

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»
Спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Гідромеліорація»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
професор _____ В. Є. Волкова
« » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»
Спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Гідромеліорація»
на тему: «Обґрунтування будівництва насосної станції для перекачування
пульпи в нове хвостосховище на Вільногірському гірничо-металургійному
комбінаті»

Виконала здобувачка вищої освіти

2 курсу, групи МГБЦІ-1-22 _____ Кривошеєва Юлія Миколаївна
(підпис)

Керівник _____ Онопрієнко Дмитро Михайлович
(підпис)

Рецензент _____
(підпис)

Дніпро 2023

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля

Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»
Спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Гідромеліорація»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
професор _____ В. Є. Волкова
« » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачці вищої освіти
Кривошеєвій Юлії Миколаївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Обґрунтування будівництва насосної станції для перекачування пульпи в нове хвостосховище на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті» затверджена наказом ректора університету від 10 жовтня 2023 р. № 3058.

2. Термін здачі закінченої роботи: 14 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Природні умови
2. Характеристики гідротехнічних об'єктів
3. Схеми водопостачання і водовідведення
4. Технологічні процеси збагачення рудних пісків
5. Схема Вільногірського ГМК

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Вступ.

1. Стан вивченості та обґрунтування необхідності будівництва насосної станції
2. Природно-кліматична характеристика району досліджень
3. Умови та методика проведення досліджень
4. Вибір матеріалу і гідравлічний розрахунок пульпопроводів насосної станції
5. Вибір гідромеханічного обладнання і проектування пульпонасосної станції
6. Організація і технологія будівництва пульпонасосної станції
7. Техніко-економічне обґрунтування будівництва

8. Охорона праці

Висновки

Список використаної літератури

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу:

Схема розрізів обладнання

План родовища з розміщенням гідротехнічних об'єктів і хвостосховища

План будівельного майданчика ПНС

План розміщення гідромеханічного і електротехнічного обладнання

Календарний план будівництва

Техніко-економічне обґрунтування проекту будівництва ПНС

Керівник роботи _____ (Онопрієнко Д. М.)

(підпис)

Завдання прийняла до виконання _____ (Кривошеєва Ю. М.)

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п. п.	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Природно-кліматична характеристика району досліджень	12.10.2023р	
2	Умови та методика проведення досліджень	19.10.2023р	
3	Стан вивченості та обґрунтування необхідності будівництва насосної станції	26.10.2023р	
4	Вибір матеріалу і гідравлічний розрахунок пульпопроводів	09.10.2023р	
5	Вибір гідромеханічного обладнання для перекачування пульпи	16.10.2023р	
6	Організація технології будівництва	23.10.2023р	
7	Охорона навколишнього середовища	30.10.2023р	
8	Охорона праці	30.10.2023р	
9	Висновки	07.12.2023р	
10	Оформлення пояснювальної записки	14.12.2023р	

Здобувачка вищої освіти _____ (Кривошеєва Ю. М.)

(підпис)

Керівник роботи _____ (Онопрієнко Д. М.)

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 94 с., 12 рис., 11 табл., 24 літературних джерел.

Об'єктом досліджень є процеси утворення, транспортування та зберігання пульпових відходів на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

Предметом досліджень є технологія перекачування пульпи у хвостосховище за допомогою гідротранспорту на Малишівському родовищі.

Метою роботи є розробка та обґрунтування будівництва пульпонасосної станції третього підйому, спрямованої на оптимізацію управління відходами рудних пісків, що утворюються в процесі виробництва на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

Завданнями досліджень є:

- аналіз сучасного стану управління пульповими відходами на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті;
- гідравлічний розрахунок пульпопроводів і вибір матеріалу труб;
- обґрунтування концепції будівництва пульпонасосної станції для перекачування у нове хвостосховище;
- вибрати основне гідромеханічне та енергетичне обладнання пульпонасосної станції;
- визначити оптимальні будівельні, технологічні та енергоефективні рішення для будівництва пульпонасосної станції;
- визначити об'єми будівельних робіт та кошторисну вартість будівництва системи гідротранспорту;
- провести економічний аналіз запропонованих рішень, оцінити їхню вартість та ефективність на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті;
- розробити заходи з охорони праці при будівництві пульпонасосної станції.

Методи досліджень. При вирішенні поставлених завдань були використані такі методи: метод системного аналізу – при дослідженні сучасного стану гідротранспортних систем на розсипних родовищах Вільногірського ГМК і для вивчення відомих науково-технічних розробок за темою дипломного проєкту; аналітичний - для дослідження параметрів системи гідротранспорту; математичного аналізу – статистичної обробки результатів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному: раціональному розрахунку пульпопроводів з використанням сучасних методів; виборі сучасного гідромеханічного і електротехнічного обладнання пульпонасосної станції; виборі ефективної технології будівництва пульпонасосної станції.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що будівництво пульпонасосної станції 3-го підйому дозволяє оптимізувати роботу системи гідротранспорту рудних пісків на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті, завдяки чому можна досягти зниження затрат на транспортування пульпи в нове хвостосховище, що впливає на собівартість випуску кінцевої продукції.

Ключові слова – гідротранспорт, пульпонасосна станція, розсипні родовища, зумпф, пульпопровід, гідравлічний розрахунок, насос, технологія будівництва

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СТАН ВИВЧЕНОСТІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ БУДІВНИЦТВА НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ	10
2 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	14
2.1. Місцезнаходження об'єкта досліджень.....	14
2.2. Геоморфологічні умови.....	16
2.3. Характеристика клімату.....	17
2.4. Геологічні та гідрогеологічні умови.....	19
2.5. Характеристика джерела води.....	27
3 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
3.1. Умови проведення досліджень і вихідні дані.....	29
3.2. Характеристика об'єкта досліджень.....	30
3.3. Характеристика існуючої схеми подачі води для роботи гідротранспорту.....	32
3.4. Методика проведення проектно-вишукувальних робіт.....	38
4 ВИБІР МАТЕРІАЛУ І ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПУЛЬПОПРОВІДІВ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ	42
5 ВИБІР ГІДРОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ І ПРОЕКТУВАННЯ ПУЛЬПОНАСОСНОЇ СТАНЦІЇ	50
5.1. Вибір основного гідромеханічного і електричного обладнання.....	50
5.2. Особливості проектування пульпонасосної станції.....	55
6 ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА ПУЛЬПОНАСОСНОЇ СТАНЦІЇ	60
6.1. Обґрунтування будівельного майданчика.....	60

6.2	Визначення об'ємів земляних і монтажних робіт.....	62
6.3	Розробка технологічної карти на виконання земляних робіт.....	64
6.4	Розрахунок комплексної бригади будівельників.....	65
6.5	Календарне планування виробничих робіт.....	68
6.6	Кошторисний розрахунок	72
7	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БУДІВНИЦТВА.....	74
8	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	80
8.1	Загальні питання з охорони праці на об'єкті.....	80
8.2	Вимоги з електробезпеки на будівельних майданчиках.....	82
8.3	Забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику.....	83
8.4	Захист працівників від впливу шкідливих виробничих факторів.....	84
8.5	Аналіз показників виробничого травматизму.....	86
	ВИСНОВКИ.....	88
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	91
	ДОДАТКИ.....	94

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку гірничо-металургійної промисловості, зокрема на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті, питання ефективного управління відходами та їхнього надійного зберігання має ключове значення для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку регіону. У цьому контексті стоїть актуальна в дипломній роботі задача – обґрунтування будівництва насосної станції для перекачування пульпи в нове хвостосховище.

Будівництво такої насосної станції передбачає впровадження передових інженерних рішень, що дозволить підприємству оптимізувати роботу з обробки та утилізації пульпи, що у свою чергу призведе до покращення управління виробничими процесами та забезпечить високий стандарт екологічної безпеки. У дипломній роботі розглядається необхідність, переваги та технічні аспекти будівництва пульпонасосної станції третього підйому, а також економічне виправдання такого кроку для Вільногірського гірничо-металургійного комбінату.

Об'єктом досліджень є процеси утворення, транспортування та зберігання пульпових відходів на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

Предметом досліджень є технологія перекачування пульпи у хвостосховище гідротранспортним способом на Малишівському родовищі.

Метою роботи є розробка та обґрунтування будівництва пульпонасосної станції третього підйому, спрямованої на оптимізацію управління відходами рудних пісків, що утворюються в процесі виробництва на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

Завданнями досліджень є:

- аналіз сучасного стану управління пульповими відходами на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті;

- гідравлічний розрахунок пульпопроводів і вибір матеріалу труб;
- обґрунтування концепції будівництва пульпонасосної станції для перекачування у нове хвостосховище;
- вибрати основне гідромеханічне та енергетичне обладнання пульпонасосної станції;
- визначити оптимальні будівельні, технологічні та енергоефективні рішення для будівництва пульпонасосної станції;
- визначити об'єми будівельних робіт та кошторисну вартість будівництва системи гідротранспорту;
- провести економічний аналіз запропонованих рішень, оцінити їхню вартість та ефективність на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті;
- розробити заходи з охорони праці при будівництві пульпонасосної станції;
- оцінити вплив об'єкта досліджень на навколишнє природне середовище.

Для розв'язання поставлених завдань використані стандартні загальноприйняті методи розрахунку характеристик роботи пульпонасосної станції на реально існуючому об'єкті. В основу досліджень покладені розрахунки та порівняння умов роботи пульпонасосних установок на сталеві й поліетиленові пульпопроводи різних конструктивних рішеннях. Обґрунтована можливість використання поліетиленових труб замість сталевих не тільки для гідротранспортування рудних пісків на збагачувальну фабрику, а також для відведення відходів їх переробки на хвостосховище.

В дипломній роботі використані чинні нормативи і стандарти, зокрема, ДСТУ-НБВ.2.1-28:2013; ДБН В.2.4-5:2012; ISO TR 10501 та ін. Це забезпечить якість та безпеку будівельних робіт, а також дозволить уникнути непередбачених технологічних ситуацій у майбутньому.

1 СТАН ВИВЧЕНОСТІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ БУДІВНИЦТВА НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

В гірничо-металургійному секторі України ефективне управління та оптимізація технологічних процесів відіграють важливу роль у забезпеченні стабільності та конкурентоспроможності гірничо-збагачувальних комбінатів.

У зв'язку з цим, висвітлення стану вивченості та обґрунтування необхідності будівництва пульпонасосної станції у зв'язку з переповненням існуючого хвостосховища, що загрожує виробничим процесам та навколишньому середовищу на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті є актуальним завданням, спрямованим на вирішення технічних та економічних аспектів виробництва.

На Вільногірському ГМК напірні гідротранспортні комплекси використовують для доставки вихідних пісків на збагачувальну фабрику, а відходи збагачення у вигляді пульпи перекачують у хвостосховища [3]. З урахуванням динаміки виробництва, зростаючих обсягів видобутку та обробки руд, виникає необхідність впровадження сучасних інженерних рішень для оптимізації системи транспортування та обробки пульпи в нове хвостосховище, що облаштували на місці виробленого кар'єру Малишевського родовища.

Система гідротранспорту на Вільногірському ГМК складається з вузла приготування пульпи, ємності для акумуляції гідросуміші, відцентрових консольних ґрунтових насосів, що оснащені синхронними електродвигунами, пульпопроводів, що складаються із труб, фасонних частин, і різної за призначенням арматури [2].

В умовах Вільногірського ГМК насосні агрегати, тобто насос і електродвигун, є обов'язковим елементом гідротранспортної установки. Робоча сировина, тобто пульпа, подається існуючими пульпопроводами у всмоктувальну

лінію ґрунтового насоса WBC 18×20 що працює в агрегаті з електродвигуном СДНЗ-16-51-12УЗ (N=1600 кВт; n=500 хв⁻¹) на кожен технологічну чергу від своєї 1 і 2 черги приготування пульпи через пульпонасосну станцію 2-го підйому. Після проходження через насос пульпа з підвищеним тиском знову подається в напірний пульпопровід.

Пульпопровідна магістраль є обов'язковим елементом гідротранспортних установок, що забезпечує рух гідросуміші і визначає значну частину втрат напору. Традиційно магістралі гідротранспортних установок монтують із сталевих труб методом зварювання їх в стик, який інколи посилюють бандажним кільцем, що приварюють по краях. В середньому один раз в три роки сталеві труби перевертають поздовж осі на 120°, щоб забезпечити рівномірне зношення внутрішньої поверхні і подовжити термін їх експлуатації. Фланцеві з'єднання на трубопроводах гідротранспортних установок використовують для з'єднання пульпопроводів з патрубками насосів, а також монтажу запірної арматури.

Перспективним способом підвищення ефективності систем трубопровідного транспорту на гірничо-збагачувальних комбінатах є використання труб із полімерних матеріалів, що знижує капітальні витрати за рахунок вартості самих труб і послуг з їх транспортування і монтажу, а також експлуатаційних витрат, за рахунок зниження гідравлічного опору пульпопроводу [12].

Можливість такої заміни вперше була доведена експериментальним шляхом на гідротранспортному комплексі Вільногірського ГМК у 2006 році, коли ввели в експлуатацію ділянку трубопроводу із поліетиленових труб довжиною 160 м [13]. Застосовували труби ПЕ 80 SDR 21 діаметром 630 мм з товщиною стінки 30 мм, що розрахована на робочий тиск 6 атм. На кінець 2006 року цей трубопровід відпрацював 3500 годин і транспортував більше 2 млн м³ рудних пісків. Щільність пульпи залежно від режиму роботи гідротранспортного комплексу змінювалась від 1,01 до 1,22 т/м³. При огляді внутрішньої частини

трубопроводу відмічали зношення тільки частини зварного шва, а внутрішня частина труб була гладенькою, а не значна шорсткість була помічена тільки в нижній частині труби в межах від 200 до 300 мм по контуру. Заміри товщини труби ультразвуковим переносним приладом показав зношення не більше 1,5 мм. Враховуючи те, що вартість сталевих труб зараз практично зрівнялась з вартістю поліетиленових труб, можна зробити висновок, що застосування поліетиленових труб є економічно вигіднішим, ніж сталевих, тому що коефіцієнт гідравлічного опору для поліетиленових труб в декілька разів менший [14].

З досвіду експлуатації кар'єрного гідротранспортного комплексу на Вільногірському ГМК доведено, що для забезпечення нормального режиму роботи пульпопроводу після його подовження необхідна менша потужність, ніж потужність ще одного насоса, а з'єднання таких насосів послідовно взагалі дуже затратно і енергоємно. В цій ситуації, щоб забезпечити регламентовану роботу гідротранспортного комплексу зі швидкостями, що перевищують критичні, і зменшити гідравлічний опір магістралі, необхідно побудувати пульпонасосну станцію третього підйому.

Маючи досвід будівництва попередніх насосних станцій в дипломній роботі проведений детальний аналіз існуючих технічних рішень, дослідження існуючого стану хвостосховищ, пропускної здатності пульпопроводів та визначено основні проблеми в системі транспортування пульпи. Результати дослідження свідчать про необхідність будівництва нової напірної насосної станції для оптимізації та поліпшення транспортування пульпи в нове хвостосховище, що знаходиться на відстані 1700 м.

Обґрунтування необхідності будівництва нової пульпонасосної станції полягає у встановленні її ефективності, тобто введення в дію нової насосної станції покращить ефективність транспортування пульпи в хвостосховище, забезпечуючи стабільність всіх виробничих процесів.

Стосовно екологічної безпеки, то це призведе до зменшення впливу переповненого хвостосховища на навколишнє природне середовище завдяки вдосконаленій системі зберігання.

Економічні вигоди від будівництва ПНС полягають у підвищенні продуктивності праці та зниженні експлуатаційних витрат.

Враховуючи переповнення старого хвостосховища та його негативний вплив на прилеглі території, будівництво пульпо насосної станції третього підйому стає критично важливим кроком для забезпечення стабільності, ефективності та екологічної безпеки на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті, сприяючи підвищенню конкурентоспроможності та вдосконаленню виробничих процесів.

2 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Місцезнаходження об'єкта досліджень

Вільногірський гірничо-металургійний комбінат, це гірничо-збагачувальне та металургійне підприємство у Дніпропетровській області України, що працює на базі Малишівського розсипного родовища. Малишівське, (або його ще називають Самотканське) родовище комплексних титано-цирконових розсипів розташоване у Дніпропетровській області на правому березі р. Дніпро у верхів'ї її притоку р. Самоткань. Це родовище знаходиться біля міста Вільногірська і було відкрите у 1954 році, а з 1961р. його розробку ведуть відкритим способом. Зараз це родовище є основним джерелом сировини для Вільногірського гірничо-металургійного комбінату, і залишається єдиним родовищем такого типу, що розробляється на території України [1].



Рисунок 2.1- Карта розташування Вільногірського ГМК

Процес видобутку полягає в відкритій кар'єрній розробці, використовуючи роторні комплекси. Одержані рудні піски та розкривні породи транспортуються за допомогою стрічкових конвейерів та гідротранспорту, а також автотранспорту.

Важливою частиною виробництва є фабрика обезводнення і збагачення рудних пісків. Збагачувальний процес включає дезінтеграцію та знешламлювання, гравітаційне збагачення, сушку та розділення колективного концентрату за допомогою електричних та магнітних методів.

Важливо зазначити, що реконструкція збагачувального виробництва в 1974-80 роках зробила можливим збільшення потужності підприємства до 200 тисяч тонн ільменітового концентрату щорічно.

Основними продуктами збагачення комбінату є рутиловий (з вмістом понад 95 % TiO_2), ільменітовий (з вмістом понад 63 % TiO_2), цирконовий, ставролітовий, дистен-силіманітовий концентрати [1].

Вільногірський гірничо-металургійний комбінат є провідним українським підприємством з виробництва концентратів кольорових та рідкісних металів, і є сировинною базою низки важливих для економіки країни галузей, зокрема хімічної, електротехнічної, металургійної та машинобудівної.

Технологія розкриття кар'єру включає такі етапи робіт: висушування та очищення поверхні кар'єру від рослинності, видалення родючого і потенційно родючого шару ґрунту з його подальшим переміщенням на зовнішні відвали, підготовку початкового фронту для розкривних та видобувних робіт, самі розкривні та видобувні процеси, а також рекультивацію порушених земель і кар'єрів.

Екскаратором складують видобуті рудні піски безпосередньо на відвал, або на проміжний відвал перед гідромоніторами, де ці рудні піски обробляють трьома гідромоніторами [19].

Виробниче водопостачання при розробці кар'єру представлене системою обігового водозабезпечення (рис. 2.2). Передбачена за потреби організація

тимчасового водозабору з р. Самоткань для поповнення втрат води на випаровування та фільтрацію.

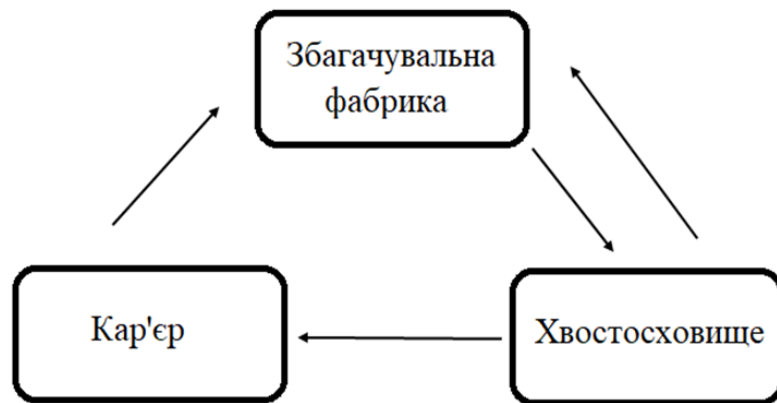


Рисунок. 2.2 – Схема обігового водопостачання на Малишівському родовищі

Вода, яка проходить через насосну станцію в системі обігового водопостачання, освітлюється і подається по трубопроводах в кар'єр для живлення забійних установок. Після цього вода направляється на збагачувальну фабрику. Після процесу збагачення рудних пісків за допомогою гравітаційних методів вода, разом із хвостами збагачення, направляється у хвостосховище (Додаток А).

2.2 Геоморфологічні умови

Територія Вільногірського гірничо-металургійного комбінату розташована біля річки Самоткань, що є притокою річки Дніпро, тому в рельєфі є річкові долини та схили, пов'язані з цією водою.

В околицях комбінату можна знайти рівнини і долини, що характеризуються плоскими, або м'яко-хвилястими рельєфами. Долини часто

служать для розташування важливих комунікацій та водоймищ. Розповсюджені також плато і низини, що вирізняються плоскими або помірними схилами.

Річка Самоткань протікає паралельно на північ від Малишівського родовища і впадає в річку Дніпро біля міста Верхньодніпровська. Всі балки, в тому числі балки Крута і Моргунка, що входять в русло балки Скажена, є притоками р. Самоткань, що перерізають родовище та створюють різні гідрогеологічні умови на різних його ділянках.

Абсолютні висоти точок місцевості в районі досліджень мають велике значення для гідрогеологічних обстежень. Уздовж діючої залізничної колії на південь від міста Вільногірська та балки Крута встановлено водорозділ з абсолютними позначками близько 170 метрів. Абсолютні позначки денної поверхні хвостосховища біля балки Крутої становлять від 148 до 151 м, тоді як абсолютні позначки денних поверхонь біля сіл Биково та Водяне, що розташовані на південь від залізничних шляхів, становлять відповідно 160-155, та 145-140 метрів.

На південному заході комбінату можна знайти деякі гірські утворення, так як комбінат знаходиться в південно-східній частині докембрійського Коростенського плутону Українського кристалічного щита. Ці гірські масиви можуть впливати на рельєф та геоморфологію району.

