливо обумовлена об'єктами докембрійського фундаменту. Це можуть бути дайки і інтрузивні тіла, наприклад, серпентинітів, які відзначаються підвищеними магнітними властивостями і невисокою щільністю ( $\sigma_{\text{сер.}}=2,70 \text{ г/см}^3$ ), близькою до вмшуючих гранітоїдів ( $2,66-2,72 \text{ г/см}^3$ ).

**БРИГАДИРІВСЬКА ПЛОЩА**  
Сейсмогеологічний розріз по лінії І-І'  
Масштаб 1: 20 000



Умовні позначення:

- |  |                                                            |  |                |
|--|------------------------------------------------------------|--|----------------|
|  | - горизонт відбиття                                        |  | а) - пробурені |
|  | - межі стратиграфічних підрозділів                         |  | б) - проєкtnі  |
|  | - тектонічні порушення                                     |  |                |
|  | - Бригадірівський шток                                     |  |                |
|  | - перспективні ресурси кат. С <sub>2</sub> (код класу 333) |  |                |

**Рис. 1.1 – Геологічний розріз**

## 1.2 Конструкція свердловини

Конструкція свердловини представлена у вигляді табл. 1.1-1.2 та рис. 1.2.

Таблиця 1,1

### Конструкція свердловини

Найменування колон	Інтервал спуску, м	Ø колони, мм	Ø долота для буріння під колону, мм	ДСТ на труби	Тип різьбового з'єднання	Тип цементу	Інт-л підняття цементно-го розчину, м	Густина цемент. розчину, кг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кондуктор	0 - 75	508	660,4	ГОСТ 632-80/АНІ	ВТС	ПЦТ III-Пол 5-50	75 - 0	1500
Проміжна	0 - 1550	340	444,5		А.ОТТМ	II-га порція ПЦТ I-100	1550-1200	1850
						I-ша порція ПЦТ III-Пол 4-100	1200 - 0	1400
Проміжна 1 секція 2 секція	0 - 3020	245	311,15		А.ОТТГ/ВАМ	ПЦТ I-100	3020 - 1450	1920
	1450-3020					ПЦТ I-50	1450 - 0	1850
Експлуатаційна 1 секція 2 секція	0 - 4170	178	215,9		ВАМ	РТМ-120 ПВ	4170 - 2900	1800
	2900 - 4170					ПЦТ I-100	2900 - 0	1850
Хвостовик	4120 - 4670	127	152,4		Extreme Line	РТМ-120 ПВ	4670 - 4120	1800

### Розрахунок профілю проектної свердловини

Інтервал по вертикалі, м			Зенітний кут, град		Середня інтенсивність викривлення, град/10м	Горизонтальне відхилення, м		Довжина по стволу, м	
від	до	довжина	на початку	в кінці		на інтервал	загальне	інтервалу	загальна
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1810	1810	0	0	0	0	0	1810	1810
1810	1960	150	0	10,1	0,67	13,2	13,2	151	1961
1960	2210	250	10,1	15,2	0,2	66,8	80	258	2219
2210	3000	790	15,2	0	0,2	90	170	801	3020
3000	4650	1650	0,0	0	0	0	170	1650	4670

### 1.3 Вибір і обґрунтування типів і параметрів бурових розчинів

Бурові розчини виконують багато функцій і здійснюють значний вплив на процес буріння нафтових і газових свердловин. Для досягнення найкращих техніко-економічних показників буріння важливо правильно підібрати тип бурового розчину, тобто його компонентний склад і цільове призначення.

Основа вибору допустимих типів бурових розчинів – відповідність складу бурових розчинів для порід, що розбурюються на всіх інтервалах буріння до спуску обсадної колони.

Густину бурового розчину визначаю за формулою:

$$\rho_{б.р.} = \frac{P_{пл} + \Delta P}{g \cdot h} \left[ \frac{кг}{м^3} \right] \quad (1.1)$$

де  $P_{пл}$  – пластовий тиск, [Па];

$g$  – прискорення вільного падіння, [м/с<sup>2</sup>];

$h$  – глибина відповідного пластового тиску, [м];

$\Delta P$  – величина, на яку тиск у свердловині перевищує пластовий тиск, [Па].

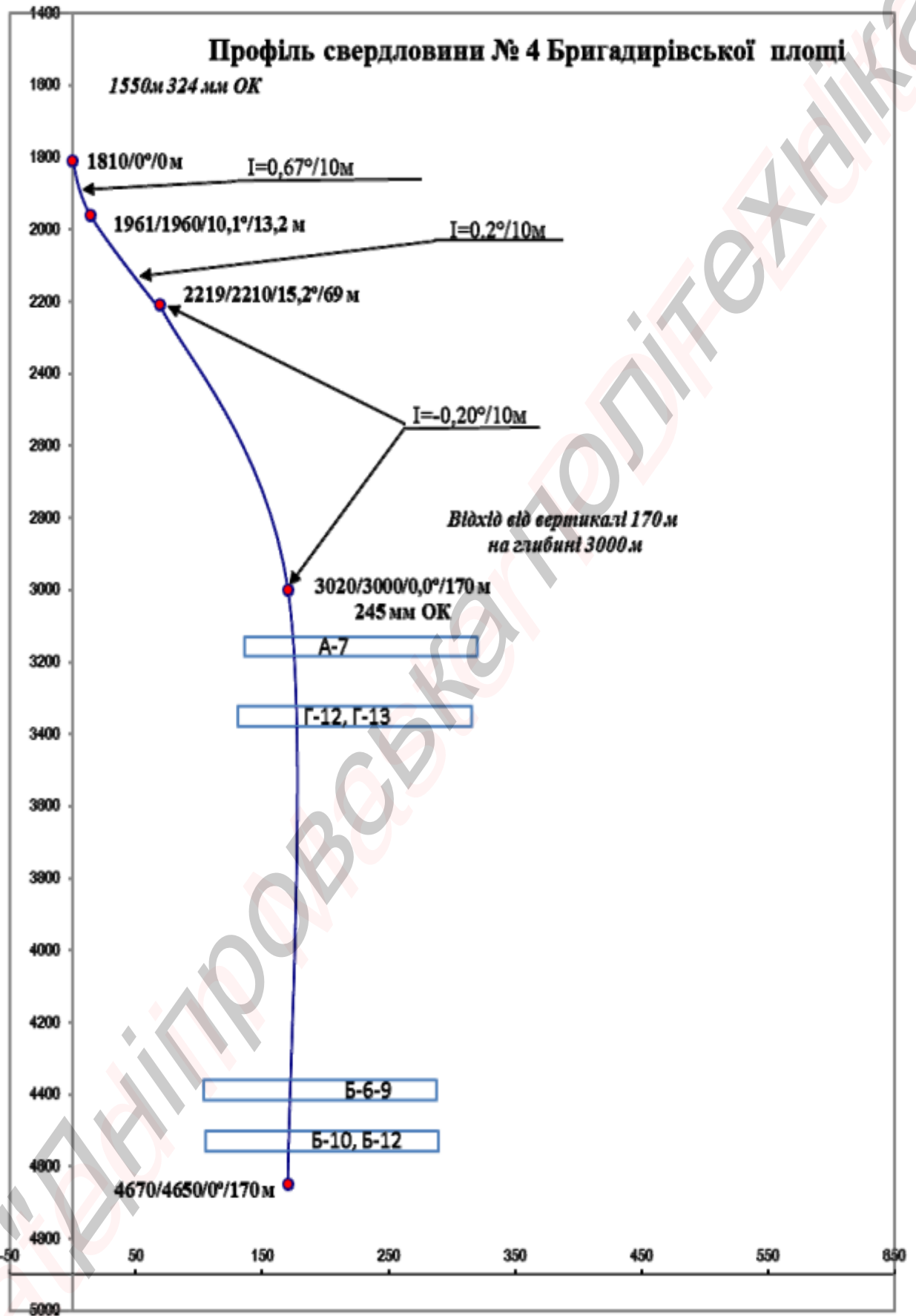


Рис. 1.2 – Профіль свердловини

При глибині до 1200 м  $\Delta P$  приймаємо 10-15 % від пластового тиску але не більше 1,5 МПа.

При глибині від 1200 до 2500 м  $\Delta P$  приймаємо 5-10 % від пластового тиску але не більше 2,5 МПа.

При глибині більше 2500 м  $\Delta P$  приймаємо 4-7 % від пластового тиску але не більше 3,5 МПа.

Визначаю густина бурового розчину при бурінні під кондуктор (згідно формули 3.6):

- в інтервалі 0-350м

$$\rho_{б.р.} = \frac{(3,35 + 3,35 \cdot 0,15) \cdot 10^6}{9,8 \cdot 350} = 1123 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Приймаю густина 1100-1120 кг/м<sup>3</sup>

Визначаю густина бурового розчину при бурінні під проміжну колону (згідно формули 3.6):

- в інтервалі 350-2450м

$$\rho_{б.р.} = \frac{(24,97 + 24,97 \cdot 0,1) \cdot 10^6}{9,8 \cdot 2450} = 1144 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Приймаю густина 1140-1160 кг/м<sup>3</sup>

Визначаю густина бурового розчину при бурінні під експлуатаційну колону (згідно формули 3.6):

- в інтервалі 2450-4670м

$$\rho_{б.р.} = \frac{(49,5 + 49,5 \cdot 0,07) \cdot 10^6}{9,8 \cdot 4550} = 1188 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Приймаю густина 1170-1190 кг/м<sup>3</sup>

Розрахункові і прийняті величини густин бурового розчину зводимо в таблиці 1.3.

Інтервал буріння, м	Пластовий тиск, МПа	Густина бурового розчину, кг/м <sup>3</sup>	
		розрахункова	прийнята
1	2	3	4
0-350	3,35	1123	1100-1120
350-2450	24,95	1144	114-1160
2450-4670	49,5	1188	1170-1190

Згідно розрахункам і користуючись книгою [1] гл. 2.4, а також враховуючи досвід буріння на даній площі, я вибираю наступні бурові розчини:

- в інтервалі 0-350 м – глинистий буровий розчин, який має наступні параметри: густина – 1120 кг/м<sup>3</sup>, умовна в'язкість – 25-45 с, фільтрація – 6-8 см<sup>3</sup>/30хв, СНЗ<sub>1</sub> – 10 дПа, СНЗ<sub>10</sub> – 30 дПа, кірка – 1,0 мм, рН – 8;
- в інтервалі 350-2450 м – гуматно-акриловий буровий розчин стабілізований вуглелужним реагентом (УЦР), для запобігання осипів і обвалів. В основному цей розчин використовується для буріння в порівняно нестійких розрізах, в яких присутні набухаючі і диспергуючі глинисті породи.

Допустима мінералізація цих розчинів не більше 3%, термостійкість в цих умовах не перевищує 120-140 °С. В залежності від коллоїдності глини і жорсткості води на 1 м<sup>3</sup> розчину необхідно: глини 50-200 кг, сухого УЦР 30-50 кг, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 3-5 кг (при необхідності), води 955-905 кг. Параметри розчину: густина – 1140 кг/м<sup>3</sup>, умовна в'язкість – 40-60 с, фільтрація – 4-6 см<sup>3</sup>/30хв, СНЗ<sub>1</sub> – 20 дПа, СНЗ<sub>10</sub> – 60 дПа, кірка – 1,0мм, рН – 9-10;

- в інтервалі 2450-4670 м – полімер-калієвий буровий розчин для запобігання осипів і обвалів, який містить у собі в якості інгібуючих електролітів з'єднання калію. Дія калієвих розчинів обумовлена наявністю іонів калію в глинистих мінералах. Найбільш швидке насичення глини іонами калію відбувається при рН 9-10. Параметри розчину: густина – 1190 кг/м<sup>3</sup>, умовна в'язкість – 40-60 с, фільтрація – 4-6 см<sup>3</sup>/30хв, СНЗ<sub>1</sub> – 20 дПа, СНЗ<sub>10</sub> – 60 дПа, кірка – 1,0 мм, рН – 8-9.

Розрахунок витрат хімреагентів і матеріалів для приготування, очищення і обробки бурових розчинів.

Визначаємо необхідну кількість бурового розчину за формулою:

$$V_{\text{б.р.}} = V_{\text{ж.}} + V_{\text{п.ч.}} + V_{\text{бур.}} + V_{\text{св.}} \cdot n \quad [\text{м}^3] \quad (1.2)$$

де  $V_{\text{ж.}}$  – об'єм жолобної системи,  $[\text{м}^3]$ ,

$$V_{\text{ж.}} = 4 \div 7 \text{ м}^3;$$

$V_{\text{п.ч.}}$  – об'єм приймальних чанів,  $[\text{м}^3]$ ,

$$V_{\text{п.ч.}} = 20 \div 40 \text{ м}^3;$$

$V_{\text{бур.}}$  – об'єм бурового розчину для буріння певного інтервалу,  $[\text{м}^3]$ ;

$n$  – коефіцієнт запасу бурового розчину,

$$n = 1,5 \div 2;$$

$V_{\text{св.}}$  – об'єм бурового розчину, який знаходиться в свердловині.

Об'єм бурового розчину для буріння певного інтервалу визначаємо за формулою:

$$V_{\text{бур.}} = n_1 \cdot l_1 + n_2 \cdot l_2 + \dots + n_n \cdot l_n \quad [\text{м}^3] \quad (1.3)$$

де  $n_1, n_2, n_n$  – це норма витрат бурового розчину на 1 м проходки ;

$l_1, l_2, l_n$  – відповідні інтервали.

Об'єм бурового розчину, який знаходиться в свердловині знаходимо за формулою:

$$V_{\text{св.}} = 0,785 \cdot (k_{\text{к}} \cdot D)^2 \cdot H \quad [\text{м}^3] \quad (1.4)$$

де  $D$  – діаметр свердловини,  $[\text{м}]$ ;

$k_{\text{к}}$  – коефіцієнт кавернозності,  $k_{\text{к}} = 1,8$ ;

$H$  – глибина свердловини,  $[\text{м}]$ .

Маса глини необхідна для приготування даного розчину визначається за формулою:

$$m_{\text{гл.}} = \frac{\rho_{\text{гл.р.}} - \rho_{\text{с}}}{\rho_{\text{гл.}} - \rho_{\text{с}}} \cdot \rho_{\text{гл.}} \cdot V_{\text{б.р.}} \quad [\text{кг}] \quad (1.5)$$



де  $\rho_{\text{гл.р.}}$  – густина глинистого розчину, [кг/м<sup>3</sup>];

$\rho_{\text{в}}$  – густина води, [кг/м<sup>3</sup>];

$\rho_{\text{гл.}}$  – густина глинопорошку, [кг/м<sup>3</sup>],

$\rho_{\text{гл.}} = 2300 \div 2600$  кг/м<sup>3</sup>;

$V_{\text{б.р.}}$  – об'єм бурового розчину.

Необхідний об'єм води визначаємо за формулою:

$$V_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{ик}} - \rho_{\text{гл.р.}}}{\rho_{\text{гл}} - \rho_{\text{в}}} \cdot V_{\text{б.р.}} \quad [\text{м}^3] \quad (1.5)$$

Визначаю масу обважнювача необхідного для приготування бурового розчину з потрібною густиною за формулою:

$$m_{\text{обв}} = \frac{\rho_{\text{б.р.}} - \rho_{\text{гл.р.}}}{\rho_{\text{обв}} - \rho_{\text{б.р.}}} \cdot \rho_{\text{обв}} \cdot V_{\text{б.р.}} \quad [\text{кг}] \quad (1.6)$$

де  $\rho_{\text{обв}}$  – густина обважнювача, [кг/м<sup>3</sup>],

$\rho_{\text{обв}} = 4200 \div 4500$  кг/м<sup>3</sup>;

Потреба бурового розчину і компонентів для його приготування, обробки та обваження приведена в табл. 1.4.

Таблиця 1.4.

Назва компонентів бурового розчину	Потреба компонентів бурового розчину, т
ПВЛР	20,035
ПБМБ	18,09
Кальцинована сода	4,071
Гіпанол	40,22
Нафта	35,205
КЛСТ	61,154
Доломіт	17,276
Біополімер	1,092
Лакріс	16,672
РАС-R	4,168
POLYPLUS	2,084
KCL	29,176
Буровий розчин	120

Розрахунок об'єму бурового розчину для обробки хімреагентами  
приведений в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5.

Номер інтервалу з однаковим складом бурового розчину	Інтервал, м		Тип розчину	Густина розчину, г/см <sup>3</sup>	Назва компонентів	Густина, г/см <sup>3</sup>	Вміст речовини в товарному продукті	Вологість, %	Вміст компонента в буровому розчині, кг/т
	від	до							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	350	Глинистий	1,10 – 1,12	ПБМБ ПВЛР Na <sup>2</sup> CO <sup>3</sup>	2,2 1,5 2,3	98 95 98	5 3-5 2-3	100,0 100,0 11,0
2	350	2450	Гуманно-акриловий	1,14 – 1,16	Нафта ПБМБ Na <sup>2</sup> CO <sup>3</sup> ПВЛР КЛСТ Гіпанол Нафта	0,88 2,2 2,3 1,5 1,18 1,14 0,88	98 98 98 95 32-35 35-38 98	- 5 2-3 3-5 5 2-3 -	110,0 100,0 5,0 75,0 150,0 100,0 50,0
3	2450	4670	Полімер-калієвий	1,17 – 1,19	ПБМБ Na <sup>2</sup> CO <sup>3</sup> Гіпанол КЛСТ Доломіт Нафта KCL Лакріс РАС-R POLY-PLUS DUO-VIS	2,2 2,3 1,14 1,18 2,8 0,88 2,4 1,15 1,12 1,1 1,2 1,1	98 98 35-38 32-35 98 98 95 43 95 99 565 98	4-8 - 5-7 - - - - - - - - -	50 5,0 50,0 130,0 70,0 50,0 70,0 40,0 10,0 5,0 2,5 2,5

Технологія приготування, очищення і обробки бурових розчинів.

