

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

ННІ/факультет	Навчально-науковий технологічний інститут
Кафедра	Інжинірингу з галузевого машинобудування
Спеціальність	133 Галузеве машинобудування
Форма навчання	Заочна

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКЛАВРА

Голянтус Іван Федорович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему

Розробка гідравлічного приводу ґрунтового насосу 20Р-11М в умовах РЗФ ПАТ „АМКР”

(повна назва теми)

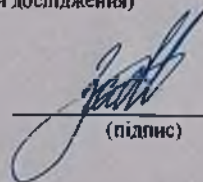
за матеріалами

Рудозбагачувальної фабрики ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

(повна назва бази дослідження)

науковий керівник к.т.н., доцент

(наук. ступінь, вчене звання)



(підпис)

Засельський І. В.

(прізвище, ініціали)

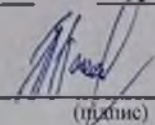
Робота допущена до захисту в ЕК

Протокол засідання кафедри

від 14 червня 2025 р

№ 14

Завідувач кафедри



(підпис)

д.т.н., професор

(наук. ступінь, вчене звання)

В. Й. Засельський

(ініціали, прізвище)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра Інжинірингу з галузевого машинобудування

Рівень вищої освіти _____ Перший (бакалаврський) _____

Спеціальність _____ 133 «Галузеве машинобудування» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ ІГМ _____


(підпис)

проф., д.т.н., Засельський В. Й.
(посада, вчене звання, прізвище ініціали)

« 14 »

квітня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА ЗДОБУВАЧА(КИ)

Голянтус Іван Федорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра

Розробка гідравлічного приводу ґрунтового насосу 20Р-11М в умовах РЗФ ПАТ „АМКР”

керівник кваліфікаційної роботи бакалавра *Засельський І. В., к.т.н., доцент.*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «04» квітня 2025 р. № 242-ст

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи до кафедри 07.06.2025

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра

Умови виробництва Рудозбагачувальної фабрики ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Конструкція та технічна характеристика ґрунтового насосу 20Р-11М, інформація про недоліки конструкції.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1 Аналітична частина;

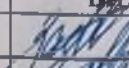
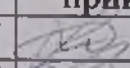

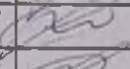

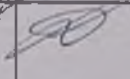
4.2 Основна частина;

4.3 Організація безпечного виробництва

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1 аркуш формату А1 складальний кресленник: насос 20Р-11М

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

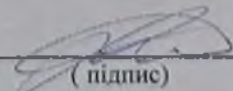
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина	Засельський І. В., доц.	 14.04.25	 14.04.25
Основна частина	Засельський І. В., доц.	 14.04.25	 14.04.25
Організація безпечного виробництва	Засельський І. В., доц.	 14.04.25	 14.04.25

7. Дата видачі завдання 14 квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
	Аналітична частина	28.04.2025	вик.
	Основна частина	16.05.2025	вик.
	Організація безпечного виробництва	21.05.2025	вик.
	Оформлення пояснювальної записки	26.05.2025	вик.
	Виконання графічної частини	04.06.2025	вик.
	Подання роботи до кафедри	07.06.2025	вик.
	Захист роботи в ЕК	17-18.06.2025	вик.

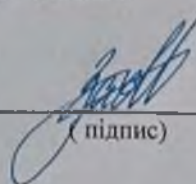
Здобувач (ка)


(підпис)

Голянтус І. Ф.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Засельський І. В.

(прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1						
2			Документація загальна			
3						
4			Знову розроблена			
5						
6	A1	KPB.133.25.04.00.00.000СК	Складальне креслення	1	-	
7	A4	KPB.133.25.04.ПЗ	Пояснювальна записка	40	-	
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разраб	Голянтус		<i>[Signature]</i>	04.06
Проб.	Засельський		<i>[Signature]</i>	04.06
Н.контр	Засельський		<i>[Signature]</i>	13.06
Утв.	Засельський		<i>[Signature]</i>	14.06

133.25.04.KPB

Насос ґрунтовий 20P-11M
Відомість кваліфікаційної
роботи бакалавра

Лист	Лист	Листов
Б	4	1

ТНН ДЧЕТ
кафедра ІГМ
гр. ЗМО-21

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра: 40 стор., 8 рис., 1 табл., 1 додаток, 16 джерел.

Об'єкт розробки: ґрунтовий насос 20Р-11М.

Мета розробки – підвищення надійності роботи машини, поліпшення експлуатаційних характеристик, зменшення витрат на ремонт та обслуговування, зменшення енергетичних витрат.

Метод досліджень – аналітичний – аналіз виявлених технічних рішень з метою можливості їх застосування для удосконалення конструкції приводу обертання робочого колеса ґрунтового насосу.

Запропонований гідравлічний привід обертання робочого колеса ґрунтового насосу. Визначена необхідна потужність двигуна для роботи насосу.

Запропонована модернізація машини дозволить поліпшити експлуатаційні характеристики машини, зменшити вагу приводу, зменшити енергетичні витрати, збільшити міжремонтний період.

Результати роботи можуть бути використані при модернізації ґрунтового насосу 20Р-11М.

Ключеві слова: рудозбагачувальна фабрика, насос, гідропривод, абразив.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Призначення і область застосування ґрунтового насосу	8
1.2 Технічна характеристика ґрунтового насосу	10
1.3 Опис конструкції та принцип роботи машини-прототипу.....	11
1.4 Аналіз недоліків.....	14
1.5 Передбачувані причини недоліків.....	15
1.6 Постановка задачі.....	17
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	19
2.1 Літературно-патентний огляд.....	19
2.2 Пропозиції щодо модернізації.....	26
2.3 Переваги пропонованої конструкції.....	29
2.4 Розрахунки по модернізації. Розрахунок продуктивності та потужності приводу.....	30
3 ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	35
3.1 Аналіз основних шкідливих і небезпечних чинників рудозбагачувальної фабрики	35
3.2 Заходи по зниженню і усуненню шкідливих і небезпечних чинників на рудозбагачувальній фабриці	36
ВИСНОВКИ	38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	39
ДОДАТКИ	41

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку промисловості однією з ключових задач є підвищення ефективності та надійності технологічного обладнання. Особливої актуальності набуває модернізація існуючих технічних засобів, яка дозволяє зменшити витрати на експлуатацію, підвищити продуктивність та продовжити термін служби обладнання без необхідності повної заміни.

Грунтові насоси типу 20P-11M широко використовуються у гідротехнічних системах, меліоративних установках, добувній промисловості та інших сферах, де необхідне перекачування води з домішками ґрунту, піску та інших абразивних часток. Привід такого насоса є одним з ключових елементів, що визначає загальну ефективність його роботи. Застарілі приводні системи мають низький ККД, потребують частого обслуговування та не відповідають сучасним вимогам до енергоефективності.

У зв'язку з цим модернізація приводу ґрунтового насоса 20P-11M є актуальним технічним завданням, яке має на меті покращення характеристик приводу шляхом впровадження сучасних електроприводів, систем автоматичного керування та енергозберігаючих технологій. Це дозволить не лише знизити витрати електроенергії та експлуатаційні витрати, а й покращити загальну надійність і безпеку роботи насосного обладнання.

Метою цієї дипломної роботи є аналіз існуючої конструкції приводу насоса 20P-11M, розробка технічних рішень щодо його модернізації, а також техніко-економічне обґрунтування запропонованих змін.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення і область застосування ґрунтового насосу

Ґрунтові насоси — це спеціалізоване насосне обладнання, призначене для перекачування рідин з підвищеним вмістом механічних домішок, таких як пісок, глина, мул, гравій та інші абразивні частинки. Завдяки своїй конструкції ці насоси здатні ефективно працювати в умовах високого зносу та інтенсивного навантаження, що робить їх незамінними у важких промислових і гідротехнічних умовах (див. рис. 1.1.).

Насос 20P-11M є представником насосів ґрунтового типу, що застосовується переважно для подачі пульпоподібних сумішей, гідросумішей та води з ґрунтовими домішками. Основними галузями використання даного типу насосного обладнання є:

Гідротехнічне будівництво — для відкачування води з котлованів, каналів і затоплених ділянок, а також для подачі гідросуміші при наливі ґрунту;

Дорожнє та меліоративне будівництво — при створенні водознижувальних систем, осушенні ділянок та прокладанні трубопроводів;

Гірничодобувна промисловість — для транспортування пульпи та відходів збагачення корисних копалин;

Портова інфраструктура — при днопоглиблювальних роботах у акваторіях портів, каналів, річок і морських узбереж;

Комунальне господарство — у випадках, коли необхідно перекачувати забруднені стічні або поверхневі води.