2.3 Характеристика клімату

Клімат в районі Вільногірського гірничо-металургійного комбінату характеризується сезонними змінами температури. Зима в цьому районі зазвичай прохолодна, з найнижчими температурами, що можуть спускатися нижче нуля градусів Цельсія. Літо, навпаки, сприяє високим температурам, і вони можуть

підніматися вище 30 градусів Цельсія. Зміни температури впливають на роботу обладнання та технологічні процеси на комбінаті, що потребує врахування при проектуванні насосних станцій різного призначення. Коливання середніх декадних та місячних температур повітря за рік наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Температура повітря в районі досліджень

Декада	Середня за декаду та місяць температура повітря, °С												
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	За рік
1	-4,2	-4,5	-2,1	7,5	13,8	18,4	20,1	20,9	17,0	10,4	3,5	-0,8	
2	-6,7	-4,3	0,1	8,5	16,0	18,6	21,1	20,1	14,9	8,4	2,4	-2,6	
3	-5,0	-3,7	3,7	11,2	16,6	19,9	20,6	18,5	12,4	5,6	1,3	-2,8	
Середнє значення	-5,3	-4,2	0,6	9,1	15,5	19,0	20,6	19,8	14,8	8,1	2,4	-2,1	8,2

У цьому районі спостерігаються помірні атмосферні опади протягом року. Опади розподіляються нерівномірно впродовж року, з більшою кількістю опадів у весняний і літній періоди. Осінь і зима, навпаки, є більш сухими періодами. Під час злив та опадів, можуть виникати проблеми з управлінням пульпою і утриманням хвостосховища. Коливання середньої декадної та місячної суми атмосферних опадів (мм) наведені в табл.2.2.

Таблиця 2.2 – Кількість атмосферних опадів в районі досліджень

Декада	Середня за декаду та місячна сума атмосферних опадів, мм												
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	За рік
1	18	8	9	11	12	22	22	10	14	12	11	12	
2	12	16	7	13	12	22	17	15	10	11	13	19	
3	11	7	12	15	24	20	18	20	11	12	16	14	
Середнє значення	41	31	28	39	48	64	57	45	35	35	40	45	508

Вітер є ще одним з важливих аспектів формування клімату в даному районі. Вітер може бути сильним і варіювати за швидкістю та напрямком впродовж року. Врахування впливу вітру на технічне обладнання і безпеку персоналу задіяного в будівництві є важливою частиною проектування насосної станції та управління пульпою. Значення середньої за місяць та рік швидкості вітру (м/с) наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Середня за місяць та річна швидкість вітру, м/с

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	рік
3.7	4.4	4.6	4.1	4.0	3.4	3.1	2.9	2.8	3.2	3.8	4.2	3.7

Вологість повітря в районі Вільногірського гірничо-металургійного комбінату може значно коливатися від сезону до сезону. Це також має важливе значення для внутрішнього середовища та технологічних процесів на комбінаті.

Район може бути піддатливим до інших кліматичних аспектів, таких як снігопади. Середня за зиму висота снігового покриву становить 8 см, максимальна – 19 см, а мінімальна – 3 см. Трапляються періодично заморозки і спекотні періоди.

Всі ці кліматичні фактори повинні бути враховані при плануванні та проектуванні насосних станцій та хвостосховищ для пульпи.

2.4 Геологічні та гідрогеологічні умови

Малишівське родовище представляє собою прибережно-морський розсип, знаходячись у піщаних відкладеннях полтавської серії та сарматського ярусу неогену. Розташовані поклади мають ширину від 0,3 до 1,0 км та довжину до 20 км, при товщині 5–10 метрів. Важка фракція складає від 10–15 до 100-150 кг/м³.

У рудному піску середній вміст циркону становить $7,6 \text{ кг/м}^3$ ($5,1 \text{ кг/м}^3$ діоксиду цирконію). Мінеральний склад важкої фракції включає змінений ільменіт (44 %), тонкокристалічну суміш оксидів титану (16 %), циркон (9,6 %), дистен + силіманіт (13 %), турмалін (9 %) та інші мінерали у невеликих кількостях.

На місці проводиться обробка цирконового та частково ільменітового концентратів. Рутиловий та основну частину ільменітового концентрату відправляють споживачам без подальшої обробки [20]. У цирконі з концентрату Малишівського родовища міститься 64,3–67 % суми $\text{ZrO}_2 + \text{HfO}_2$, при цьому вміст HfO_2 в цій сумі становить всього 1,6–1,9 %. Інші домішки, такі як ітрії і лантаніди, складають 0,14–0,64 %. Приблизно 2,5 % цирконового концентрату становить метаміктний різновид (малакон), ідентичний циркону уранових руд певних родовищ Центральноукраїнської урановорудної провінції. Цей різновид циркону має вміст HfO_2 й досягає 2,3 %, а також підвищені рівні P205, Y, TR і деяких інших елементів, включаючи U і Th. Існує можливість виділення цього різновиду циркону у самостійний високогафнієвий продукт, оскільки його магнітна сприйнятливість збільшена. Станом на 2023 рік близько 50 % запасів родовища було вже видобуто, проте залишок, який складає приблизно 50 %, забезпечить сталий видобуток ще приблизно протягом 40 років [20].

Піски, що містять руду, в Малишівському родовищі, відносяться до відкладів сарматського ярусу та полтавської світи. Відклади полтавської світи широко розповсюджені в межах родовища і горизонтально лежать на відкладах харківського ярусу, які, у свою чергу, місцями підстилають відклади київського і бучакського ярусів. Кристалічні породи на родовищі знаходяться на глибині від 80 до 160 метрів і не утворюють природних виходів. Ці кристалічні породи у центральній частині родовища представлені осадно-ефузивним комплексом порід Верховцевської групи магнітних аномалій, який включає амфіболіти, епідіабази, хлорит-амфіболові, кварц-серицитові і серицит-хлоритові сланці, а також серпентинітові і кварц-магнетитові породи. Ці породи утворюють смугу,

яка простягається в субмеридіальному напрямку, і центральна частина родовища розташована в межах цієї смуги. У східній і західній частині родовища поширені сірі плагіограніти і їхні мігматити. На кристалічних породах лежить товща осадових відкладів бучакського ярусу, що становить 38 метрів. Бучакський горизонт перекривається зеленувато-сірими глинами київського ярусу. Відклади харківського ярусу на родовищі широко розповсюджені і складаються з яскраво-зелених глауконіт-кварцевих пісків. Контакт полтавських відкладів з підстилаючими породами харківського ярусу є поступовим [20].

У полтавських відкладах можна виділити три горизонти:

1. Верхній горизонт представлений зеленувато-сірими або жовтувато-сірими тонкозернистими кварцевими пісками із глауконітом. Тут можна виділити окремі області, що містять значну кількість важких мінералів, іноді досягаючи промислових обсягів. Товщина цього горизонту становить 5–8 метрів.

2. Нижче знаходиться горизонт жовтувато-сірих, дрібнозернистих пісків, що лежать над зеленувато-сірими глинами. Товщина цього горизонту складає 15–20 метрів. У південній частині цього горизонту і на північ від нього розташований нижній горизонт, який містить рудоносні піски полтавської світи.

3. На вершині відкладів полтавської світи розташований горизонт тонкодисперсних кварцевих пісків із різнобарвними плямами. Верхній горизонт цих пісків складається з тонких горизонтальних верств. Товщина верхнього горизонту становить 3–7 метрів. Цей горизонт пісків пов'язаний з основним вибором. Концентрація важких мінералів в цих пісках коливається від 10 до 100–150 кг/м³, і в середньому на горизонті вона становить практично 40 кг/м³.

На всій території Малишівського (Самотканського) родовища, у відкладах полтавської світи, розташовані піски сарматського ярусу. Контакт між пісками полтавської світи, що знаходяться вище, і пісками сарматського ярусу є горизонтальним та різким. У пісках сарматського ярусу виділяються три горизонти [20]:

1. Нижній горизонт - безрудні піски товщиною 4 метри.
2. Середній горизонт - складається з високо збагачених рудними пісків товщиною 4–8 метрів.
3. Верхній горизонт - представлений менш збагаченими пісками товщиною до 8 метрів.

Вміст концентрату важких мінералів у пісках сарматського ярусу коливається від 10 до 1,600 кг/м³. У відкладах сарматського ярусу, розташованих в межах водороздільних просторів, знаходяться червоно-бурі глини. Вище за червоно-бурими глинами розташовані різні за механічним складом суглинки.

Четвертинні відклади представлені палево-жовтими лесовидними і структурно непорядкованими жовто-бурими суглинками.

Рудоносні піски Малишівського родовища виявляють різний рівень збагачення важкими мінералами. Розподіл мінералів у рудносній товщі є нерівномірним. Особливо високий вміст їх в рудоносних пісках сарматського ярусу, де в центральній частині рудного тіла відзначається широка зона сильно збагачених пісків, що вміщує до 500 кг і більше концентрату мінералів на 1 м³ піску. У периферійних ділянках рудного покладу сарматського ярусу вміст важких мінералів постійно зменшується, переходячи в звичайні шари, а потім в низькопродуктивні руди [21].

Стосовно гідрогеологічних умов, то в районі досліджень було встановлено два важливих водоносних горизонти: перший водоносний горизонт, який пов'язаний із лесовидними суглинками, та другий водоносний горизонт, який пов'язаний із пісками полтавської серії та харківського ярусу.

В районі досліджень розповсюджені четвертинні суглинки, за винятком долин річок і балок, де суглинки розмиті діючими водотоками. Водовміщуючі породи включають лесовидні, жовто-і червоно-бурі суглинки. У місцях, де червоно-бурі глини відсутні, на схилах балок може бути горизонт строкатих глин.

Глибина водоносного горизонту коливається від 2,0 до 18,0 метрів, а в абсолютних позначках від 160 до 80 метрів.

На території Малишівського родовища описаний водоносний горизонт, який живиться водами четвертинних суглинків на глибинах від 2,0 до 18,0 метрів (в абсолютних позначках 160-80 метрів). Стовп води в колодязях зазвичай не перевищує 2-3 метри.

Поверхня дзеркала ґрунтових вод в районі досліджень вільна. Гранулометричний склад четвертинних суглинків змінюється як за площею їх поширення, так і у вертикальному розрізі.

За даними лабораторних обстежень Дніпропетровської гідрогеологічної експедиції, лесовидні суглинки є макропористими, пилюватими, з переважанням частинок 0,05–0,005 мм від 70,1 до 93,6 %. Вміст піщаних фракцій розміром частинок 0,5–0,05 мм становить 5,9–29,9 %. За глибиною суглинки є більш глинистими з вмістом глинистої фракції (0,005 мм) 15,7–24,9 %. Коефіцієнт фільтрації за даними лабораторних досліджень становить 0,027 – 0,35 м/добу. Це значення свідчить про те, що ґрунтові води рухаються повільно через цей гідрогеологічний горизонт.

Водонасичення четвертинних суглинків цілком залежить від їх механічного складу. Водоносність цих відкладень характеризується результатами короточасних відкачок з колодязів і шурфів родовища, і в найближчих населених пунктах. Результати цих обстежень свідчать, що водообільність суглинків незначна. Дебіт колодязів варіює у великих межах від 0,016 до 0,26 л/с. Максимальний дебіт був досягнутий при відкачці води з колодязя в балці Гуріна. В долинах річок і балок води горизонту дренуються численними джерелами з дебітом, який коливається від сотих часток до 0,4 л/с.

Фізичні властивості вод суглинків в більшості задовільні, вода безбарвна і прозора. Проте води суглинків в хімічному відношенні можуть бути від прісних до солоних і гірко-солоних. Солоний присмак води виявлений в колодязі балки

Івашина. Значення сухого залишку при температурі 110°C коливається від 570 до 4402 мг/л, а загальна жорсткість змінюється від 24,4 до 89,8 ммоль/дм³.

Засоленість вод у районі пояснюється наявністю в суглинках включень гіпсу та його розчиненням у воді. Гіпс - це мінерал, який може впливати на хімічний склад ґрунтових вод, роблячи їх більш солоними. Засоленість вод пояснюється наявністю в суглинках включень гіпсу і його вилугуванням.

Аналізуючи хімічний вміст води четвертинних суглинків за Курловим, їх склад змінюється в широких межах від сульфатно-хлоридно і сульфатно-гідрокарбонатно, натрієво-кальцієвих до гідро-карбонатних, магнієво-кальцієвих. Ця різноманітність свідчить про складні геохімічні процеси, що відбуваються в ґрунтах та впливають на хімічний склад водних ресурсів.

Рух ґрунтових вод у цьому районі спрямований від вододілу (ділянок з максимальними абсолютними позначками денної поверхні) до долин річок і балок (ділянки з мінімальними позначками денної поверхні). Ухил водоносного горизонту становить приблизно 0,0048.

Водоносний горизонт, описаний в цьому розділі, широко використовується для водопостачання населених пунктів та колгоспних промислових підприємств, що розташовані на території родовища. Води цього горизонту використовуються для різноманітних потреб, і їх хімічний склад важливий для забезпечення безпеки водопостачання та визначення можливості використання води для конкретних технологічних процесів.

У регіоні родовища Вільногірського гірничо-металургійного комбінату відзначається поширеність відкладень харківського ярусу та полтавської серії. Водовмісні породи представлені тонкозернистим глауконіт-кварцовими пісками харківського ярусу і тонкозернистими кварцовими пісками полтавської серії

Ці два водоносних горизонти, харківські та полтавські піски, в районі родовища не ізольовані один від одного і утворюють єдиний змішаний водоносний горизонт з вільним рівнем води. Це означає, що води цих двох

горизонтів можуть взаємодіяти та впливати одна на одну, що слід враховувати при проектуванні та експлуатації насосної станції.

В долині р. Самоткань водонесучі відкладення харківського ярусу лежать на піщано-глинистих та місцями вуглистих відкладеннях бучакського і київського ярусів. На інших ділянках родовища ці відкладення перекриваються піщаними та глинистими відкладеннями середньосарматського підярусу.

В районі родовища Вільногірського гірничо-металургійного комбінату потужність водоносного горизонту коливається від 5,45 до 26,8 метрів. Середня потужність водонасиченої частини пісків становить приблизно 20,0 метрів.

Глибина залягання водоносного горизонту та статичного рівня залежить від рельєфу місцевості і коливається від 48,1 до 79,05 метрів (в абсолютних позначках від 104,57 до 85,41 метра). Зазвичай, положення статичного рівня розташоване нижче покрівлі пісків полтавської світи на величину від 3 до 10 метрів, в залежності від рельєфу - на вододільних ділянках або в долинах річок і балок.

Напрямок руху ґрунтових вод спрямований на південний схід, у бік долини річки Дніпро, при ухилі водоносного горизонту, який становить 0,00054. Це важливий параметр, який визначає напрям руху води та має важливе значення при проектуванні насосної станції.

За літологічним складом відкладення харківського ярусу і полтавської серії досить однорідні і представлені, в основному, тонкозернистим пісками з вмістом глинистих і пилюватих часток. Водоносність цих пісків тісно пов'язана з їхнім літологічним складом.

Піски харківського ярусу характеризуються слабкою водовіддачею. Питомий дебіт цих пісків змінюється в значних межах, коливаючись від 0,000005 до 0,046 літрів на секунду. Це свідчить про те, що ці водоносні горизонти можуть забезпечити обмежену кількість води.

Фізичні властивості підземних вод харківських та полтавських пісків характеризуються безбарвністю і прозорістю, а також відсутністю смаку, що робить їх придатними для використання у виробничих процесах.

Ці води мають різний хімічний склад, включаючи сульфатно-гідрокарбонатні, натрієво-магнієві, гідрокарбонатно-сульфатні, кальцієво-магнієві і сульфатно-натрієві властивості.

З компонентів, які визначають характер підземних вод, найбільша кількість міститься сульфатів (86,4–567,9 мг/л) і гідрокарбонатів (74,5–427,0 мг/л), вміст хлору коливається від 31,02 до 141,32 мг/л., натрію і калію від 62,8 мг/л до 268,0 мг/л, магнію від 24,7 до 61,7 мг/л і кальцію від 28,5 до 125,6 мг/л.

Загальна жорсткість змінюється від 10,2 до 32,4 ммоль/дм³. Сухий залишок при 110⁰С коливається від 400 до 1340 мг/л.

Регіон характеризується незначними підйомами рівня підземних вод у весняно-літній період і значно меншими змінами в осінньо-зимовий період. Амплітуда коливань рівня становить до 0,3 метра. Таким чином, вплив атмосферних опадів на режим водоносного горизонту в цьому регіоні незначний.

Це пояснюється наявністю потужного покриву четвертинних суглинків і глин, а також глин сарматського ярусу, і обмеженою площею виходів полтавських пісків на денну поверхню [6].

Водоносний горизонт відкладень харківського ярусу полтавської серії внаслідок глибокого залягання і слабкої водонасиченості практичного застосування для цілей водопостачання не має.

Аналіз гідрогеологічної будови та поширення відкладень дозволяє краще розуміти гідравлічні характеристики родовища та можливості використання цих гідрогеологічних умов для проектування та будівництва насосної станції для перекачування пульпи в нове хвостосховище на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

2.5 Характеристика джерела води

Річка Самоткань бере свій початок у Малишівському родовищі та протікає паралельно на північ від родовища, завершуючи свій шлях при впадінні в річку Дніпро поблизу міста Верхньодніпровськ. Вона є джерелом води для технологічних потреб комбінату і перекачування гідросумішей трубопровідними системами.

Річка Самоткань протікає через різноманітні ландшафти, що відзначаються мальовничими балками, такими як балки Крута і Моргунка. Течія річки створює унікальні гідрографічні особливості місцевості.

У верхів'ї балки Крута вода знаходиться на водорозділі з абсолютними відмітками близько 170 метрів. Ці відмітки мають важливе значення для розрахунків та проектування гідротехнічних об'єктів у Малишівському родовищі.

В цьому регіоні розповсюджені два водоносних горизонти: перший асоційований із лесовидними суглинками, а другий - із пісками полтавської серії та харківського ярусу.

Річка Самоткань відіграє важливу роль у промислових технологічних процесах, зокрема, в подачі води на Вільногірський гірничо-металургійний комбінат. Технологія подачі води на цей гірничо-металургійний комбінат з річки Самоткань передбачає використання води для забезпечення різноманітних технологічних процесів та виробничих потреб всього підприємства.

Перший етап цієї технології включає забір води з річки Самоткань за допомогою гідротехнічного вузла машинного водопідйому. На цьому етапі важливо враховувати потреби виробництва та забезпечувати необхідний рівень води і водозабірній споруді.

Після забору вода подається в ставки-відстійники, що використовуються для відокремлення твердих частинок від рідини, і дозволяє очистити воду перед подальшим використанням у технологічних процесах на самому комбінаті. Цей етап допомагає зменшити вміст твердих речовин у воді та забезпечити її відповідність стандартам якості. Ставок-відстійник зображений на рис. 2.3.

Забезпечення водою для потреб виробництва в кар'єрах Малишевського родовища пов'язане з системою водопостачання, що обслуговує збагачувальну фабрику, і є неот'ємною частиною усієї системи замкнутого обігового водопостачання гірничо-збагачувального комплексу[19].

Освітлена вода із ставків-відстійників за допомогою насосної станції обігового водопостачання по трубопроводах направляється на кар'єр до забійних гідроустановок, а потім на збагачувальну фабрику. Після збагачення рудних пісків гравітаційними методами вода, разом із хвостами збагачення, потрапляє в існуючі хвостосховища [19].



Рисунок 2.3- Ставок-відстійник № 1 на території Малишівського родовища

3 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Умови проведення досліджень і вихідні дані

Під час проходження виробничої практики у 2021 і 2023 роках на Вільногірському державному гірничо-металургійному комбінаті автором цієї роботи були зібрані всі необхідні вихідні дані для виконання дипломної роботи, а саме природні умови, характеристики гідротехнічних об'єктів, схеми водопостачання і водовідведення, технологічні процеси тощо. У звітах з виробничої і переддипломної практики наведений аналіз схем використання водних ресурсів, визначені характеристики гідрологічних об'єктів, а також проаналізовані гідротехнічні параметри для подальшого будівництва насосної станції для перекачування пульпи у хвостосховище.

Дослідження розпочали з детального аналізу географічного положення та рельєфу території, де планується будівництво нової пульпонасосної станції. Визначили висотні відмітки та рівні розташування ставків накопичувачів й водосховищ для визначення оптимального розташування майданчика пульпонасосної станції за допомогою тахеометричної зйомки. Також були проведені геологічні та гідрогеологічні дослідження для визначення характеристики ґрунтів, їх водопроникності та можливих зон розміщення будівельного майданчика пульпонасосної станції.

Проведений аналіз розподілу атмосферних опадів за багаторічний період, умови стікання та режиму формування вологи в ґрунті на об'єкті досліджень з врахуванням сезонних та річних змін у водному балансі досліджуваної території.

Проаналізовані фактори впливу будівництва нової пульпонасосної станції на екосистему та визначені основні заходи для мінімізації негативного впливу об'єкта будівництва на довкілля.

Дані досліджень та розрахунків слугуватимуть підґрунтям для розробки оптимального проекту будівництва пульпонасосної станції для транспортування пульпи в нове хвостосховище на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

3.2 Характеристика об'єкта досліджень

На збагачувальних фабриках гірничо-збагачувальних комбінатів України відходи збагачення відводять за допомогою напірних гідротранспортних комплексів, а на Вільногірському державному гірничо-металургійному комбінаті напірні гідротранспортні комплекси використовують також і для доставки вихідних пісків на збагачувальну фабрику [2].