Для приготування і обробки бурового розчину використовують глиномішалку і фрезерно-струменевий млин.

Лопатева глиномішалка складається з металічної ємності. До торців несучих стінок ємності приварені кронштейни, на яких встановлюються підшипники вала. В середині ємності обертається вал, що має п'ять лопаток розміщених під кутом  $90^{\circ}$ . Зазор між кінцями лопаток і стінками ємності не менше 30-35 мм. Привід валу від електродвигуна приводиться за допомогою клинопасової передачі через шківи. Глиномішалку завантажують через люк, що закривається кришкою. Зливають приготовлений розчин через зливний патрубок. Встановлюється на високих дерев'яних або сталевих опорах.

Глиномішалки – агрегати періодичної дії.

Фрезерно-струменевий млин являється агрегатом безперервної дії.

Основні вузли:

- ротор;
- приймальний бункер;
- запобіжна плита;
- ловушка для каміння;
- диспергуюча рифлена плита;
- лоток для відводу глинистого розчину.

При роботі фрезерно-струменевих млинів первинне подріблення глини проходить на диспергуючій плиті. Більш тонке подріблення твердих компонентів розчину забезпечується при ударах струменів, що виходять із лопаток ротора, об вихідну решітку. Комочки матеріалу, що не проходять через решітку, попадають на ротор і повторно подрібнюються на диспергуючій плиті.

Переваги фрезерно-струменевих млинів: висока продуктивність при безперервному завантаженні, простота конструкції і висока економічність експлуатації.

**Недоліки – бурові розчини мають низьку якість внаслідок вмісту в них великої кількості глинистих частинок, що не розмішалися.**

Хімічна обробка та обваження бурових розчинів здійснюється в основному за допомогою механічної двохвальної мішалки та ФСМ. Є первинна і вторинна обробка глинистих розчинів. Перша ставить собі за мету створення глинистих розчинів заданої якості. Ця обробка здійснюється в процесі приготування глинистих розчинів або в процесі циркуляції розчину в свердловині, коли необхідно змінити його якість у відповідності з очікуваними умовами буріння.

Первинна хімічна обробка в процесі циркуляції розчину здійснюється рівномірним введенням в жолобну систему раніше приготованого в глиномішалці реагента з таким розрахунком, щоб виконати обробку за 1-2 повних оберта промивної рідини в свердловині.

Вторинна хімічна обробка полягає в тому щоб підтримати властивості розчину, отримані при первинній обробці. Змінення властивостей промивної рідини в процесі буріння визначається характером впливу на розчин порід, що проходять, ступінь мінералізації підземних вод і ряд інших факторів може вимагати багаторазову обробку. Інтервал через який необхідно виконати додаткову вторинну обробку, зумовлюється інтенсивністю змінення властивостей розчину. Для будь-якого виду хімічної обробки повинні бути зроблені лабораторні дослідження, в результаті яких підбирається найбільш ефективний реагент та обумовлюється його оптимальна концентрація.

#### Очищення бурових розчинів

Для очистки бурового розчину використовують вібраційні сита, дегазатор, піско- і муловідділювачі.

Вібросита складаються з вібруючих рам, змонтованих на станині з розподілюючим жолобом, трансмісії і електродвигунів. Рама з вібратором закріплена на ресорах і має дві ситові касети, встановлені послідовно. Сітки натягують на касети. При спрацюванні їх легко замінити. Це сито допускає швидку заміну сіток, які можуть бути сталеві або з синтетичних матеріалів. На вібруючій рамі розміщені ексцентрикові вібратори зі шківом, які з'єднуються клинопасовою передачею з ведучим шківом електродвигуна. Дві вібруючі рами

з'єднані з опорою нерухомою рамою при допомозі кільцевих пружинних амортизаторів.

Дегазатор бурового розчину застосовують для вторинного видалення газу, який залишився в розчині. Вакуумний дегазатор ДВС-III складається з металевої рами, на якій змонтований резервуар, в який поступає розчин, над резервуаром змонтована циліндрична камера, розділена в середині перегородкою. Над кожною частиною резервуара розміщені дві дегазаційні камери, вони з'єднані з вакуумною лінією насоса, за рахунок чого в одній із них створюється розрідження, під дією якого розчин з газом поступає в одну з камер по всмоктувальному патрубку з прийомним клапаном із резервуара. В них проходить відділення розчину від газу. Чистий розчин зливається по сепараційному конусу в відсік циліндричної камери, а газ відкачується вакуум-насосом. Після повного заповнення камери розчином, відбувається переключення клапану, вакуум-насос починає відкачувати газ з іншої камери. В той же час із заповненої камери очищений розчин зливається по вихідному патрубку в прийомний резервуар бурового насоса.

Гідроциклони по принципу дії являють собою інерційно-гравітаційні відділювачі грубо дисперсного шламу від бурового розчину. Для відділення з розчину піску розміром частинок більше 0,074 мм застосовують гідроциклони діаметром більше 150 мм (ПГ-50), а для відділення мулу з розміром частинок менше 0,074 мм застосовують гідроциклони діаметром 50-100 мм (ИМ-45).

Гідроциклони складаються з металевого корпусу з тангенційним патрубком до якого кріпиться гумове сопло і під'єднуюча труба. В середині корпусу встановлений і закріплений цільнолитий порожнинний гумовий корпус, до нижньої частини якого приєднується змінна піскова насадка (вихідний отвір якої діаметром 15-25 мм).

Принцип роботи: буровий розчин подається насосами по тангенційному патрубку в гідроциклон. Під впливом відцентрових сил більш важкі частини відкидаються до периферії корпусу гідроциклону, а інші по конусу опускаються вниз і через насадку змиваються назовні. Частинки бурового

розчину концентруються в центральній частині гідроциклону і через патрубок у верхній частині зливаються в ємність циркуляційної системи.

Обладнання, яке ми використовуємо для приготування, очищення і обробки бурових розчинів, приведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6.

Найменування	Шифр	Кількість
1	2	3
Глиномішалка	МГ 2-4	1
Блок приготування бурового розчину	БПР-70	1
Вібросито	ВС-1	1
Циркуляційна система	ЗЦС	1
Бункер-шламоуловлювач	БШ-2	1
ФСМ	ФСМ-1	1
Гідроциклон	ГЦ-350	1
Транспортер стрічковий	ТЛ	1
Муловідділювач	ИГ-45	1

## **РОЗДІЛ 2 Аналіз існуючих технологій підготовки і приготування промивальних рідин для умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області**

Буріння геологорозвідувальних свердловин є одним з основних джерел отримання геологічної інформації. Вживана при цьому промивальна рідина є засадничим чинником в технології спорудження свердловини. Від якості і відповідності промивальних рідин геолого-технічним умовам залежить швидкість буріння, запобігання аваріям і ускладненням, отримання якісного керна матеріалу, зносостійкість бурового устаткування і інструменту, а також вартість спорудження свердловини.

Вибір промивальної рідини, найбільш повно відповідної до кожної конкретної ситуації, здійснюється з урахуванням вимог, що пред'являються до них, виконання яких забезпечується великою кількістю функцій [1-6]:

- 1) очищення забою від зруйнованої гірничої породи і винесення її на поверхню;
- 2) утримування часток зруйнованої гірничої породи в зваженому стані в стволі свердловини при припиненні циркуляції;
- 3) закріплення нестійких стінок свердловини і оберігання ствола від обвалення;
- 4) чинення фізико-хімічної дії на гірничі породи;
- 5) охолодження породоруйнуючого інструменту;
- 6) зниження енергетичних витрат на буріння за рахунок змащуючої дії;
- 7) передача енергії забійним машинам (при їх використанні);
- 8) забезпечення нормальних умов розкриття і освоєння продуктивних горизонтів.

Для ефективного виконання цих функцій в різних геолого-технічних умовах буріння свердловин промивальні рідини повинні мати певні значення показників технологічних властивостей (в'язкість, водовіддача, щільність), визначуваних їх компонентним складом.[5, 6]

Більшість промивальних рідин складається з двох або більшого числа фаз, між якими існують реальні поверхні розділу, такі промивальні рідини

називаються гетерогенними системами. Значна частина гетерогенних систем - дисперсні системи.

Міра роздробленості дисперсної фази характеризується дисперсністю - величиною зворотної поперечному розміру частки  $d$  ( $m^{-1}$ ). Чим вище міра дисперсності, тим більше загальна поверхня розділу фаз. Загальна поверхня твердої фази в промивальній рідині може досягати десятків і сотень квадратних метрів на 1 г маси. [8]

Промивальні рідини можуть класифікуватися:

- по кількості компонентів системи;
- по складу дисперсійного середовища;
- по складу дисперсної фази;
- по складу і властивостям хімічних реагентів.

Велика частина необроблених хімічними реагентами промивальних рідин є трикомпонентною системою, що складається з рідкого дисперсійного середовища (води), основної активної колоїдоутворюючої твердої фази і інертних включень у вигляді часток розбурюваних порід. [1]

Властивості реології промивальної рідини грають вирішальну роль в успішному здійсненні бурових робіт, зокрема це в'язкість, яка і є основною технологічною властивістю промивальних рідин. Від цих властивостей і залежать головним чином техніко-економічні показники буріння свердловин.

Незадовільні властивості реології можуть привести до серйозних ускладнень: утворення пробок в стволі свердловини, забивання шламом привибійної зони ствола, зниження механічної швидкості буріння, розмив стінок ствола, прихват бурильної колони, поглинання промивальної рідини та ін. Впливати на властивості реології промивальної рідини можливо трьома способами [8-12]:

- зміною змісту дисперсної фази;
- застосування хімічних реагентів;
- підвищення міри дисперсності дисперсної фази, вже присутньої в розчині.



В процесі буріння свердловин відбувається погіршення технологічних властивостей промивальних рідин за рахунок переходу вибурених часток шламу в розчин: погіршується очищення забою, збільшуються гідродинамічні опори і втрати тиску в циркуляційній системі свердловини.

Проте, хімічна обробка коштує дорого, а розбавлення призводить до підвищеної витрати основних хімічних реагентів, використовуваних для регулювання властивостей самого розчину. [7]

Найбільше поширення отримав процес видалення вибуреної породи за допомогою механічних засобів: різних сит і гідроциклонних установок.

Труднощі при застосуванні механічних засобів очищення пов'язані в основному з необхідністю установки на буровій додаткового громіздкого устаткування, яке вимагає автономних систем приводу і відповідно спричиняє за собою підвищення витрати енергії і вартості буріння. [11]

Таким чином, особливу увагу властивостям реології промивальних рідин слід приділяти як на стадії приготування, так і в процесі буріння свердловин.

## **2.1 Аналіз способів обробки промивальних рідин при бурінні свердловин**

Висока міра роздробленості дисперсної фази в промивальних рідинах обумовлює розвиток поверхні розділу. Тому управління технологічними властивостями промивальних рідин пов'язане, передусім, з комплексом явищ на поверхнях твердих часток, що знаходяться в дисперсійному середовищі. Для того, щоб в промивальній рідині поверхня розділу мала значну площу, необхідно забезпечити високу міру роздробленості дисперсної фази. Добитися цього можна двома шляхами: дробленням шматків речовини до необхідної дисперсності або об'єднанням молекул і іонів в агрегати відповідних розмірів.[11]

Диспергування при цьому завжди є не механічним, а фізико-хімічним процесом утворення нової поверхні розділу фаз і супроводжується зменшенням вільної поверхневої енергії подрібнюваних часток внаслідок взаємодії їх з молекулами дисперсійного середовища. [3]

У практиці буріння свердловин застосовуються різноманітні технологічні прийоми для приготування промивальних рідин. Найбільш широке поширення отримали механічний і гідравлічний способи.

До механічних пристроїв відносяться механічні глиномішалки. Перевага таких глиномішалок полягає в простоті конструкції. Недоліками є низька якість промивальних рідин, порівняно невисока продуктивність, трудність виконання ремонту і обслуговування.

У бурінні велике значення має гідравлічний спосіб приготування глинистих розчинів, при якому для руйнування твердої фази використовується тільки кінетична енергія струменя. До такого роду пристроїв відносяться гідромоніторні і ежекторні гідрозмішувачі.

Глиномішалки гідромоніторів різного типу використовують при бурінні глибоких свердловин. Продуктивність таких глиномішалок 40 - 120 м<sup>3</sup>/ч, тиск рідини перед насадками гідромоніторів 4 - 10 МПа. [14]

Такі пристрої не дозволяють за один цикл отримати високоякісний глинистий розчин, тому в процесі приготування суспензія кілька разів циркулює по замкнутому циклу: буровий насос - змішувач - запасний резервуар - буровий насос.

Ежекторні гідрозмішувачі не забезпечують досить тонкого диспергування дисперсної фази, тому при їх використанні потрібне тривале перемішування механічним або гідравлічним шляхом і багатократна циркуляція. [13]

Слід зазначити, що якість глинистого розчину, приготованого гідравлічними методами, досить низьке. Незважаючи на тонкий помел, частки глинопорошку в процесі перемішування з водою повинні пройти подальше диспергування. Проте таке диспергування відбувається недостатньо інтенсивно. За рахунок броунівського руху відбувається часткова диспергація глини, але якість розчину залишається гірше, ніж при приготуванні в лопатевих глиномішалках. [14]

Основною гідністю гідрозмішувачів є висока продуктивність. До недоліків відноситься низька якість розчину і відносна складність конструкції.

Значною мірою технологічні властивості промивальних рідин визначаються їх стійкістю, тобто збереженням в часі основних параметрів дисперсної системи: дисперсності (питома поверхня) і рівномірного розподілу дисперсної фази в дисперсному середовищі (однакова щільність за об'ємом).

Знання основних чинників стійкості дисперсних систем і причин, що ведуть до її порушення, дозволяє обґрунтовано управляти властивостями промивальних рідин при бурінні. [14]

Розрізняють кінетичну і агрегативну стійкість дисперсних систем. Під агрегативною стійкістю розуміють здатність часток дисперсної фази чинити опір злиттю і тим самим утримувати певну дисперсність. Основні чинники, що впливають на агрегативну стійкість, добре вивчені, є взаємозв'язаними і включають: електричний бар'єр і адсорбційно-сольватний бар'єр. Регулювання агрегативної стійкості здійснюється введенням в промивальну рідину спеціальних хімічних реагентів, які створюють на поверхні твердих часток оболонки адсорбційних гідратів, що і перешкоджає злиттю часток при зіткненні. Підбір хімічних реагентів і характер утворення оболонок адсорбційних гідратів залежить від хімічного і мінерального складу як дисперсійного середовища, так і дисперсної фази. Таке регулювання агрегативної стійкості промивальних рідин є досить ефективним, проте має ряд недоліків: висока вартість хімічних реагентів, основна частина хімічних реагентів - екологічно небезпечна, і так далі. [13, 14]

Під кінетичною стійкістю розуміють здатність дисперсних часток утримуватися в зваженому стані під впливом їх броунівського руху, тобто стійкість по відношенню до масово-гравітаційних сил. Окрім броунівського руху чинниками кінетичної стійкості являються [14]:

- дисперсність (найбільш важливий чинник - чим вище дисперсність, тим більше стійкість);
- в'язкість;
- різниця щільності дисперсійного середовища і дисперсної фази.

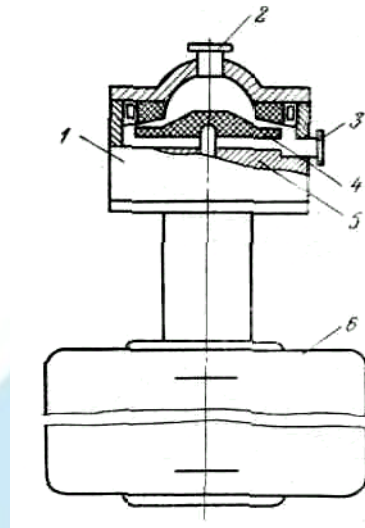
Таким чином, найбільш перспективним напрямом в отриманні промивальних рідин з поліпшеними технологічними властивостями являється отримання високодисперсних систем з високою стійкістю.