Конструкція насоса 20P-11M дозволяє працювати з абразивними середовищами при підвищених навантаженнях, що висуває високі вимоги до елементів приводу, зокрема двигуна, передачі та системи керування. Саме тому модернізація приводу ґрунтового насоса є важливим кроком до

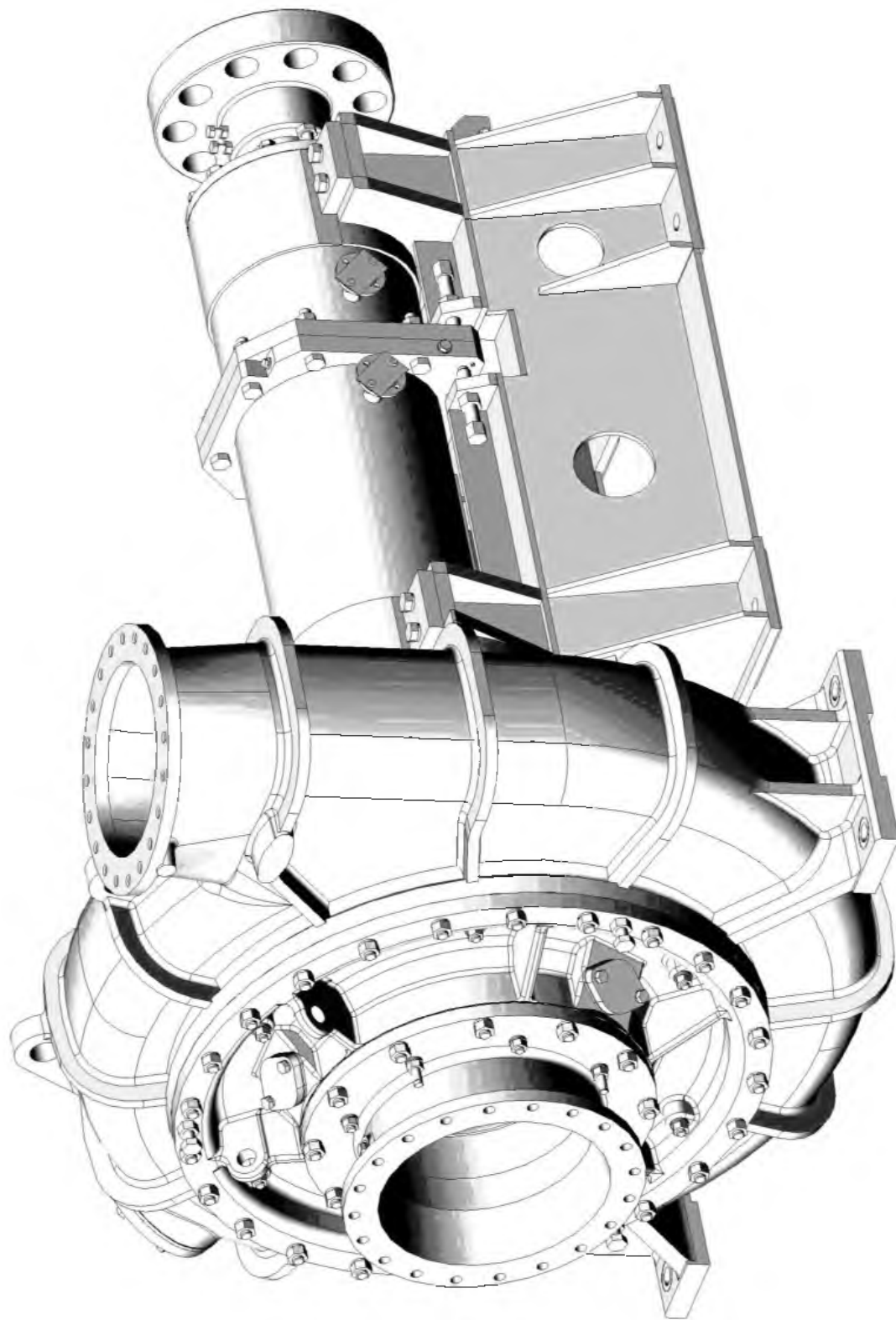


Рис. 1.1. Грунтоый насос 20P-11M
(разобрене автором)

підвищення ефективності його роботи, зниження експлуатаційних витрат і забезпечення довготривалої експлуатації в складних умовах.

1.2 Технічна характеристика ґрунтового насосу

Основні параметри ґрунтового насоса 20P-11M подані в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Технічна характеристика ґрунтового насосу 20P-11M

Позначення	вимір. од	Показники
Модель насоса, тип	-	ґрунтовий
Номінальна подача	м ³ /год	3850
Максимальна висота всмоктування	м	3
Висота підйому пульпи	м	56
Діаметр патрубку вхідного	мм	550
Діаметр патрубку вихідного	мм	500
Зовнішній діаметр колеса	мм	1250
Швидкість обертання робочого колеса	об/хв	500
Кількість лопастей на робочому колесі	шт.	4
Номінальна потужність приводного електродвигуна	кВт	1250
Робоча напруга електродвигуна	кВ	6
Частота обертання електродвигуна	об/хв	500
Довжина машини	мм	3530
Ширина машини	мм	2240
Висота машини	мм	2200
Маса (без електродвигуна)	кг	10633

розроблене автором

1.3 Опис конструкції та принцип роботи машини-прототипу

Грунтовий насос типу 20P-11M конструктивно поділяється на дві основні частини: гідравлічну та приводну.

Гідравлічна частина призначена для транспортування робочого середовища (пульпи) з одночасним переданням йому кінетичної енергії. Приводна частина забезпечує передавання крутного моменту від електродвигуна до робочого колеса, а також сприймає радіальні та осьові сили, що виникають під час роботи. Обидві частини жорстко з'єднані за допомогою центрічного з'єднання та мають опорні площини для встановлення агрегату на фундаментну раму.

Гідравлічна частина насоса (рис. 1.2) включає спіральний корпус (поз.6), всмоктуючу (поз.7) та напірну (поз.8) кришки, а також робоче колесо (поз.9) діаметром 1250 мм з чотирма лопатями й одностороннім входом. Для захисту внутрішніх поверхонь кришок від зносу використовуються знімні бронедиски (поз.10 і поз.11). У спіральному корпусі передбачено оглядове вікно для контролю зазору між колесом і бронедиском всмоктуючої кришки. Всмоктуючий патрубок (поз.12) розміщено вздовж осі насоса і закріплено шпильками до всмоктуючої кришки. Основні елементи гідравлічної частини проходять випробування на міцність і герметичність відповідно до вимог спеціалізованої методики на стенді.

У напірній кришці (поз.8) розміщена сальникова камера, яка забезпечує герметичність за рахунок сальникової набивки, що охолоджується й змащується промивною водою. Система також включає гідрозатвор, який запобігає проникненню пульпи у вузол ущільнення. Контактне ущільнення (поз.13) взаємодіє з шийкою вала робочого колеса.

Приводна частина насоса (рис. 1.3) складається з опори (поз.2) та станини (поз.3). Станина виконує функцію несучої бази для встановлення гідравлічної частини та опори, й жорстко фіксується на рамі фундаменту. Опора (поз.2) закріплюється на станині за допомогою планок (поз.4), а

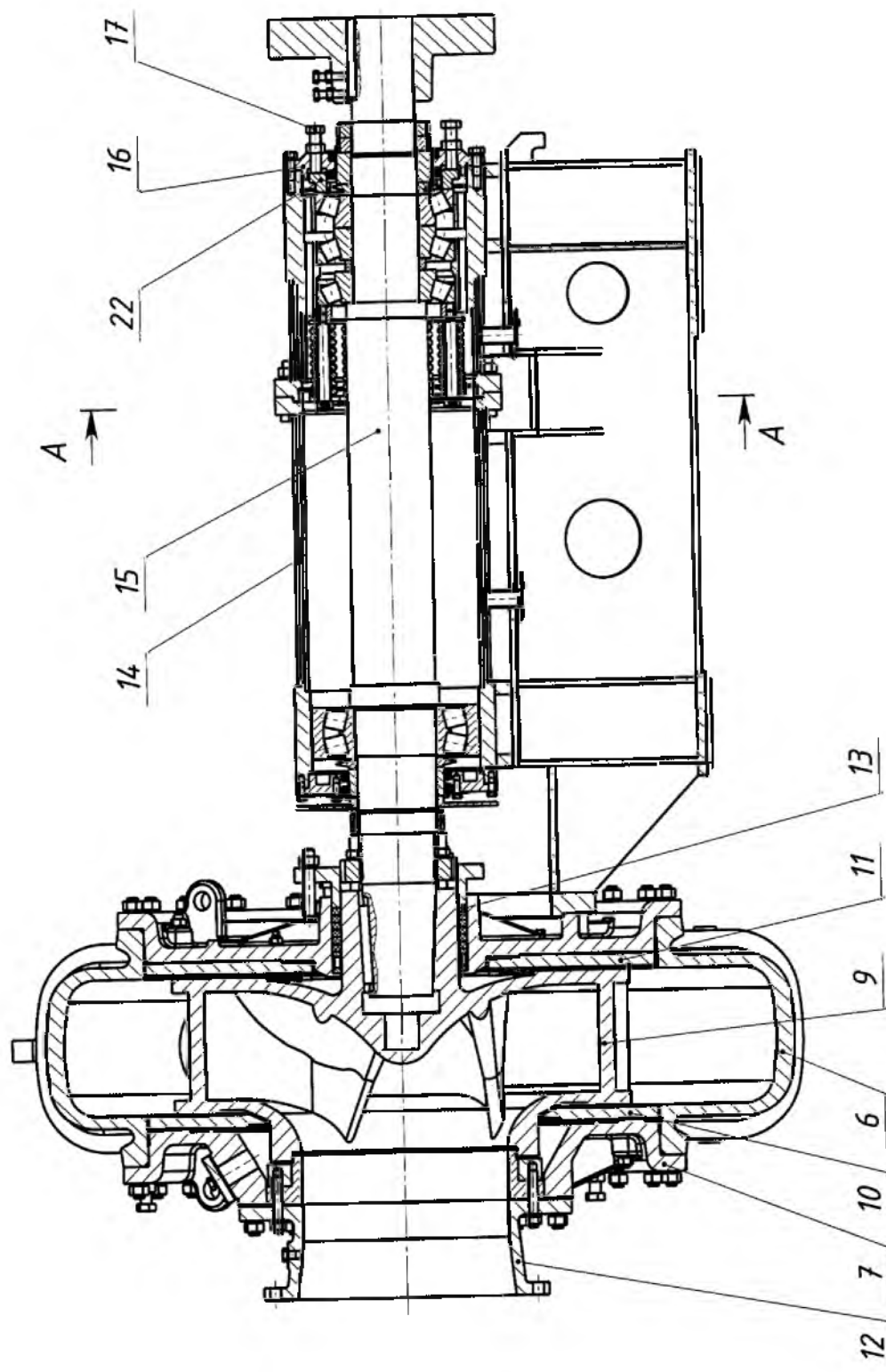


Рис. 1.2. Конструкція гідравлічної частини ґрунтового насосу 20P-11M

(розроблене автором)