Крім цього, відомі приклади застосування цього виду транспорту при розробці техногенних родовищ, коли відходи із шламосховищ подають на повторне збагачення. Таке широке застосування трубопровідного гідротранспорту на підприємствах гірничорудної промисловості обумовлене характером транспортованого середовища, технологічною сумісністю і перевагами в цих умовах над іншими видами транспорту: конвеєрним, автомобільним і залізничним [3].

Досвід експлуатації українських і закордонних збагачувальних фабрик показує, що за час їх роботи протяжність магістралей гідротранспортних комплексів, що забезпечують доставку переробленої сировини і відведення відходів збагачувального виробництва, постійно збільшується [4].

По мірі відпрацювання родовища фронт гірничих робіт і місця складування відходів віддаляються від збагачувальної фабрики, що потребує переміщення насосної станції і збільшення довжини трубопроводів.

Періодичне подовження трубопроводу гідротранспортного комплексу без установки додаткових насосів або збільшення діаметрів робочих коліс обмежене із-за виникнення критичних режимів протікання, що різко знижують ефективність і надійність гідротранспортування [5].

Досвід експлуатації кар'єрного гідротранспортного комплексу на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті показує, що для забезпечення надкритичних режимів роботи після збільшення довжини трубопроводу необхідна менша потужність, ніж потужність ще одного насоса, а замінити існуючі робочі колеса робочими колесами більшого діаметру неможливо[4].

В цьому випадку установка ще одного насоса значно збільшує капітальні затрати і енергоємність гідротранспортування, а також пришвидшує зношення трубопроводів, запірної арматури і проточної частини інших насосів. Крім цього, із-за нестабільності параметрів матеріалу, який транспортують, гідротранспортний комплекс після подовження трубопроводу може періодично працювати або в надкритичних режимах, або в режимах з частковим замуленням трубопроводу, що знижує ефективність функціонування всього технологічного ланцюга від вузла утворення пульпи в кар'єрі до гідроциклонів на збагачувальній фабриці.

В цій ситуації необхідно забезпечувати регламентовану продуктивність гідротранспортного комплексу зі швидкостями, що перевищують критичну. Цього можна досягнути або підвищенням потужності робочих насосів, або зменшенням гідравлічного опору транспортуючої магістралі.

Ця проблема є актуальною і важливою з практичної точки зору. З одного боку, план розробки родовища і введення в дію нових хвостосховищ

визначаються з урахуванням економічних, геологічних і екологічних факторів, а тому в принципі не можуть враховувати режими роботи гідротранспортних комплексів. З іншого боку, важливість ресурсу – і енергозощадження на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті регламентується рядом державних і регіональних програм, а також обмеженнями на електроенергію, енергоносії і основний екологічний ресурс – воду.

В нашому випадку будівництво нової пульпанасосної станції обумовлене потребою в оптимізації роботи системи гідротранспорту рудних пісків на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті з метою зниження витрат на транспортування вихідної сировини та зменшення собівартості випуску кінцевої продукції підприємства.

Перед цим нами були проаналізовані експериментальні дослідження, а також проведений аналіз роботи гідротранспорту на комбінаті та інших підприємствах. При цьому були використані методичні розробки та програмне забезпечення для прогнозування параметрів й режимів роботи гідротранспортної системи, що виконано в Інституті геотехнічної механіки НАН України (м. Дніпро).

3.3 Характеристика існуючої схеми подачі води для роботи гідротранспорту

З метою очищення води від зважених речовин і різних домішок, воду з кар'єрів подають в ставки-відстійники, де вона залишається до досягнення нормативного рівня.

Виробниче водопостачання під час видобутку кар'єру вирішується за допомогою системи обігового водозабезпечення. Врахована також можливість

тимчасового забору води з річки Самоткань для компенсації втрат від випаровування та фільтрації.

Система обігового водопостачання складається з відстійного ставка для освітлення води, водозабірних споруд освітленої води, водогонів, насосної станції обігового водопостачання та інших споруд (очисних споруд, скидних споруд тощо), що визначають результатами підрахунку водного балансу підприємства з урахуванням технологічних вимог підприємства до кількості та якості обігової води, а також вимог органів нагляду щодо скидання надлишків води, або щодо додаткових джерел водопостачання при дефіциті води.

Крім річного водного балансу хвостосховища (шламонакопичувача), потрібно розробляти та враховувати водні баланси для характерних сезонів (літо, зима, весна), та для різних періодів експлуатації (початковий, кінцевий, за характерні роки).

Системи обігового технічного водопостачання промислових підприємств із використанням води з відстійних ставків хвостосховищ і шламонакопичувачів потрібно проектувати згідно з ДБН В.2.5-74:2013, з урахуванням норм технологічного проектування підприємств [6].

При розрахунках ставка-відстійника, як споруди для освітлення води, слід визначатися з агрегатним складом хвостів (шламів), їх щільністю, витратою пульпи, а також з необхідністю (за водним балансом) приймання та акумуляції у накопичувачі сезонних паводкових вод, зібраних із водозбірної площі.

При виконанні розрахунків осідання зважених речовин у ставку-відстійнику потрібно враховувати дію вітру. За технічної доцільності можна проектувати додатковий ставок за межами накопичувача [6].

«На ВГМК використовують дві схеми збагачення ільменітовмісних пісків: з неперервним та перервним циклами. Схема збагачення з перервним циклом включає видобування пісків відкритим способом і первинне збагачення пісків з отриманням чорнових концентратів на борту кар'єра. Схема з неперервним

циклом збагачення включає видобування пісків та їх наступне збагачення на фабриці, де отримують товарний ільменітовий концентрат. Піски, що подаються з кар'єрів на фабрику, пройшовши три стадії дезінтеграції (знешламлення, грохот, збагачення на гвинтових сепараторах), отримують чорновий концентрат із вмістом 46-50% ільменіту, який потім переводять у товарний ільменітовий концентрат за допомогою електромагнітних та електростатичних сепараторів.

Для водовідведення з хвостосховища в б. Скажена, передбачені споруди з перехоплення поверхневих та дренажних вод. Придамбовий дренаж при упорних призмах з відм. 130,50 м і 133,00 м побудований у вигляді дренажних лотків (рис.3.1)».

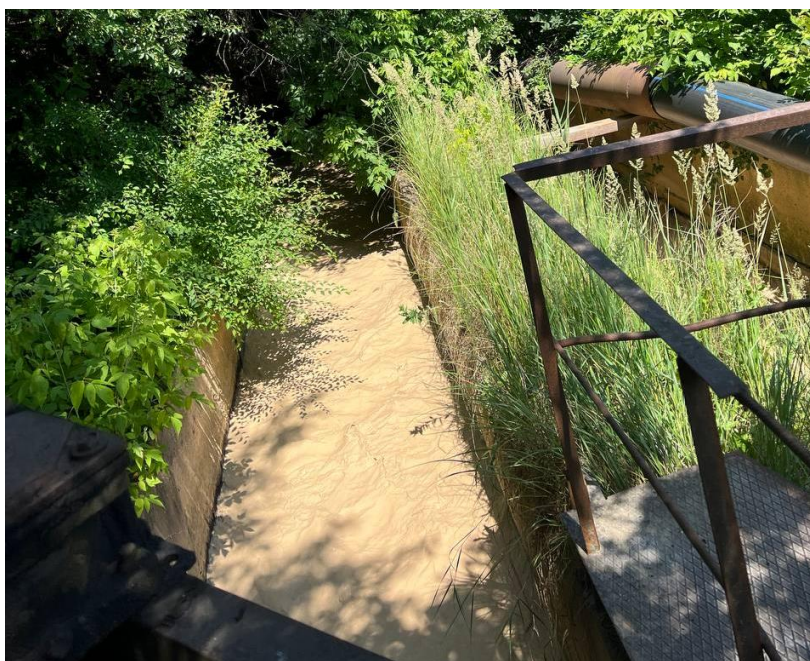


Рисунок 3.1 - Дренажні лотки біля хвостосховища в балці Скажена

«Дренажні лотки висотою 0,9 м і шириною 0,6 м з водоприймальними отворами в стінах лотка. Із зовнішнього боку водоприймальної стінки лотка передбачений зворотний фільтр з двох шарів щебню: 1-й шар - щебінь фр. 5-10

мм, $h=0,3$ м; 2-й шар - щебінь фр. 20-40 мм, $h=0,3$ м. Для запобігання попаданню сміття в лотки, передбачено їх перекриття» [6].

В 2016 році обсяг відведення дренажних вод з хвостосховища в балці Скажена склав 174,7 л/с (максимально розрахунковий показник - 207,5 л/с).

Очищена вода зливається у водоприймальний колодязь діаметром 4,0 м і глибиною 5,0 м з монолітного залізобетону. Робочий об'єм цього колодязя складає 62,8 м³, а відмітка дна становить 85,45 м.

Скидний колектор має конструкцію з азбестоцементних труб діаметром 400 мм (правий бік) і 300 мм (лівий бік). По трасі колектора передбачені оглядові каналізаційні колодязі. Відвідний колектор завдовжки 50,0 м від дренажу виготовлений із залізобетонних лотків розміром 0,9 x 0,9 м.

При прийнятому варіанті гідротранспорту хвостів до складу споруд входить самопливний гідротранспорт, розрахований на весь період експлуатації хвостосховища та напірний гідротранспорт. Самопливний гідротранспорт складається з наступних компонентів: магістральні лотки-пульповоди, які перенесуть пульпу від збагачувальної фабрики (ЗФ) до хвостосховища, та будуть приєднані до існуючих самопливних лотків; дві камери перемикання для лотків-пульповодів; розподільні лотки-пульповоди, призначені для подачі пульпи в хвостосховище.

Для забезпечення рівномірного наповнення хвостосховища використовують земснаряд з напірними пульповодами за зазначеним проектом.

Згідно з технічними проектами, що були розроблені інститутом "Укрводоканалпроект" у 1979 та 1984 роках, а також за РД від 1984 року, пульпа із ЗФ містить піски та глинисті фракції з витратою 4,77 м³/с і відношенням Т:Р = 1:22, потрапляє до камери перемикання. Звідти пульпа транспортується до хвостосховища через збетоновані магістральні лотки-пульповоди (1-й робочий, 1-й резервний) з розрізом $h = 2,0 \times 1,2$ м та ухилом лотків із значенням $i = 0,011$, на довжину 1200 м.

Установлення розподільних лотків-пульповодів та випусків заплановано вздовж лівого берега хвостосховища в районі балки Скажена. Розміри лотків встановлені $h = 2,4 \times 1,5$ м, з ухилом $i = 0,006$, та довжиною 2600 м.

Для створення пляжу біля основної греблі хвостосховища прийнято рішення про використання напірного гідротранспорту. Подача пульпи здійснюється за допомогою земснаряду марки 350-50ЛА та напірних пульповодів діаметром 630 мм і стінкою товщиною 10 мм, при цьому їх довжина становить 1800 м кожний. Ці пульповоди розташовані вздовж правого борту хвостосховища на гребні дамби, спочатку з відмітки 123,00 м, а потім переукладаються до відмітки 133,00 м. Технологічна схема дільниці гідравлічного транспортування пісків наведена на рис. 3.2.

Для транспортування кварцевих хвостів від збагачувальної фабрики (ЗФ) до зневоднюючої установки передбачено використання пульповодів із сталевих труб діаметром 530 мм та стінкою товщиною 10 мм. Кожен з цих пульповодів має довжину 2020 м.

Зараз проводиться намив пляжу поруч із греблею хвостосховища на відмітці 133,00 м. Для цього використовують розподільні пульповоди діаметром 600 мм згідно з проектом. Від пульпонасосної станції (ПНС) з насосами марки Warman 20/18 (4 шт.) з продуктивністю 4000 м³/год по пульповодах з сталевих труб діаметром 600 мм, прокладених по правому борту хвостосховища, пульпа подається в хвостосховище.

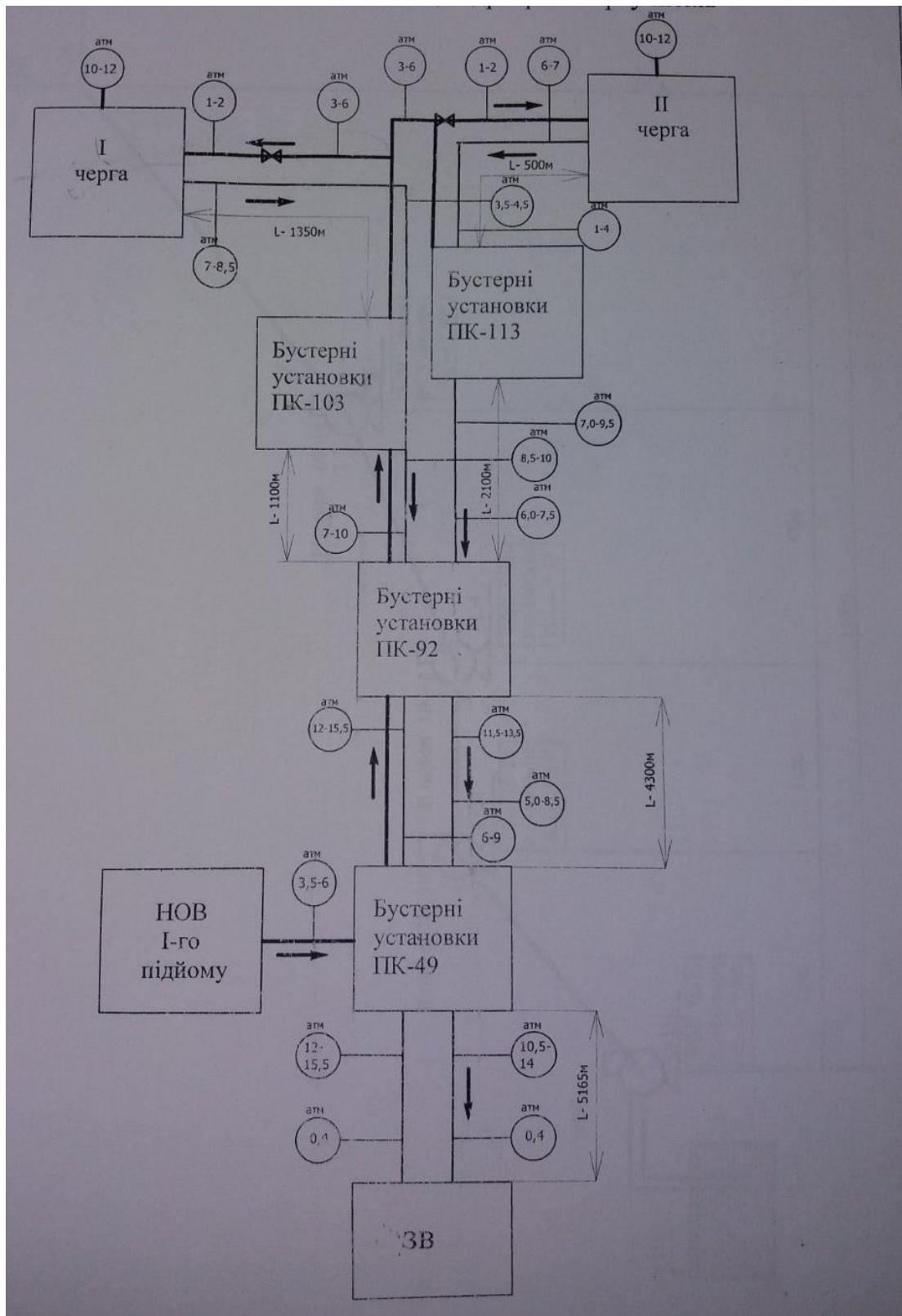


Рисунок 3.2 – Технологічна схема ділянки гідротранспортування пісків на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті

3.4 Методика проведення проектно-вишукувальних робіт

Методика проведення проектно-вишукувальних робіт на об'єкті досліджень включає систематизацію та оптимізацію процесів проектування для забезпечення ефективності та надійності роботи пульпонасосної станції (ПНС).

При проектуванні ПНС:

а) потрібно передбачати аварійний випуск чи аварійну камеру, розраховану на приймання притоку пульпи від 0,5 до 1 години, або аварійні насоси чи інше обладнання для упередження затоплення машинної зали насосної станції. Аварійний водозлив повинен забезпечувати скидання всієї витрати ґрунтового насоса при глибині шару пульпи, що переливається, не більше ніж 30 см. Уклон відвідних лотоків аварійного зливу повинен бути не менше ніж 3 %;

б) при подаванні пульпи у ПНС без розривання потоку проміжна ПНС повинна забезпечувати залишковий напір у пульпопроводі від 5 м до 8 м;

в) ПНС з зумпфами повинна мати приймальну камеру з забезпеченням можливості подавання пульпи у будь-який зумпф. Число приймальних ємкостей (чи їх відсіків) повинно відповідати числу технологічних насосних агрегатів;

г) робоча ємкість зумпфа повинна забезпечувати роботу робочих насосів щонайменше від 3 до 5 хв;

д) при подачі пульпи у зумпфи декількох насосів потрібно, за можливості, забезпечувати її рівномірне розподілення по витратах, консистенції і гранулометричному складу твердої фази. Для покращення роботи зумпфа слід проектувати щитки, відбивачі, заспокоювачі, перегородки;

е) уклон днища зумпфа повинен перевищувати кут природного укосу твердого матеріалу пульпи;

є) днище зумпфа рекомендується футерувати зносостійкими матеріалами;

ж) рівень пульпи у зумпфах при працюючих насосах повинен, як правило, щонайменше на 1,5 м перевищувати відмітку осі насоса. При визначенні відмітки осі насоса потрібно враховувати втрати напору у всмоктувальному трубопроводі, температурні умови, барометричний тиск тощо.

Всмоктувальний трубопровід насоса потрібно встановлювати на глибині, що забезпечує відсутність підсмоктування повітря через гідравлічну воронку при мінімально допустимому рівні пульпи у зумпфі;

з) для кожного насоса, як правило, необхідно передбачати окремий всмоктувальний трубопровід, який прокладають з безперервним підйомом не менше ніж 0,5 % у напрямку до насоса.

У місцях зміни діаметра трубопроводу слід проектувати ексцентричні переходи;

и) мінімальний діаметр всмоктувального трубопроводу повинен дорівнювати чи бути більшим всмоктувального патрубку насоса [6]. Якщо діаметр всмоктувального трубопроводу перевищує діаметр патрубку насоса на 20-50 мм, то між ними слід встановлювати односторонній конфузор. Якщо ця різниця у діаметрах перевищує 50 мм, перед патрубком насоса потрібно передбачати пряму ділянку труби довжиною не менше двох діаметрів вхідного патрубку насоса;

і) між насосом та напірним і всмоктувальним трубопроводами потрібно встановлювати компенсатори. При цьому слід враховувати, що при перекачуванні пульпи густиною тиск T у напірному патрубку насоса буде більшим ніж при роботі на воді густиною P . (в t / P . разів);

і) передавання на насос навантаження від трубопроводів не допускається;

й) швидкість потоку у всмоктувальних і напірних трубопроводах у межах ПНС повинна виключати можливість їх замулення;

к) ПНС потрібно забезпечувати засобами промивки та відведення промивної води;

л) на пульпопроводах (за межами ПНС) потрібно встановлювати зворотний клапан або засувку;

м) запірна арматура повинна бути зносостійкою;

н) розміщення запірної арматури на всмоктувальних і напірних трубопроводах повинно забезпечувати можливість заміни або ремонтування будь-якого насоса, зворотного клапана, основної запірної арматури;

о) на ПНС потрібно передбачати дренажний прийомок та дренажні насоси. Уклон підлоги до напрямка слід приймати не менше ніж 0,1;

п) у ПНС необхідно передбачати подачу чистої води для гідроущільнення ґрунтових насосів та охолодження підшипників. Кількість і якість води та необхідний напір слід визначати за технічними умовами підприємств-постачальників;

р) при зупинці ґрунтового насоса потрібно забезпечити спорожнення та промивку його зумпфа.

Слід передбачати можливість спорожнення для кожного відсіку зумпфа ПНС. При промивці, за необхідності, допускається включення одного з резервних насосів для подачі води.

Технологічне обладнання, арматуру і пульпопроводи рекомендується розміщати в ПНС із забезпеченням доступу до них обслуговуючого персоналу для можливості огляду або заміни.

Ширину проходів навколо обладнання, регламентовану підприємствами-постачальниками, потрібно приймати за паспортними даними.

ПНС повинна бути обладнана системами технологічного контролю та телемеханіки з подачею сигналу на диспетчерський пункт підприємства.

Для правильної експлуатації та оперативного контролювання роботи ПНС необхідно передбачати вимірювання таких параметрів: витрата пульпи, її густина і гранулометричний склад, рівень пульпи у зумпфах, напір ґрунтових насосів і тиск у пульпопроводах, навантаження електродвигунів насосів, а також

періодично контролювати товщину стінок пульпопроводів, витрати електроенергії, напругу у мережі, тиск води, що забезпечує гідроущільнення, тощо.

Контролювання рівня пульпи у зумпфі потрібно здійснювати за допомогою рівнемірів, які пов'язані з світловою і звуковою сигналізацією. Вимірювання гранулометричного складу пульпи потрібно виконувати безпосередньо за ґрунтовим насосом на вертикальній ділянці напірного пульпопроводу, для чого встановити у середній її частині кран для можливості відбору проб у мірний бачок. Аварійне відключення насосів необхідно супроводжувати світловою і звуковою сигналізацією. При аварійному відключенні електроенергії система освітлення приміщень і території ПНС повинна негайно підключатися до аварійного джерела електропостачання.