При використанні для приготування промивальних рідин механічних або гідравлічних способів повної диспергації дисперсної фази в процесі приготування не відбувається. Для кожного реального диспергуючого пристрою існує певна тривалість процесу, збільшення якої вже не призводить до подальшого диспергування твердих часток і зміни властивостей дисперсної системи. Механічні дії для цього занадто короткочасні, додаються лише до порівняно невеликої частини твердої фази. Внаслідок цього, актуальність отримують процеси додаткового диспергування дисперсної фази промивальних рідин, що використовують різні диспергатори. [13]

Додатковою диспергацією твердої фази можна при одному і тому ж її змісті в 2-3 рази збільшити в'язкість, в 1,5 рази зменшити водовіддачу, крім того, зменшується вміст піску, покращується стабільність. Процес диспергування дозволяє скоротити кількість твердої фази в промивальній рідині при заданих структурно-механічних властивостях. Чим нижче якість глини, тим значніше ефект диспергування. [14]

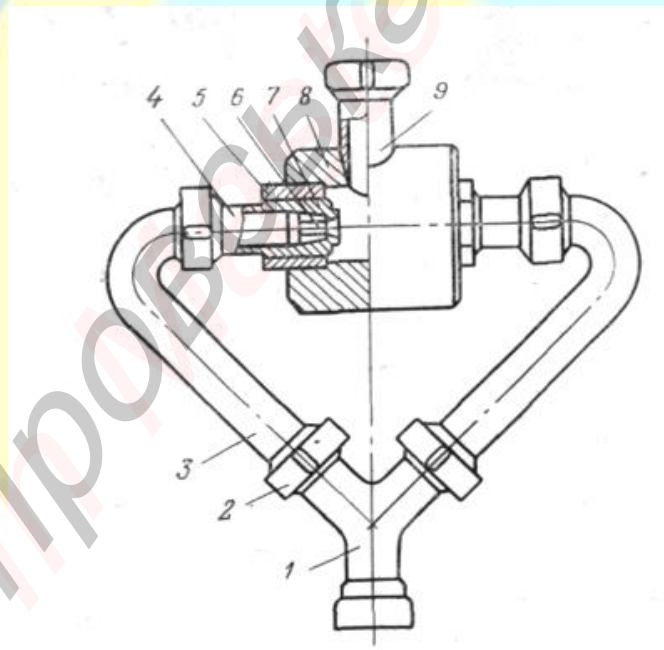
Методи додаткового диспергування діляться на гідродинамічні і механіко-гідравлічні. Пристрої, які реалізують механіко-гідравлічні методи впливу, являють собою в основному апарати з жорстко закріпленими елементами (рис. 2.1.), що мелють. Експлуатація таких апаратів пов'язана з постійним зносом робочих елементів, що, кінець кінцем, призводить до виходу з ладу пристрою в цілому. В цьому відношенні перспективнішими є гідродинамічні методи диспергування. Основний чинник подрібнення часток при гідродинамічній дії - ефект кавітації, що виникає в полі змінного тиску потоку рідини. [15]

Прикладом гідравлічного диспергатора є пристрій, принцип дії якого заснований на зіткненні двох струменів рідини, спрямованих один назустріч одному (рис. 2.2). [14]



**Рис. 2.1 - Дисковий подрібнювач:**

1- корпус; 2 - патрубок, що падає; 3 - зливний патрубок; 4 - нерухомий диск;  
5 - рухливий диск; 6 - електродвигун



**Рис. 2.2– Струменевий диспергатор:**

1 – трійник; 2 - швидкокорознімні з'єднання; 3 - труба зігнута; 4 - патрубок;  
5 - гайка; 6 - насадка; 7 - заглушка; 8 - корпус; 9 - патрубок відвідний

Струменевий диспергатор [14] складається з корпусу 8, в який

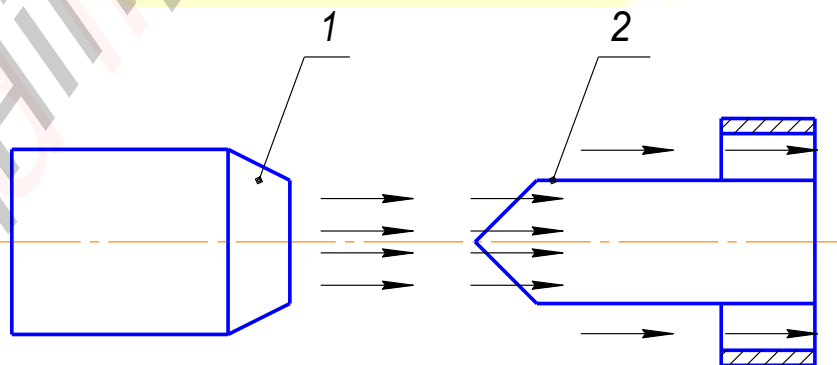
вмонтовані два патрубкі 4 з насадками 6, заглушками 7. Гайками 5 патрубкі кріпляться до корпусу. Глинистий розчин подається через трійник 1, швидкокорознімні з'єднання 2, по зігнутих трубках 3 до насадок 6. У корпусі 8 відбувається зустріч потоків, оброблений розчин відводиться по патрубку 9. У вихідній кромки внаслідок пониження тиску утворюються газові бульбашки, які, закриваючись в зоні зустрічі струменів, створюють скачки тиску, що досягають десятків і сотень МПа.

Існуючі диспергатори мають ряд недоліків : використання додаткової енергії на привід, значні гідравлічні втрати в струминних диспергаторах та ін.

Все частіше для приготування стійких промивальних рідин стали використовуватися генератори кавітацій, в основу роботи яких покладено явище кавітації.

## 2.2 Існуючі конструкції диспергаторів кавітацій для обробки промивальних рідин

Трестом "Полтаванафтогазрозвідка" при бурінні свердловин № 4 і № 19 проводили випробування ультразвукового диспергатора. Принцип його роботи полягав в наступному (рис. 2.3): потік рідини, виходячи з великою швидкістю з сопла 1 і ударяючись об вістря пластини 2, викликає в рідині ультразвукові коливання і створює у пластині бурхливу зону кавітації. Матеріали, що входять до складу дисперсної фази розчину, інтенсивно руйнуються під дією частих і сильних гідравлічних ударів, здійснюваних у водному середовищі [13].



*Рис. 2.3 - Схема роботи ультразвукового диспергатора*

Відбувається інтенсивне диспергування подрібнених матеріалів.

Основною характеристикою ультразвукового диспергатора є випромінювана частота коливань. Для води і малов'язких рідин вона приблизно рівна:

$$f = 0,5Q_D / F h, [\text{Гц}] \quad (2.1)$$

де  $Q_D$  - дійсна продуктивність насоса,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$F$  - площа сопла,  $\text{м}^2$ ;

$h$  - відстань від сопла до пластини, м.

Перевірка розчинів, приготованих звичайним способом і за допомогою ультразвукового диспергатора, на стабільність показала, що через 10 діб в приготованому звичайним способом емульсійному розчині, незважаючи на наявність в ньому емульгатора, спостерігалось значне відділення чистої нафти.

Тоді як в розчині, приготованому за допомогою ультразвукового диспергатора, ні відстою нафти, ні розшарування твердої фази відмічено не було [14].

Для отримання стійких тонкодисперсних суспензій і емульсій широке поширення отримав спосіб обробки тампонажних і промивальних розчинів з використанням гідродинамічних випромінювачів (рис. 2.4.). Основним елементом гідродинамічного випромінювача є вихрова камера. Закручування потоку викликають відцентрові сили, які притискають рідину до поверхні вихрової камери. Внаслідок цього струмені на виході з вихрової камери утворюють конус потоку, що розтікається з великою швидкістю. Усередині цього конуса при дії відцентрових сил і радіального розтікання потоку виникає відносна розрядка, яка поширюється всередину вихрової камери. Таке змінне чергування розрядки і стискування призводить до збудження ультразвукового поля.

При перериванні струменя знижується тиск у вихровій камері до величини рівної тиску насиченої пари - виникає кавітація, що грає основну роль

при утворенні тонкодисперсних суспензій і емульсій. Продуктивність випромінювачів може змінюватися від 15 до 35 л/с за рахунок зміни кількості рідини, що подається, і установки змінних тангенціальних вкладишів.

Технічна характеристика гідродинамічного випромінювача наведена в таблиці 2.1.

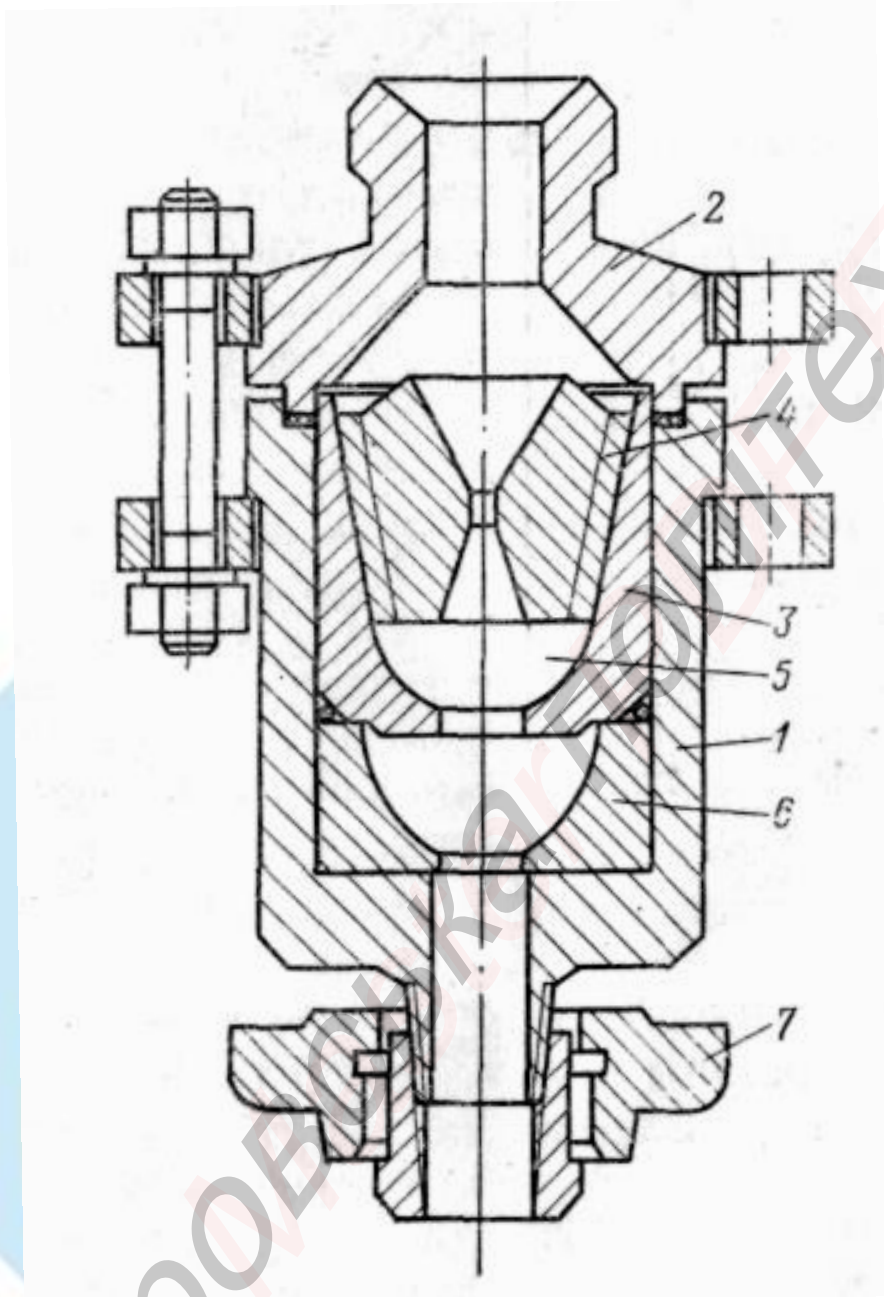
Таблиця 2.1.

Необхідна швидкість витікання	25-30 м/с
Перепад тиску на випромінювачі	2-3 МПа
Частота коливань тиску	20 кГц

Основний недолік такого випромінювача полягає у великій енергоємності процесу диспергування через значні гідравлічні опори.

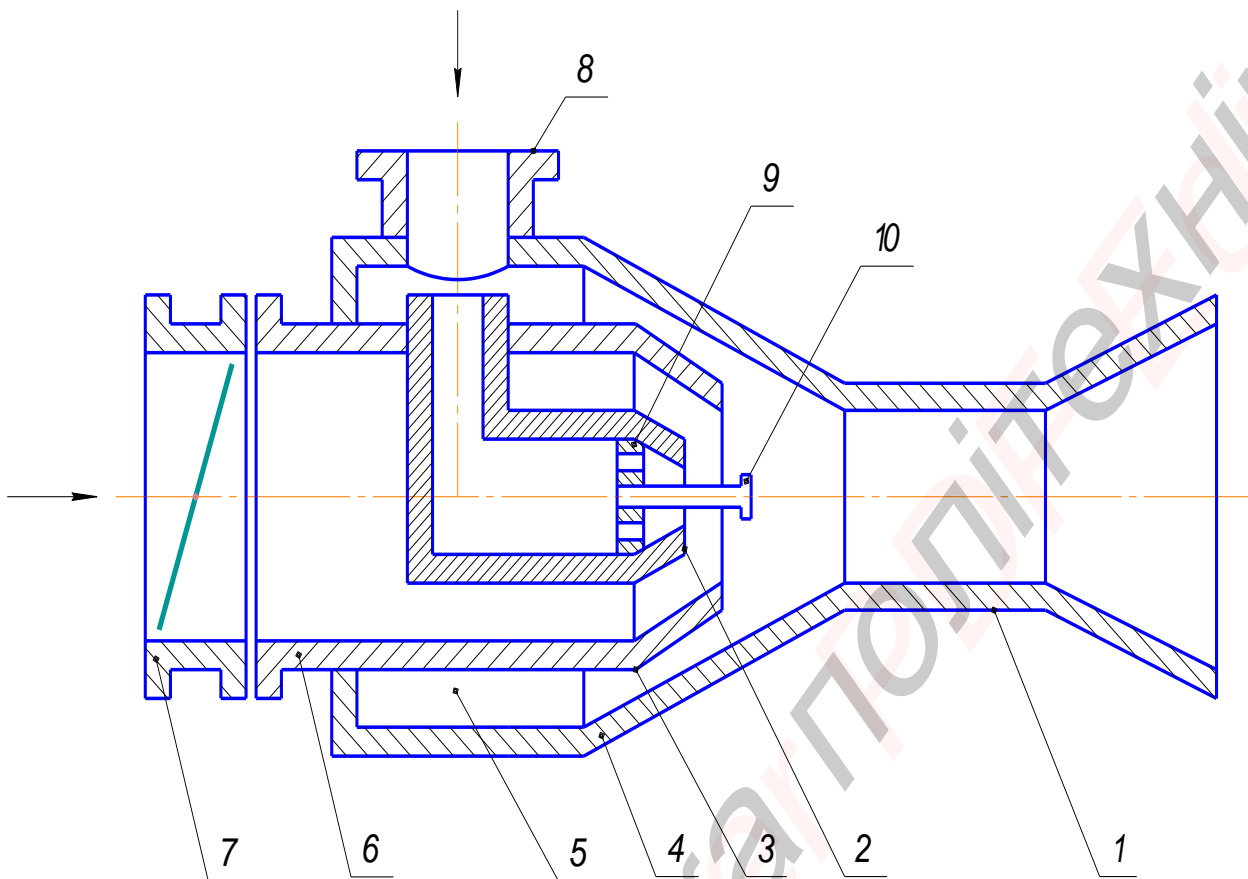
При приготуванні промивальних рідин використовується змішувач-диспергатор (рис. 2.5). Змішувач-диспергатор включає наступні основні частини: напірну камеру 5, сполучену з нею за допомогою конфузора 4 камеру змішувача 1, патрубок 6 інжектуемого матеріалу, забезпечений замочним пристроєм 7, і вхідний нагнітальний патрубок 8. У середині центрального нагнітального патрубку 9 встановлений стержень 10. У патрубку інжектуемого матеріалу 6 утворюється розрядка, внаслідок чого відбувається транспортування дисперсної фази з бункера в зону змішення. При цьому замочний елемент повністю відкритий. При обтіканні потоком рідини стержня 10 на його торці утворюється зона зниженого тиску, що призводить до виникнення ефекту кавітації. На торці стержня, за рахунок каверної кавітації, що утворилася, генеруються бульбашки кавітацій, які відриваються і потоком відносяться в зону підвищеного тиску, де вони закриваються. В результаті виникнення кавітації відбувається інтенсивне змішування і диспергування дисперсної фази і дисперсійного середовища. На кінці патрубку інжектуемого матеріалу утворюється додаткова зона зниженого тиску, яка також викликає кавітацію в потоці, тим самим посилює диспергуючу дію. [13]





**Рис. 2.4 - Конструкція гідродинамічного випромінювача:**

1 – корпус випромінювача; 2 - кришка; 3 - знімна склянка; 4 - тангенціальний вкладиш; 5 - вихрова камера; 6 - підсилювач пульсацій; 7 - швидкорознімний замок.