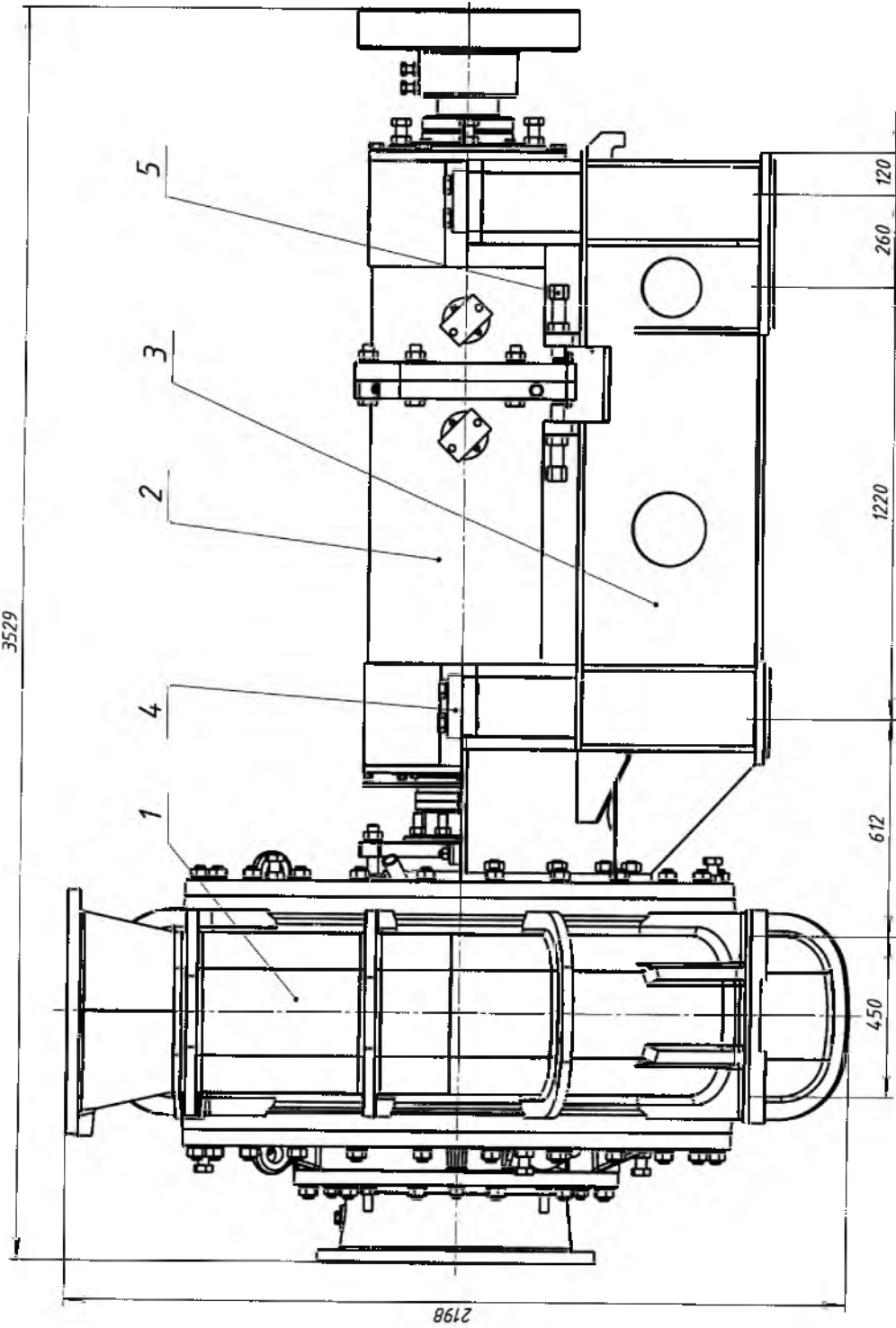


Рис. 1.3. Конструкція приводної частини ґрунтового насосу 20P-11M
(розроблене автором)

регулювання осьового положення виконується через гвинти (поз.5), розташовані з обох боків. Фланцеве з'єднання з центруванням забезпечує надійне з'єднання з гідравлічною частиною.

Внутрішня будова опори включає вал (поз.15), що обертається на одному сферичному підшипнику і трьох радіально-упорних підшипниках. Корпус опори (поз.14) складається з двох половин, що стягуються болтовим з'єднанням, утворюючи єдину конструкцію з подвійними стінками. Міжстінний простір використовується для циркуляції охолоджуючої води від системи технічного водопостачання.

Регулювання підшипників здійснюється гвинтами з контргайками (поз.17), розміщеними у задній кришці (поз.16). Заливання мастила виконується через отвір з масляним щупом (поз.18), а злив — через дренажний отвір з пробкою (поз.19).

1.4 Аналіз недоліків

У процесі експлуатації ґрунтового насоса типу 20P-11M було виявлено низку недоліків у конструкції приводу, що негативно впливають на надійність та ефективність роботи обладнання. Аналіз технічної документації, відгуків експлуатаційного персоналу та результатів діагностичних оглядів дозволив виділити наступні основні проблеми:

- низька енергоефективність приводу. Існуюча система приводу побудована на основі асинхронного електродвигуна з прямим пуском, що призводить до значних енергетичних втрат під час запуску й у процесі роботи. Відсутність частотного регулювання не дозволяє адаптувати швидкість обертання робочого колеса до зміни режимів подачі пульпи.

- високий рівень зношування підшипників і ущільнень. Через значні осьові та радіальні навантаження на вал спостерігається прискорене зношування опорних підшипників. Крім того, традиційна сальникова система

ущільнення потребує постійного обслуговування та частого оновлення сальникової набивки, що знижує загальну надійність приводу.

- ускладнене обслуговування і ремонт. Конструкція приводу передбачає розбирання значної частини агрегату для доступу до вузлів опори та валу. Відсутність модульної побудови ускладнює діагностику та заміну зношених елементів.

- недостатня термостійкість підшипникового вузла. Хоча опора має водяне охолодження, в умовах інтенсивного режиму роботи температура мастила іноді перевищує допустимі межі. Це може призвести до втрати змащувальних властивостей мастильного матеріалу, перегріву та подальшого виходу підшипників з ладу.

- жорстка передача моменту без компенсації ударних навантажень. Відсутність пружних або компенсуючих елементів у конструкції приводу призводить до передачі динамічних навантажень від робочого колеса безпосередньо на електродвигун, що знижує його ресурс та підвищує ризик аварійних зупинок.

- недостатній рівень автоматизації та захисту. Існуючий привод не має інтегрованих систем моніторингу температури підшипників, рівня вібрації або навантаження, що ускладнює оперативне реагування на критичні стани та попередження аварій.

1.5 Передбачувані причини недоліків

На основі аналізу технічного стану ґрунтового насоса 20P-11M та експлуатаційної практики можна виділити низку основних причин, що призводять до виникнення недоліків у роботі його приводної частини:

- застарілий конструктивний підхід до проектування приводу. Конструкція приводу була розроблена в попередні десятиліття, коли вимоги до енергоефективності, рівня автоматизації та зручності обслуговування були значно нижчими. Відсутність сучасних рішень, таких як частотне

регулювання, призводить до нераціонального використання енергії та підвищеного зносу механічних елементів.

- недостатній рівень динамічного балансування та амортизації. В конструкції приводу не передбачено компенсуючих елементів (муфт з еластичними вставками або демпферів), що могли б знижувати вібраційні та ударні навантаження. Як наслідок, на підшипникові вузли та електродвигун діють значні змінні навантаження, які спричиняють прискорений знос.

- недосконала система охолодження підшипникових вузлів. Хоча корпус опори має систему водяного охолодження, її ефективність недостатня при роботі у важких умовах (висока температура середовища, тривала безперервна робота). Це може призводити до перегріву мастила, погіршення його властивостей і передчасного виходу з ладу підшипників.

- використання традиційного сальникового ущільнення. Сальникова набивка є недовговічним та трудомістким у обслуговуванні елементом. Постійне тертя, необхідність промивки, складність в заміні — усе це знижує загальну надійність вузла ущільнення та може сприяти потраплянню пульпи у привідну частину.