Роботи з інженерно-геодезичних вишукувань проводять в три етапи: підготовчий період, коли оформляють всі необхідні документи на вишукування; польовий період, коли проводять рекогносцировку території і польові роботи – топографічну зйомку, нівелювання трас, прокладання теодолітних ходів тощо; камеральний етап, коли проводять заключний аналіз польових матеріалів і їх обробку. На основі отриманої інформації дають оцінку території з обґрунтуванням для проектування об'єкта.

4 ВИБІР МАТЕРІАЛУ І ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПУЛЬПОПРОВОДІВ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

Вибір матеріалу труб для пульпонасосної станції є важливим етапом проектування, оскільки станція повинна бути здатна працювати ефективно та довго під впливом агресивного середовища гідросумішей. Для вибору необхідного матеріалу пульпопроводу потрібно провести гідравлічні розрахунки напірних пульпопроводів для визначення оптимальних параметрів системи транспортування пульпи до хвостосховища.

Гідравлічний розрахунок є важливою складовою процесу вибору типорозмірів труб і насосного обладнання для будівництва трубопроводу. У сучасній нормативній літературі з проектування це питання є досить заплутаним, що пов'язано зі спробою описати всі варіанти розрахунків коефіцієнта тертя в залежності від режиму потоку, типу рідини і її температури, а також від шорсткості труб, одним рівнянням з різними варіаціями параметрів і введенням різних поправочних коефіцієнтів. При цьому в нормативних документах вибір значень цих коефіцієнтів є узагальненим і найчастіше закінчується наведеними номограмами, що посилаються на інші документи. Для більш детального аналізу запропонованих в нормативних документах методів розрахунку будемо використовувати рівняння класичної гідродинаміки [8].

Основні розрахунки проводили з метою визначення:

- опору, який виникає в гідротранспортній системі під час перекачування пульпи. Втрат напору, що пов'язані з подоланням сил тертя при протіканні рідини в трубі. Це важливо для визначення потрібної потужності насосів та вибору належного гідромеханічного та електротехнічного обладнання;

- оптимальних гідравлічних параметрів, таких як діаметр трубопроводу, тиск в ньому, швидкість руху пульпи тощо, для забезпечення ефективного і економічного транспортування гідросумішей;

- врахування особливостей транспортування пульпи, такі як консистенція та абразивність, для вибору матеріалів трубопроводів і компонентів, що забезпечують стійкість до зносу та корозії.

Гідравлічні розрахунки допомагають передбачити можливі технічні проблеми, такі як гідравлічні удари, турбулентність та зношування обладнання. Це дозволяє створити оптимальну та надійну систему транспортування пульпи з урахуванням всіх необхідних факторів.

Питання зниження гідравлічних опорів при протіканні гідросумішей і води розглядалися в наукових роботах вітчизняних і закордонних фахівців [9]. Аналіз результатів цих досліджень дозволив виділити основні методи, що можна застосувати для умов гідравлічного транспорту: накладання на потік поздовжніх пульсацій швидкості [10]; покриття внутрішньої поверхні труб матеріалами з низьким коефіцієнтом тертя [3]; внесення в транспортне середовище поверхнево активних або гідродинамічно активних речовин [11]; використання додаткових струминних насосів [7].

На думку авторів наведених наукових публікацій, для гідротранспортних комплексів перспективними є методи зниження гідравлічних опорів не за рахунок покриття внутрішньої поверхні труби матеріалами з низьким коефіцієнтом тертя, а шляхом заміни сталевих труб на поліетиленові що зараз є на ринку в різному асортименті. З'явилась можливість використовувати труби поліетиленові замість сталевих не тільки для подачі питної і технічної води, але і для гідротранспортування вихідних пісків на збагачувальні підприємства, а також для відведення відходів їх переробки у шламонакопичувачі.

В цьому розділі з використанням відомих методів розрахунків гідравлічного транспорту в сталевих трубопроводах і поліетиленових проведемо їх порівняння і вибір кращого варіанту вибору матеріалу труб.

Діаметр сталевих трубопроводів вибирають відповідно до орієнтовних значень швидкостей гідротранспорту ґрунтів і продуктивності гідротранспортної системи по пульпі

$$D=1,128 \cdot \sqrt{\frac{Q_n}{V}} = 1,128 \cdot \sqrt{\frac{0,56}{2,0}} = 0,596 \text{ мм} \quad (4.1)$$

де Q_n – продуктивність насосів по пульпі $0,56 \text{ м}^3/\text{с}$;

V – швидкість руху пульпи по трубопроводу, приймають $2,0 \text{ м/с}$.

Фактичний внутрішній діаметр трубопроводу D_ϕ вибирають із сортаменту труб відповідно до ДСТУ 8943:2019 за найближчим до розрахованого. Рациональний режим гідротранспортування забезпечується при перевищенні фактичної швидкості критичною в межах 10-30 %.

В нашому випадку вибираємо сталеві труби електрозварні прямошовні зовнішнім діаметром 610 мм, з товщиною стінки 8 мм, з фактичним внутрішнім діаметром $D_\phi = 594 \text{ мм}$. В Україні НВП “УКРТРУБОІЗОЛ” виробляє такі труби $\text{Ø}426\text{-}1422 \text{ мм}$ з товщиною стінки від 6 до 24 мм, завдовжки до 12 метрів із сталі класу міцності до К60.

Встановлюємо фактичну швидкість руху пульпи по цьому трубопроводу:

$$V_\phi = \frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot D_\phi^2} = \frac{4 \cdot 0,56}{3,14 \cdot 0,594^2} = 2,0 \text{ м/с} \quad (4.2)$$

Вибраний внутрішній діаметр трубопроводу буде забезпечувати гідротранспортування пульпи із швидкістю більшою за критичну.

Для вибору гідромеханічного обладнання на пульпонасосній станції необхідно розрахувати і побудувати напірну характеристику трубопроводу. Розрахунок напірної характеристики трубопроводу виконують за формулою:

$$H = h_n \frac{\rho_n}{\rho_B} + h_3 \frac{\rho_n}{\rho_B} + h_d + h_M + h_{bc} + H_0 \quad (4.3)$$

де h_n – геометрична висота підйому пульпи, м, згідно проектних вишукувань і плану місцевості становить 10 м; h_3 – геометрична висота всмоктування пульпи 1,3 м; ρ_n – щільність пульпи 1051 кг/м^3 ; ρ_B – щільність води 1000 кг/м^3 ; h_d – втрати напору на тертя в пульпопроводі, м; h_m – місцеві втрати напору, м; h_{bc} – втрати напору у всмоктувальному трубопроводі, $h_{ec} = 1,2$ м; H_0 – запас напору на випуск пульпи з напірного трубопроводу $H_0 = 0,5$ м.

Втрати напору в напірному пульпопроводі (h_d) визначають за формулою:

$$h_d = i_n \cdot L \cdot K, \text{ м. вод.ст.}, \quad (4.4)$$

де K – коефіцієнт запасу $K = 1,015$; L – найбільша відстань гідротранспортування (довжина напірного пульпопроводу) $L = 1700$ м; i_n – питомі втрати напору для пульпи, м.

$$i_n = i_0 \cdot (1 + 6 \cdot \sqrt{P}), \quad (4.5)$$

де i_0 – питомі втрати напору для води при критичних швидкостях, м.

$$i_0 = \frac{\lambda \cdot V_\phi^2}{2 \cdot g \cdot D_\phi}, \quad (4.6)$$

де λ – коефіцієнт опору трубопроводу визначають за формулою:

$$\lambda = \frac{0,31}{(\lg Re - 1)^2} \quad (4.7)$$

Число Рейнольдса

$$Re = \frac{V_\phi \cdot D_\phi}{\nu} \quad (4.8)$$

де V_ϕ – фактична швидкість води в пульпопроводі, м/с; D_ϕ – фактичний внутрішній діаметр пульпопроводу, м; ν – кінематична в'язкість води, $\nu = 1,01 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Об'ємну консистенцію ґрунту в пульпі визначають за формулою:

$$P = \frac{\rho_n - \rho_B}{\rho_\Gamma - \rho_B} \quad (4.9)$$

де ρ_n – щільність пульпи, 1051 кг/м^3 ; ρ_B – щільність води, 1000 кг/м^3 ; ρ_Γ – щільність ґрунту в пульпі, 1650 кг/м^3

$$P = \frac{1051-1000}{1650-1000} = 0,078 \text{ кг/м}^3$$

$$\lambda = \frac{0,31}{(\lg 2300-1)^2} = 0,056$$

$$i_0 = \frac{0,056 \cdot 2,0^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,59} = 0,019 \text{ м}$$

$$i_n = 0,019 \cdot (1 + 6 \cdot \sqrt{0,078}) = 0,04 \text{ м}$$

Таким чином, загальні втрати напору в напірному пульпопроводі:

$$h_d = 0,04 \cdot 1700 \cdot 1,015 = 69 \text{ м}$$

Місцеві втрати напору в напірному пульпопроводі визначають:

$$h_m = (0,05 - 0,1) \cdot h_d = 0,05 \cdot 69 = 3,45 \text{ м} \quad (4.10)$$

Напірна характеристика пульпопроводу визначається рівнянням:

$$H = 10 \frac{1051}{1000} + 1,3 \frac{1051}{1000} + 69 + 3,45 + 1,2 + 0,5 = 86,0 \text{ м}$$

Діаметр поліетиленового трубопроводу також вибирають відповідно до орієнтовних значень швидкостей гідротранспорту ґрунтів і продуктивності пульпонасосної станції

$$D = 1,128 \cdot \sqrt{\frac{Q_n}{V}} = 1,128 \cdot \sqrt{\frac{0,56}{2,0}} = 0,596 \text{ мм} \quad (4.11)$$

де Q_n – продуктивність насосів по пульпі $0,56 \text{ м}^3/\text{с}$;

V – швидкість руху пульпи по трубопроводу, приймають $2,0 \text{ м/с}$.

В нашому випадку вибираємо водопровідні поліетиленові труби (ПЕ 100) серії SDR 21S10 PE10 згідно з ДСТУ EN 12201-2:2018 "Системи трубопровідних систем для водопостачання, дренажу та каналізації під тиском. Поліетилен (ПЕ). Частина 2. Труби". зовнішнім діаметром 560 мм , з товщиною стінки 30 мм , з фактичним внутрішнім діаметром $D_{\phi} = 500 \text{ мм}$. В Україні ТД «Євротрубпласт» є керуючою компанією, основними завданнями якої є організація торгового процесу для всього спектру продукції, що виробляється на Калуському трубному заводі (Івано-Франківська область), проектно-технічний супровід об'єктів з

використанням полімерних труб у галузі водопостачання, тепlopостачання, гарячого водопостачання (ГВП), каналізації та газопостачання,

Калуський трубний завод має потужності з виробництва одношарових, багатшарових поліетиленових труб для водопостачання діаметром 16 - 1200 мм, двошарових гофрованих труб КОРСИС 63 - 1200 мм для каналізаційних мереж, інших труб. Потужність виробництва складає понад 25 тис. тонн пластикових труб на рік.

Встановлюємо фактичну швидкість руху пульпи по цьому трубопроводу:

$$V_{\phi} = \frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot D_{\phi}^2} = \frac{4 \cdot 0,56}{3,14 \cdot 0,5^2} = 2,8 \text{ м/с.} \quad (4.12)$$

Розрахунок напірної характеристики поліетиленового трубопроводу виконують за формулою (4.3) аналогічно сталевим трубам.

Втрати напору в напірному пульпопроводі (h_d) з поліетиленових труб визначають за формулою:

$$h_d = i_n \cdot L \cdot K, \text{ м. вод.ст.}, \quad (4.13)$$

де K – коефіцієнт запасу $K = 1,015$; L – найбільша відстань гідротранспортування (довжина напірного пульпопроводу) $L = 1700$ м; i_n – питомі втрати напору для пульпи, м.

$$i_n = i_0 \cdot (1 + 6 \cdot \sqrt{P}), \quad (4.14)$$

де i_0 – питомі втрати напору для води при критичних швидкостях, м.

$$i_0 = \frac{\lambda \cdot V_{\phi}^2}{2 \cdot g \cdot D_{\phi}}, \quad (4.15)$$

де λ – коефіцієнт опору трубопроводу визначають за формулою:

$$\lambda = \frac{0,228}{(\lg Re - 1)^2} \quad (4.16)$$

Число Рейнольдса

$$Re = \frac{V_{\phi} \cdot D_{\phi}}{\nu} \quad (4.17)$$

де V_{ϕ} – фактична швидкість води в пульпопроводі, м/с; D_{ϕ} – фактичний внутрішній діаметр пульпопроводу, м; ν – кінематична в'язкість води, $\nu = 1,01 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Об'ємну консистенцію ґрунту в пульпі визначають за формулою:

$$P = \frac{\rho_n - \rho_B}{\rho_r - \rho_B} \quad (4.18)$$

де ρ_n – щільність пульпи, 1051 кг/м^3 ; ρ_B – щільність води, 1000 кг/м^3 ; ρ_r – щільність ґрунту в пульпі, 1650 кг/м^3

$$P = \frac{1051 - 1000}{1650 - 1000} = 0,078 \text{ кг/м}^3$$

$$\lambda = \frac{0,228}{(\lg 0,025 - 1)^2} = 0,032$$

$$i_0 = \frac{0,032 \cdot 2,8^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,5} = 0,025 \text{ м}$$

$$i_n = 0,025 \cdot (1 + 6 \cdot \sqrt{0,078}) = 0,042 \text{ м}$$

Таким чином, загальні втрати напору в напірному пульпопроводі:

$$h_d = 0,042 \cdot 1700 \cdot 1,015 = 72,47 \text{ м}$$

Місцеві втрати напору в напірному пульпопроводі визначають:

$$h_m = (0,05 - 0,1) \cdot h_d = 0,05 \cdot 72,47 = 3,62 \text{ м} \quad (4.19)$$

Напірна характеристика пульпопроводу з поліетиленових труб визначається рівнянням:

$$H = 10 \frac{1051}{1000} + 1,3 \frac{1051}{1000} + 72,47 + 0,86 + 1,2 + 0,5 = 86,6 \text{ м}$$

Для вибору типу насосів необхідно побудувати графіки сумісної роботи насосів на пульпопроводах з різних матеріалів. Характеристику пульпопроводу із сталевих труб $Q - H_{\text{тр}}$ будують за рівнянням:

$$H_{\text{тр}} = H_{\Gamma} + H_{\text{втр}}, \quad \text{де } H_{\text{втр}} = (1,05 - 1,1) S_0 l Q^2_{\text{тр}}$$

H_{Γ} – геодезичний напір, $H_{\Gamma} = 10 \text{ м}$; S_0 – питомий опір сталевих труб для

$D = 0,5 \text{ м } S_0 = 0,684 \text{ с}^2/\text{м}^6$, для $D = 0,6 \text{ м } S_0 = 0,026 \text{ с}^2/\text{м}^6$,

Координати характеристики пульпопроводу із сталевих труб визначають в табличній формі:

Q, м ³ /с	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,56	0,6
H _{втр} , м	0	0,46	1,85	4,17	7,43	11,6	14,6	16,7
H _{тр} , м	10	10,46	11,85	14,17	17,43	21,6	24,6	26,7

Характеристику пульпопроводу із поліетиленових труб Q – H_{тр} будують за рівнянням на одному графіку:

$$H_{тр} = H_{г} + H_{втр}, \quad \text{де } H_{втр} = (1,05 - 1,1) S_o l Q^2_{тр}$$

H_г – геодезичний напір, H_г = 10 м; S_o – питомий опір поліетиленових труб для D = 0,5 м S_o = 0,0632 с²/м⁶.

Координати характеристики пульпопроводу із поліетиленових труб визначають також в табличній формі:

Q, м ³ /с	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,56	0,6
H _{втр} , м	0	1,1	4,5	10,2	18,1	28,2	35,4	40,61
H _{тр} , м	10	11,1	14,5	20,2	28,1	38,2	45,4	50,61

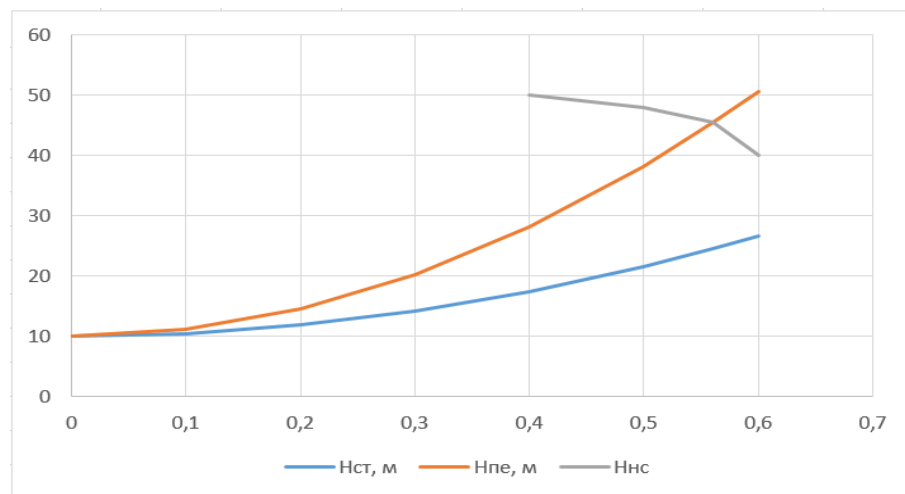


Рисунок 4.1 – Витратно-напірна характеристика сталевих труб діаметром 594 мм і поліетиленових труб діаметром 500 мм завдовжки 1700 м

5 ВИБІР ГІДРОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДАННЯ І ПРОЕКТУВАННЯ ПУЛЬПОНАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

5.1 Вибір основного гідромеханічного і електротехнічного обладнання

Один із ключових аспектів успішного функціонування насосної станції при перекачуванні пульпи - це вибір гідромеханічного обладнання. У цьому розділі дипломної роботи буде розглянутий вибір та обґрунтування використання конкретних елементів гідромеханічного обладнання, враховуючи технічні, гідравлічні, та експлуатаційні вимоги для ефективного й безперебійного перекачування пульпи.

На пульпонасосних станціях (ПНС) для перекачування пульпи слід використовувати ґрунтові та інші спеціальні насоси. При виборі типу насосів потрібно враховувати необхідність заощадження енергоресурсів [6].

В цій роботі з метою збільшення напору в залежності від місцевих умов розглядається можливість роботи ПНС третього підйому з розриванням потоку.

За результатами гідравлічного розрахунку пульпопроводів, наведеному в попередньому розділі, за відповідною розрахунковою подачею ПНС другого підйому $Q=0,56 \text{ м}^3/\text{с}$ ($2016 \text{ м}^3/\text{год}$) та розрахунковим напором ($H=86 \text{ м}$) обираємо відцентровий шламовий насос фірми Warman. Це найбільший у світі відцентровий шламовий насос для використання в гірничодобувній та хімічній промисловості. Шламові насоси WBC 20x18 розроблені для надважких умов експлуатації, таких як розвантаження млинів, технологічні установки та хвости, трубопроводи високого тиску, а також інші спеціальні програми. В нашому випадку землесос WBC 18x20 застосовується для перекачування абразивних гідросумішей рудних пісків після збагачувальної фабрики. Характеристика цього

насоса наведена в табл.5.1 і на рис 5.1. Конструктивні розміри наведені на рис. 5.2.

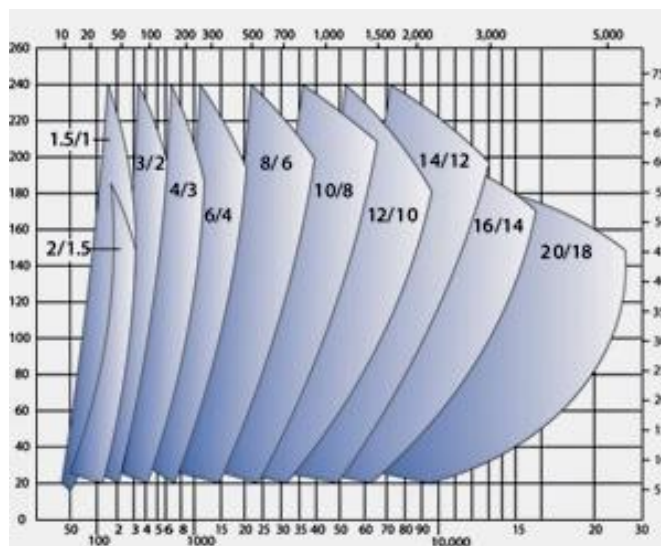


Рисунок 5.1 - Характеристика насосу Warman 20x18

Таблиця 5.1 – Технічна характеристика насоса Warman WBC 20x18

Параметр насоса	Одиниця виміру	Значення параметра
Продуктивність	м ³ /год	2000 - 4000
Напір	м	75 -90
Маса насоса	т	14,3
Потужність електродвигуна	кВт	1600
Марка електродвигуна		СДНЗ-16-51-12у3
Діаметри всмоктувального і напірного патрубків	дюймах	20" x 18"
Напруга	В	6000
Частота обертання	об/хв	1500

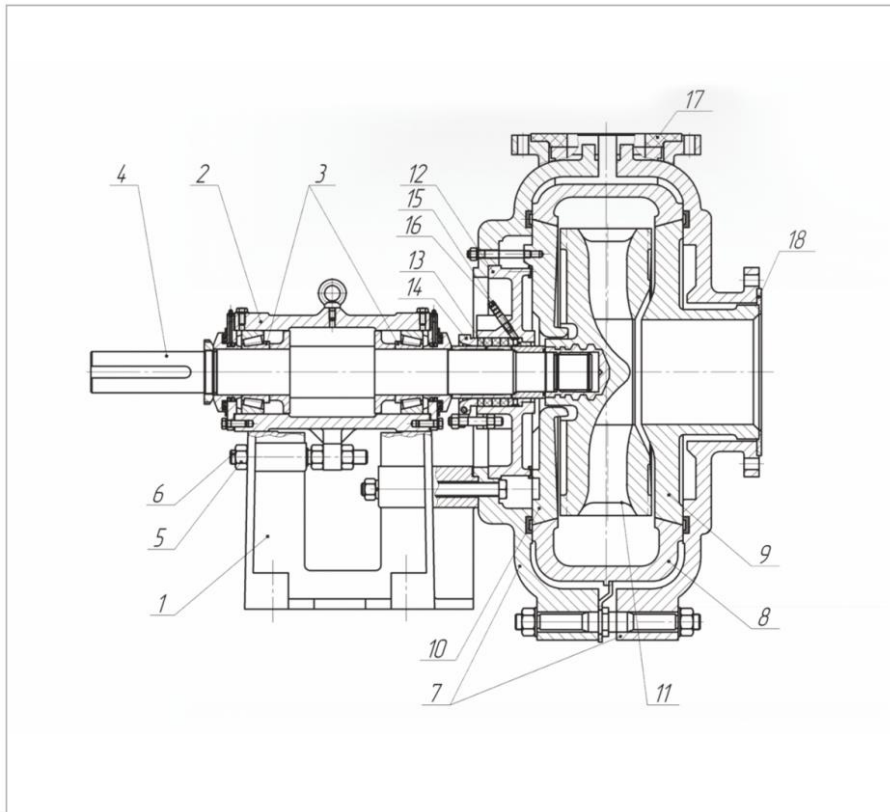


Рисунок 5.2 – Конструкція насоса Warman WBC 20/18:

1- станина; 2- корпус підшипника; 3- підшипники; 4- вал; 5- гайка регулювальна; 6- шпилька регулювальна; 7- зовнішній корпус; 8- внутрішній корпус; 9- бронедиск передній; 10- бронедиск задній; 11- колесо робоче; 12- корпус сальника; 13- втулка захисна; 14- кришка сальника; 15- кільце сальника; 16- штуцер; 17, 18- прокладка

Категорія надійності за безперебійністю електропостачання ПНС повинна відповідати категорії, наведеній у [6]. Кількість основних робочих агрегатів для I категорії надійності потрібно приймати не менше двох.