**Рис. 2.5 - Конструктивна схема змішувача-диспергатора [13]**

Технічна характеристика змішувача-диспергатора [13] приведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Робочий тиск	0,3-0,4 МПа
Продуктивність по розчину	100-150 м <sup>3</sup> /ч
Діаметр всмоктуючого патрубка	100 мм
Діаметр вхідного нагнітального патрубка	100 мм
Діаметр змінного сопла, мм	
центрального	20; 25;
нагнітального патрубка	30; 35
Діаметр стержня	15-20 мм
Габаритні розміри	1200x350x600
Маса	50 кг

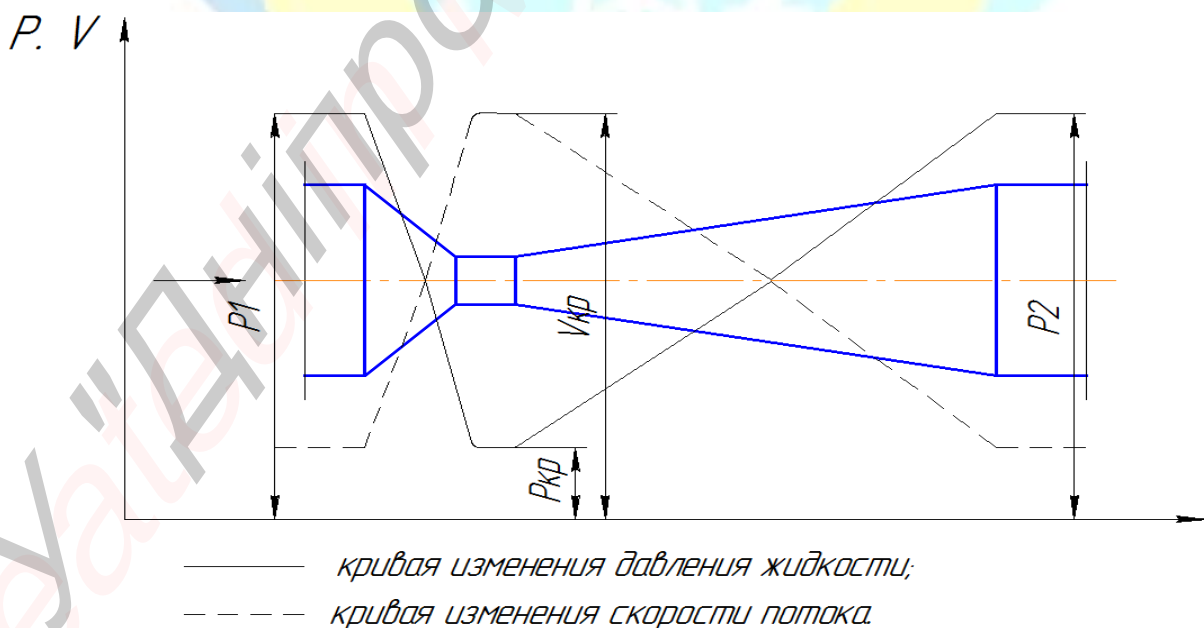
Основними недоліками змішувача-диспергатора є:

- неможливість регулювання інтенсивності і характеру процесу кавітації;
- складність налаштування у зв'язку з тим, що кавітація виникає тільки за умови певного положення стержня по відношенню до конфузурів.

Раніше розглядалася можливість використання у бурових процесах класичного пристрою для генерування кавітації - трубки Вентури. Детальний огляд результатів цих досліджень практично неможливо включити в рамки справжньої роботи. Принципова схема роботи трубки Вентури приведена на рис.2.6.

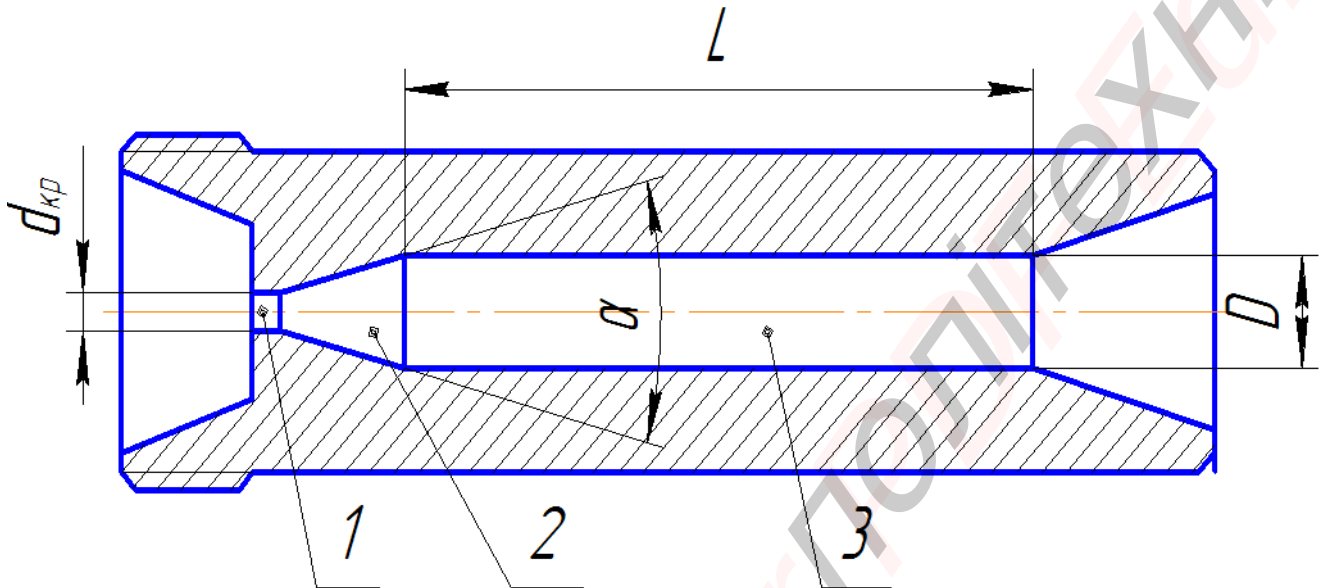
Трубка Вентури складається з конфузора, критичного перерізу малого діаметру і дифузора. Її робота полягає в перетворенні стаціонарного потоку в пульсуючий, що досягається при проходженні потоку від критичного перерізу до дифузора. При цьому відбувається падіння тиску і виникає кавітація.

Як показали дослідження, приведені в роботі [14, 16], з виникненням кавітації опір трубки Вентури збільшуватиметься пропорційно міри розвитку кавітації, а витрата зберігається постійною незалежно від подальшого зниження тиску на виході з трубки Вентури. Таким чином, регулювання режимів роботи такого генератора кавітації можливо лише зміною його геометричних розмірів (діаметру критичного перерізу і кута розкриття дифузора).



**Рис. 2.6 - Схема роботи трубки Вентури**

На основі трубки Вентури Інститутом геотехнічної механіки був розроблений генератор імпульсів тиску (рис. 2.7).



**Рисунок 2.7 - Генератор імпульсів тиску (ГІД):**

- 1 - критичний переріз генератора з мінімальним діаметром; 2 - дифузор;  
3 – післядифузорний проточний канал.

Використання простих по конструкції генераторів кавітацій в практиці приготування бурових промивальних розчинів дозволить отримувати стійкі дисперсні системи і значно скоротити час їх приготування. Застосування їх доцільно розповсюдити на приготування різних типів промивальних розчинів, що дозволить понизити вартість хімічної обробки і підвищити стабільність показників технологічних властивостей промивальних рідин.

На підставі аналізу науково-технічної інформації можна зробити висновок, що вплив кавітації на середовище, дозволяє отримувати очисні агенти високої якості.

Для розробки і застосування пристроїв кавітацій при бурінні свердловин розглянемо класифікацію пристроїв, в основу яких покладений спосіб збудження кавітації [16]:

- перша група - пристрої в яких кавітація утворюється гідродинамічним шляхом, за рахунок різкої зміни геометрії течії;

- друга група - пристрої в яких кавітація генерується при періодичній зміні тиску рідини;
- третя група - пристрої в яких кавітація утворюється шляхом пульсацій тиску від коливань акустичного випромінювача у вузькому спектрі частот;
- четверта група - пристрої, в яких в наслідок електропробою в рідині розвиваються високі імпульсні тиски що генерують локальну кавітацію.

### 2.3 Цілі і завдання досліджень

Проведений аналіз підтвердив актуальність вибраної теми і її перспективність для технологічних процесів технології буріння свердловин.

Враховуючи наведений вище аналіз класичних конструкцій кавітаційних генераторів для приготування промивальних рідин можна зробити висновок, що вони не підходять для застосування в умовах буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області.

Це можна пояснити дуже малою пропускною здатністю наведених проточних кавітаційних генераторів – до  $0,3 \text{ м}^3$  за годину, що достатньо при бурінні геологорозвідувальних свердловин де кількість промивальної рідини у середньому дорівнює  $5-10 \text{ м}^3$ , а враховуючи кількість промивальної рідини (до  $100 \text{ м}^3$ ), що буде оброблятися при бурінні проектної нафтогазової свердловини – це дуже мала продуктивність.

Виходячи з вище сказаного була сформульована **мета кваліфікаційної роботи:** вдосконалення технології приготування промивальних рідин для умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області за рахунок реалізації кавітаційно-пульсаційної технології.

**Завдання кваліфікаційної роботи :**

- 1) аналітичний огляд геологічних та технічних умов роботи на Бригадирівській площі Харківської області;
- 2) аналіз існуючих технологій підготовки і приготування промивальних рідин для умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області;
- 3) обґрунтування конструкції кавітаційного генератора для реалізації кавітаційно-пульсаційної технології при приготуванні промивальної рідини;
- 4) розроблені заходи по техніці безпеки при приготуванні промивальної рідини з використанням схеми для реалізації кавітаційно-пульсаційної технології;
- 5) аналіз економічної ефективності запропонованої технологічної схеми для реалізації кавітаційно-пульсаційної технології при приготуванні промивальної рідини.

### **РОЗДІЛ 3 Обґрунтування технологічної схеми для реалізації кавітаційно-пульсаційної технології при приготуванні промивальної рідини**

Згідно проведеного аналізу можливо зробити висновок що в умовах буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області вдосконалення технології приготування промивальних рідин можливо лише за рахунок використання високопродуктивних кавітаційних генераторів до яких відносяться кавітаційно-пульсаційні генератори роторного типу.

#### **3.1 Загальна будова кавітаційно-пульсаційного генератора роторного типу**

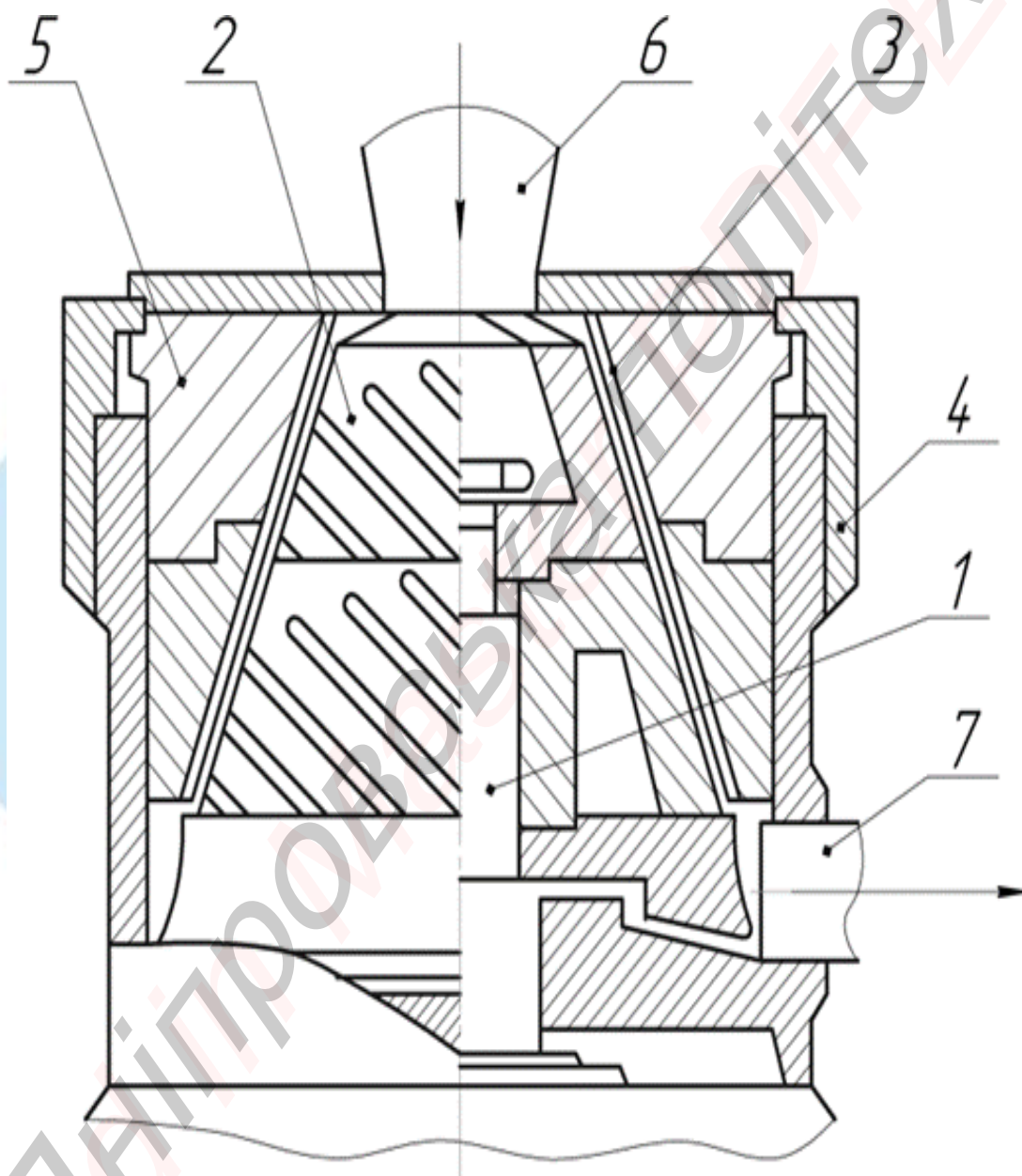
Інтенсифікація хіміко-технологічних процесів і підвищення ефективності технологічного устаткування є одним з пріоритетних завдань розвитку науки і техніки.

Основою підвищення якості промивальних рідин, підвищення продуктивності і зниження енерговитрат на проведення хіміко - технологічних процесів в промивальній рідині є розробка високоефективних машин і апаратів з високою питомою продуктивністю, оптимальною питомою енергоємністю і матеріаломісткістю, високою мірою дії на промивальну рідину. Таким устаткуванням все частіше виступають апарати і машини, що поєднують в одному технологічному об'ємі декілька паралельно протікаючих процесів, які прискорюють і інтенсифікують один одного. [15]

До такого класу устаткування, відносяться роторні високошвидкісні машини з розвинутою кавітацією для обробки рідких середовищ. Інтенсифікація процесів в них обумовлена багатofакторною дією на промивальну рідину, що полягає в пульсаціях тиску і швидкості потоку рідини. [16]

Принцип створення кавітації в машинах (рис. 3.1 – 3.5) полягає в наступному: суспензія подається в апарат і потрапляє у вузький кільцевий проміжок між ротором і статором, на яких є канавки і виступи різного конструктивного оформлення. За рахунок зміни статичного і гідродинамічного натиску в рідині виникає кавітація.

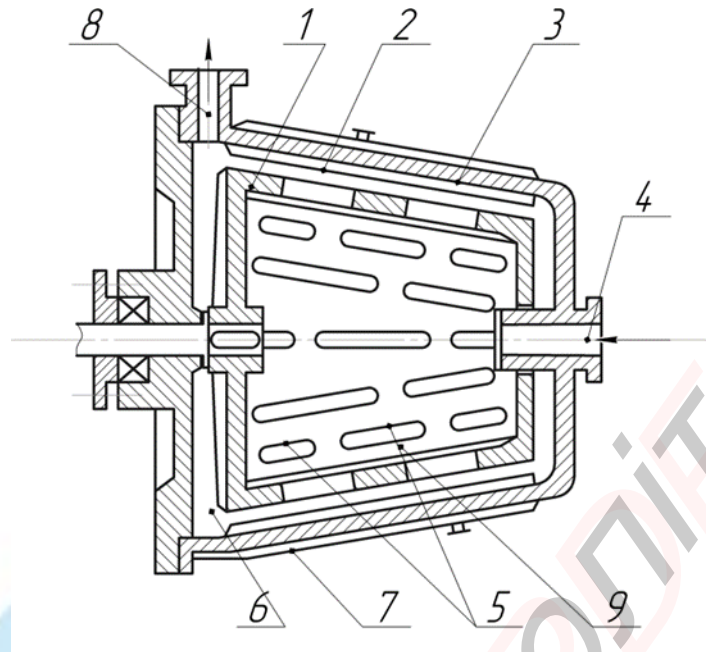
У другій групі машин (рис. 3.6 – 3.9) принцип створення кавітації дещо інший: при обертанні ротора його канали періодично співпадають з наскрізними каналами статора [15, 16, 18]. В період часу, коли канали ротора перекриті стінкою статора, в порожнині ротора тиск росте, а при поєднанні каналу ротора з каналом статора тиск за короткий проміжок часу скидається.