- високе механічне навантаження на привід через особливості роботи насоса. Грунтові насоси працюють у важких умовах — з високов'язкими та абразивними пульпами. Робоче колесо під час запуску або зміни навантаження створює значні осьові й радіальні сили, які без належного компенсування передаються на вал і підшипники.

- відсутність сучасних систем моніторингу та захисту. Наявна система приводу не має засобів контролю за ключовими параметрами — температурою, вібрацією, навантаженням. Це ускладнює своєчасне виявлення несправностей та прийняття запобіжних заходів.

- підвищене навантаження при запуску двигуна. Через використання схеми прямого пуску асинхронного електродвигуна відбувається передача високого пускового моменту без плавного наростання, що спричиняє ударні навантаження на всі елементи приводу.

З огляду на виявлені причини, модернізація приводу повинна бути спрямована на впровадження сучасних технічних рішень, що дозволять знизити рівень зношування, підвищити енергоефективність, надійність та зменшити трудомісткість обслуговування.

1.6 Постановка задачі

У результаті аналізу технічного стану та експлуатаційних характеристик приводу ґрунтового насоса 20P-11M було встановлено наявність низки недоліків, які знижують ефективність його роботи, збільшують витрати на технічне обслуговування та скорочують загальний ресурс обладнання. Застаріла конструкція, підвищене навантаження на підшипникові вузли, відсутність регулювання частоти обертання, неефективне ущільнення та обмеженість у засобах контролю за станом приводу свідчать про необхідність технічного вдосконалення.

У зв'язку з цим основною метою даної дипломної роботи є модернізація приводу ґрунтового насоса 20P-11M з урахуванням сучасних вимог до енергоефективності, надійності, ремонтпридатності та автоматизації.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі основні задачі:

- провести аналіз існуючої конструкції приводу ґрунтового насоса 20P-11M та виявити основні недоліки, що впливають на ефективність його роботи.
- обґрунтувати технічну доцільність модернізації та сформулювати вимоги до оновленого приводу.
- розробити технічне рішення модернізації
- виконати необхідні інженерні розрахунки для перевірки працездатності модернізованого приводу.

оцінити очікувані техніко-економічні показники після впровадження модернізації: підвищення ресурсу, зниження енергоспоживання, зменшення простоїв та витрат на обслуговування.

реалізація запропонованих рішень дозволить підвищити загальну ефективність роботи насоса, знизити витрати на експлуатацію і обслуговування, а також продовжити термін служби обладнання в умовах важких виробничих навантажень.

РОЗДІЛ 2

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Літературно - патентний огляд

Схема конструкції приводу насосу за патентом UA 36560 [6] показана на рисунку 2.1.

Важкий ґрунтовий насос має корпус, що підтримує основну конструкцію, який виготовлений разом з напірним патрубком та складається з двох частин — верхньої та нижньої, з'єднаних по осі приводного валу. До цього корпусу прикріплена кришка насоса з всмоктуючим патрубком. Всередині корпусу встановлений безшовний захисний корпус, до якого прилягає захисний диск на всмоктуючому боці. Робоче колесо, яке кріпиться до консолі приводного валу, розташоване всередині захисного корпусу. Приводний вал підтримується підшипниками, розташованими в станині, а також з'єднаний через муфту з електродвигуном.

Безшовний захисний корпус має частину, яка виконує функцію конусного вкладиша для напірного патрубка, і частину, яка функціонує як захисний диск на напірному боці. Лінії стиків, які існували раніше, позначені пунктиром. Під час обертання робочого колеса гідросуміш, що знаходиться в ньому, викидається під дією відцентрової сили до периферії. Це створює зниження тиску в області входу до робочого колеса, і внаслідок цього через всмоктуючий патрубок в насос надходять нові порції гідросуміші, яка потім потрапляє в напірний патрубок.

Використання важкого ґрунтового насоса з безшовним захисним корпусом, що не вплинуло на технічні характеристики насоса, дозволило збільшити період між ремонтами в 1,3 рази та знизити витрати на монтаж і демонтаж обладнання.

Схема конструкції приводу насосу за авторським свідоцтвом 1416755 [7] показана на рисунку 2.2.

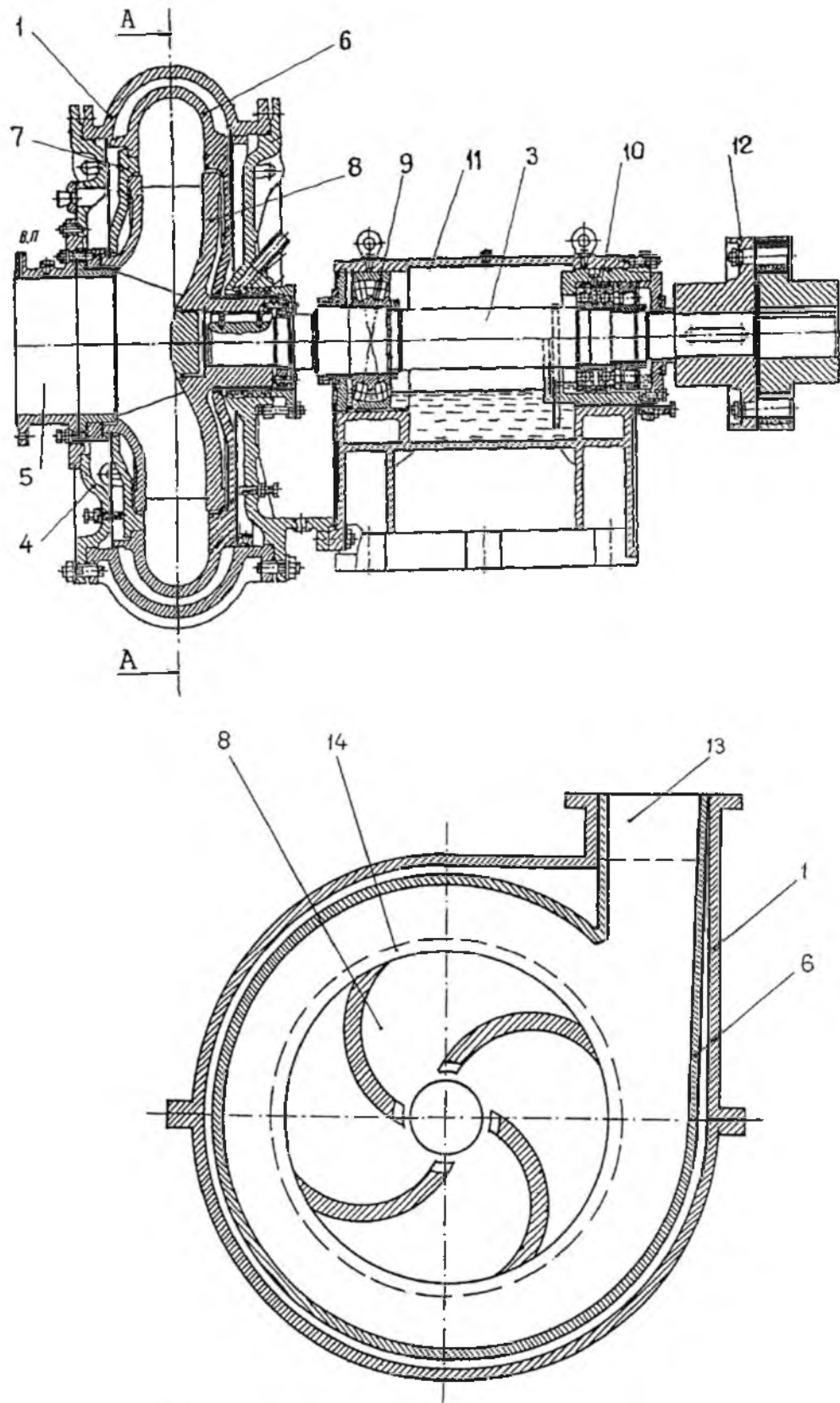


Рис. 2.1. Схема конструкція приводу насосу за патентом UA 36560

Розроблено із використанням [6]