Схема розміщення насосного агрегата на фундаменті наведена на рис. 5.3.

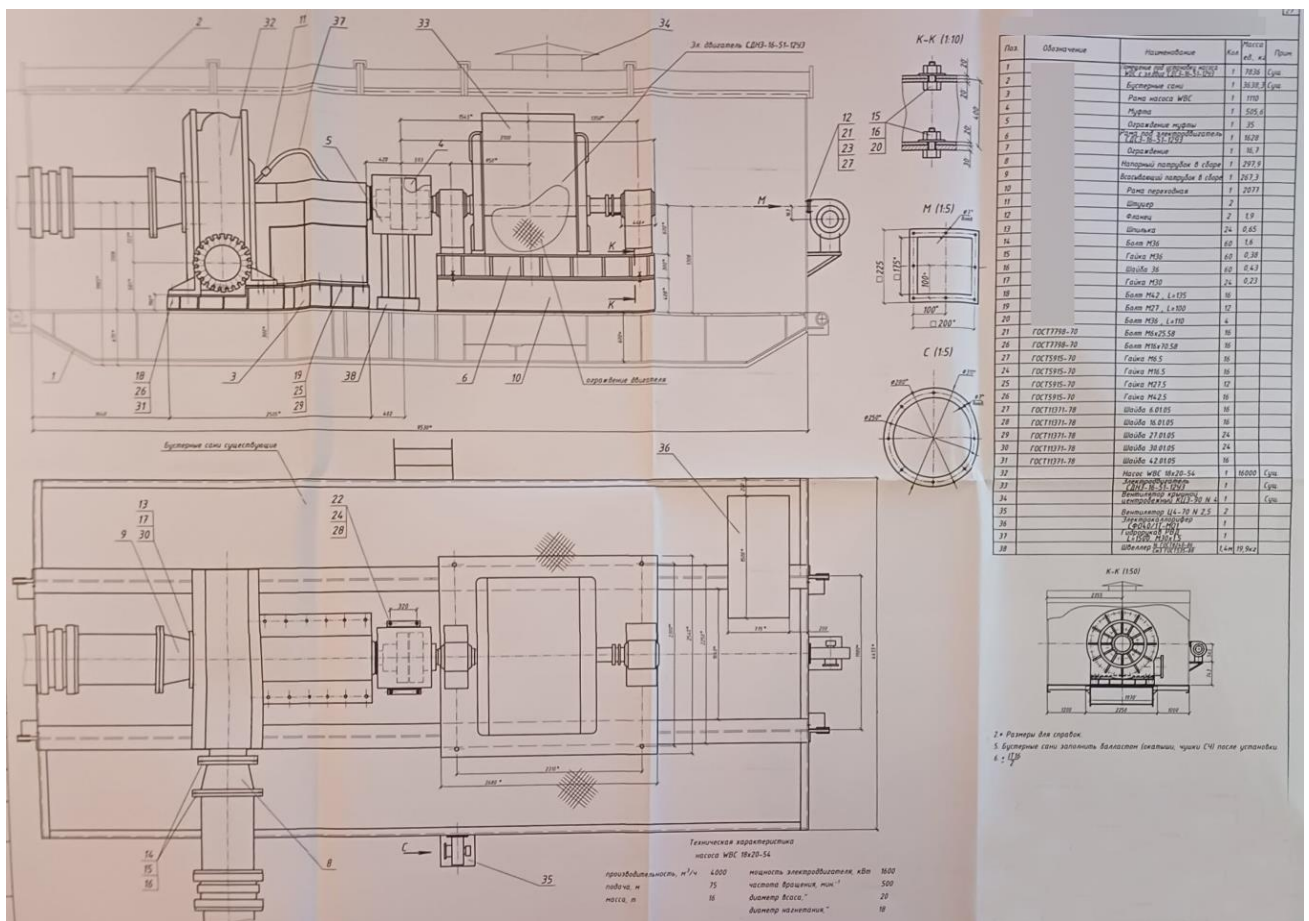


Рисунок 5.3 – План, поздовжній і поперечний розрізи розміщення насоса Warman WBC 18x20 і електродвигуна СДН3-16-51-12у3 на фундаментній плиті

Розміри фундаментів під насосні агрегати визначають в залежності від габаритів насоса і електродвигуна й у відповідності з статичними та динамічними розрахунками [6].

Вибраний шламовий насос WBC 18x20 і електродвигун до нього СДН3-16-51-12У3 ($N=1600$ кВт; $n=50$ с⁻¹), з'єднані між собою за допомогою муфти пружної із захисною огорожею. Для забезпечення нормальної роботи обладнання передбачений вентилятор даховий відцентровий КЦЗ-90 №4 та вентилятор для обдування підшипників Ц4-70 №2,5. Мінімальна відстань між обладнанням та стінами приміщення становить 1,0м. На трубопроводах всмоктування та

нагнітання землесосного агрегату встановлені компенсатори, на трубопроводах нагнітання встановлені зворотні клапани.

Для запобігання витoku пульпи через сальники насосів WBC 18x20 землесосів до них подається вода під тиском вищим за тиск пульпи в насосі (гідровіджим). Установка гідровіджиму розміщена в мобільному приміщенні (дивись рис. 5.4), в якому на жорстких рамах встановлені два відцентрові насоси ЦНС 60-165 з електродвигунами 4A225M2У3 ($N=55$ кВт; $n = 3000$ хв⁻¹), об'єднані в один трубопровід. Один із насосів ЦНС 60-165 є резервним. Приміщення для гідровіджиму оснащено електрокалорифером СФО 40/1Т-МО1. Мінімальна відстань між обладнанням та стінами приміщення становить 1,0м.

Насос ЦНС 60-165 призначений для перекачування води з водневим показником рН 7,0-8,5 з масовою часткою механічних домішок не більше 0,1%, і розміром твердих частинок не більше 0,1мм і температурою від 1 до 45°С.

Технічні характеристики насоса ЦНС 60–165 такі: продуктивність, 60 м³/год, напір 165 м, маса насоса 298 кг, потужність електродвигуна 55 кВт, частота обертання вала 3000 хв⁻¹.

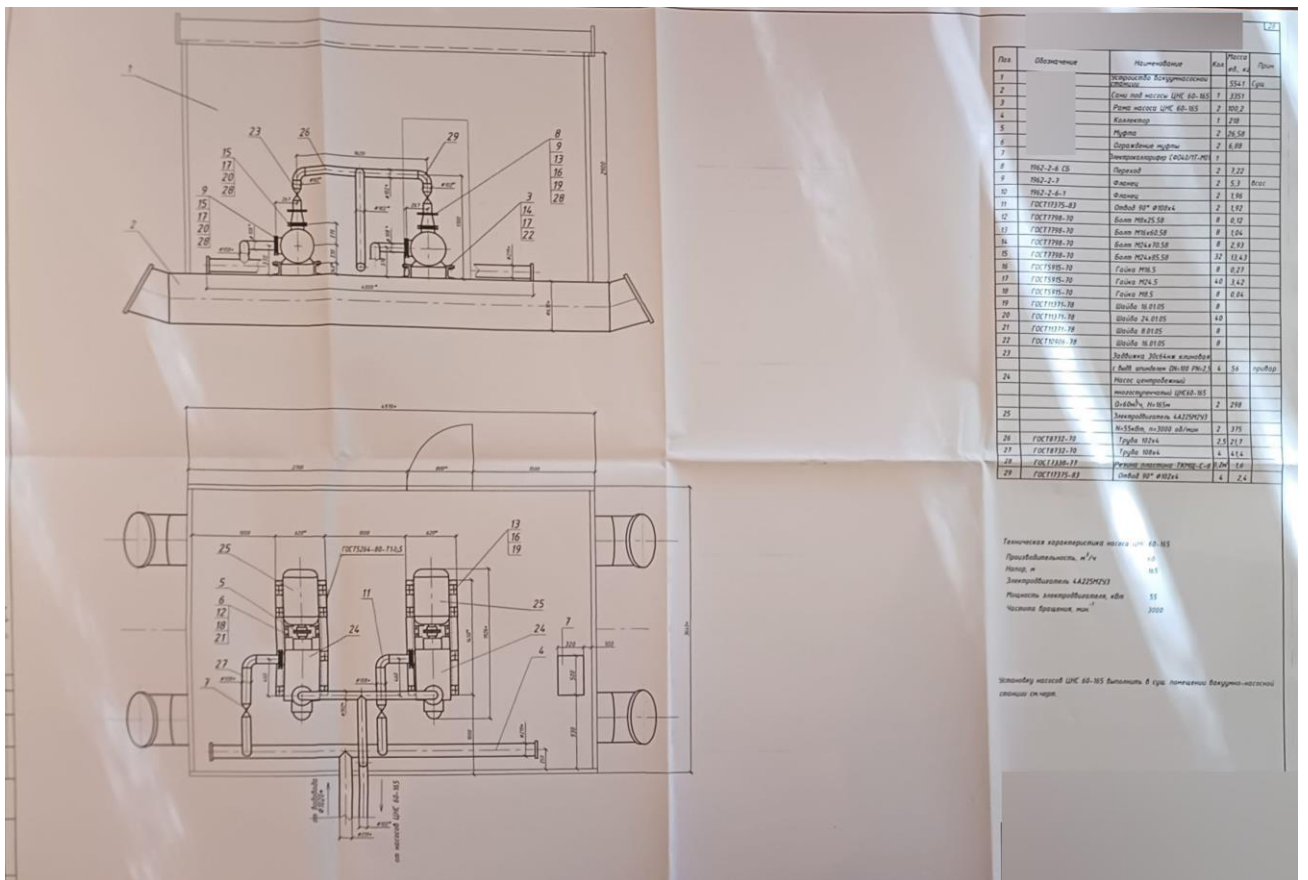


Рисунок 5.4 – План і поперечний розріз насосної установки з відцентровими насосами ЦНС 60-165 і електродвигунами 4A225M2У3

5.2 Особливості проектування пульпонасосної станції

Будівництво ПНС третього підйому обумовлене необхідністю оптимізації роботи гідротранспортної системи і перекачування рудних пісків з метою зниження витрат на транспортування пульпи і собівартості випуску кінцевої продукції Вільногірського ГМК.

При проектуванні ПНС потрібно передбачати аварійний випуск, або аварійну камеру, розраховану на приймання притоку пульпи від 0,5 до 1 години.

Аварійний водозлив повинен забезпечувати скидання всієї витрати ґрунтового насоса при глибині шару пульпи, що переливається, не більше ніж на 30 см.

Оскільки запроєктована ПНС з зумпфами, то вона повинна мати приймальну камеру з забезпеченням можливості подавання пульпи у будь-який зумпф. Робоча ємкість зумпфа повинна забезпечувати роботу робочих насосів щонайменше від 3 до 5 хвилин. Уклон днища зумпфа повинен перевищувати кут природного укосу твердого матеріалу пульпи, а днище зумпфа рекомендується футерувати зносостійкими матеріалами. Рівень пульпи в зумпфах при працюючих насосах повинен щонайменше на 1,5 м перевищувати відмітку осі насоса. При визначенні відмітки осі насоса потрібно враховувати втрати напору у всмоктувальному трубопроводі, температурні умови, барометричний тиск тощо. Всмоктувальний трубопровід насоса потрібно встановлювати на глибині, що забезпечує відсутність підсмоктування повітря через гідравлічну воронку при мінімально допустимому рівні пульпи у зумпфі [6].

Для кожного насоса необхідно передбачати окремий всмоктувальний трубопровід, який прокладається з безперервним підйомом не менше ніж 0,5 % у напрямку до насоса. У місцях зміни діаметра слід проектувати ексцентричні переходи. Між насосом та напірним і всмоктувальним трубопроводами потрібно встановлювати компенсатори. При цьому слід враховувати, що при перекачуванні пульпи тиск у напірному патрубку насоса буде більшим, ніж при роботі на воді.

На пульпопроводах (за межами ПНС) потрібно встановлювати зворотний клапан, або засувку. Запірна арматура повинна бути зносостійкою. Розміщення запірної арматури на всмоктувальних і напірних трубопроводах повинно забезпечувати можливість заміни або ремонтування будь-якого насоса, зворотного клапана, основної запірної арматури.

Технологічне обладнання, арматуру і пульпопроводи рекомендується розміщати в ПНС із забезпеченням доступу до них обслуговуючого персоналу для можливості огляду або заміни [6].

Згідно нормативних документів ширину проходів потрібно приймати не менше ніж: між насосними агрегатами 1,2 м; між стіною і насосними агрегатами 1,0 м; місцеві звуження між насосними агрегатами та між стіною і агрегатом 0,9 м; між насосними агрегатами і механізмами для обслуговування і ремонту 0,9 м; між ємкостями для обслуговування і ремонту 0,6 м.

Вибір місця під будівництво майданчика ПНС 3-го підйому гідротранспорту обумовлено наявністю існуючих підїздних доріг і безпосередня близькість інженерних мереж і комунікацій для підключення основного технологічного і допоміжного обладнання, а також можливістю відведення поверхневих і скидів технологічної води в існуючий трубопровід аварійного скиду.

Проектом передбачено будівництво майданчика під обладнання з покриттям із залізобетонних плит на площі 1200 м² (20×60 м) з монтажем основного і допоміжного обладнання: двох шламових насосів WBC 18×20 в мобільній будівлі площею 42,27 м² (4,45×9,5×2,7 м); двох відцентрових насосів ЦНС 60-165 в одній мобільній будівлі (гідровіджим) площею 18 м² (5×3,6×2,7 м); станція управління (3,3×9,0 м); мобільне побутове приміщення (3,5×4,0 м).

Фрагмент плану ПНС наведений на рис. 5.4.

Електропостачання ПНС 3-го підйому здійснюють за допомогою високовольтних гнучких гумових кабелів КГЕ-63×70×1×16, прокладених в кабельних каналах на металоконструкціях на відкритій місцевості. Трансформаторна підстанція 2КТП-250 кВа обладнана роз'єднувачами і запобіжниками з високої сторони, і апаратами захисту із запобіжниками – з низької.

Існуючий проммайданчик Вільногірського ГМК з розташованою на його території збагачувальною фабрикою знаходиться на відстані 11 км від розробленої нами ПНС 3-го підйому гідротранспорту.

6 ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА ПУЛЬПОНАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

6.1 Обґрунтування будівельного майданчика

Перед початком будівельних робіт необхідно створити робочий будівельний майданчик для розміщення основного і допоміжного обладнання пульпонасосної станції з покриттям із дорожніх залізобетонних плит ПД 2,0х3,0х0,25. Робочий будівельний майданчик, що проектується, передбачають прямокутної форми в плані із загальними розмірами 60х20м.

У місці формування майданчика, під розташування пульпонасосної станції 3-го підйому необхідно провести зрізання рослинного шару ґрунту до позначки 136.3 м, а ґрунт основи ущільнити до оптимальної об'ємної маси $1,65\text{т/м}^3$ при вологості 23 %.

Підсипку основи робочого будівельного майданчика необхідно проводити пошарово: 1-й шар – суглинок завтовшки 190 мм; 2-й шар – щебінь фракції 10-40 мм завтовшки 200 мм; 3-й шар – цементно-піщана суміш завтовшки 60 мм. Ґрунт для засипки повинен задовольняти вимог ДБН [15].

На підготовлену основу укладають дорожні плити ПД2,0х3,0х0,25. Після монтажу плити зв'язують між собою за монтажні завіси арматурними стрижнями діаметром 6 мм. Кріплення укосів будівельного майданчика виконують сталеплавильним шлаком. Простір між будівельним майданчиком та автошляхом засипають шлаком для під'їзду автотранспорту до майданчика.

Усі роботи, пов'язані з улаштуванням будівельного майданчика, виконувати у строгій відповідності до вимог ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 [16].

Вибір місця під будівництво майданчика пульпонасосної станції 3-го підйому в комплексі гідротранспорту обумовлено наявністю існуючих під'їзних доріг та безпосередня близькість інженерних мереж та комунікацій для підключення основного технологічного та допоміжного обладнання, а також можливістю відведення поверхневих та скидання технологічних вод у існуючий трубопровід аварійного скидання.

Район будівництва майданчика характеризується наявністю вільних місць для організації тимчасових складів зберігання обладнання та матеріалів на час будівництва пульпонасосної станції 3-го підйому. План і розрізи будівельного майданчика із схемою укладання та закріплення дорожніх плит наведені на рис.6.1. Перебачено укладання дорожніх плит ПД 2,0х3,0х0,25 в кількості 200 одиниць (маса 1 плити 3750 кг), прокату арматури гладкого профілю 332 п.м. згідно ДСТУ37-98.

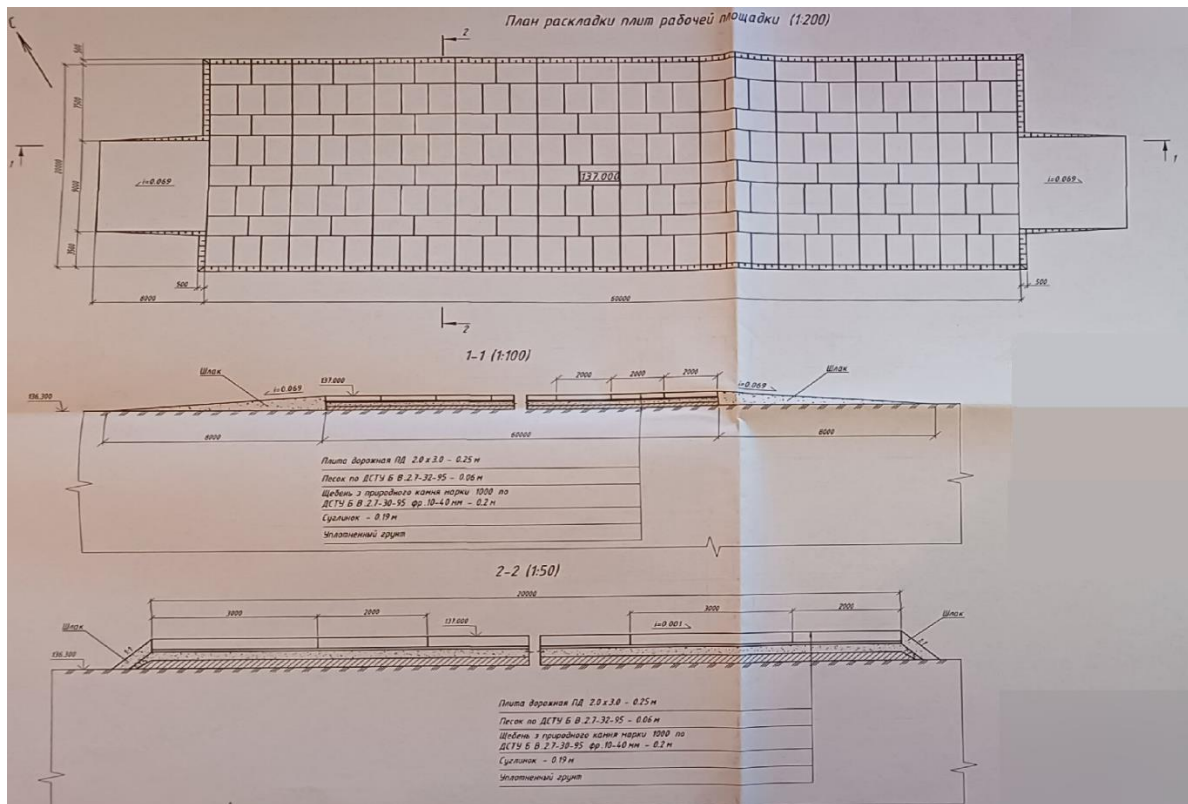


Рисунок 6.1 – План і розрізи будівельного майданчика із схемою укладання дорожніх плиті рішення площадка

6.2 Визначення об'ємів земляних і монтажних робіт

У дипломній роботі за результатами гідравлічних розрахунків передбачається будівництво майданчика та пульпопроводу з поліетиленових труб ПЕ 100 зовнішнім діаметром 560 мм загальною довжиною 1700 м.