**Рис. 3.1 - Конусний колоїдний млин активатор [17]:**

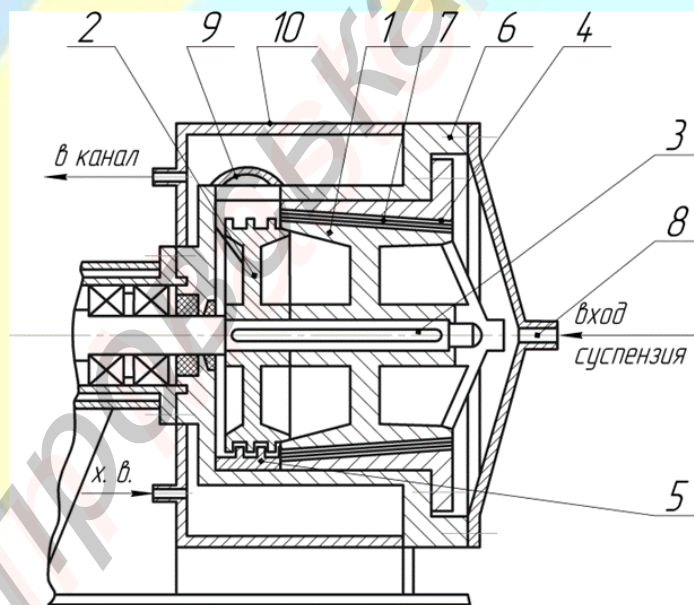
1 - вал; 2 - ротор; 3 - ребра; 4 – корпус; 5 - статор; 6 - вхід суспензії; 7 – вихід суспензії





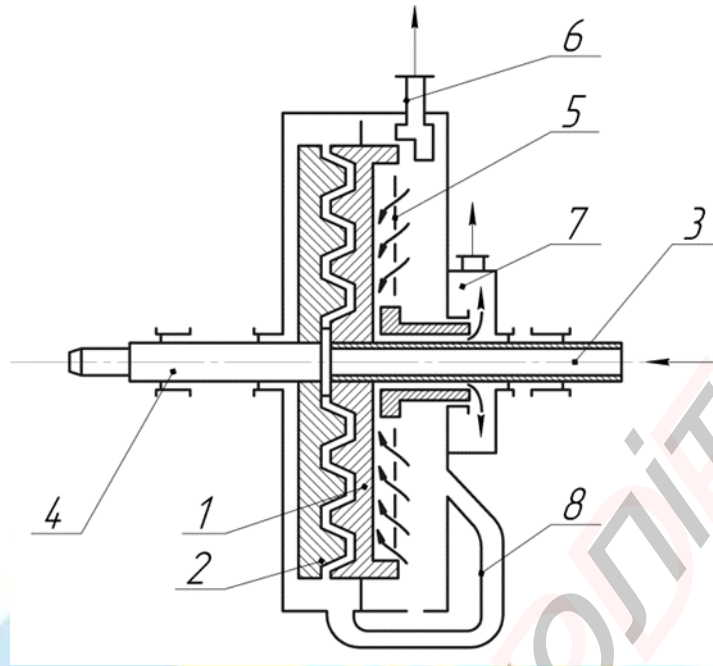
**Рис. 3.2 - Колоїдний млин активатор з перфорованим ротором [18]:**

1 - ротор; 2 – відбійники; 3 - корпус; 4 - вхід суспензії; 5 - перфорації; 6 - зона вивантаження суспензії; 7 - сорочка; 8 - вихід суспензії



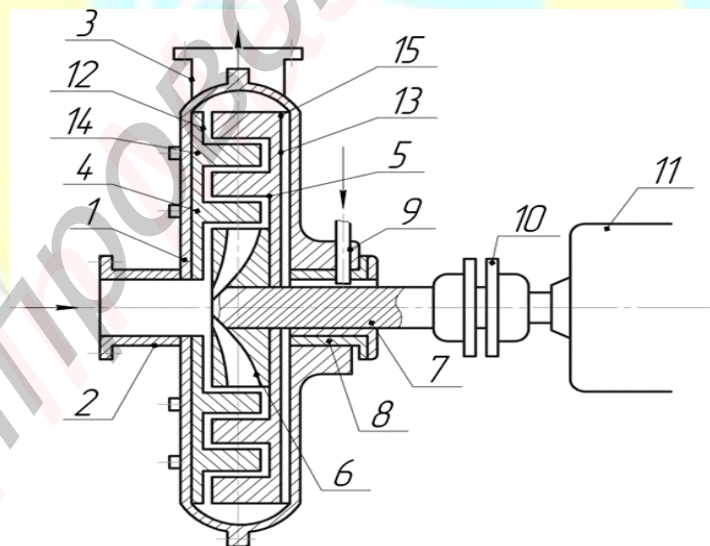
**Рис. 3.3 - Колоїдний млин активатор**

1 - ротор; 2 - ударний пристрій; 3 - вал; 4 - статор; 5 - контрударники; 6 - корпус; 7 - канавки; 8 – вхід суспензії; 9 - вихід суспензії; 10 - сорочка охолодження



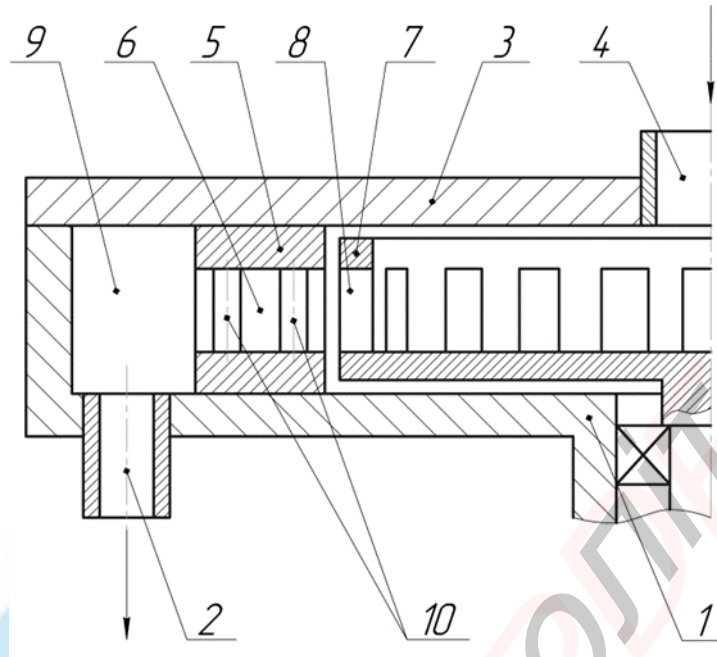
**Рис. 3.4 - Колоїдний активатор з двома роторами, що обертаються, і сепарацією активованої твердої фази:**

1 - ротор, що обертається, з порожнистим валом; 2 - ротор, що обертається; 3 - порожнистий вал; 4 - вал; 5 - сепаратор; 6 - вихід грубих часток; 7 - вихід тонких часток



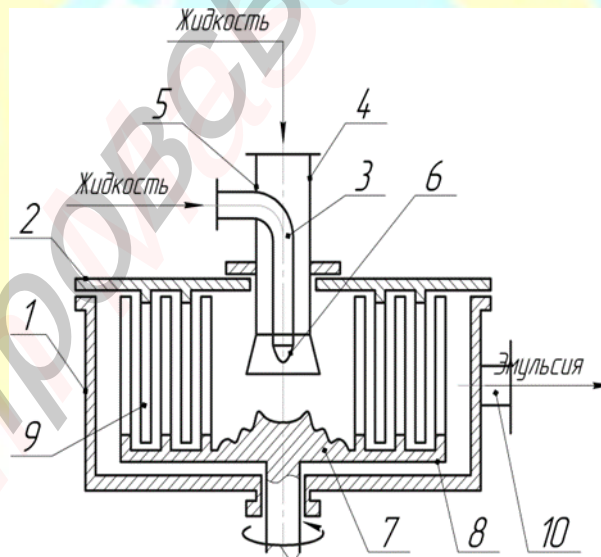
**Рис. 3.5 - Роторний гідравлічний млин:**

1 - корпус; 2 - вхідний патрубок; 3 - патрубок виходу середовища; 4 - нерухомий диск; 5 - рухливий диск; 6 - робоче колесо; 7 - вал; 10 - муфта; 11 - привід; 12, 13 - западини; 14, 15 – виступи.



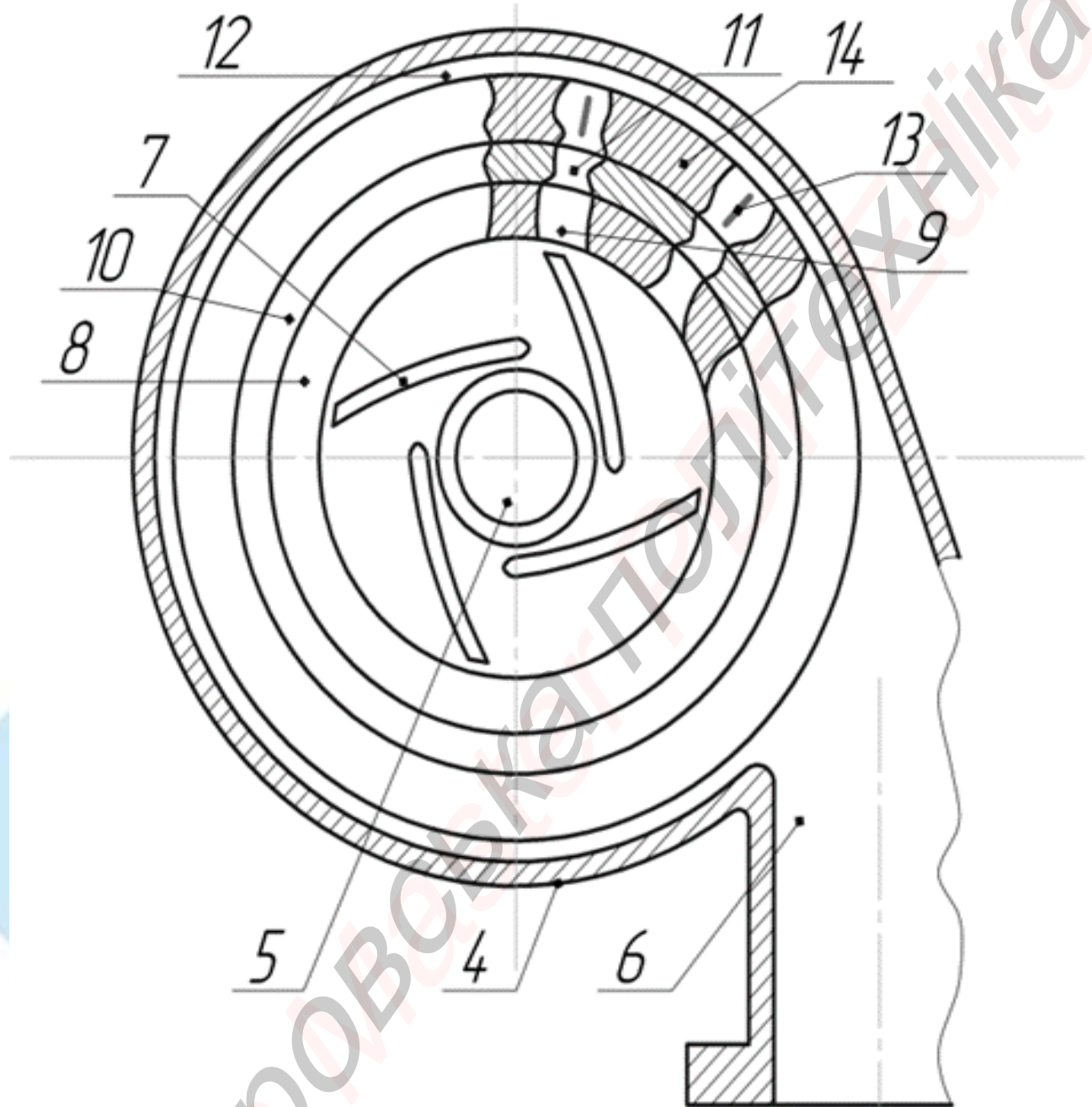
**Рис. 3.6 - Роторний апарат:**

1 - корпус; 2 - патрубок виходу середовища; 3 - кришка; 4 - патрубок входу;  
5 - статор; 6 - канали статора; 7 - ротор; 8 - канали ротора; 9 - камера; 10 -  
стержні



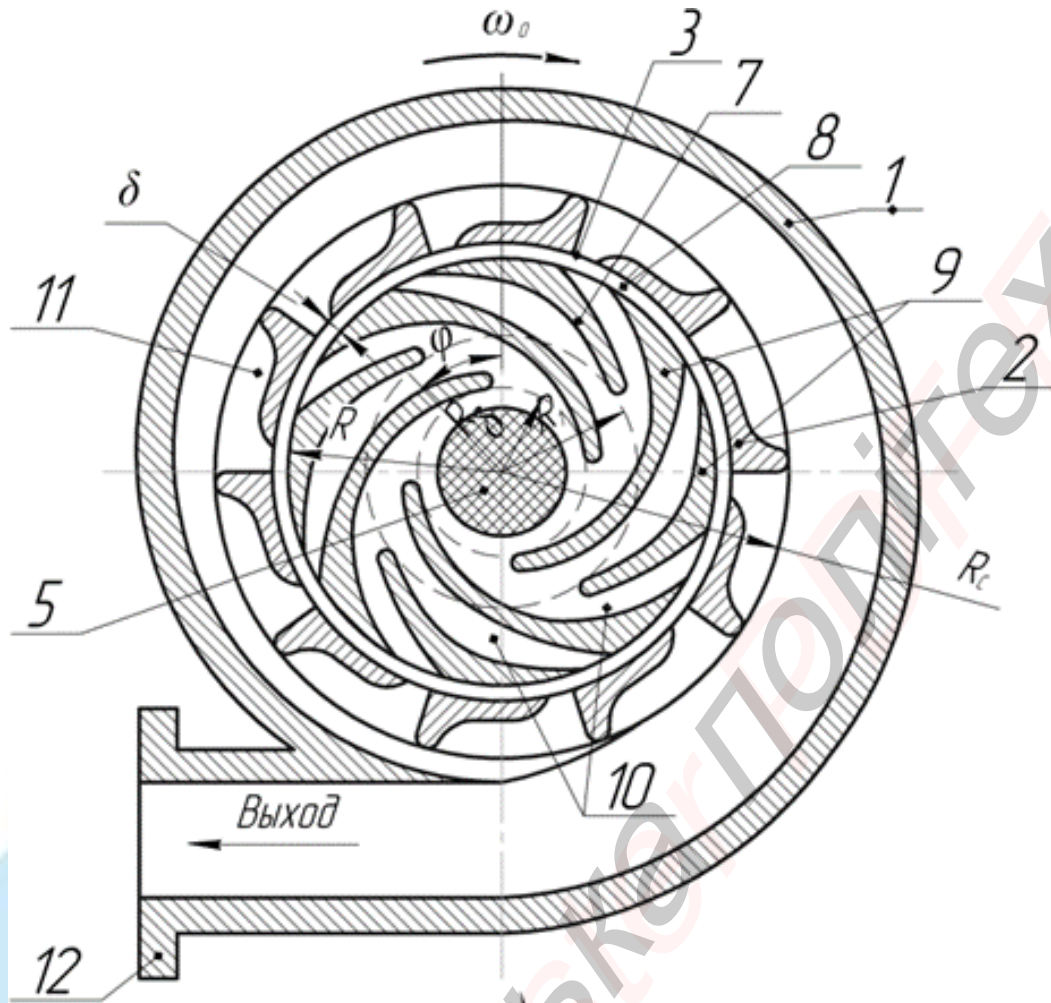
**Рис. 3.7 - Роторно-пульсаційний апарат:**

1 - циліндрична робоча камера, 2 - кришка, 3 - пристрій для введення  
контактуючих фаз, 4 - центральний патрубок, 5 - канал, 6 - соплом, 7 - ротор  
обертання якого робиться від приводу (не показаний), 8 - коаксіальні циліндри  
ротора, 9 - циліндри статора, 10 - тангенціальний патрубок



**Рис. 3.8 – Кавітаційний диспергатор роторний:**

4 - корпус; 5 - вхідний патрубок; 6 - вихідний патрубок; 7 - лопаті центробіжного насоса; 8 - циліндричним кільцем; 9 - щілини у вигляді дозвукових сопел звужуються в сторону статора; 10 - статор; 11 - щілини корпуси, що розширюються убік; 12 - робоча камера; 13 - резонатори (у вигляді пластин, стержнів, відбивачів); 14 – обойма.



**Рис. 3.9 – Роторний апарат гідродарної дії "Самно":**

1 - корпус; 2 - статор; 3 - прорізи статора; 4 - ротор; 5 - вал; 6 – довгі лопаті; 7 - короткі лопаті; 8 - прорізи; 9 - підстави лопатей ротора; 10 - резонатори ротора; 11 - резонатори статора; 12 - вихідний патрубок.

На рис. 3.5. зображена конструкція «Роторного гідравлічного млину» патент України UA 8284, яка є найбільш ефективною і стосується галузі подрібнення та диспергування дрібнозернистих матеріалів, а саме пристроїв для обробки суспензій, що містять тверді частинки, і призначена переважно для "мокрого" подрібнення та диспергування.