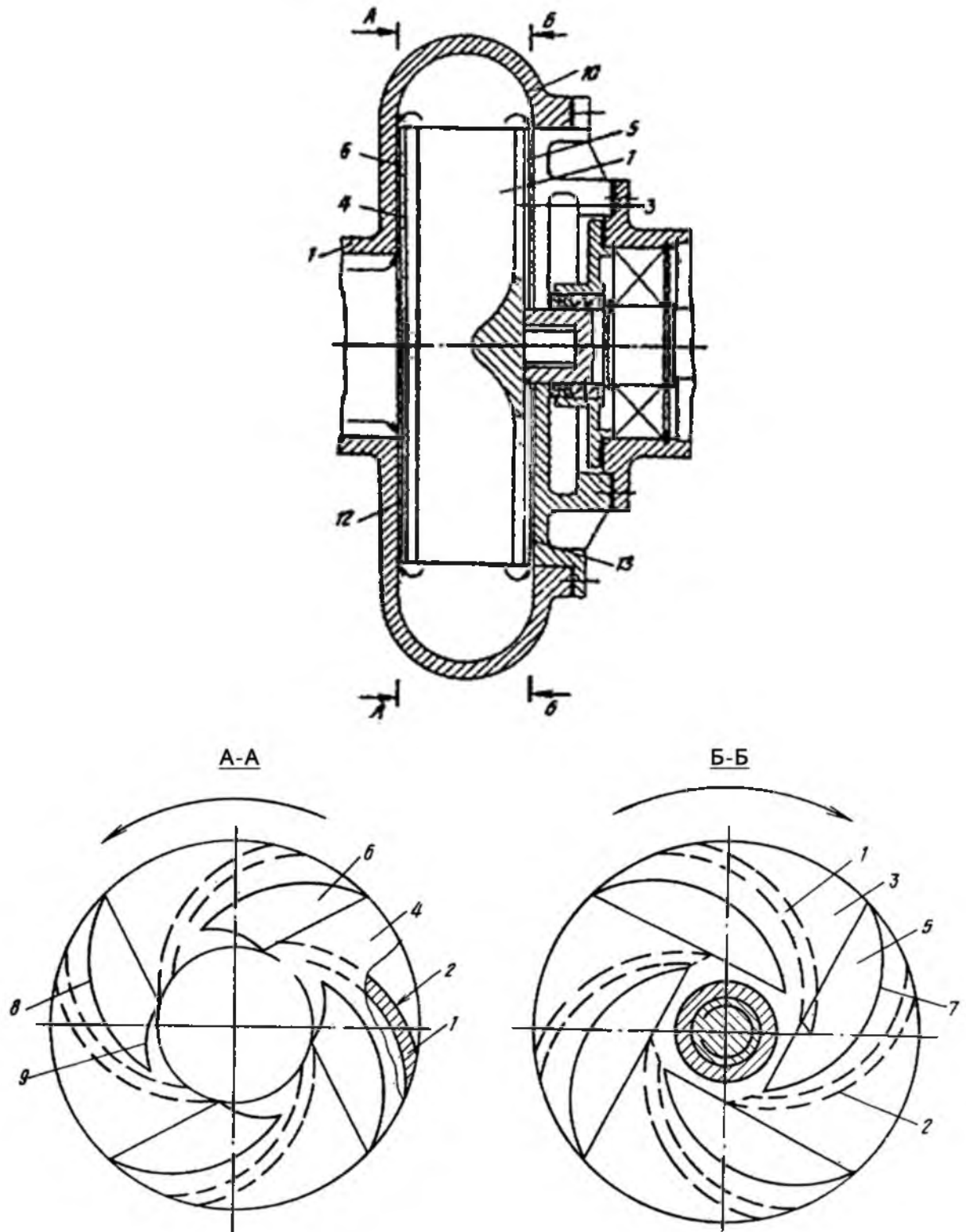


Рис. 2.2. Схема конструкція приводу насосу
за авторським свідоцтвом 1416755
Розроблено із використанням [7]

Робоче колесо ґрунтового насоса містить основні лопатки 1 з робочими поверхнями 4 і виконаних з верхніми в бік під гострими кутами, спрямованими обертанню колеса (показано стрілкою). Периферійні ділянки 8 ідентичні робочим поверхням 2 основних лопаток 1, а центральні ділянки 9 виконані увігнутими. Робочі поверхні 7 ущільнювальних лопаток 5 заднього диска 3 ідентичні робочим поверхням 2 основних лопаток 1. Робоче колесо встановлено в корпусі 10 з всмоктувальним патрубком 11, з утворенням зазорів 12 і 13.

Робоче колесо ґрунтового насоса працює наступним чином.

Запуск ґрунтового насоса, як правило, провадиться на чистій воді. При обертанні робочого колеса в його центрі створюється вакуум, що змушує воду під дією атмосферного тиску надходити по всмоктувальному патрубку 11 до робочого колеса, де вона під дією відцентрової сили відкидається основними лопатками 1 до периферії корпусу 10 і з підвищеним тиском виходить в тиск. Таким шляхом створюється безперервний струм рідкості через ґрунтовий насос до споживача.

Однак робота насоса відбувається з тенденцією до порушень цілісності потоку рідини, які утворюються в зазорах 12 і 13 між робочим колесом та внутрішніми стінками корпусу 10 (на малюнку напрямку порушення потоку показані стрілками).

Працюючи на воді ці порушення потоку позначаються на втратах продуктивності насоса, але в абразивному зносі робочого колеса і корпусу 10 не позначаються.

При перекладі ґрунтового насоса з роботи на воді в забій порушення потоку позначаються на абразивному зносі дисків 3 і 4 робочого колеса та стінок корпусу 10, так як ґрунтова суміш містить тверді абразивні частинки ґрунту. Особливо інтенсивному зносу піддаються передня стінка корпусу 10 і передній диск робочого 4 колеса внаслідок впливу зустрічних потоків в зазорі 12.

Для усунення проникнення пульпи в зазори 12 і 13 і утримання в них чистої води на дисках 3 і 4 робочого колеса встановлюються ущільнювальні лопатки 5 і 6 зі спеціальним профілем робочих поверхонь.

Частинки пульпи, що прагнуть проникнути в зазор 12 із зони нагнітання, відкидаються відцентровими силами, створюваними периферійними ділянками 8 лопаток 6 в зону нагнітання, у зв'язку з чим у зазорі 12 в зоні між ділянок 8 і точок 9 діаметром диска 4 створюється та утримується розріджена зона з чистою водою.

Проникненню в зазор 12 частинок пульпи із зони всмоктування перешкоджають центральні ділянки поверхонь лопаток 6, що мають увігнуту форму і утворюють свого роду уловлювачі, по яких частинки пульпи, що вирвалися з потоку, направляються знову в зону всмоктування насоса.

Внаслідок того, що центральні точки ділянок 9 збігаються з колом внутрішнього діаметра всмоктуючого патрубка 11, основний потік пульпи залишається не розпорошеним.

Лопатки 5 перешкоджають проникненню пульпи із зони нагнітання діям периферійних ділянок 8 лопаток 6.

Схема конструкції приводу насоса за авторським свідоцтвом 11229444 [8] показана на рисунку 2.3.

Робоче колесо ґрунтового насоса містить закріплені між провідним і веденим дисками 1 і 2, що мають канали 3 і 4, порожністі лопатки 5, порожнини 6 яких повідомлені з джерелом промивного середовища (не показаний) та робочою порожниною 7 насоса. У дисках 1 і 2 виконані порожнини 8 і 9, які повідомлені з джерелом промивного середовища і за допомогою каналів 3 і 4 з порожнинами 6 лопаток 5. По всій довжині робочих поверхонь 10 лопаток 5 і внутрішніх поверхонь 11 і 12 дисків 1 і 2 виконані вихідні канали , 7 насос. Вихідні канали виконані у вигляді похилих, щілин 13 - 15, вихідні отвори яких розташовані на більшому діаметрі, ніж вхідні. У порожнинах 8 і 9 дисків 1 і 2 встановлені лопатки 16 і 17 мають зовнішній діаметр, менший діаметра колеса. На периферії дисків 1 і

2 виконані кільцеві щілини 18 і 19, що повідомляють порожнини 8 та 9 дисків 1 та 2 з робочою порожниною 7 насоса. Колесо встановлено у внутрішньому корпусі 20, з бронецилиндром 21 і розміщеному в зовнішньому корпусі 22. В останньому виконані отвори 23, а у внутрішньому корпусі 20 і провідному диску 1 - кільцеві виточки 24 і 25.

Диски 1 і 2 встановлені між корпусом 20 і бронецилиндром 21 з утворенням задискових пазух 26 і 27. Враховуючи, що на вході в колесо ґрунтового насоса особливо інтенсивний як гідроабразивний, так і кавітаційний знос, перші щілини 13 - 15 розташовані на 2 колеса.

При роботі ґрунтового насоса чисте промивне середовище подається під тиском через отвори 23 і кільцеві виточки 24 і 25 в порожнину 8 ведучого диска 1. Через канали 3 промивне середовище надходить в порожнини 6 лопаток 5, а з них через канали 4 - в порожнину 6 9 . додатковий тиск у порожнинах 6, 8 і 9 лопаток 5 і дисків 1 і 2, і промивне середовище під проміжною поверхнею 12 робочого колеса або принаймні зменшує консистенцію суміші контактної зони, що знижує знос елементів робочого колеса. Виходить з кільцевих щілин 18 і 19 промивне середовище виключає попадання ґрунтової суміші в пазухи 26 і 27, що зменшує знос корпусу 20, бронецилиндра 21 і зовнішніх поверхонь дисків 1 і 2 колеса, тим самим збільшуючи термін служби насоса в цілому.

Запропоновані в авторських свідоцтвах технічні рішення не надали вичерпної інформації щодо доцільності та можливостей заміни наявного механічного приводу обертання робочого колеса ґрунтового насоса. У зв'язку з цим було запропоновано модернізувати конструкцію, передбачивши заміну електромеханічного приводу на гідравлічний. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність роботи всієї установки, а також сприяє зниженню енергоспоживання в процесі експлуатації.

Крім того, застосування гідроприводу дає можливість використовувати насосне обладнання в умовах підвищеної запиленості, що позитивно впливає на надійність роботи та подовжує міжремонтний ресурс приводу.

2.2 Пропозиції щодо модернізації

У ході опрацювання технічної документації, креслень та спеціалізованої літератури було запропоновано модернізувати привід обертання робочого колеса ґрунтового насосу 20Р-11М шляхом заміни традиційного електромеханічного приводу на гідромеханічний. Суть модернізації полягає у використанні гідромотору, що обертає робоче колесо, а його живлення здійснюється від автономної гідравлічної системи.