Спочатку по всій довжині траншеї магістрального пульпопроводу знімають рослинний шар ґрунту на всю глибину об'ємом $V_{зр}$, (м^3)

$$V_{зр} = L_m B_{зр} h_{зр}, \quad (6.1)$$

де L_m – довжина траншеї, м; $B_{зр}$ – ширина смуги зрізання, приймають рівною 10...12 м; $h_{зр}$ – глибина зрізання рослинного шару ґрунту; рівна 0,3...0,5 м.

В нашому випадку приймаємо

$$V_{зр} = 1700 \cdot 10 \cdot 0,3 = 5100 \text{ м}^3.$$

Площа планування траси траншеї під необхідний похил $F_{нл}$ (м^2) складе

$$F_{нл} = B_{нл} L_m, \quad (6.2)$$

де $B_{нл}$ – ширина смуги планування, приймають рівною 3...5 м.

Згідно формули (6.2) приймаємо

$$F_{нл} = 5 \cdot 1700 = 8500 \text{ м}^2.$$

Глибину траншеї (м) розраховують за формулою

$$h = D_{зов} + h_{пр}, \quad (6.3)$$

де $D_{зов}$ – зовнішній діаметр труби, м; $h_{пр}$ – глибина промерзання ґрунту, м.

В нашому випадку

$$h = 0,56 + 1,2 = 1,76 \text{ м}.$$

Ширина траншеї по дну B (м) визначають згідно ДСТУНБВ.2.1-28:2013 у залежності від діаметра і способу укладання труб.

$$B = 0,56 + 0,3 = 0,86 \text{ м}.$$

Площа поперечного перерізу траншеї F_m (м²) складає

$$F_m = h \cdot (B + m \cdot h) \quad (6.4)$$

а загальний об'єм розробки ґрунту в траншеї V_m (м³)

$$V_m = F_m \cdot L_m, \quad (6.5)$$

де m – коефіцієнт закладення відкосів траншеї, залежить від виду ґрунту і глибини траншеї і приймають згідно ДСТУНБВ.2.1-28:2013.

При глибині траншеї менше 1,5 м у суглинках відкоси можна приймати без уположення. У відповідності з формулами (6.4) і (6.5) приймаємо

$$F_m = 1,76 \cdot 0,86 = 1,51 \text{ м}^2,$$

$$V_m = 1,51 \cdot 1700 = 2573 \text{ м}^3.$$

Об'єм ґрунту, що розробляють вручну $V_{руч}$ (м³)

$$V_{руч} = B \cdot L_m \cdot t_{руч}, \quad (6.6)$$

а об'єм ґрунту, що розробляють екскаватором $V_{мех}$

$$V_{мех} = V_m - V_{руч}, \quad (6.7)$$

де $t_{руч}$ – прошарок ґрунту, що розробляють вручну, він дорівнює до 0,1 м.

$$V_{руч} = 0,86 \cdot 1700 \cdot 0,1 = 146 \text{ м}^3,$$

$$V_{мех} = 2573 - 146 = 2427 \text{ м}^3.$$

Розрівнювання мінерального ґрунту в насипу $V_{роз}$ (м³) визначають

$$V_{роз} = V_m \cdot k_p$$

де k_p – коефіцієнт розпушування ґрунту, в нашому випадку $k_p = 1,08$.

$$V_{роз} = 2573 \cdot 1,08 = 2779 \text{ м}^3$$

Ущільнювання мінерального ґрунту в насипу $V_y = V_{роз} = 2779 \text{ м}^3$

При розрахунках об'ємів земляних робіт враховують об'єми розробки ґрунту в котлованах під колодязі і у прямках під стики труб, прийнятих відповідно в кількості 3 % і 1 % від об'єму розробки ґрунту в траншеї. У

розрахунках необхідно дотримуватися балансу ґрунтових мас, тобто рівності об'ємів ґрунту виїмок і насипів.

Усі розрахункові дані об'ємів земляних робіт заносимо в табл. 6.1. За виконаними розрахунками отримано, що загальний об'єм земляних робіт з будівництва майданчика під пульпонасосну станцію та напірного пульпопроводу складає 13231 тис.м³.

Таблиця 6.1 - Відомість об'ємів земляних робіт будівництва майданчика ПНС і магістрального пульпопроводу

Назва роботи	Одиниця виміру	Кількість
Зрізання рослинного шару ґрунту	м ³	5100
Розробка ґрунту в траншеї, всього:		2573
у тому числі: механізованим способом	м ³	2427
вручну		146
Розрівнювання ґрунту в насипу	м ³	2779
Ущільнювання ґрунту	м ³	2779
Планування будівельного майданчика ПНС	м ²	8500
Планування укосів траншеї	м ²	1200
Укладка поліетиленових труб ПЕ 100 діаметром 560 мм	м	1700
Монтаж дорожніх плит на майданчику	шт.	2
Монтаж насосних агрегатів ПНС	шт.	2
Монтаж фасонних частин і арматури на ПНС і пульпопроводі	шт.	21
Монтаж компенсаторів	шт.	5

6.3 Розробка технологічної карти на виконання земляних робіт

Мета проектування полягає у створенні оптимальних технологічних та організаційних умов для ефективного виконання будівельних процесів з максимальною ефективністю використання всіх доступних ресурсів. Оптимальне вирішення будівельного процесу включає в себе знаходження найкращих

комбінацій параметрів та варіантів цього процесу. Для досягнення цієї мети проводять відповідні розрахунки, складають специфікації та калькуляції. Результати розробки будівельних процесів документуються у вигляді технологічних норм, технологічних карт, карт трудових процесів будівельного виробництва, які стають необхідною складовою частиною проекту проведення робіт (ППР).

В дипломній роботі технологічна карта розроблена на провадження всіх земляних робіт, й виконана відповідно до індивідуального технічного завдання.

Технологічна карта складена на розробку будівельного майданчику ПНС із покриттям залізобетонними плитами площею 1200 м², (шириною 60 м, довжиною 20 м, глибиною 2,7 м) одноківшовим екскаватором з гідравлічним приводом типу «зворотна лопата» марки JCB JS 305, з транспортуванням ґрунту автосамоскидами BELL B60E на відстань 12,9 м. Прокладання пульпопроводу в траншеї виконують автомобільним краном марки КС-55713.

Рослинний шар завтовшки 25 см зрізають бульдозером Caterpillar D8R і переміщують за межі котлована з навантаженням в автосамоскиди і вивозом до місця складування.

6.4 Розрахунок комплексної бригади будівельників

Комплексна бригада будівельників складається з спеціалізованих груп робітників різних фахівців, які виконують різноманітні взаємозалежні будівельні завдання. У таких групах застосовується практика суміщення професій, що означає виконання одним робітником двох-трьох видів робіт. Це призводить до скорочення часу простою протягом робочої зміни та сприяє виконанню будівельних об'єктів в умовах зменшення термінів.

Для визначення складу комплексної бригади спочатку складають калькуляцію трудових затрат (табл. 6.2) з усіх видів робіт, що виконують при будівництві пульпонасосної станції і магістрального пульпопроводу, виходячи з розрахованих їх об'ємів (табл. 6.1) і норм витрат праці на одиницю об'єму, які наведені в нормативних документах [17].

Таблиця 6.2 - Калькуляція трудових затрат на будівництво ПНС і пульпопроводу

Обґрунтування норми	Назва роботи	Одиниця виміру	Кількість	Склад ланки		Норма часу на одиницю вимірювання, год.	Трудовитрати на весь об'єм роботи, люд.-дн.
				професія, розряд	кількість		
1	2	3	4	5	6	7	8
E1-25-1	Зрізання рослинного шару ґрунту	м ³	5100	машиніст 6 р.	2	12,15	7,56
E1-30-2	Планування будівельного майданчика	м ²	8500	машиніст 6 р.	2	0,515	0,53
E1-11-2	Розробка ґрунту в траншеї екскаватором	м ³	2427	машиніст 6 р.	2	38,57	11,42
E1-65-2	Розрівнювання ґрунту	м ³	2779	земл. 6 р.	2	107,9	36,57
E1-65-2	Ущільнювання ґрунту	м ³	2779	машиніст 6 р.	2	107,9	36,57
E1-89-1	Планування укосів	м ²	1200	машиніст 6 р.	2	43,93	6,43
E22-11-18	Монтаж поліетиленових труб	м	1700	монтажник 4р,3р	5	265	54,94
E6-1-16	Монтаж дорожніх плит	шт.	2	монтажни к 4р., 3р.,	5	77	18,78
M7-221-7	Монтаж насосних агрегатів	шт.	2	монтажни к 4р.	5	713	173,90
E22-36-9	Монтаж фасонних частин і арматури	шт.	21	монтажни к 2р.	5	17,37	2,12
E9-62-3	Монтаж компенсаторів на трубах	шт.	5	монтажни к 2р.	5	19,34	2,36
Всього							351,86

Таблицю 6.2 заповнюють у такій послідовності: у графу 1 записують параграф з нормативної літератури [17], за яким приймають норму часу і склад будівельної ланки. У графі 2 вказують усі види будівельних робіт у технологічній послідовності їх виконання. У графи 3 і 4 заносять обчислені об'єми робіт в одиницях вимірювання, що прийняті в [17]. Дані для граф 5-7 приймають з тих же документів [17] на відповідні види будівельних робіт. Трудовитрати Q_n (люд.-дн.) на виконання відповідних видів будівельних робіт (графа 8) визначають за формулою

$$Q_n = \frac{8,2 \cdot V \cdot H_{вр} \cdot n}{V_{РЕКН}} \quad (6.8)$$

де V – об'єм відповідного виду роботи; $H_{вр}$ – норма часу на виконання одиниці об'єму роботи; $V_{РЕКН}$ – одиниця об'єму роботи [17]; n – кількість робітників, що виконують даний вид роботи; 8,2 – тривалість зміни, годин.

Для розрахунку складу комплексної бригади будівельників (табл.6.3) будівельні процеси групуються з можливістю виконання їх одним видом машин або робітниками одного фаху, наприклад: бульдозерні, екскаваторні, монтажні та інші. При розрахунках робіт враховують підвищення продуктивності праці: на 10-15 % для механізованих, і на 5-8 % для ручних робіт [22].

Таблицю 6.3 заповнюють в такій послідовності: в графі 1 фіксують процеси, що можна виконувати одним видом машин, або робітниками одного фаху, наприклад: "Екскаваторні роботи". У графу 2 "Трудовитрати по нормі" зазначають суму трудовитрат із групи 8 (табл. 6.2) по роботах, що виконують одним типом машин, або робітники одного фаху[22].

Прийняті трудовитрати (графа 3) визначають множенням показників графи 2 на коефіцієнт, що враховує ріст продуктивності праці: для механізованих робіт

– 0,85-0,9, для ручних – 0,92-0,95. Прийнятий коефіцієнт у процентному вираженні записують в графу 4 таблиці.

Таблиця 6.3 - Розрахунок складу комплексної бригади будівельників

Об'єднаний будівельний процес	Трудовитрати, люд.-днів		Підвищення продуктивності праці, %	Склад ланки		Тривалість робіт,
	по нормі	прийнято		професія, розряд	кількість, люд.	
1	2	3	4	5	6	7
Будівельні	8,1	7,3	10	машиніст бр.	4	1,83
Екскаторні роботи	91,67	82,5	10	машиніст бр.	8	10,31
Монтажні	252,1	226,9	7	монтажник 4р.,3р.,2р.	25	9,1
Всього	351,9	316,7	27		37	21,24

Склад ланки приймають з табл. 6.3 (графи 5; 6). Тривалість виконання робіт T (гр.7) визначають за формулою

$$T = \frac{Q_n}{n_p A}, \quad (6.9)$$

де Q_n – прийняті трудовитрати, люд.- дн. (графа 3); n_p – кількість робітників, зайнятих виконанням об'єданого будівельного процесу, люд.; A – кількість змін роботи за добу.

Отже, розрахувавши табл. 6.3 можемо зробити висновок, що у склад комплексної бригади будівельників входять робітники таких спеціальностей: машиністи 6-го розряду – 12 чол.; монтажники 2-го розряду – 10 чол.; 3-го розряду – 4 чол.; 4-го розряду – 11 чол. Всього – 37 чоловік.

6.5 Календарне планування виробничих робіт

Головним документом, який визначає послідовність технологічних етапів будівельних робіт, їх взаємозв'язок у часі і дотримання обов'язкових термінів будівництва, є календарний план виробництва робіт. Цей план розробляють відповідно до визначеної форми, враховуючи проектні обсяги робіт, їх трудомісткість, часові витрати на роботу машин, а також затверджені схеми та порядок виконання робіт [17].

«Під час складання календарного плану вирішують такі питання в певній послідовності:

- логічну послідовність технологічного виконання будівельних робіт;
- кількість працюючих машин і робітників для кожного виду робіт;
- терміни виконання робіт у робочих і календарних днях для споруд та монтажу обладнання на будівельному майданчику;
- рівномірний розподіл робіт у часі в графічній частині плану;
- графіки потреби в працівниках і роботі основних будівельних машин».

Календарний план виробництва будівельних робіт виконують за встановленою формою (табл.6.4)

Таблиця 6.4 – Календарний план виробництва будівельних робіт

Найменування роботи, умови її виконання	Об'сяг роботи		Параграф РЕКН	Норматив		Будівельні машини				Робітники				Число змін в добу	Тривалість робіт, днів	
	одиниця виміру	кількість		люд.-год.	маш.- год.	тип, марка	кількість маш.- змін по нормі	кількість маш.- змін прийняті	кількість машин, шт	спеціальність, розряд	кількість робітників в змiну	затрати праці по нормі люд. - змін	затрати праці за планом люд. - змін		робочі	календарні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Зрізка рослинного шару	м ³	5100	E1-25-1	7,56	7,56	Caterpillar D8R	7,56	6,80	1	машиніст бр.	2	7,56	6,80	1	3,78	4,91
Планування будівельного майданчика	м ³	8500	E1-30-2	0,53	0,53	Caterpillar D8R	0,53	0,48	1	машиніст бр.	2	0,53	0,48	1	0,27	0,35
Розробка ґрунту в траншеї екскаватором	м ³	2573	E1-11-2	12,10	12,10	JCB JS 305	12,10	10,89	1	машиніст бр.	2	12,10	10,89	1	6,05	7,87
Розрівнювання ґрунту	м ³	2779	E1-65-2	36,57	36,57	JCB JS 305	36,57	32,91	1	машиніст бр.	2	36,57	32,91	1	18,3	23,77
Ущільнювання ґрунту	м ³	2779	E1-65-2	36,57	36,57	JCB JS 305	36,57	32,91	1	машиніст бр.	2	36,57	32,91	1	18,3	23,77
Планування укосів	м ³	1200	E1-89-1	6,43	6,43	JCB JS 305	6,43	5,79	1	машиніст бр.	2	6,43	5,79	1	3,21	4,18

Продовження таблиці 6.4

Монтаж пластмасових труб	м ³	1700	E22-11-18	54,94	54,94	КС-55713	54,94	49,45	1	монтаж . 4р.,3р..	5	54,94	49,45	1	10,9	14,28
Монтаж плит	м ³	2	E6-1-16	18,78	18,78	КС-55713	18,78	16,90	1	монтаж . 4р., 3р.,	5	18,78	16,90	1	3,76	4,88
Монтаж насосних агрегатів	м ²	2	M7-221-7	173,90	173,90	КС-55713	173,90	156,51	1	монтаж. 4р.	5	173,90	156,51	1	34,8	45,21
Монтаж зворотнього клапану	м ³	1	E22-36-9	2,12	2,12	КС-55713	2,12	1,91	1	монтаж. 2р.	5	2,12	1,91	1	0,4	0,55
Монтаж компенсатора	м ³	1	E9-62-3	2,36	2,36	КС-55713	2,36	2,12	1	монтаж. 2р.	5	2,36	2,12	1	0,47	0,61
Всього												351,9	316,7			130,4

Таким чином отримали, що будівництво пульпонасосної станції разом з всмоктувальними і напірними трубопроводами триватиме 131 день, при цьому затрати праці по нормі склали 352 люд.-днів, а за планом відповідно - 317 люд – днів.

6.6 Кошторисний розрахунок

Розрахунок вартості будівництва пульпо насосної станції для переміщення пульпи включає в себе локальні, об'єктні та загальні кошторисні розрахунки.

Для виконання цього розрахунку використовувався програмний комплекс АВК-5 під час будівництва насосної станції і трубопроводів. Роботи, що включають до цього кошторисного розрахунку, охоплюють такі технологічні етапи:

1. Зрізання і транспортування за межі будівельного майданчика рослинного шару ґрунту за допомогою бульдозера.
2. Розробка ґрунту в траншеї під пульпопровід.
3. Розробка ґрунту в котлованах для фундаментів за допомогою екскаватора.
4. Укладання поліетиленових труб в траншею.
5. Влаштування збірних залізобетонних колодязів.
6. Часткове засипання траншеї ґрунтом вручну.
7. Видалення і засипання траншеї ґрунтом за допомогою бульдозера.
8. Відновлення рослинного покриву землі за допомогою бульдозера.

Визначали при розрахунках кошторису економічні показники такі як:

- загальну кошторисну вартість будівництва 37 112 424 грн.;
- сумарні витрати пов'язані з монтажними роботами 1 012 782 грн.;

- загальну вартість обраного комплексу будівельних машин з урахуванням вартості доставки і монтажу 15415273,5 грн.

Локальні, зведені та об'єктні кошториси з розрахунками наведені у додатках Б,В,Г цієї дипломної роботи.

7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БУДІВНИЦТВА

В дипломній роботі передбачене будівництво пульпонасосної станції третього підйому разом з напірним пульпопроводом, що будуть відповідати сучасним стандартам ефективності будівництва та екологічної безпеки. Пульпонасосна станція оснащена сучасними шламовими насосами, системами проведення моніторингу, резервування та автоматизації для забезпечення стабільної та надійної роботи на пульпопровід.

Вартість будівництва пульпонасосної станції включає витрати на придбання обладнання, будівельні роботи, інженерно-технічні вирішення та резервні фонди. Розрахована вартість будівництва обґрунтована ринковими цінами та конкурентоспроможна на рівні подібних об'єктів.

До показників економічності виконання робіт відносять: вартість одиниці роботи та питомі затрати праці.

Собівартість одиниці роботи визначають за формулою:

$$C_{\text{од.пр}} = \frac{I_{\text{пр}}}{V}, \text{ грн./м.п.} \quad (7.1)$$

де, $I_{\text{пр}}$ - необхідні витрати (грн), що пов'язані з монтажними роботами об'єкта;
 V - об'єм монтажних робіт по об'єкту.

Сумарні витрати пов'язані з монтажними роботами складають 1012782 тис. грн. При цьому об'єм монтажу трубопроводів визначають виходячи з довжини напірного пульпопроводу (ця відстань складає 1,7 км).

Тоді $C_{\text{од.пр}} = 1012782/1700 = 595,75$ грн./м.п.

Далі визначають основні техніко-економічні показники будівництва пульпонасосної станції і пульпопроводу. Розрахунок техніко-економічних показників будівництва пульпо насосної станції проводять за такими параметрами:

- матеріаломісткість будівельної продукції, (%) – визначають за питомою вагою вартості будівельних матеріалів, деталей, конструкцій в кошторисній вартості будівельної продукції[23].

$$M_{\text{мбп}} = \frac{\text{ВБМ}}{\text{КВ}} \cdot 100, \% \quad (7.2)$$

де, ВБМ - вартість будівельних матеріалів, деталей, конструкцій;

КВ - кошторисна вартість будівельної продукції.

$$M_{\text{мбп}} = \frac{21188343}{37112424} \cdot 100 = 57,1\%$$

- Рівень механізації праці, (%) – визначають як відношення чисельності працівників зайнятих механізованою працею до середньооблікової чисельності працівників зайнятих у будівельно-монтажних роботах[23].

$$PM_{\text{т}} = \frac{KP_{\text{мех}}}{KP} \cdot 100, \% \quad (7.3)$$

де, $KP_{\text{мех}}$ - чисельність працівників зайнятих механізованою працею;

KP - середньооблікова чисельність працівників зайнятих у будівельно-монтажних роботах.

$$PM_{\text{т}} = \frac{12}{37} \cdot 100 = 32,4\%$$

- Рівень механоозброєності будівництва, (%) - визначають як відношення вартості машинного парку до річного обсягу робіт, який виконують машинами цього парку.

$$PM_{\text{озб}} = \frac{\text{Вартість машин}}{Q_{\text{бпр}}} \cdot 100 \quad (7.4)$$

де, $Q_{\text{бпр}}$ - вартість будівельно-монтажних робіт, які виконують машинами цього парку з урахуванням коефіцієнту використання будівельних машин, грн.

Вартість будівельно-монтажних робіт визначають з урахуванням коефіцієнту використання будівельних машин [23]

$$Q_{\text{бмр}} = \frac{Q}{K_{\text{вбм}}}, \text{ грн} \quad (7.5)$$

де, Q – вартість будівельно-монтажних робіт, які виконують машини цього парку, грн.