Однак і вона має деякі недоліки, до яких належать:

- не досить високий ступінь подрібнення та нерівномірне подрібнення матеріалу;

- високий знос робочих поверхностей статора і ротора, що спричиняє часту заміну робочих органів;
- високі енергозатрати на подрібнення;
- складність конструктивного виконання ротора і статора.

### 3.2 Розрахунок технологічних параметрів кавітаційно-пульсаційного генератора роторного типу.

Для приготування промивальних рідин в умовах буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області було запропоновано використовувати розроблену удосконалену конструкцію кавітаційно-пульсаційного генератора роторного типу, яка б дозволила нам усунути конструктивні недоліки «Роторного гідравлічного млина», патент UA 8284.

Запропонований генератор дає можливість приготування та обробки великої кількості промивальної рідини за короткий проміжок часу (при бурінні на нафту та газ кількість промивальної рідини може дорівнювати сотні метри кубічних); регулювання (управління) процесом приготування промивальної рідини та має просту конструкцію (рис. 3.10, 3.11.).

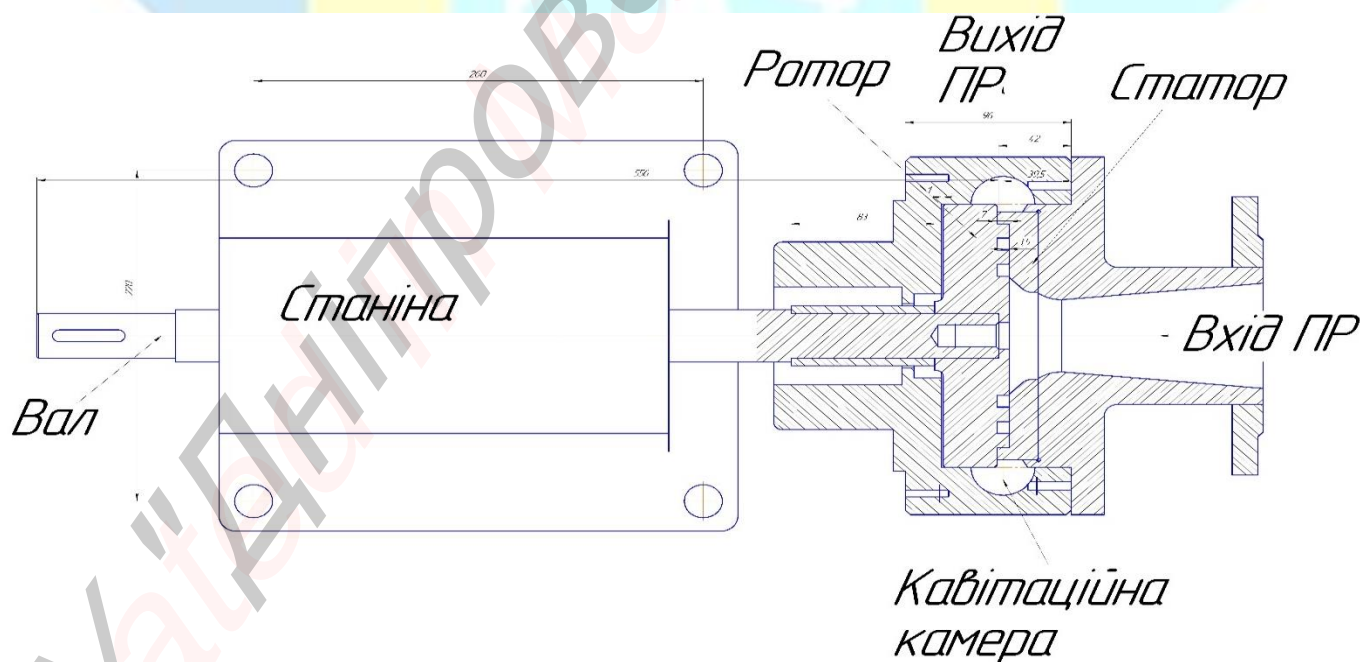
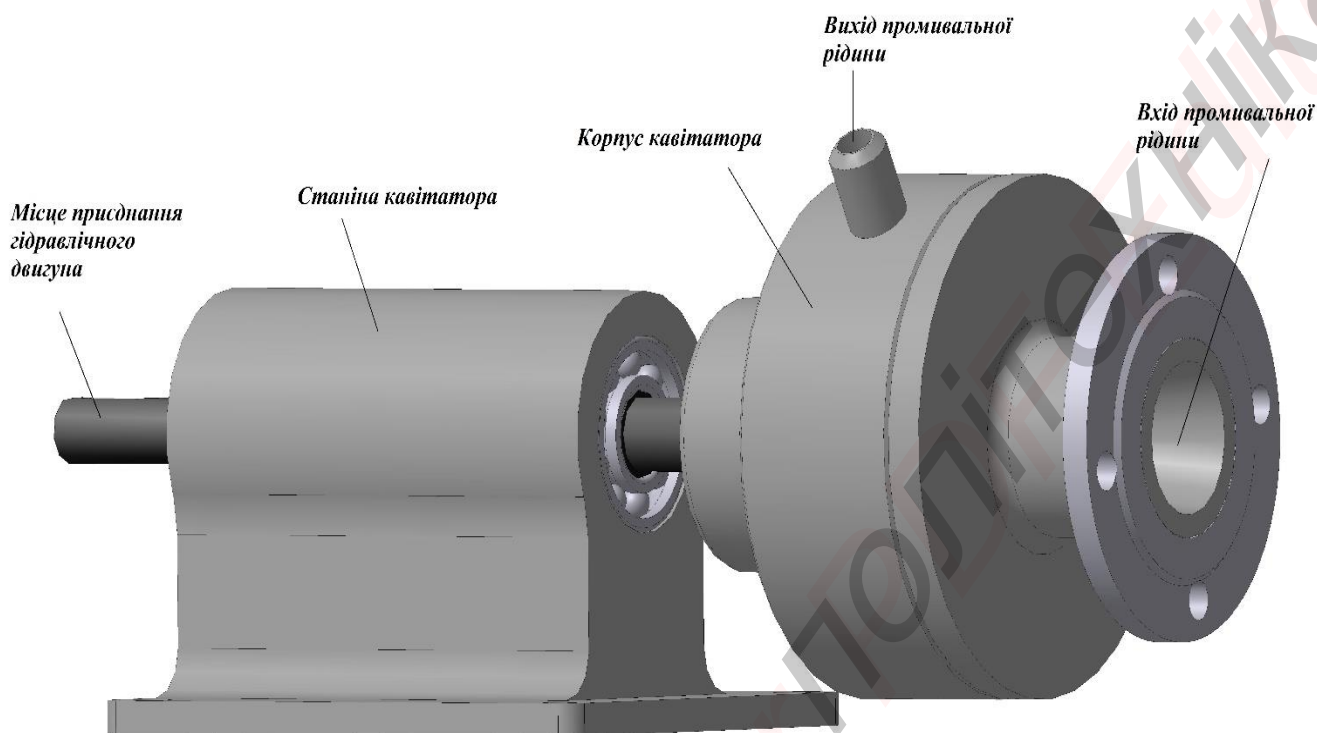


Рис. 3.10 - Спеціальна конструкція кавітаційно-пульсаційного генератора роторного типу.



**Рис. 3.11 – 3D модель спеціальної конструкції кавітаційно-пульсаційного генератора роторного типу**

Для зменшення гідралічного опору кавітаційно-пульсаційного генератора роторного типу нами пропонується виконати канавки по діаметру ротора під кутом 25 градусів. Аналогічне рішення застосовано при проектуванні гідралічних моторів та насосів відцентрового типу. [16]

Таке конструктивне рішення (рис. 3.10) згідно [16] дозволить зменшити гідралічний опір на 60 % (при куті 25 градусів). Ще й додатково дозволить працювати ротору (рис. 3.12, 3.13) у режимі насоса, тобто виконання канавок ротора під кутом призведе до направлено переміщення кавітаційного потоку від центра до периферії - у центрі буде утворюватися вакуум й промивальна рідина буде потрапляти до кавітаційного генератора за рахунок перепаду тиску.

Це також дозволить використання кавітаційно-пульсаційного генератора роторного типу для перекачування промивальної рідини або її компонентів як при приготуванні так й при утилізації.

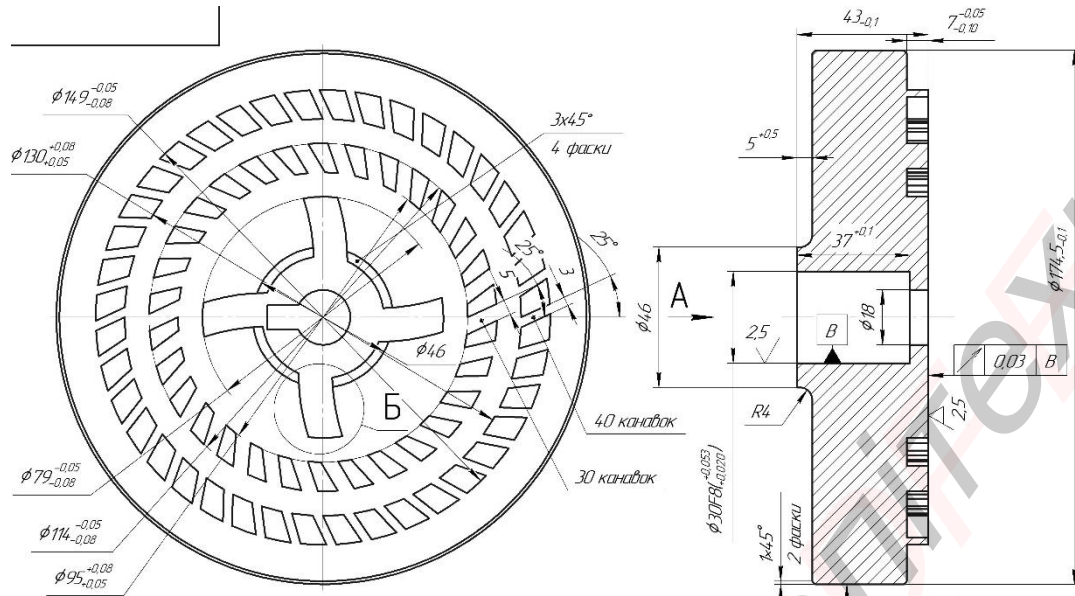


Рис. 3.12 – Креслення ротора спеціальної конструкції

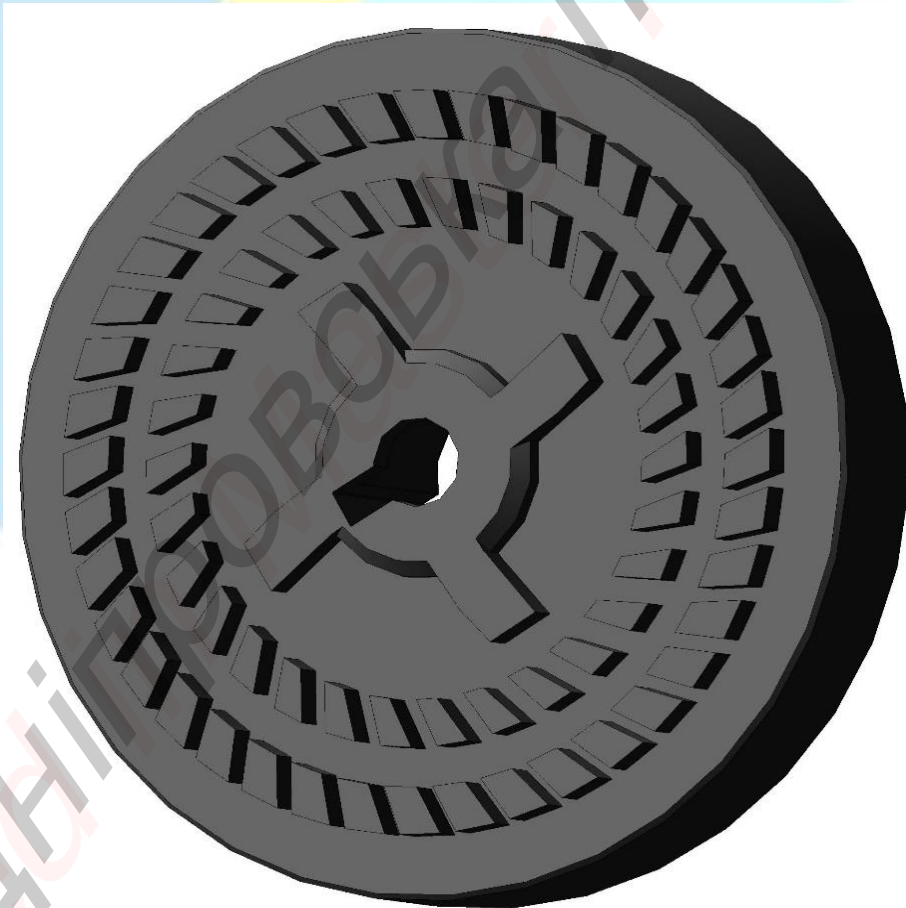
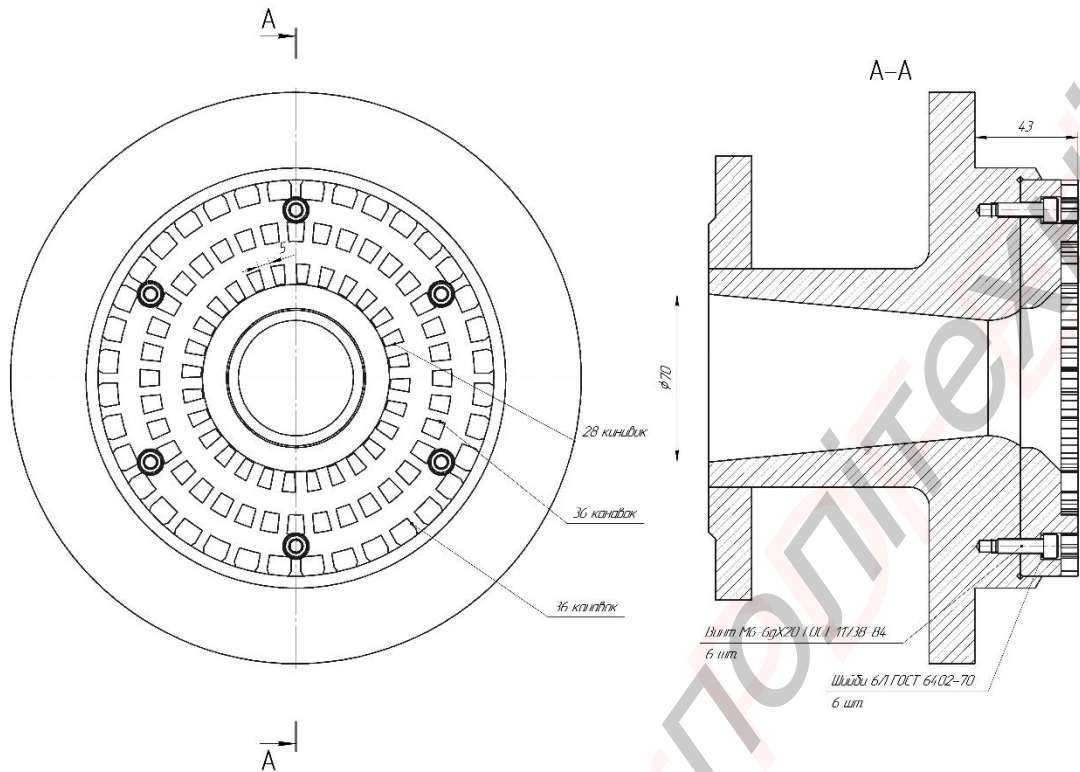
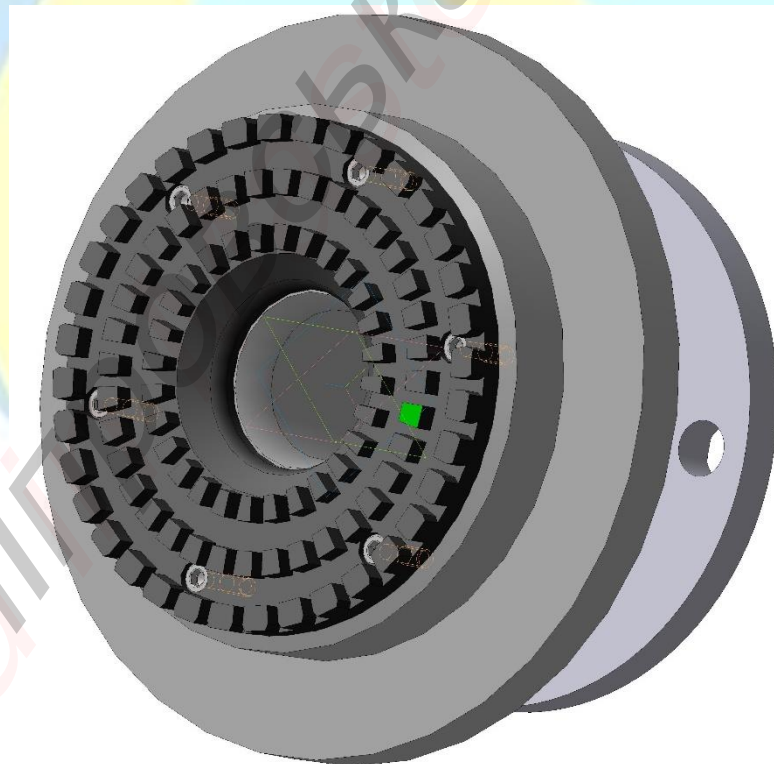


Рис. 3.13 – 3D модель ротора спеціальної конструкції спроектована за допомогою системи тривимірного моделювання КОМПАС-3D





**Рис. 3.14 – Креслення статора спеціальної конструкції**



**Рис. 3.15 – 3D модель статора спроектована за допомогою системи тривимірного моделювання КОМПАС-3D**

Відомо, що число кавітаційних бульбашок в роторних кавітаційних генераторах залежить від чергування зон зниженого і підвищеного тиску, тобто від лінійних окружних швидкостей ротора і конструктивного оформлення канавок на роторах і статорах. Частоту кавітаційних пульсацій (мікровибухів) можна зв'язати з кутовою швидкістю обертання ротора для кавітації наступним співвідношенням [18]:

$$f = \frac{\omega_p(z_p+z_c)}{2\pi} \quad (3.1)$$

де  $\omega_p$  – кутова швидкість ротора;

$z_p$  – число канавок по діаметру ротора;

$z_c$  - число канавок по діаметру статора.