Застосування гідроприводу має низку технічних переваг:

- забезпечується плавний та рівномірний пуск, що знижує динамічні навантаження на елементи конструкції;
- зменшується загальна маса приводу;
- підвищується надійність системи в умовах високої запиленості;
- скорочуються енергетичні витрати;
- подовжується міжремонтний період.

На рисунку 2.4 представлено конструкцію модернізованого приводу ґрунтового насосу з гідромеханічною системою обертання. Основні вузли насоса включають: гідравлічну частину (поз.1) та приводну частину (поз.2), що змонтована на станині (поз.3). Приводна частина спирається на підшипникові опори (поз.4), регулювання яких здійснюється за допомогою механізмів (поз.5). Обертання надається робочому колесу (поз.7) через приводний вал (поз.8), з'єднаний з гідромотором (поз.6) за допомогою еластичної муфти (поз.9).

На рисунку 2.5 подано гідравлічну схему модернізованого приводу. Вона включає насос (поз.1), золотниковий розподільник (поз.2) з електромагнітним керуванням, гідромотор (поз.3), приводний вал (поз.4), підшипникові опори (поз.5), робоче колесо (поз.6), еластичну муфту (поз.7) та корпус (поз.8). Для очищення масла передбачено фільтр (поз.9), а контроль тиску виконується за допомогою манометра (поз.11). Відпрацьоване мастило повертається у резервуар (поз.12).

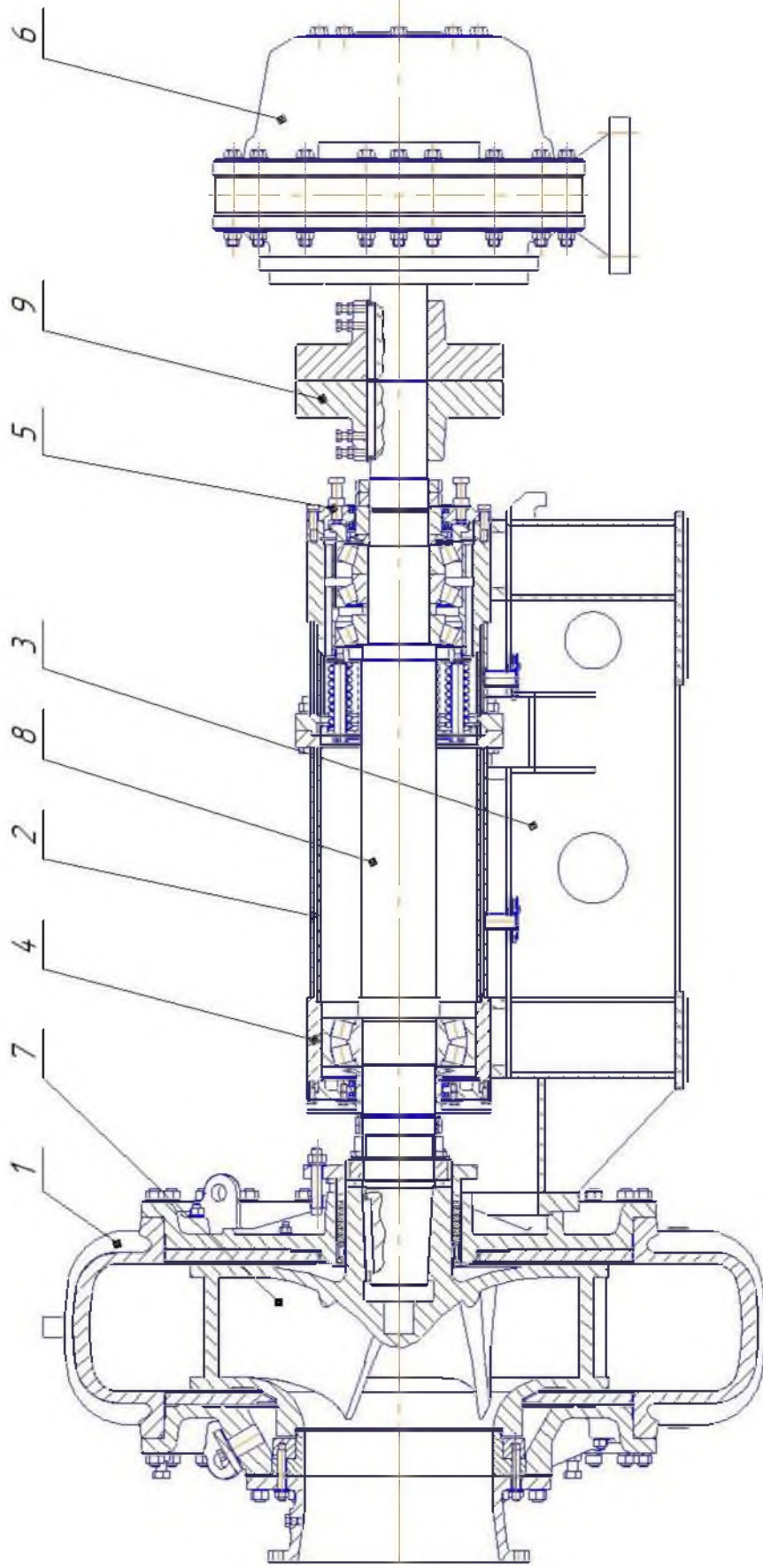


Рис. 2.4. Оновлена конструкція системи обертання робочого колеса
грунтового насоса з використанням гідромеханічного приводу.
(розроблене автором)

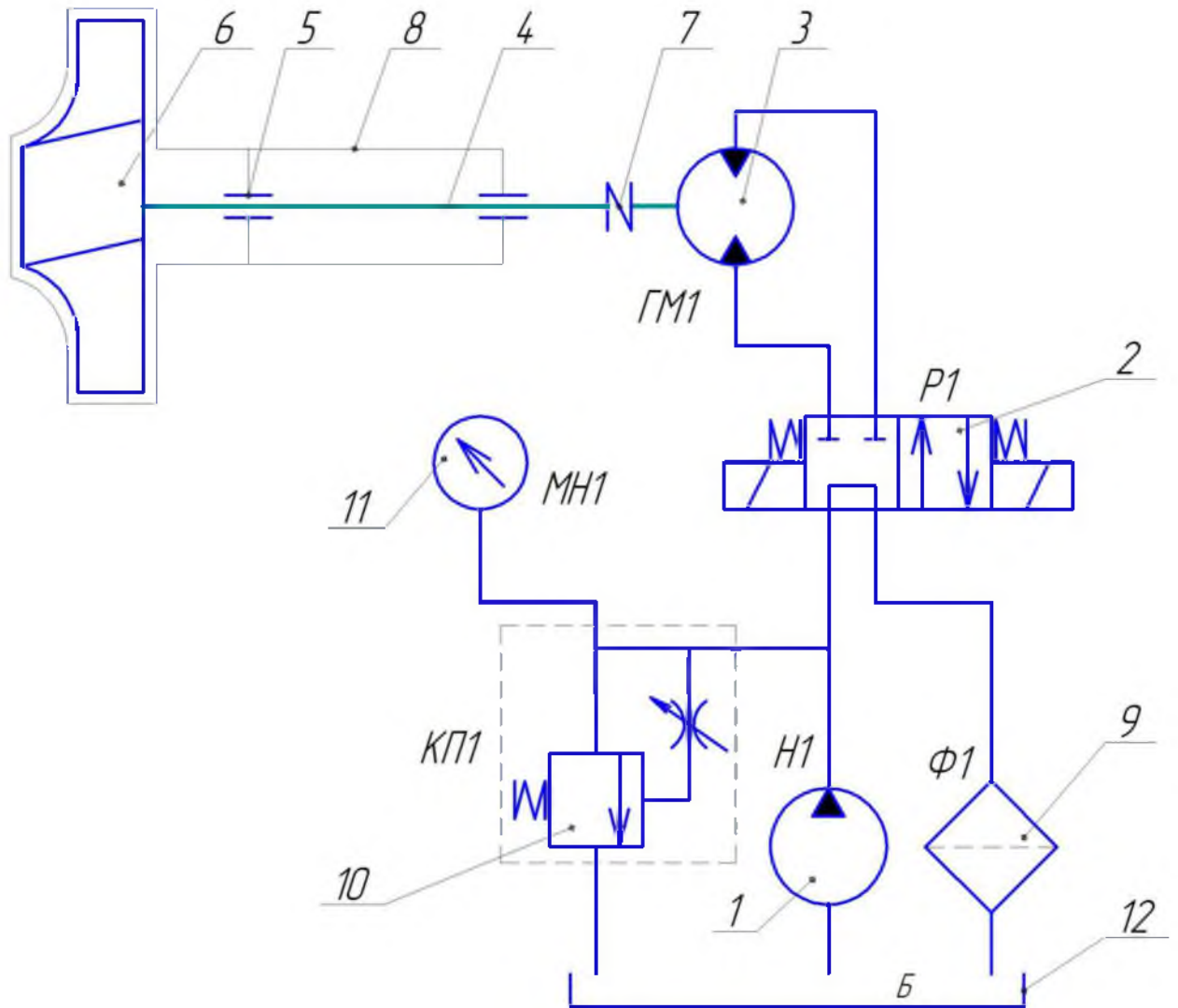


Рис. 2.5. Удосконалена система приводу обертання робочого колеса
грунтового насосу на основі гідромеханіки.
(розроблене автором)

Принцип роботи системи полягає у подачі масла з резервуара насосом (поз.1) через розподільник (поз.2) до гідромотора (поз.3), який обертає вал (поз.4) разом із робочим колесом (поз.6), забезпечуючи робочий процес у корпусі (поз.8).