Коефіцієнт використання будівельних машин ($K_{\text{вбм}}$) - розраховують як відношення фактичної кількості відпрацьованих машино-змін до нормативної їх кількості [23].

$$K_{\text{вбм}} = \frac{156,13 \text{ маш.-год.}}{347,38 \text{ маш.-год.}} = 0,45$$

Вартість будівельно-монтажних робіт визначають за формулою (7.5)

$$Q_{\text{бмр}} = \frac{37112424}{0,45} = 82\,472\,053 \text{ грн}$$

Потребу у техніці визначають за допомогою календарного графіку виконання робіт, а вартість машин згідно заводським цінам. В нашому варіанті це: бульдозер марки Caterpillar D8R вартістю 5 804 885 грн., екскаватор марки JCB JS 305 вартістю 6 325 000 грн. та кран автомобільний - КС-55713 вартістю 1 884 000 грн.

Загальна вартість обраного комплекту будівельних машин з урахуванням вартості доставки і монтажу склала 15415273,5 грн.

Рівень механоозброєності будівництва (%) визначають за формулою (7.4):

$$PM_{\text{озб}} = \frac{15415273,5}{82472053} \cdot 100\% = 19\%$$

- Механоозброєність праці будівельного працівника, тис. грн./ люд. - визначають як відношення вартості машинного парку до середньооблікової чисельності працівників зайнятих у будівельно-монтажних роботах.

$$M_{\text{озг}} = \frac{\text{Вартість машин, грн.}}{КР, \text{ люд.}} \quad (7.6)$$

$$M_{\text{озб}} = \frac{14013885}{37} = 378\,754 \frac{\text{грн}}{\text{люд}}$$

- Енергоозброєність праці, к.м.с. – визначають як відношення сумарної потужності двигунів, в тому числі електродвигунів, електроустановок в перерахунку на кінські механічні сили (к.м.с.), до середньооблікової чисельності працівників зайнятих у будівництві.

$$EH_{\text{озт}} = \frac{\sum N_{\text{маш}}}{\text{КР}}, \text{ к.м.с.} \quad (7.7)$$

$$EH_{\text{озт}} = \frac{845}{37} = 23 \text{ к.м.с.}$$

- Електроозброєність праці, кВт – визначають як відношення потужності електродвигунів, електроустановок в кіловатах ($\sum N$) до середньооблікової чисельності працівників зайнятих у будівництві.

$$EJ_{\text{озт}} = \frac{\sum N_{\text{маш}}}{\text{КР}}, \text{ кВт} \quad (7.8)$$

$$EJ_{\text{озт}} = \frac{621}{37} = 16,8 \text{ кВт}$$

- Рівень продуктивності праці в грошовому виразі – визначають як відношення кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт до загальної чисельності працівників (з урахуванням адмінперсоналу).

$$\text{ПП}_p = \frac{\text{КВ}_b}{\text{КР}_z}, \text{ грн} \quad (7.9)$$

де, КВ_b - кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт, грн.;

КР_z - загальна чисельність працівників (з урахуванням адмінперсоналу), чол.

$$\text{ПП}_p = \frac{37112424}{39} = 951,6 \text{ тис. грн}$$

- Проектний рівень рентабельності будівництва, (%) - визначають як відношення річного прибутку підприємства (будівельної організації) до кошторисної вартості будівельних робіт (або до фактичної собівартості)[23].

$$\text{РР} = \frac{\Pi}{\text{КВ}} \cdot 100, \% \quad (7.10)$$

де, П – запланований річний прибуток підприємства (організації), грн.;

КВ – кошторисна вартість будівництва, грн.

$$PP = \frac{122050}{37112424} \cdot 100 = 0,33 \%$$

Після розрахунку техніко-економічних показників будівництва, їх доцільно об'єднати в таблицю 7.1.

«Таблиця 7.1 - Техніко-економічні показники будівництва пульпонасосної станції і пульпопроводу для перекачування пульпи в нове хвостосховище

Назва показника	Значення показника
Кошторисна вартість будівництва, тис. грн.	37 112 424
Термін будівництва, роки.	4 місяці
Собівартість одиниці будівельних робіт, грн./м.п.	595.75
Матеріаломісткість будівельної продукції, %	57,1
Продуктивність праці, %	32,4
Рівень механізації будівництва, %	26,2
Рівень механоозброєності будівництва, %	19
Механоозброєність праці будівельного працівника, тис. грн./чол.	378,75
Енергоозброєність праці, к.м.с.	23
Електроозброєність праці, кВт	16,8
Рівень продуктивності праці, тис. грн./чол.	951,6
Проектний рівень рентабельності будівництва, %	0,33
Термін окупності, років	3

.»[23]

Рівень рентабельності показує скільки отримало підприємство (організація) прибутку на одну гривню кошторисної вартості будівельної продукції.

Результати аналізу економічного обґрунтування свідчать про доцільність та перспективність реалізації проекту будівництва пульпонасосної станції третього підйому для перекачування пульпи в нове хвостосховище на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

Прогнозований період окупності будівельних робіт розрахований з урахуванням збільшення продуктивності, зменшення витрат на експлуатацію та підвищення ефективності виробничих процесів та склав 3 роки.

Рентабельність проекту, враховуючи прогнозовані витрати та доходи, а також можливі зміни у фінансовій ситуації на ринку склала 0,33 %.

Термін будівництва триватиме 131 день (4 місяці). Кошторисна вартість будівництва складатиме 37 122 424грн.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

8.1 Загальні питання з охорони праці на об'єкті

Забезпечення безпеки та охорони праці є важливим аспектом будь-якого будівельного проекту. Ці питання охоплюють заходи та стратегії, спрямовані на мінімізацію ризиків й забезпечення найвищого ступеня безпеки для працівників під час будівництва пульпонасосної станції і пульпопроводу на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

Перед початком будівництва проводиться комплексна оцінка ризиків, пов'язаних з усіма етапами робіт, включаючи розробку проекту, монтаж та пуско-налагоджувальні роботи. Ця оцінка дозволяє визначити потенційні небезпеки та розробити відповідні заходи з попередження аварійних ситуацій.

Забезпечення безпеки під час експлуатації різного роду обладнання, проведення виробничих процесів та будівництва включає в себе такі заходи:

1. Проведення вхідного контролю для перевірки відповідності обладнання вимогам технічних умов, правил безпеки, стандартів та інших нормативів. Це особливо важливо для обладнання, що надходить від заводів-виробників.

2. Попереднє вивчення та дотримання вимог ремонтно-експлуатаційної документації, що регулює використання обладнання, інструментів та приладів. Своєчасне проведення всіх видів ремонтів, модернізацій і планової заміни фізично та морально застарілого обладнання і транспортних засобів, а також тих, що не відповідають вимогам безпеки [18].

3. Проведення в установлені терміни випробувань, технічного огляду, ревізії та реєстрації в органах нагляду вантажопідйомних механізмів, апаратів під тиском, компресорних установок та транспортних засобів.

4. Введення в експлуатацію змонтованого та відремонтованого обладнання та транспортних засобів після приведення їх у відповідність з вимогами технічних умов, паспортів, правил і норм охорони праці.

5. Організація збору та узагальнення матеріалів щодо конструктивних недоліків обладнання, механізмів і пристроїв під час їхньої експлуатації, для подання відповідних пропозицій заводам-виробникам, розробникам і органам нагляду. Також передбачає ознайомлення виробничого персоналу і розробку заходів щодо зниження ймовірності травмування і шкідливого впливу на працюючих.

6. Встановлення придатності до подальшої експлуатації або списання обладнання, транспортних засобів, які відпрацювали розрахункові терміни.

Будівельні майданчики, робочі ділянки, робочі місця повинні бути оснащені необхідними засобами колективного та індивідуального захисту, засобами пожежогасіння, а також засобами зв'язку та сигналізації [18].

Перед початком робіт необхідно скласти акт-допуск, участь у якому приймають замовник, генпідрядник, субпідрядні та підрядні організації. Відповідальність за невиконання заходів, передбачених актом-допуском, несуть керівники будівельно-монтажних організацій і діючого підприємства.

Перед початком робіт генпідрядник повинен визначити небезпечні зони, де може існувати вплив небезпечних факторів, пов'язаних або не пов'язаних з характером робіт, що виконуються.

Класифікація зон ризику включає:

- зони постійної дії небезпечних виробничих факторів, такі як області навколо неізольованих струмопровідних частин електроустановок, місця поруч із неогороженими висотами 1,3 м і більше, а також місця, де може виникнути

перевищення гранично-допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони [18];

- зони потенційно небезпечних факторів, включають території поруч із будівельними об'єктами, поверхи будівель, де проводиться монтаж чи демонтаж конструкцій, робочі ділянки будівельно-дорожніх машин, зони переміщення вантажозахоплювальних пристроїв кранів та інші, де можливий вплив небезпечних факторів [18].

Визначення потенційно небезпечних зон на будівельному майданчику та їх позначення знаками безпеки й попереджувальними написами є важливою складовою організації будівельних робіт. Це включає в себе процес розроблення будгеплану об'єкта та подальше визначення й позначення зон, що можуть потенційно створити небезпеку для людей.

8.2 Вимоги з електробезпеки на будівельних майданчиках

Улаштування та технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території має виконувати спеціально навчений персонал, обладнаний всім необхідним відповідно з кваліфікаційною групою з електробезпеки.

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, слід провести ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, які розраховані на відповідну механічну міцність під час прокладання по них проводів і кабелів. Висота над рівнем землі та настилу повинна бути не менше ніж: 2,5 м над робочими місцями; 3,5 м над проходами; 6,0 м над проїздами [18].

8.3 Забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику

На кожному об'єкті роботодавець зобов'язаний створити та нести відповідальність за ефективне функціонування системи пожежної безпеки.

Роботодавець повинен призначити відповідальну особу, яка відповідатиме за дотримання працівниками правил пожежної безпеки на будівельному майданчику.

На кожному об'єкті обов'язково повинні бути інструкції з пожежної безпеки та інструкції для всіх вибухопожежонебезпечних і пожежонебезпечних приміщень (дільниць, цехів, складів тощо). Показники пожежо-вибухо-небезпеки технологічних речовин і матеріалів (розчинів, порошків, гранул тощо), що використовуються на будівельному майданчику [18].

Працівники можуть розпочати роботу лише після проходження інструктажу з пожежної безпеки згідно з Національними правилами пожежної безпеки на виробництві, а у випадку зміни характеру роботи - після позачергового інструктажу.

У залежності від особливостей будівельного майданчика, розмірів та умов експлуатації приміщень, наявності обладнання і кількості робочих місць, а також максимально можливої кількості працівників, необхідно забезпечити належну кількість первинних засобів пожежогасіння [18].

На будівельному генеральному плані обов'язково повинна бути вказана схема транспортних шляхів, розташування водних джерел, засобів пожежогасіння та зв'язку.

8.4 Захист працівників від впливу шкідливих виробничих факторів

Гранично-допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони, а також рівні шуму та вібрації на робочих місцях не повинні перевищувати норм. Під час будівельних робіт рівень електромагнітних полів не повинен перевищувати встановлені норми [18].

Під час будівельно-монтажних робіт на території або в цехах діючих промислових підприємств контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних норм повинен проводитись відповідно до встановленого порядку на даному підприємстві [18].

Під час експлуатації будівельних машин, засобів механізації, пристроїв, обладнання, ручних машин інструменту (далі - будівельні машини) слід передбачати заходи та засоби для запобігання небезпечним та шкідливим виробничим факторам [18]:

- підвищений рівень шуму, вібрації, газо- та пиловмісткість робочої зони машиніста бульдозера та екскаватора;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена напруга в електричному колі, можливість замикання через тіло людини.

Під час будівництва пульпонасасної 3-го підйому основними шкідливими та небезпечними факторами при роботі є:

- електричний струм у силових мережах та мережах освітлення;
- наявність шуму;
- наявність обертових частин обладнання;
- температура навколишнього середовища.

Усі металеві частини електроустановок, що нормально не знаходяться під напругою, але можуть опинитися під таким внаслідок аварійної ситуації – заземлені за допомогою з'єднання з контуром заземлення.

Роботи з обслуговування та ремонту повинні виконуватись лише під час повної зупинки обладнання. Зупиняючи обладнання, необхідно суворо дотримуватися процедури відключення, описаної в інструкції з експлуатації насосного обладнання та технологічних інструкціях. Після закінчення ремонтних чи налагоджувальних робіт усі захисні пристрої повинні бути негайно встановлені на своє місце та надійно закріплені.

Усі будівельні, монтажні та ремонтні роботи, що проводяться на висоті, повинні виконуватись лише за наявності відповідних нарядів-допусків. Відповідні наряди-допуски необхідні під час проведення електромонтажних робіт у діючих електроустановках. Монтажні та ремонтні роботи із застосуванням вантажопідіймальних кранів повинні проводитись за наявності проектів виконання робіт.

Забороняються зовнішні роботи біля пульпонасосної станції 3-го підйому під час грози.

Усі працівники повинні забезпечуватися засобами індивідуального захисту та спецодягом відповідно до встановлених норм.

Для забезпечення безпечних умов праці та попередження виробничого травматизму робочим проектом передбачено:

- розташування технологічного обладнання з урахуванням умов, що забезпечують необхідні розміри проходів для пересування працівників на об'єкті;
- дотримання нормативних проходів між технологічним обладнанням та будівельними конструкціями.

Виконання всіх вимог та стандартів, що регулюються законодавством та місцевими нормативами.

Врахування цих аспектів допоможе створити безпечне робоче середовище під час будівництва насосної станції та зменшити ризик виникнення травм та аварій.

8.5 Аналіз показників виробничого травматизму

Для кількісної характеристики виробничого травматизму на пульпонасосних станціях першого і другого підйомів використовують основні показники: коефіцієнт частоти травматизму (формула 8.1), коефіцієнт важності травматизму (формула 8.2), коефіцієнт втрат робочого часу (формула 8.3) [18].

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} * 1000; \quad (8.1)$$

$$K_{\text{в}} = \frac{Д}{T}; \quad (8.2)$$

$$K_{\text{втр}} = \frac{Д}{P}; \quad (8.3)$$

де: Т – кількість нещасних випадків або травм за досліджуваний період;

Р – середня кількість працівників, чол.;

Д – сумарна втрата днів непрацездатності в результаті нещасного випадку, днів.

Для проведення розрахунку взяті дані по виробничому травматизму з річного звіту Вільногірського ГМК за формою 7-ТНВ, актів про нещасні випадки за 2022 рік, отже розрахунки за формулами 8.1–8.3 виконуємо за даними одного року:

$$K_{\text{ч}} = \frac{1}{11} * 1000 = 91$$

$$K_{\text{в}} = \frac{14}{1} = 14$$

$$K_{\text{вт}} = \frac{14}{11} = 1,3$$

Основні показники виробничого травматизму за період 2021–2023 рр. представлені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Основні показники виробничого травматизму на пульпонасосних станціях Вільногірського ГМК протягом 2021–2023 рр.

Показник	Рік		
	2021	2022	2023
Кількість працюючих, осіб	11	11	11
Кількість нещасних випадків, од.	1	-	-
Кількість днів непрацездатності:	20	9	5
- від травматизму	14	-	-
- від захворювань	6	9	5
Коефіцієнт частоти травматизму	91	-	-
Коефіцієнт важкості травматизму	14	-	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	1,3	-	-

Аналіз даних таблиці 8.1 показав, що рівень виробничого травматизму на пульпонасосних станціях Вільногірського ГМК мінімальний, оскільки зафіксовано лише один випадок у 2021 році внаслідок недотримання працівником інструкцій з охорони праці. Також помітне коливання кількості днів від захворювань.

ВИСНОВКИ

Аналізуючи вихідні матеріали для дипломної роботи, було встановлено, що на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті під хвостосховища виділено 840 га, у яких накопичено більше 120 млн м³ відходів.

Досвід експлуатації українських і зарубіжних збагачувальних фабрик показує, що за час їхньої роботи протяжність магістралей гідротранспортних комплексів, що забезпечують відведення відходів збагачувального виробництва у вигляді пульпи постійно збільшується. По мірі відпрацювання родовища гірські роботи і місця складування відходів віддаляються від збагачувальних фабрик, а це в свою чергу вимагає переміщення пульпонасосної станції і збільшення довжини пульпопроводів. Періодичне подовження напірного пульпопроводу гідротранспортного комплексу без установки додаткових шламових насосів, або збільшення діаметрів їх робочих коліс обмежено через виникнення критичних режимів течії гідросуміші, що різко знижують ефективність і надійність гідротранспортування.

У ході дипломного проектування нами було ретельно обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва нової пульпонасосної станції третього підйому з напірним пульпопроводом для перекачування пульпи в хвостосховище на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

Для вибору матеріалу труб провели гідравлічний розрахунок пульпопроводів з поліетилену і сталі, за результатами якого обрали економічно вигідний матеріал труб.

В нашому випадку обрали для перекачування пульпи на відстань до нового хвостосховища 1,7 км поліетиленові труби (ПЕ 100) серії SDR 21S10 PE10 із зовнішнім діаметром 560 мм, товщиною стінки 30 мм, та фактичним внутрішнім діаметром $D_{\phi} = 500$ мм.

Для забезпечення нормальної роботи пульпопроводів вибрали основне гідромеханічне та енергетичне обладнання пульпонасосної станції третього підйому і встановили графічним методом режими сумісної роботи шламових насосів на напірні пульпопроводи з різних матеріалів.

За результатами гідравлічного розрахунку пульпопроводів, та за відповідною розрахунковою подачею ПНС третього підйому $Q=0,56 \text{ м}^3/\text{с}$ (2016 $\text{м}^3/\text{год}$) та розрахунковим напором ($H=86 \text{ м}$) обрали відцентровий шламовий насос фірми Wagman. Вибраний шламовий насос WBC 18x20 і електродвигун до нього СДНЗ-16-51-12УЗ ($N=1600 \text{ кВт}$; $n=50 \text{ с}^{-1}$) забезпечують необхідний графік транспортування пульпи у хвостосховище.

Для розміщення основного і допоміжного обладнання пульпонасосної станції був визначений робочий будівельний майданчик з покриттям із дорожніх залізобетонних плит ПД 2,0x3,0x0,25, прямокутної форми в плані із загальними розмірами 60x20м.

Для будівництва станції визначили об'єми будівельних робіт та кошторисну вартість. Загальний об'єм земляних робіт з будівництва майданчика під пульпонасосну станцію та напірного пульпопроводу складає 13231 тис.м³.

Потребу в техніці визначали за календарним графіком виконання будівельних робіт. У відповідності до встановлених видів робіт підібрано комплект будівельної техніки: бульдозер марки Caterpillar D8R вартістю 5 804 885 грн., екскаватор марки JCB JS 305 вартістю 6 325 000 грн. та кран автомобільний марки КС-55713-01 вартістю 1 884 000 грн. Загальна вартість обраного комплексу будівельних машин з урахуванням вартості доставки і монтажу склала 15 415 273,5 грн.

В результаті проведених розрахунків кошторисної вартості будівництва ПНС і пульпопроводу отримали в сумі 37 112 424 грн. Загальна кількість робітників, що будуть задіяні під час будівництва становить 39 чоловік.

За календарним планом виробництва робіт отримали, що будівництво пульпонасосної станції третього підйому разом з всмоктувальними і напірними пульпопроводами триватиме 131 день, при цьому затрати праці за нормативами склали 352 люд.-днів, а за планом, відповідно, 317 люд.-днів.

Був проведений економічний аналіз запропонованих проектних рішень, і оцінена їхня вартість та ефективність. Результати аналізу економічного обґрунтування свідчать про доцільність та перспективність реалізації проекту будівництва пульпонасосної станції і пульпопроводів для перекачування пульпи в нове хвостосховище, що утворилося в результаті виробітку ще одного кар'єру на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

Прогнозований період окупності проекту склав 3 роки. Рентабельність проекту, враховуючи прогнозовані витрати та доходи, а також можливі зміни у фінансовій ситуації на ринку, що склала 0,33 %.

Також в дипломній роботі розроблені заходи з охорони праці при будівництві пульпонасосної станції та оцінений вплив об'єкта досліджень на навколишнє природне середовище.

Під час будівництва пульпонасосної станції третього підйому і прокладання нового пульпопроводу у цьому районі визначені види робіт не впливатимуть на клімат і мікроклімат в межах впливу гідротранспорту, а в період експлуатації планована діяльність всього технологічного процесу, не вплине на довкілля негативно через виділення незначної кількості парникових газів, вологи і тепла.

Результати досліджень доповідались на всеукраїнській науково-практичній конференції 12.11.2023 р. Стаття за результатами досліджень була опублікована у збірнику наукових праць VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Гідротехнічне будівництво: минуле, сьогодення, майбутнє» і наведена в додатку Д [24].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондаренко Р.М., Коваль І.Г. Визнання світом / ДОЧІРНЕ ПІДПРИЄМСТВО державної акціонерної компанії "Українські поліметали" Вільногірський державний гірничо-металургійний комбінат. Видавництво ТОВ РА "Тандем-У", м. Запоріжжя: 2001. 192 с.
2. Обоснование параметров и режимов работы гидротранспорта горных предприятий / Ю.Д. Баранов, Б.А. Блюсс, Е.В. Семененко, В.Д. Шурыгин. Днепропетровск: Новая идеология, 2006. 416 с.
3. Семененко Е.В. Научные основы технологий гидромеханизации открытой разработки титан-цирконовых россыпей / Е.В. Семененко. К.: Наукова думка, 2011. 231с.
4. Шурыгин В.Д. Анализ способов повышения эффективности работы гидротранспортного комплекса / В.Д. Шурыгин, Е.В. Семененко, Н.А. Никифорова // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2005. № 6. С. 70–74
5. Проблемы разработки россыпных месторождений / И.Л. Гуменик, А.М. Сокил, Е.В. Семененко, В.Д. Шурыгин. Днепропетровск: Січ, 2021. 224 с.
6. ДБН В.2.4-5:2012 "Хвостосховища і шламонакопичувачі. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво"
7. Силин Н.А. Гидротранспорт (вопросы гидравлики) / Н.А. Силин, Ю.К. Витошкин, В.М. Карасик, В.Ф. Очеретько. К.: Наукова думка, 1971. 158 с.
8. Кулінченко В.Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід: Підручник. Київ: ІНК ОС, центр навчальної літератури. 2006. 616 с.
9. Світлий Ю.Г., Білецький В.С. Гідравлічний транспорт: монографія. Донецьк: Східний видавничий дім. 2009. 436 с.