Кутова швидкість ротора буде дорівнювати:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (3.2)$$

де  $n$  – частота обертання двигуна.

Згідно формул (3.1) та (3.2) маємо залежність:

$$f = \frac{\omega_p(z_p+z_c)}{2\pi} = \frac{\pi n(z_p+z_c)}{30 \cdot 2\pi} = \frac{n(z_p+z_c)}{60} \quad (3.3)$$

На рис. 3.16 та табл.3.2. наведено графічну залежність між частотою кавітаційних коливань та кутовою швидкістю ротора кавітаційно-пульсаційного генератора роторного типу.

При цьому число канавок по діаметру ротора та статора вибрані конструктивним способом за допомогою система тривимірного моделювання КОМПАС-3D виходячи з геометричних характеристик ротора та статора та забезпечення стабільності роботи, також були враховані два показники: вага кавітаційного генератора не повинна перевищувати 30 кг (для можливості переміщення вручну та максимально можлива при цьому продуктивність (внутрішній об'єм кавітаційного генератора). Продуктивність кавітаційного

генератора розрахована по 3D моделям статора, ротора та кавітаційної камери за допомогою системи тривимірного моделювання КОМПАС-3D.

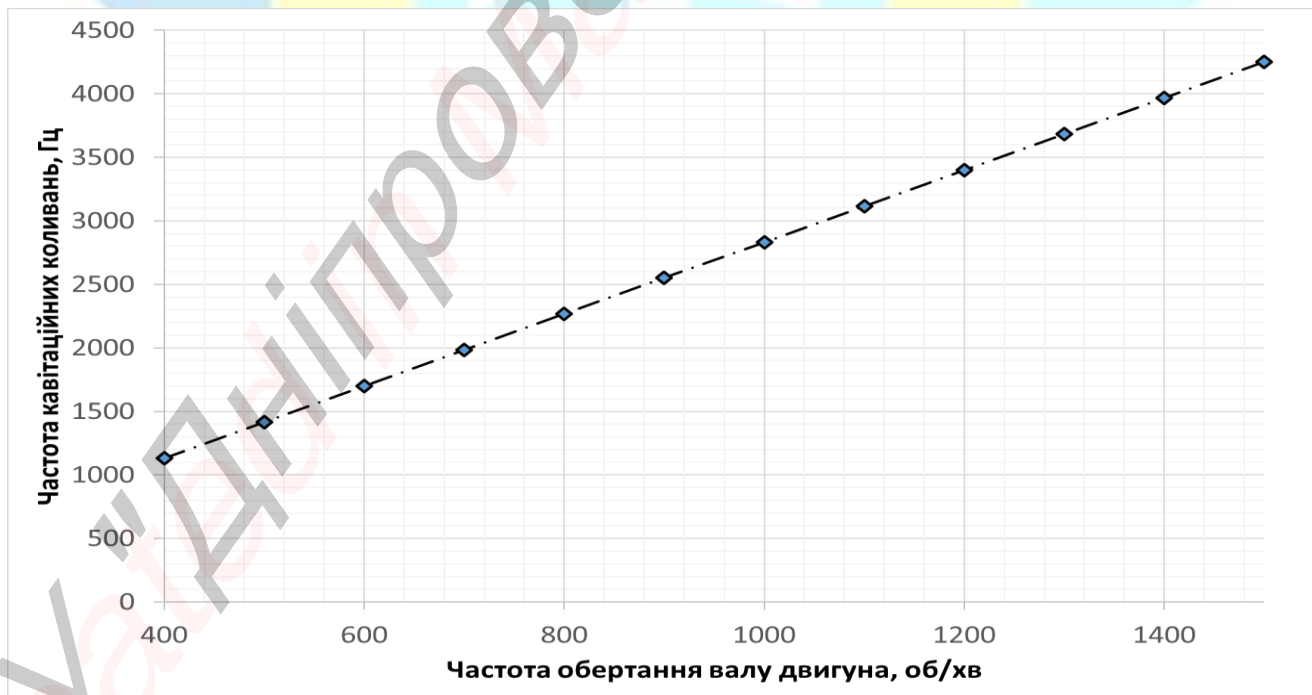
Для забезпечення регулювання частоти обертання ротора кавітаційного генератора в розробленій конструкції передбачено використання гідравлічного двигуна, що буде живитись від маслостанції бурової установки.

Таблиця 3.1. Технічна характеристика гідравлічного двигуна МАХМА МАММ

Діапазон регулювання обертів	400-1500 об/хв
Постійний момент на виході	45 Нм
Робочий тиск	до 2,2 Мпа
Вага	10 кг

Основною перевагою такого гідравлічного двигуна є можливість регулювання обертів у широкому діапазоні при його дуже невеликій вазі.

Загальна технічна характеристика спроектованого кавітаційно-пульсаційного генератора наведена в табл. 3.3.



**Рис. 3.16-** Графічна залежність між частотою кавітаційних коливань та частотою обертання ротора кавітаційно-пульсаційного генератора

**Залежність між частотою кавітаційних коливань та частотою  
обертання ротора кавітаційно-пульсаційного генератора**

Частота обертання ротора, об/хв	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Частота кавітаційних коливань, Гц	1133	1417	1700	1983	2267	2550	2833	3117	3400	3683	3967	4250

Таблиця 3.3.

**Технічна характеристика кавітаційно-пульсаційного генератора**

Частота обертання ротора, об/хв	400-1500
Частота кавітаційних коливань, Гц	1133-4250
Продуктивність кавітаційного генератора, м <sup>3</sup> /год	1-10
Число канавок по діаметру ротора	70
Число канавок по діаметру статора	100
Вага разом з мотором	40 кг

Дані про типи і параметри бурового розчину обробленого при використанні нової конструкції приведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

*Типи і параметри бурових розчинів*

Тип розчину	Інтервал, м		Параметри бурового розчину:						
			Густина, г/см <sup>3</sup>	Умовна в'язкість, с	Водовід- дача, см <sup>3</sup> /30хв	СНЗ, мг/см <sup>2</sup>		Кірка, мм	рН
	1	10							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Глинистий	0	350	1,10 – 1,12	25 – 45	6 – 8	10	30	1,0	8
Гуманно-акриловий	350	2450	1,14 – 1,16	40 – 60	4 – 6	20	60	1,0	9 – 10
Полімер-калієвий	2450	4670	1,17 – 1,19	40 – 60	4 – 6	20	60	1,0	8 – 9

## РОЗДІЛ 4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях

Дипломна робота, в якій виконується обґрунтування технології використання енергії гідравлічного потоку рідини в комбінації з електричною енергією, розглядається розділ охорона праці в приміщенні при використанні персонально електронно-обчислювальної машини (ПЕВМ).

### 4.1. Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих чинників ЕОМ, що впливають на користувача

Особливу увагу слід приділити захисту від електромагнітних випромінювань. Встановлено, що відеотермінали є джерелом широкосмугового спектру електромагнітних випромінювань : рентгенівського, ультрафіолетового (УФ),- видимого спектру, інфрачервоного випромінювання, електромагнітних полів (ЕМП) різночастотного спектру, електромагнітних випромінювань промислової частоти. Крім того, вони створюють аероіонні потоки і електростатичне поле.

Практично випромінювання УФ не проходить через скло екрану дисплея.

Те ж саме можна сказати і про м'яке рентгенівське випромінювання, яке у декілька разів нижче норми 100 мкР/с. Слід зазначити, що більшість моніторів створюють підвищений рівень електростатичного поля (норма - 20 кВ/м, встановлена ДСТУ 12.10 045 - 84, а також ефекти низькочастотних електромагнітних полів, шкідливий вплив яких на організм людини поза сумнівом. Саме такі поля здатні ініціювати біологічні зрушення (аж до порушення синтезу ДНК) в клітинах, викликати алергію і інші розлади : нудоту, втому, головні болі; можуть підвищувати активність ферменту, який, як вважають, сприяє росту пухлин.

Нині у багатьох країнах світу вже зареєстровано величезне число випадків виникнення різних форм патології, причини яких пов'язані з роботою на комп'ютері. Виявлений зв'язок між роботою на комп'ютері і такими погіршеннями здоров'я, як болі в спині і шиї, зап'ястний синдром, тенденити, астенія, стенокардія і різні стресові стани, підвищена збудливість і

дратівливість, депресивні стани, патологія в протіканні вагітності і, на жаль, немало інших захворювань, які ведуть до зниження працездатності і підривають здоров'я людей.

Чи навряд вдасться повністю уникнути згубного впливу передових технологій, але можна звести їх до мінімуму. Більшість проблем вирішуються самі собою при правильній організації робочих місць, дотриманні правил техніки безпеки і розумного розподілу робочого часу.

Програмне забезпечення призначене для введення, обробки і виведення інформації з візуальним представленням на екрані дисплея. Робоче місце може розташовуватися в машинному залі, тому варто розглянути, як виконуються вимоги по електро- і пожежній безпеці приміщень відділу автоматизації.

#### **4.2. Організаційні і технічні заходи по захисту від враження електричним струмом.**

Приміщення, де встановлюються ЕОМ, відносяться до приміщень з підвищеною небезпекою поразки електричним струмом (ПУЕ-1-1-13).

Наявність металевих конструкцій, сполучених із землею є потенційною небезпекою для організму людини, оскільки є можливість одночасного дотику людини з одного боку до металевих частин споруди, які можуть виявитися під напругою, з іншого боку до металевих конструкцій, сполучених із землею.

Небезпека поразки електричним струмом обумовлюється декількома чинниками, з яких істотне значення мають :

- експлуатаційна напруга;
- виробниче довкілля.

Електробезпека забезпечується низкою організаційних і технічних заходів.

Приміщення в яких встановлюються ЕОМ, живляться від трифазної мережі напругою 380\220 В і частотою 50 Гц. У усіх вузлах і автономних системах ЕОМ, доступ до яких можливий без відключення живлення, передбачено заземлення. У системі захисту електроживлення мають бути

встановлені відключаючі автомати і запобіжники, що забезпечують надійне відключення електроприймачів при підвищенні параметрів живлячої напруги і струму. До таких пристроїв відносяться реле і вимикачі по максимальній напрузі, плавкі запобіжники ПУЭ-3-16.

Для запобігання працюючому персоналу від поразки електричним струмом, ЕОМ має бути забезпечена закритими корпусами, які зануляються. Вводиться магістраль занулення, до якої підключаються корпуси пристроїв, захисних труб. Сталеві труби електропроводки, нульові дроти розподільної і групової мережі використовуються як контур заземлення усередині будівлі.

Захист людей здійснюється за допомогою ізоляції струмоведучих частин, створення захисних обгороджувальних бар'єрів, нанесення попереджувальних знаків і написів.

Окрім технічних засобів і способів захисту є організаційні заходи:

- періодична перевірка ізоляції струмоведучих дротів;
- до роботи на електроустановках допускаються особи, що пройшли інструктаж і навчання безпечним методам праці, перевірку знань відповідно до посади стосовно виконуваної роботи;
- навчання працівників безпечним прийомам праці робиться у формі інструктажу. За характером і часу проведення він ділиться на ввідний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний;
- обслуговуючий персонал і користувачі повинні щорічно проходити перевірку знань на відповідність кваліфікаційній групі.

### **4.3 Гігієна праці і промислова санітарія**

#### **4.3.1 Рівень шуму**

Рівні звукового тиску і рівні шуму на робочих місцях не повинні перевищувати значень, вказаних в таблиці 4.1.

Для забезпечення нормованих рівнів шуму виробничих приміщень необхідно застосовувати звукопоглинальні покриття - перфоровані панелі.



Таблиця 4.1 - Рівні звукового тиску і рівні шуму.

Вид діяльності	32 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	Рівень шуму, дБА
Програмісти	87	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Оператори	96	83	74	68	63	60	57	55	54	64

#### 4.3.2 Рівень електромагнітних і іонізуючих випромінювань

Сучасні ПЕВМ, що мають позначку LowEmission, LowRadiation, електромагнітне випромінювання яких на відстані 50см від екрану не перевищує напруженість поля 2,5-25В/м; по щільності - 25-250нТл. Поверхневий електростатичний потенціал екрану - 500В. Потужність дози рентгенівського випромінювання на відстані 5см від екрану - 10-6Гр/од, що відповідає 0,5мкР/ч.

#### 4.3.3 Склад повітряного середовища

Вміст озону в повітряному середовищі приміщення не більше 0,1мг/м<sup>3</sup>, зміст пилу - не більше 4мг/м<sup>3</sup>. Для боротьби з пилом необхідно не менше 2 раз на тиждень проводити вологе прибирання в приміщенні, і щодня перед початком роботи очищати екран від пилу і інших забруднень. Нормалізуючий вплив на іонний склад повітря робить примусова вентиляція і застосування іонізаторів.

Щоб нормалізувати зміст негативних іонів в повітрі, використовують кімнатний вентилятор в течії 15 мін після кожної години роботи, що здійснює рух повітря паралельно площині екрану.

### 4.4 Техніка безпеки при роботі з ПЕВМ

#### 4.4.1 Вимога до виробничого приміщення

Приміщення з ЕОМ має не нижче другої міри вогнестійкості, розмірами не менше 2,8 × 6,1 × 2,6 метрів, з віконним отвором 1,5 × 2,5 м, з одним виходом (двері 0,75 × 1,95 м), що відкриваються всередину. Заземлені

конструкції, кот4орие знаходяться в приміщенні, надійно захищені діелектричними щитками або сітками від випадкового дотику. У приміщенні знаходиться аптечка першої допомоги. Приміщення з ЕОМ оснащене системою автоматичної пожежної сигналізації. У приміщенні розташовується вуглекислотний вогнегасник. Підходи до засобів пожежогасінні вільні. Паління в приміщенні забороняється.

#### 4.4.2 Вимоги до освітлення

Приміщення з ЕОМ повинні має природне і штучне освітлення. Природне світло проникає через бічні віконні отвори, зорієнтовані, на північ або північний схід. Як джерела світла при штучному освітленні, застосовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ. Рівень освітленості на робочому столі в зоні розташування документів в межах 300 - 500 лк. Для забезпечення нормованих значень освітлення в приміщеннях з відеотерміналом ЕОМ загального і персонального користування необхідно очищати шибку і світильники не рідше чим 2 рази в рік.

#### 4.4.3 Вимога до робочого місця

Для роботи з ПЕВМ організовано робоче місце користувача, площа якого складає 17,08 м, при загальному об'ємі приміщення 44,4 м3. Робоче місце розташовується так, щоб природне світло падало ліворуч. Відстань від робочого місця до стіни з вікном складає 1,5 метра.

Для комфортної роботи стіл повинен задовольняти наступним умовам:

- висота столу вибрана з урахуванням можливості сидіти вільно, в зручній позі, при необхідності спираючись на підлокітники;
- нижня частина столу сконструйована так, щоб програміст міг зручно сидіти, не був вимушений підтискати ноги;
- конструкція столу передбачає наявність висувних ящиків (не менш 3-х для зберігання документації, лістингів, канцелярського приладдя).

Висота робочої поверхні в межах 680-800 мм. Висота поверхні, на яку встановлюється клавіатура, близько 650 мм. Висота сидіння над рівнем підлоги знаходиться в межах 420-550 мм. Поверхня сидіння м'яка, передній край

закруглений, а кут нахилу спинки - регульований. Відстань від очей до екрану (близько 600-700 мм), відстань від ока до документу (300-450 мм).

#### 4.4.4 Електробезпека

Живлення ПК і периферійних пристроїв, робляться від однофазної мережі з глухозаземленою нейтраллю.

Дотик до фазного дроту представляє смертельну небезпеку. Падіння напруги в живлячих лініях не перевищує 5% від робочої напруги.

Під час роботи операторові забороняється:

- торкатися одночасно екрану монітора і клавіатури; торкатися до задньої панелі системного блоку при включеному живленні;
- перемикати роз'єми інтерфейсних кабелів периферійних пристроїв, при включеному живленні;
- захащувати верхні панелі пристроїв сторонніми предметами;
- робити відключення живлення під час виконання активного завдання;
- робити часті перемикання живлення;
- допускати попадання вологи на поверхню системного блоку, монітора, робочу поверхню клавіатури, дисководу, принтера і інших пристроїв;
- робити самостійне розкриття і ремонт устаткування.