Впровадження даної модернізації дозволяє спростити кінематичну схему приводу, що сприяє підвищенню експлуатаційної надійності, зниженню енерговитрат та вартості обслуговування. Додатково доцільним є застосування вузлового методу ремонту: замість капітального ремонту на місці – заміна несправних модулів із подальшим їхнім відновленням в умовах ремонтного цеху.

Завдяки цьому вдається досягти значного економічного ефекту, перш за все за рахунок енергозбереження та зниження витрат на технічне обслуговування й ремонт приводу.

2.3 Переваги пропонованої конструкції

Запропонована модернізація приводу ґрунтового насосу 20P-11M шляхом заміни електромеханічного приводу на гідравлічний забезпечує низку важливих технічних і експлуатаційних переваг:

- зменшення маси приводу. Завдяки використанню гідроприводу значно знижується загальна маса приводного вузла. Це, в свою чергу, зменшує інерційність системи, полегшує запуск і зупинку робочого колеса та спрощує управління насосним агрегатом.

- підвищення енергоефективності. Гідравлічний привід має вищий коефіцієнт корисної дії (ККД) у порівнянні з традиційним електромеханічним рішенням. Це дозволяє знизити загальні витрати енергії на роботу насоса, підвищити економічність його експлуатації та зменшити навантаження на енергосистему.

- полегшення монтажних і ремонтних робіт. Менша вага і компактність гідравлічного приводу сприяють зручнішому встановленню та демонтажу

обладнання. Це скорочує час і трудомісткість монтажних робіт, знижує витрати на технічне обслуговування.

Загалом, впровадження гідромеханічного приводу дозволяє не лише оптимізувати конструкцію насоса, а й забезпечити його більш стабільну, ефективну та надійну роботу в складних експлуатаційних умовах.

2.4 Розрахунки по модернізації. Розрахунок продуктивності та потужності приводу

Вхідні параметри для розрахунку

Ширина каналу для проходу колеса на зовнішньому діаметрі 1,25 м b , м	0,82
Зовнішній робочий розмір колеса D , м	1,25
Робоча товщина лопатки s , м	0,04
Робоча загальна частина лопаток z , шт.	4
Радіальна складова абсолютної швидкості на вихідному колесе C , м/с	0,32
Швидкість обертання приводного колеса $n_{об}$, об/хв	500
Густина піщаної суміші σ , кг/м ³	1300
Висота підйому матеріалу H , м	56

Проводимо розрахунок продуктивності ґрунтового насоса

$$Q = b \cdot (\pi \cdot D - s \cdot z) \cdot C =$$

$$= 0,82 \cdot (3,14 \cdot 1,25 - 0,04 \cdot 4) \cdot 0,34 = 1,05 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (2.1)$$

Проводимо пошук необхідної кількості крутного моменту гідравлічного мотора насоса

Існує кілька варіантів значень крутного моменту, які залежать від витрати енергії під час її передачі, з урахуванням відповідних коефіцієнтів корисної дії.

Крутний момент, який безпосередньо забезпечує передачу енергії перекачуваній рідині, обчислюється за наступною формулою

$$M_{\Pi} = \frac{30 \cdot \sigma \cdot g \cdot Q \cdot H}{\pi \cdot n_{об}} = \quad (2.2)$$

$$\frac{30 \cdot 1300 \cdot 9,81 \cdot 1,05 \cdot 56}{3,14 \cdot 500} = 14329 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де g - прискорення тіла під час вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Насос створює на валу обертальний момент, який є більшим за той, що потрібен для корисної роботи. Ця різниця йде на подолання внутрішніх втрат у самому насосі. Ефективність насоса, тобто співвідношення між корисною роботою та обертальним моментом на валу, визначається його коефіцієнтом корисної дії (ККД). ККД враховує витоки рідини через нещільності та зазори, втрати тиску при русі рідини всередині насоса, а також тертя між його рухомими частинами (підшипниками, сальниками тощо).

$$M_{В} = \frac{M_{\Pi}}{\eta_o \cdot \eta_z \cdot \eta_m} = \quad (2.3)$$

$$= \frac{14329}{0,9 \cdot 0,86 \cdot 0,9} = 20570 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де η_o - об'ємна ефективність становить $\eta_o = 0,9$;

η_z - гідравлічна ефективність становить $\eta_z = 0,86$;

η_m - механічна ефективність становить $\eta_m = 0,9$.

Крутний момент, який створює гідромотор, є більшим за той, що потрібен для подолання втрат енергії під час її передачі до насоса

$$M_r = \frac{M_v}{\eta_r} = \frac{20570}{0,95} = 21653 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.4)$$

де η_r - ефективність гідромотору, $\eta_r = 0,95$.

Згідно з каталожними даними гідромоторів, був підібраний радіально-поршневий агрегат типу FTU5842 з наступними номінальними параметрами: робочий тиск – 21 МПа, максимальна частота обертання – 500 хв⁻¹, момент на вихідному валу – 23400 Н·м, робочий об'єм гідроциліндра – 4800 см³.

З'ясуємо, наскільки падає тиск у трубах

$$\Delta p_{\text{тр}} = 0,05 \cdot p_m = 0,05 \cdot 21 = 1,05 \text{ МПа}. \quad (2.5)$$

З'ясуємо, наскільки падає тиск у гідравлічних пристроях

$$\sum \Delta p_{\text{ап}} = \Delta p_{z,p} + 2 \cdot \Delta p_m + \Delta p_{\text{ф}} = 0,1 + 2 \cdot 0,2 + 0,07 = 0,57 \text{ МПа} \quad (2.6)$$

де $\Delta p_{z,p}$ - падіння тиску в золотниковому клапані, $\Delta p_{z,p} = 0,1$ МПа;

Δp_m - спад тиску в гідравлічному двигуні, $\Delta p_m = 0,2$ МПа;

$\Delta p_{\text{ф}}$ - втрата тиску в очисному елементі, $\Delta p_{\text{ф}} = 0,07$ МПа.

Розраховуємо всі втрати тиску разом

$$\sum \Delta p = \Delta p_{\text{тр}} + \sum \Delta p_{\text{ан}} = 1,05 + 0,57 = 1,62 \text{ МПа.} \quad (2.7)$$

З'ясуємо, який робочий тиск потрібно встановити на запобіжному клапані

$$p_{\text{к}} = p_{\text{м}} + \sum \Delta p = 21 + 1,62 = 22,62 \text{ МПа.} \quad (2.8)$$

Вибір зупинено на шестеренному насосі з наступними специфікаціями: модель 6451R68A84PK5842SM47, робочий об'єм 5000 см³, номінальний тиск нагнітання 23 МПа, гранична частота обертання 500 хв⁻¹.

Знаходимо значення потужності електродвигуна.

$$N = \frac{p_{\text{н}} \cdot Q_{\text{н}}}{60 \cdot \eta} = \frac{23 \cdot 10^6 \cdot 2,5}{60 \cdot 0,98} = 978 \text{ кВт.} \quad (2.9)$$

де η - механічний коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,98$.

В якості приводу було обрано електродвигун синхронний типу SDN-12-58-49 з наступними паспортними даними: номінальна потужність – 1000 кВт, номінальна частота обертання – 500 хв⁻¹, маса – 1150 кг.

Розрахунок об'єму масла для гідроприводу. За основу беремо потрібну кількість масла, що дорівнює об'єму, який насос перекачує за три хвилини.

$$V_{\text{масла}} = 3 \cdot Q_{\text{н}} = 3 \cdot 2,5 = 7,5 \text{ м}^3. \quad (2.10)$$

Місткість бака гідроприводу.

$$V_{\text{бака}} = 1,2 \cdot V_{\text{масла}} = 1,2 \cdot 7,5 = 9 \text{ м}^3. \quad (2.11)$$

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Аналіз основних шкідливих і небезпечних чинників рудозбагачувальної фабрики

Умови праці на рудозбагачувальній фабриці належать до складних і потенційно небезпечних, оскільки персонал працює в середовищі з підвищеним рівнем фізичних і хімічних навантажень. При експлуатації ґрунтових насосів, зокрема моделі 20P-11M, працівники можуть зазнавати дії низки шкідливих і небезпечних виробничих чинників.

До небезпечних чинників належить наявність відкритих рухомих частин обладнання, таких як робоче колесо, вал і муфти, що створює ризик травмування. Робота насосного агрегату супроводжується підвищеним рівнем шуму, який негативно впливає на слух працівників. Також спостерігається вібрація, що передається через конструкції та здатна викликати як професійні захворювання, так і прискорене зношення обладнання. Температура окремих елементів установки, зокрема гідроприводу та підшипників, може бути високою, що створює ризик опіків при недотриманні техніки безпеки. Робота з пульпою супроводжується утворенням пилу, який забруднює повітря і чинить негативний вплив на органи дихання. Крім того, електрообладнання створює постійну небезпеку ураження струмом.