10. Покровская В.Н. Трубопроводный транспорт в горной промышленности / В.Н. Покровская. М.: Недра, 1985. 191 с.
11. Ступин А.В. Применение гидродинамически активных добавок полимеров и поверхностно активных веществ в энеогосберегающих технологиях / А.В. Ступин, П.В. Асланов, А.П.Симоненко и др. // Прикладна гідромеханіка. 2001. Т. 3 (75), № 1. С. 74-81.
12. Семененко Є.В., Никифорова Н.А., Татарко Л.Г. Проектувальний розрахунок трубопровідних систем технологій гідромеханізації при заміні сталевих труб на поліетиленові / Геотехнічна механіка, № 120, 2015. С. 152-160.
13. Семененко Є.В., Никифорова Н.А., Татарко Л.Г. Розрахунок параметрів гідротранспорту при суттєвій різниці щільності транспортованих частинок / Вісник Дніпропетровського університету. Серія Механіка, Вип. 17, Т. 1, 2013. С. 105-112.
14. Семененко Є.В., Татарко Л.Г. Расчет параметров гидротранспорта при использовании полиэтиленовых трубопроводов / Геотехнічна механіка, № 121, 2016. С. 23.
15. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення 3-244.
16. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів.
17. ДСТУ Б Д.2.2-1:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1).
18. Голінько В.І. Охорона праці при геологорозвідувальних роботах: навч. посібник / В.І. Голінько, О.В. Безщасний. Д.: НГУ, 2014. 218 с.
19. Білецький В. С., Олійник Т. А., Смирнов В. О., Скляр Л. В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Кривий Ріг : КНУ, 2019. 232 с.

20. Методичні рекомендації до самостійного вивчення курсу “Мінерально-сировинна база України” для студентів ОКР «Спеціаліст» і «Магістр» геологічного факультету.
21. Мазурівське рідкіснометалічне родовище: Монографія / Шпильовий Л. В., Білецький В.С., Чернієнко Н.М., Стрекозов С.М. / За редакцією Білецького В.С. Львів: Видавництво ПП “Новий Світ-2000”, 2023. 283с.
22. Методичні рекомендації для проведення практичних занять з дисципліни «Насоси і насосні станції» для студентів факультету водогосподарської інженерії та екології денної форми навчання за спеціальністю 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології. Дніпро: ДДАЕУ, 2021. 68с.
23. Методичні рекомендації до написання економічної частини дипломних проектів студентами денної та заочної форм навчання за спеціальністю 7(8).06010301 – «Гідромеліорація» ОКР – спеціаліст, магістр / Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпро, 2016. 71 с.
24. Кривошеєва Ю.М. Удосконалення технічних рішень при реконструкції системи перекачування пульпи у хвостосховище на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті. Гідротехнічне будівництво: минуле, сьогодення, майбутнє: зб. наук. праць: вип. 6. Херсон: ХДАЕУ, 2023. 98 с.

ДОДАТКИ

Схема водопостачання та водовідведення збагачувального виробництва на Вільногірському ГМК



ДДАЕУ

(назва організації, що затверджує)

Затверджено

Зведений кошторисний розрахунок у сумі 37112,424 тис. грн.

В тому числі зворотних сум 123,209 тис. грн.

(посилання на документ про затвердження)

" " 20 р.

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА

Обґрунтування будівництва насосної станції для перекачування пульпи в нове хвостосховище на Вільногірському гірничо-металургійного комбінату

Складений в поточних цінах станом на 8 грудня 2023 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, комплексів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Інші витрати, тис.грн.	Загальна кошторисна вартість, тис.грн.
			гірничих робіт	будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2-1	Глава 2. Об'єкти основного призначення Будівництво насосної станції для перекачування пульпи (ВГМК)	1619,940	24876,632	-	-	26496,572
		Разом по главі 2:	1619,940	24876,632	-	-	26496,572
		Разом по главах 1-7:	1619,940	24876,632	-	-	26496,572
2	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.11	Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених проектом (робочим проектом)	-	821,394	-	-	821,394

1	2	3	4	5	6	7	8
		-					
		Разом по главі 8:	-	821,394	-	-	821,394
		Разом по главах 1-8:	1619,940	25698,026	-	-	27317,966
3	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 26	Глава 9. Кошти на інші роботи та витрати Додаткові витрати при виконанні будівельних робіт у зимовий період (1,3X0,9)%	18,953	300,667	-	-	319,620
		-					
		Разом по главі 9:	18,953	300,667	-	-	319,620
		Разом по главах 1-9:	1638,893	25998,693	-	-	27637,586
4	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 44	Глава 10. Утримання служби замовника Кошти на утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) (2,5 %)	-	-	-	690,940	690,940
		-					
		Разом по главі 10:	-	-	-	690,940	690,940
5	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 49	Глава 12. Проектно-вишукувальні роботи та авторський нагляд Вартість проектних робіт	-	-	-	-	-
6	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 50	Вартість експертизи проектної документації (K=1,1)	-	-	-	37,201	37,201
7	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 51	Кошти на здійснення авторського нагляду	-	-	-	-	-
		-					
		Разом по главі 12:	-	-	-	37,201	37,201
		Разом по главах 1-12:	1638,893	25998,693	-	728,141	28365,727
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошторисний прибуток (П)	-	122,052	-	-	122,052
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ)	-	-	-	28,154	28,154

1	2	3	4	5	6	7	8
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва	139,306	2209,889	-	61,892	2411,087
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами	-	-	-	-	-
		Разом	1778,199	28330,634	-	818,187	30927,020
		Разом крім ПДВ	1778,199	28330,634	-	818,187	30927,020
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	Податок на додану вартість (ПДВ) (20 %)	-	-	-	6185,404	6185,404
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	1778,199	28330,634	-	7003,591	37112,424
		Зворотні суми	-	-	-	-	123,209
		у тому числі:					
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.18.1	- від тимчасових будівель і споруд(15 %)	-	-	-	-	123,209

Керівник проектної організації _____

Головний інженер проекту
(Головний архітектор проекту) _____

Керівник відділу _____

Додаток В

Форма № 1

Обґрунтування будівництва насосної станції для перекачування пульпи в нове хвостосховище на Вільногірському гірничо-металургійного комбінату

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1 на Будівництво насосної станції для перекачування пульпи (ВГМК) Будівництво насосної станції для перекачування пульпи (ВГМК)

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	26496,572 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	14,604 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	2243,956 тис. грн.
Середній розряд робіт	4,1 розряд

Складений в поточних цінах станом на "8 грудня" 2023 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.		
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин		
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	E1-25-1	Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 98 кВт [130 к.с.] з переміщенням ґрунту до 10 м, група ґрунтів 1	1000м3	5,1	8545,47	8545,47 2176,24	43582	-	43582 11099	-	12,1448	- 81,94
2	E1-11-2	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 2,5 [1,5-3] м3, група ґрунтів 2	1000м3	2,427	8775,05 1161,25	7613,80 6193,92	21297	2818	18479 15033	8,79	38,5789	21,33 93,63
3	E1-05-2	Розробка траншей екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з розрівнюванням і ущільненням ґрунту на полці при поздовжніх схилах від 6 до 15 градусів, група ґрунтів 2	1000м3	2,427	66173,65 7370,21	58803,44 18677,95	160603	17887	142716 45331	64,6	107,9862	156,78 262,08
4	E1-30-2	Планування площ бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] за 1 прохід	1000м2	8,5	318,48	318,48 93,58	2707	-	2707 795	-	0,5148	- 4,38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5	E1-89-1	Планування укосів виїмок і насипів екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з навантаженням ґрунту в транспортні засоби, група ґрунтів 1-2	1000м2	1,2	<u>22078,65</u> 1260,01	<u>20818,64</u> 7638,15	26494	1512	<u>24982</u> 9168	<u>10,88</u> 43,928	<u>13,08</u> 52,71	
6	E6-1-16	Улаштування фундаментних плит залізобетонних плоских	100м3	2,4	<u>131294,32</u> 33006,97	<u>27375,52</u> 13124,90	315106	79217	<u>65701</u> 31500	<u>259,55</u> 77,2003	<u>622,92</u> 185,28	
7	M7-221-7	Монтаж насосного агрегату відцентрового осьового з вертикальним валом	комплект	2	<u>661558,84</u> 506084,54	<u>133430,59</u> 114735,62	1323118	1012169	<u>266881</u> 229471	<u>3371,2</u> 713,4787	<u>6742,4</u> 1426,96	
8	E22-11-18	Укладання трубопроводів із поліетиленових труб діаметром 630 мм з гідравличним випробуванням	1000м	4	<u>200065,38</u> 89566,60	<u>107738,30</u> 38008,57	800262	358266	<u>430953</u> 152034	<u>653,58</u> 265,6504	<u>2614,32</u> 1062,6	
9	E9-62-3	Монтаж трубопроводів різного призначення з компенсаторами	т	1	<u>14584,51</u> 8020,99	<u>6255,85</u> 3502,82	14585	8021	<u>6256</u> 3503	<u>51,2</u> 19,343	<u>51,2</u> 19,34	
10	E22-36-9	Установлення сталевих засувок або клапанів зворотних діаметром 630 мм	шт	1	<u>15019,46</u> 4297,57	<u>10544,92</u> 2837,25	15019	4298	<u>10545</u> 2837	<u>31,36</u> 17,3716	<u>31,36</u> 17,37	
11	C113-1450	Труби поліетиленові для подачі холодної води PE 80 SDR 13.6(1,0 МПа), зовнішній діаметр 500х36,8 мм	м	1700	<u>4286,78</u> -	-	7287526	-	-	-	-	
12	C1630-1166	Насоси [агрегати] відцентрові одноступінчасті K45/55 на плиті з електродвигуном 4A60C2	шт	2	<u>6825055,</u> 27	-	13650111	-	-	-	-	
13	C113-2302	Клапан зворотній Carpicom діам. 110 мм	шт	1	<u>2448,01</u> -	-	2448	-	-	-	-	
14	C119-365	Плити залізобетонні (затягування)	м3	240	<u>6749,75</u> -	-	1619940	-	-	-	-	
15	C113-1585	Компенсатор сильфонний до теплоізолюваних труб, типорозмір 219/315 мм	шт	1	<u>22454,50</u> -	-	22455	-	-	-	-	
		Разом прямі витрати по кошторису						25305253	1484188	<u>1012782</u> 500769		
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:						23685313			<u>10253,37</u> 3186,29	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					21188343 1984957 1191319 1184,05 258999 24876632					
		----- Прямі витрати гірничопрохідницьких підземних робіт в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. Всього кошторисна вартість гірничопрохідницьких підземних робіт					1619940 1619940 1619940					
		Всього по кошторису					26496572					
		Кошторисна трудоємність, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					14604 2243956					

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Кривошеєва Ю.М.

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Онопрієнко Д.М.

2 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

- 1 -

1_сд_ос_2-1

Обґрунтування будівництва насосної станції для перекачування пульпи в нове хвостосховище на Вільногірському гірничо-металургійного комбінату

Форма №3-1

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК № 2-1

вартості комплексу Будівництво насосної станції для перекачування пульпи (ВГМК)

Кошторисна вартість 26496,572 тис.грн.
 Кошторисна трудомісткість 14,604 тис.люд.-год
 Кошторисна заробітна плата 2243,956 тис.грн.

Складений в поточних цінах станом на 8 грудня 2023 р.

№ п/п	№№ кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.				Кошторисна трудомісткість, тис.люд.-г	Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	Кількість одиниць	Кошторисна вартість одиниці, грн.
			гірничих робіт	будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	всього				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Л. кошторис. розрахунок 2-1-1	на Будівництво насосної станції для перекачування пульпи (ВГМК)	1619,940	24876,632	-	26496,572	14,604	2243,956	-	-
		ВСЬОГО по об'єктному кошторисному розрахунку	1619,940	24876,632	-	26496,572	14,604	2243,956	-	-

Головний інженер проекту _____

Начальник відділу _____

Склав _____ Кривошеєва Ю.М.

Перевірів _____ Онопрієнко Д.М.

Обґрунтування будівництва насосної станції для перекачування пульпи в нове хвостосховище на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті

ВІДОМІСТЬ ТРУДОМІСЬКОСТІ І ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ
до об'єктного кошторису № 2-1

Номери локальних кошторисів	Найменування локальних кошторисів	Робітники-будівельники	Робітники-монтажники	Робітники, зайняті на керуванні та обслуговуванні машин	Роботи по перевезенню ґрунту і будівельного сміття	Пусконаладжувальний персонал	Разом прями витрати	Загально-виробничі витрати	Разом кошторисні витрати
		Трудовітрати, тис. люд.-год.							
		Заробітна плата, тис. грн.							
1	2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16	17/18
2-1-1	Будівництво насосної станції для перекачування пульпи (ВГМК)	<u>3,511</u> 472,019	<u>6,742</u> 1012,169	<u>3,188</u> 500,769	- -	- -	<u>13,440</u> 1984,957	<u>1,164</u> 258,999	<u>14,604</u> 2243,956
	Разом :	3,511 472,019	6,742 1012,169	3,188 500,769	- -	- -	13,440 1984,957	1,164 258,999	14,604 2243,956

Примітка: у трудовитрати робітників-будівельників включені трудовитрати робітників, що виконують гірничі роботи.

Склав _____ Кривошеєва Ю.М.

Перевірів _____ Онопрієнко Д.М.

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет
Факультет архітектури та будівництва
Кафедра гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії

**ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО:
МИНУЛЕ, СЬОГОДЕННЯ, МАЙБУТНЄ**

Збірка наукових праць

ВИПУСК VI

Херсон, 2023

УДК 622.7

Кривошесва Ю.М.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ
РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ПЕРЕКАЧУВАННЯ ПУЛЬПИ У
ХВОСТОСХОВИЩЕ НА ВІЛЬНОГІРСЬКОМУ ГІРНИЧО-
МЕТАЛУРГІЙНОМУ КОМБІНАТІ**

Вступ. Вільногірський гірничо-металургійний комбінат є гірничо-збагачувальним та металургійним підприємством у Дніпропетровській області України, що працює на базі Малишевського (або його ще називають Самотканське) розсипного родовища комплексних титано-цирконових розсипів, що розташоване на правому березі р. Дніпро у верхів'ях її притоку р. Самоткань. Це родовище знаходиться біля міста Вільногірська і було відкрите у 1954 році, а з 1961 р. його розробку ведуть відкритим способом. Зараз це родовище є основним джерелом сировини для Вільногірського гірничо-металургійного комбінату, і залишається єдиним родовищем такого типу, що розробляється на території України [1].

Процес видобутку полягає у відкритій кар'єрній розробці з використанням роторного комплексу. Одержані рудні піски та розкриті породи транспортують за допомогою стрічкових конвейєрів та гідротранспорту, а також автотранспорту на фабрику обезводнення і збагачення. Збагачувальний процес включає дезінтеграцію та знешламлювання, гравітаційне збагачення, сушку та розділення колективного концентрату за допомогою електричних та магнітних методів.

Після реконструкції збагачувального виробництва в 1974-80 роках збільшилась потужність підприємства до 200 тис. тонн ільменітового концентрату щорічно. Основними продуктами збагачення комбінату є рутиловий, ільменітовий, цирконовий, ставролітовий та дистен-силіманітовий концентрати [2].

При відкритій розробці родовищ корисних копалин основна маса відчужених земель зайнята кар'єрами, відвалами та хвостосховищами. Хвостосховища гірничих підприємств є складними гідротехнічними спорудами, насамперед екологічно небезпечного і руйнівного характеру, що завдають шкоди навколишньому середовищу. Сучасні схеми внутрішньофабричного водообороту технологій переробки мінеральної сировини передбачають значне скорочення витрат на перекачування хвостів і освітленої води. При цьому основним напрямом у сфері інтенсифікації гідравлічних процесів у технологіях збагачення мінеральної сировини є вдосконалення обладнання і його гідротехнічних вузлів.

Основна частина. Виробниче водопостачання при розробці кар'єру представлено системою оборотного водозабезпечення, для чого передбачена за потреби організація тимчасового водозбору з р. Самоткань для поповнення втрат води на випаровування та фільтрацію.

Освітлена вода за допомогою насосної станції оборотного водопостачання по трубопроводах направляється на кар'єр до забійних установок, а потім на збагачувальну фабрику. Після збагачення рудних пісків гравітаційними методами вода, разом із хвостами збагачення (пульпа) за допомогою насосів по трубопроводах перекачується в хвостосховища, де вся суспензія осідає. Освітлена в ставках-відстійниках вода надходить в насосні станції оборотної води, звідки її подають на збагачувальну фабрику для повторного використання.

Вода від насосної станції оборотного водопостачання трьома водяними насосами, що працюють паралельно, подається в кар'єр водоюном діаметром 530 мм. Необхідна кількість води для розмиву пісків і приготування пульпи 1400-1500 м³/год. Видобуті рудні піски екскаватором складують у відвал безпосередньо із забою, або проміжного відвалу перед гідромоніторами. Відвал рудних пісків розмивають три гідромонітори. Перед насадками тиск води складає 6,5-8 атм, зі швидкістю витікання струменю 30-40 м/с.

Для водовідведення пульпи у хвостосховище балки Скажена, передбачені споруди з перехоплення поверхневих та дренажних вод. У 2016 р. сумарна витрата дренажних вод з хвостосховища в б. Скажена склала 174,70 л/с (при максимальній розрахунковій витраті 207,59 л/с).

На сьогоднішній день хвостосховище в балці Скажена переповнене великою кількістю обробленої пульпи, тому недостатньо місця для її безпечного зберігання. Ми провели дослідження, метою якого було встановити доцільність реконструкції існуючої насосної станції, чи будівництво нової насосної станції для перекачування пульпи в інше хвостосховище (старий вироблений кар'єр) на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

При обґрунтуванні реконструкції існуючої або будівництва нової пульпонасосної станції (для перекачування пульпи, скорочено ПНС) використовувати діючі рекомендації з вибору ґрунтових та інших насосів спеціального типу. При виборі типу насосів потрібно враховувати необхідність заощадження енергоресурсів. За необхідності збільшення напору в залежності від місцевих умов можна розглядати можливість роботи ПНС другого і наступних (ДБН В.2.4-5:2012) підйомів з розриванням потоку (більш надійний варіант), або без розривання потоку. Перекачування спарованими насосами потребує збільшення міцності (товщини) трубопроводів завдяки збільшенню тиску і більш інтенсивному гідроабразивному зношенню трубопроводів та ґрунтових насосів. При послідовному включенні ґрунтових насосів витрата пульпи першого насоса при роботі у розрахунковому режимі не повинна бути меншою за витрату насоса (насосів) наступного ступеня. Рекомендується використовувати насоси з однаковими характеристиками.

В результаті проведених розрахунків і порівняння різних варіантів було встановлено, що ефективним буде будівництво нової ПНС з використанням насосів марки WBC 18x20 (на кожну технологічну чергу від своєї установки в забої 1-й та 2-й черги через бустерні установки 2-го підйому). Після проходження через цей насос пульпа з підвищеним тиском знову потрапляє в пульпопровід.

Пульпонасосна установка розміщується у мобільному приміщенні зі зйомною покриттям, в якому на жорстких рамах встановлений насос WBC 18x20 в комплекті з електродвигуном СДНЗ-16-51-12УЗ (N = 1600 кВт; n = 500 хв⁻¹), що з'єднані між собою муфтою. Мінімальна відстань між обладнанням і стінами в цьому приміщенні становить 1,0 м. На трубопроводах вмокнувальної лінії і нагнітанні пульпонасосного агрегата встановлені компенсатори, а на пульпопроводах нагнітання передбачають зворотні клапани.

Висновки. З метою забезпечення ефективної роботи Вільногірського гірничо-металургійного комбінату, а саме Малишевського розсипного родовища комплексних титано-цирконієвих рудників та дотримання екологічних стандартів, необхідно запроектувати та побудувати ще одну пульпонасосну станцію. Ця станція буде відповідальна за перекачування пульпи з основного виробництва в нове хвостосховище, забезпечуючи тим самим надійну та безперебійну роботу всього гірничого підприємства. Перекачування пульпи вимагає значних енергетичних затрат, тому будівництво нової пульпонасосної станції дозволить зменшити витрати електроенергії шляхом вибору сучасних насосів та ефективних режимів роботи їх на пульпопроводах з метою оптимізації виробничих витрат.

Список використаної літератури:

1. Бондаренко Р.М., Коваль І.Г. Визнання світом/ДОЧІРНЕ ПІДПРИЄМСТВО державної акціонерної компанії "Українські поліметали" Вільногірський державний гірничо-металургійний комбінат. Видавництво ТОВ РА "Тандем-У", м. Запоріжжя, 2001. 192 с.
2. Білецький В.С., Олійник Т.А., Смирнов В.О., Скляр Л.В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Кривий Ріг: КНУ, 2019. 232 с.