Операторові забороняється приступати до праці при виявленні будь-якої несправності устаткування до її усунення. При виникненні аварійної ситуації ПК відключається від мережі. ПЕВМ і периферійні пристрої мають вбудовану апаратуру захисту від короткого замикання. Для живлення техніки застосовується тільки 3-х дротяна мережа, що складається з фазного, нульового робітника і нульового захисного дротів. Перерізи цих дротів мають бути однаковими.

У приміщенні знаходиться 1 персональний комп'ютер. Для забезпечення відключення ПК при ушкодженні ізоляції або виникненні небезпеки поразки електричним струмом використовується захисне відключення. Захисне відключення застосовується на додаток до захисного занулення для забезпечення надійного захисту. Електричні кабелі розміщуються в металевих

трубах або в гнучких рукавах, які заземляються. Забороняється експлуатація кабелів і дротів з пошкодженою ізоляцією, використання саморобних подовжувачів, пошкоджених розеток і вимикачів.

Електроживлення ПЕВМ і освітлення здійснюється окремо. ПЕВМ і периферія сертифіковані, в комплекті з ПЕВМ, є паспорт-інструкція українською мовою.

Для захисту від статичної електрики передбачено використання засобів індивідуального захисту, до яких відносяться електростатичні халати і спеціальне взуття, підошва якого виконана з шкіри або електропровідної гуми, а також антистатичні браслети.

## **4.5 Протипожежна безпека**

### **4.5.1 Протипожежний режим**

Забезпечення пожежної безпеки підприємства покладається на керівника або уповноваженого ним посадовця, які повинні встановити протипожежний режим і призначити осіб, відповідальних за протипожежну безпеку об'єктів, зміст і експлуатацію протипожежних засобів. Згідно з протипожежним режимом забороняється паління, застосування відкритого вогню, використання побутових і нагрівальних приладів. Встановлюється порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт. По закінченню уповноважений посадовець перевіряє, і оглядає приміщення, відключає усі електроприлади.

Необхідно упорядкувати відключення електропостачання на випадок пожежі.

Стежити за організацією експлуатації і обслуговування технічних засобів пожежогасінні, пожежних сповіщувачів. Проводити роз'яснювальні роботи про дію працівників у разі пожеж.

На випадок виникнення пожежі у виробничому і допоміжному будівлях забезпечена можливість евакуації людей шляхом облаштування достатньої кількості виходів. Евакуаційними виходами можуть бути проходи, двері і ворота. Кількість виходів назовні і на сходи виходячи з граничної відстані від

будь-якого робочого місця у будівлі до одного з виходів, вважаючи по лінії вільних проходом, приймаємо відстань рівним 25 м.

Для швидкого виклику пожежної команди користуються технічними засобами зв'язку : телефоном, електричною пожежною сигналізацією (ручними і автоматичними сповіщувачами) і простими засобами зв'язку (гудками, сиренами).

#### 4.5.2. Протипожежна профілактика

Для приміщення, в якому експлуатуються ПК, є певна категорія по вибухонебезпеці і пожежній безпеці. Приміщення, в якому розташовуються ПК, має не нижче II міри вогнестійкості.

Підвищення температури окремих вузлів до 80-100<sup>0</sup>С може привести до плавлення ізоляції сполучних дротів, їх оголенню і, як наслідок, до короткого замикання, яке супроводжується іскрінням, веде до неприпустимих перевантажень елементів електронних схем. Для відведення надмірної теплоти від ПК служать системи вентиляції і кондиціонування повітря.

Приміщення з ПК, оснащено системою автоматичної пожежної сигналізації з димовими пожежниками сповіщувачами, і порошковими вогнегасниками.

У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно відключити ПК від електричної мережі.

### 4.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях

При проведенні обробки цих геологічних досліджень в камеральних умовах можливі такі надзвичайні ситуації: землетруси, неспровоковані вибухи, аварії з викидом небезпечних хімічних і радіоактивних речовин, пожежа.

Розглянемо дію персоналу при виникненні пожежі.

При виникненні пожежі працівник зобов'язаний:

- 1) негайно викликати пожежну охорону, вказавши адресу, кількість поверхів в приміщенні і повідомити своє прізвище;
- 2) вжити заходи для евакуації людей, гасіння пожежі і порятунку матеріальних цінностей;

3) повідомити про пожежу керівникові або іншому посадовцю;

4) при необхідності викликати медичну допомогу.

Посадовець, який прибув на пожежу зобов'язаний :

1) продублювати виклик пожежної охорони і повідомити власника підприємства;

2) при загрозі життя працівників, організувати їх евакуацію;

3) видалити за межі небезпечної зони працівників, не брати участь в гасінні пожежі;

4) припинити усі роботи у будівлі, окрім робіт, пов'язаних з гасінням;

5) відключити при необхідності електричну енергію, газопостачання, вентиляцію і вжити заходи, що перешкоджають розвитку пожежі і задимленню приміщення;

6) перевірити включення установок пожежогасінні;

7) організувати зустріч підрозділу пожежної охорони, вказавши їм найкоротший шлях до вогнища пожежі і джерел водопостачання;

8) організувати евакуацію і охорону матеріальних цінностей.

#### **4.7 Розрахунок загального штучного освітлення для виробничого приміщення**

Розрахунок штучного освітлення при використанні світильників з люмінесцентними лампами методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Зробимо розрахунок освітлення робочої кімнати світильниками з люмінесцентними лампами. Розміри приміщення : довжина  $A = 10$  м, ширина  $B = 9$  м, висота  $H = 3$  м. Стеля і стіни побілені, мало забруднені. Об'єкти розрізнення - темні поверхні. Напруга в мережі  $U = 220$  В.

Приймаємо систему загального освітлення. Характер зорової роботи відповідає IV розряду.

Норми природного і штучного освітлення для виконання різного виду робіт у виробничих приміщеннях приведені в СНіП 11.4 - 79.

Норма освітленості на робочому місці для цього виду робіт визначається з таблиці 3, вона складає 200 лк. Для освітлення приміщення ділянки вибираємо підвісні дифузні світильники типу ПВЛП, застосування яких допускається у будь-яких виробничих приміщеннях. Враховуючи можливість утворення пилу, передбачаємо частково пиленепроникне виконання світильників. В якості джерела світла використовуємо люмінесцентні лампи типу ЛД.

1) Визначаємо відстань від стелі до робочої поверхні по формулі:

$$A_{\text{ле}} = H - h_p, A_{\text{ле}} = 3 - 0,9 = 2,1 \text{ (м)};$$

де  $H$  - висота приміщення від підлоги до стелі, м;

$h_p$  - висота робочої поверхні, м.

2) Відстань від стелі до світильника визначається по формулі:

$$h_c = 0,2H_0, h_c = 0,2 * 2,1 = 0,42 \text{ (м)}.$$

3) Можливу висоту підвісу світильника над освітлюваною поверхнею визначаємо по формулі:

$$H_p = A_{\text{ле}} - h_c, H_p = 2,1 - 0,42 = 1,68 \text{ (м)}.$$

4) Висота підвісу над підлогою:

$$H_{\text{п}} = 1,68 + 0,9 = 2,58 \text{ (м)}$$

5) Для досягнення найбільшої рівномірності освітлення приймаємо відношення

$$L_p/H_p = 1,4$$

6) Відстань між рядами світильників  $L_p = 1,4 H_p = 2,4 \text{ (м)}$

7) Необхідна кількість ламп :

$$N = S/L^2, N = 90/5,76 = 15,6$$

де  $S$  - площа підлоги ( $90 \text{ м}^2$ )

Оскільки у світильнику 2 лампи, то прийmemo для розрахунку, що в приміщенні буде 8 світильників.

8) Зробимо розрахунок індексу приміщення  $i$

$$I = A * B / H_p(A+B), i = 90 / 1,68 * (19) = 2,8$$

9) Вичислимо світловий потік ламп в кожному світильнику

$$\Phi = E_n * K_3 * S * Z / 0,5 * N,$$

де  $E_n$  - нормоване значення максимальної освітленості

$K_3$  - коефіцієнт запасу, що враховує забруднення світильників в ході їх експлуатації,

$Z$  - поправочний коефіцієнт, що враховує нерівномірність освітлення при люмінесцентних лампах 1,1 . 1,2;

$$\Phi = 200 * 1,5 * 90 * 1,15 / 0,5 * 16 = 3881 \text{ лм}$$

Вибираємо лампу ЛД - 80, потужністю 80 Вт, світлопотік 3865 лм.

10) Зробимо перевірочний розрахунок, вирішивши рівняння відносно  $E_n$  і підставимо в нього фактичне значення світлового потоку  $\Phi_{л}$  :

$$E_n = \Phi_{л} * N * n / K_3 * S * Z; E_n = 3881 * 16 * 0,5 / 1,5 * 90 * 1,15 = 199 \text{ лк}$$

Отримане значення освітленості практично повністю відповідає  $E_n$ , певному СНіП 11-4-79 для цього розряду зорової роботи.

11) Потужність освітленої установки:

$$P_o = K_n * P * N,$$

де  $K_n$  - коефіцієнт, що враховує втрати в пускорегулюючій апаратурі

$$K_n = 1,25;$$

$P$  - потужність лампи, кВт

$$P_o = 1,25 * 80 * 16 = 1600 \text{ кВт}$$

Таким чином, розрахункова освітленість приміщення відділу автоматизації відповідає вимогам СНіП II - 4-79.



## РОЗДІЛ 5 Очікувані техніко-економічні показники

Техніко-економічний ефект від застосування комбінованого кавітаційного диспергатора полягає в значному скороченні часу приготування бурових розчинів зокрема, скороченні витрати емульгатора і хімічних реагентів за рахунок тоншого диспергування складових, поліпшення якості промивальних рідин при бурінні свердловин, спрощення конструкції.

Використання комбінованого кавітаційного диспергатора для обробки промивальної рідини дає можливість понизити витрату матеріалів на 30% в порівнянні із звичайною технологією.

В порівнянні з існуючими диспергаторами має наступні достоїнства:

- простота конструкції й висока продуктивність;
- скорочує час приготування промивальної рідини;
- має регульований привід.

Ефект від використання диспергатора полягає в скороченні витрат часу для приготування бурового розчину, скороченні витрати матеріалів.

Таблиця 5.1. Очікуваний економічний ефект від застосування диспергатора для проектної свердловини.

Назва компонентів бурового розчину	Потреба компонентів бурового розчину при стандартній технології, т	Потреба компонентів бурового розчину при застосуванні кавітаційного диспергатора, т	Економія, т	Вартість 1 т, грн	Загальна економія на 1 свердловину
ПВЛР	20,035	14,0245	6,0105	4000	24042
ПБМБ	18,09	12,663	5,427	3000	16281
Кальцинована сода	4,071	2,8497	1,2213	5000	0
Гіпанол	40,22	28,154	12,066	6000	6106,5
Нафта	35,205	24,6435	10,5615	10000	72396
КЛСТ	61,154	42,8078	18,3462	6000	105615
Доломіт	17,276	12,0932	5,1828	10000	110077,2
Біополімер	1,092	0,7644	0,3276	10000	51828
Лакріс	16,672	11,6704	5,0016	20000	3276
PAC-R	4,168	2,9176	1,2504	15000	100032
POLYPLUS	2,084	1,4588	0,6252	90000	18756
<b>Всього</b>					<b>564 678</b>

### Висновок

В середньому економія від застосування диспергатора для однієї свердловини складе – 564 678 грн.

Відповідно до єдиних норм амортизаційних відрахувань на повне відновлення основних фондів - норма амортизаційних відрахувань складає 20% до балансової вартості. Таким чином при вартості 50000 грн. амортизаційні відрахування на модернізацію складуть 10000 грн. на рік. Повна заміна диспергатора буде зроблена через 5 років роботи.

## Загальні висновки

У кваліфікаційній роботі розв'язана важлива і актуальна проблема для України - вдосконалення технології приготування промивальних рідин для умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області за рахунок реалізації кавітаційно-пульсаційної технології, а також:

1. Проведено аналітичний огляд геологічних та технічних умов роботи на Бригадирівській площі Харківської області.

2. Зроблено аналіз існуючих технологій підготовки і приготування промивальних рідин для умов буріння свердловини на Бригадирівській площі Харківської області.

3. Обґрунтована нова конструкції кавітаційного генератора роторного типу для реалізації кавітаційно-пульсаційної технології при приготуванні промивальної рідини, виконані моделювання конструкції в системі тривимірного моделювання КОМПАС-3D та виконано креслення для впровадження у виробництво.

4. Техніко-економічний ефект від застосування комбінованої гідродинамічної кавітації полягає в значному скороченні часу приготування бурових розчинів і зокрема, скороченні витрати емульгатора і хімічних реагентів за рахунок тоншого диспергування складових, оперативного поліпшення якості промивальних рідин в процесі буріння свердловин.

В результаті виконання кваліфікаційної роботи був розроблений комплекс заходів по охороні праці і обґрунтована економічна доцільність застосування розробленої технології.

Таким чином, при виконанні дипломного проекту досягнуті усі поставлені цілі і вирішені усі завдання, що стояли перед автором.

## Список використаних джерел

1. Мислюк М.А. До оцінки первинного розкриття продуктивних горизонтів на родовищах України / М.А. Мислюк, І.М. Ковбасюк, В.М. Стасенко, М.В. Гунда // Нафтова і газова промисловість. - 2008. - № 5. - С. 17-19.
2. Единые технические правила работ при строительстве скважин на нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождениях. — М.: ВНИИОЭНГ, 1983. - 48 с.
3. Коцкулич Я.С. Закінчування свердловин / Я.С. Коцкулич, О.В. Тищенко. - К.: Інтерпрес ЛТД, 2004.-366 с.
4. Балувев А.А. Бурение продуктивных пластов в условиях равновесия (депрессии) в системе скважина-пласт / А.А. Балувев // Нефтяное хозяйство. - 2001. - №9. - С. 38-39.
5. Белоруссов В.О. Новые методы буровой технологии / В.О. Белоруссов // Бурение и нефть. — 2003. - №6. — С. 42-43.
6. Никитин Б.А. Состояние техники и технологии заканчивания скважин / Б.А. Никитин, А.Г. Потапов // Газовая промышленность. — 2000. - №7.-С. 38-40.
7. Рустамбеков Т.Ф. Состояние и перспективы совершенствования техники и технологии глубокого разведочного бурения / Т.Ф. Рустамбеков // Нефтяное хозяйство. - 1992. - №11. — С. 7-9.
8. Амиян В.А. Влияние свойств промывочных жидкостей на проницаемость коллектора в процессе вскрытия пласта / В.А. Амиян, Н.П. Васильева // Вопросы вскрытия нефтяного пласта. — М.: ВНИИОЭНГ, 1965. - 12 с.
9. Амиян В.А. Вскрытие и освоение нефтяного пласта / В.А. Амиян, Н.П. Васильева. — М.: Недра, 1973. — 336 с.
10. Бейзик О.С. Буровий розчин для якісного розкриття продуктивних горизонтів / О.С. Бейзик, М.І. Оринчак // Розвідка та розробка нафтових і

газових родовищ, № 1(30). - С. 88-92.

11. Мислюк М.А. Буріння свердловин: Довідник: У 5 т. Т.2.: Промивання свердловин. Відробка доліт / М.А. Мислюк, І.Й. Рибчич, Р.С. Яремійчук. - К.: Інтерпрес 2002. - 303 с.

12. Васильченко А.О. Новий безглинистий буровий розчин з підвищеними інгібуючими властивостями / А.О. Васильченко, О.В. Кустурова // Проблеми нафтогазової промисловості: 36. наук. пр. - Київ, 2005. - С. 146-150.

13. Грей Дж.Р. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей). М.: Недра, 1985. 256 с.

14. Ивачёв Л.М. Промывка и тампонирувание геологоразведочных скважин. -М.: Недра, 1989. 245 с.

15. Іванов С. В., Воробйов С. І., Торховский В. Н., Герзелиев И.М. Застосування гідродинамічної кавітації для підвищення ефективності каталітичного крекінгу вакуумного газойля // Вісник МИТХТ ім. М.В. Ломоносова. - 2013. - Т. 8. - №3. - С. 67-69.

16. Промтов М.А. Пульсаційні апарати роторного типу. Теорія і практика. М.: Машинобудування, 2001. - 247 с.

17. Патент РФ № 2019281, «Роторный аппарат гидроударного действия "сампо"» / Э.М. Богусhevский, А.Ю. Губарь, А.В. Канцель, А.М. Масс, С.Е. Селиванов. – класс патента В01F7/00, - заявл. 10.11.1992, опубл. 15.09.1994.

18. Патент РФ № 2203738, «Способ измельчения труднообогатимых руд и кавитационный диспергатор для его осуществления» / Анушенков А.Н., Бочкарев Г.Р., Леконцев Ю.М., Фрейдин А.М., Шалауров В.А., - класс патента В02С19/00, заявл. 26.07.2001, опубл. 10.05.2003.