Серед шкідливих чинників особливої уваги заслуговує підвищена вологість повітря, характерна для насосних станцій та зволжених виробничих приміщень. Це погіршує умови мікроклімату і сприяє розвитку грибків. У деяких випадках спостерігається недостатнє природне освітлення, що ускладнює обслуговування агрегатів і підвищує ризик травматизму. Також варто враховувати психофізіологічне навантаження на працівників, зумовлене роботою в умовах шуму, вібрацій та підвищеної відповідальності.

Модернізація приводу ґрунтового насосу 20P-11M шляхом заміни електромеханічного приводу на гідромеханічний дозволяє суттєво знизити дію окремих шкідливих і небезпечних чинників. Зокрема, очікується зменшення рівня шуму та вібрацій, зниження тепловиділення, а також спрощення конструкції приводу, що підвищує надійність експлуатації обладнання і знижує ризик виникнення аварійних ситуацій. Усе це в комплексі позитивно впливає на умови праці обслуговуючого персоналу та сприяє підвищенню рівня безпеки на виробництві.

3.2 Заходи по зниженню і усуненню шкідливих і небезпечних чинників на рудозбагачувальній фабриці

Розробка та впровадження заходів з охорони праці є невід'ємною складовою процесу модернізації приводу ґрунтового насосу 20P-11M. Умови праці на рудозбагачувальній фабриці супроводжуються дією шкідливих і небезпечних виробничих чинників, тому необхідно вжити комплекс заходів, спрямованих на їх усунення або зниження до безпечного рівня.

З метою зниження рівня шуму та вібрацій, які є характерними під час роботи ґрунтових насосів, передбачається використання гідромеханічного приводу замість традиційного електромеханічного. Така заміна дозволяє зменшити кількість рухомих частин, знизити інерційність системи та забезпечити більш плавну роботу механізму, що суттєво знижує акустичне навантаження на працівників і покращує ергономіку робочого процесу.

Для запобігання травматизму внаслідок контакту з рухомими частинами обладнання, всі небезпечні вузли модернізованого приводу повинні бути закриті захисними кожухами або огороженнями. Також необхідно передбачити наявність аварійного вимикача та блокувань, які унеможливають запуск агрегату при відкритих кришках або несправностях.

Для зменшення пилового навантаження, що виникає при перекачуванні пульпи, передбачається організація ефективної системи вентиляції,

включаючи витяжну і припливну вентиляцію з очищенням повітря. У місцях із підвищеним утворенням пилу рекомендується застосування пилопоглинаючих пристроїв і фільтрів, а також використання герметичних з'єднань у зонах подачі й відведення пульпи.

Для запобігання ураженню електричним струмом під час експлуатації обладнання, необхідно забезпечити заземлення всіх металевих елементів, а також регулярну перевірку ізоляції електропроводки. Особливу увагу слід приділити організації правильного монтажу гідроприводу, щоб уникнути витоків робочої рідини, що можуть стати причиною коротких замикань або травм через ковзання по мастилу.

Для забезпечення сприятливого мікроклімату в насосному приміщенні слід дотримуватися нормативів температури, вологості та швидкості руху повітря. У разі потреби встановлюються системи кондиціонування, вентиляції та обігріву.

Також важливим заходом є запровадження вузлового методу ремонту, що дозволяє проводити обслуговування поза межами робочої зони, зменшуючи при цьому контакт персоналу з небезпечними умовами. Обслуговування і ремонт приводу повинні здійснюватися виключно кваліфікованим персоналом з дотриманням вимог інструкцій з безпечної експлуатації.

Працівники, які обслуговують ґрунтові насоси, повинні проходити регулярні інструктажі з охорони праці та мати відповідні засоби індивідуального захисту, включаючи каски, навушники, захисні окуляри, респіратори та спецвзуття.

Запровадження зазначених заходів у рамках модернізації приводу ґрунтового насосу 20P-11M дозволить значно зменшити шкідливий вплив виробничого середовища, підвищити безпеку обслуговування обладнання, покращити умови праці персоналу та знизити виробничий травматизм на рудозбагачувальній фабриці.

ВИСНОВКИ

У ході виконання випускної кваліфікаційної роботи було проведено аналіз конструкції ґрунтового насосу 20P-11M, зокрема його приводу, та вивчено наявні технічні рішення, представлені в патентній та науково-технічній літературі. Проведене дослідження показало, що на сьогоднішній день не існує універсального технічного рішення, яке б повною мірою задовольняло сучасні вимоги до надійності, енергоефективності, ремонтпридатності та простоти обслуговування ґрунтових насосів.

Більшість використовуваних конструкцій, зокрема з електромеханічним приводом, мають ряд суттєвих недоліків, серед яких – високе енергоспоживання, складність у технічному обслуговуванні та значна металоємність. У зв'язку з цим запропонована модернізація, яка полягає в заміні електромеханічного приводу на гідромеханічний, є доцільною та актуальною.

Застосування гідроприводу забезпечує більш плавний пуск і стабільну роботу приводу, дозволяє знизити енергетичні витрати, зменшити масогабаритні характеристики приводу та полегшує процес його монтажу й демонтажу. Це, у свою чергу, сприятиме збільшенню міжремонтного періоду, зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню загальної ефективності роботи ґрунтового насоса.

Таким чином, тема роботи є актуальною й має практичне значення для вдосконалення насосного обладнання, що використовується у важких умовах експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Серго Е.Е., Измельчение и грохочение полезных ископаемых, К., 1975.
2. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы, под ред. В.А. Олевского (и др.), 2 изд., М., 1982.
3. Расчёт металлургических машин. Оборудование обжиговых и агломерационных цехов: Руководство для инженеров-конструкторов/ В.И. Большаков, А.Д. Учитель, В.И. Засельский, Д.В. Пополов, С.А. Учитель, В.В. Коноваленко; Под ред. А.Д. Учителя. - Кривой Рог: Дионис (Издатель ФЛ-П Чернявский Д.А.), 2012 – 338 с.
4. Бауман В.А. и другие. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. Учебник для Вузов. М.: «Машиностроение» 1975, 351 с., ил.
5. Перов В.А., Андреев Е.Е., Биленко Л.Ф., Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых, М.: Недра, 1990-301с
6. Пат. 36560 Україна, МПК F04D 29/40, Важкий ґрунтовий насос/ Лозовський С. О. та ін.(Україна). u2000010012; Заявл. 04.01.2000; Опубл. 16.04.2001, Бюл.№3. – 4с.
7. а.с. 1416755 Росія, МПК F04D7/04, Ґрунтовой насос/ Припулько Г.Т. та ін. (Росія). 4165665/25-06; Заявл. 24.12.1986; Опубл. 15.08.1988, Бюл.№30. – 3с.
8. а.с. 1229444 Росія, МПК F02D 29/22, Ґрунтовой насос/ Марчук Н.Д. (Росія). 3811030/25-06; Заявл. 06.11.1984; Опубл. 07.05.1986, Бюл.№17. – 4с.
9. Борщев В. Я. «Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы: Учебное пособие.» – Тамбов: «Издательство Тамбовского Государственного Технического Университета» 2004 г – 112 с.
10. Свешников В.К. Гидрооборудование: Международный справочник. Книга. 1. Насосы и гидродвигатели: Номенклатура, параметры, размеры,

взаимозаменяемость. Издательский центр "Техинформ" МАИ - 2001 - 360 с.: ил.

11. Разумов К. А. Проектирование обогатительных фабрик.: учебник для вузов / К. А. Разумов. - М.: Недра, 1982.

12. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1979. Т.1. - 728 с: ил.; Т.2. - 559 с: ил.; Т.3. -557 с.: ил.

13. Виноградов Б.В. Безопасность труда и производственная санитария в машиностроении. Сборник расчетов.

14. Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. Учебник для металлургических специальностей ВУЗов, М., "Металлургия", 1968, 460 с. с илл.

15. Шеремет В.А. и др. Охрана труда в черной металлургии 1 том Днепропетровск 2003 г. - 322 с.

16. І.В. Засельський, М.І. Шепеленко/ Методичний посібник про організацію та зміст кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти першого та другого рівнів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»/ ДУЕТ, Кривий Ріг, 2021, 30с.

17. Вимоги з оформлення письмових робіт/НМР ДУЕТ, Кривий Ріг, 2020, 53с. <https://www.duet.edu.ua/uploads/normbase/263/vimog.pdf>

ЗГОДА здобувача(чки) вищої освіти
Державного університету економіки і технологій
про перевірку кваліфікаційної роботи на прояви академічного плагіату
та розміщення в Репозитарії Університету

Я, *Голянтус Іван Федорович*, підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу.

Засвідчую, що кваліфікаційна бакалаврська робота «*Розробка гідравлічного приводу ґрунтового насосу 20Р-11М в умовах РЗФ ПАТ „АМКР”*» виконана самостійно та не містить академічного плагіату. Я не надавав(ла) і не одержував(ла) недоволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Державного університету економіки і технологій ознайомлений(а). Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення норм академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

Також я поінформований(на), що відповідно до «Положення про Репозитарій (електронну базу даних) Державного університету економіки і технологій» зазначена робота буде розміщена в Електронному архіві Університету (Репозитарії ДУЕТ). З умовами такого розміщення ознайомлений(на).

07.06.2025



І.Ф. Голянтус
(ініціали, прізвище. власноруч)