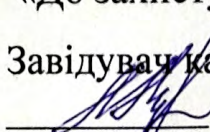


НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

 О.Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)

«14» 06 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

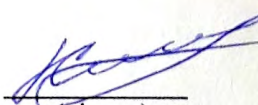
з спеціальності 131 Прикладна механіка

(код і назва)

на тему: Гідропривід барабанної рубальної
машини

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-51
(шифр групи)

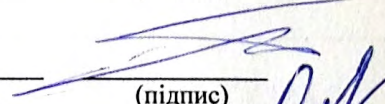
Солдаткін Гліб Валентикович
(прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Керівник

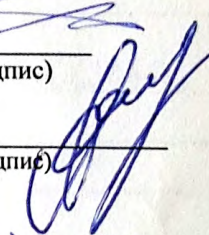
Губарев О.П.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

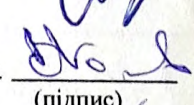

(підпис)

Консультант з охорони праці
(назва розділу)

К.Т.Н., асистент Ковтун А.І.
(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

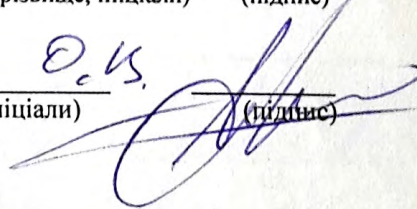

(підпис)

Консультант з технології машинобудування К.Т.Н., доц. Кореньков В.М.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)


(підпис)

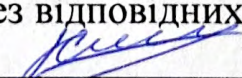
Рецензент

К.Т.Н., проф. Шевченко О.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)


(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Інститут механіко-машинобудівний

(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

(повна назва)

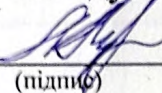
Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)

О.Ф. Луговський

(прізвище ініціали)

“ ” 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Солдаткіну Глібу Валентиковичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Гідропривід барабанної рубальної машини

керівник проекту Губарев Олександр Павлович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ 22 ” травня 2019 року № 1326-с

2. Термін подання студентом проекту 05.06.19

3. Вихідні дані до проекту Частота обертання ротора : 290 об/хв, шв. пода-
чі шравинки - 42 м/с, потужність М_д = 75 кВт, максимальний робочий
об'єм насоса - 140 см³/об, номінальний робочий тиск - 35 МПа
робочий об'єм гідромотору валців - 2512 см³/об, робочий об'єм
гідромотору режески ротора - 226 см³/об. Схема управління привідом

4. Зміст пояснювальної записки Розділ 1. Гідропривід барабанної руб-
альної машини. Розділ 2. Модернізація гідроприводу барабанної
рубальної машини. Розділ 3. Технологія машинобудування
Розділ 4. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів,
презентацій тощо)

Принципова електрогидравлічна схема, Клапан тиску і
пропорційним керуванням СК, деталювання, загальний вигляд

барабанної рубальної машини, Плакат циклограма і
гідролінійний розрахунок клапану.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	к.т.н., асист. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

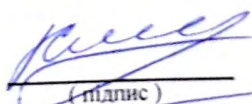
7. Дата видачі завдання 25.04.19

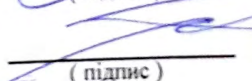
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Огляд загальних відомостей, складу, основних технічних характеристик та експлуатаційного циклу барабанної рубальної машини	25.04.19	
2.	Огляд опису роботи, складу і технічних характеристик гідрокривоку рубальної машини	30.04.19	
3.	Вивчення питань модернізації гідрокривоку	05.04.19	
4.	Проектування клапана тиску, гідролінійний розрахунок лінії управління	12.04.19	
5.	Розрахунок споживаної потужності у різних тактах роботи гідросистеми, гідролінійний розрахунок лінії гідромотора МН.	16.04.19	
6.	Компонування конструкторської документації	25.04.19	
7.	Технологічне застосування	27.04.19	
8.	Охорона праці	3.06.19	

Студент

Керівник проекту


(підпис)


(підпис)

Солдаткін Г.В.
(прізвище та ініціали)

Губарев О.П.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему «Гідропривід барабанної рубальної машини» містить 90 аркушів, 33 рисунка, 20 таблиць, 21 використане джерело, 1 плакат формату А1, 5 креслень формату А1, 1 креслення формату А2, 4 креслення формату А3.

Робота складається з чотирьох розділів: гідропривід барабанної рубальної машини; модернізація гідроприводу барабанної рубальної машини; технологія машинобудування; охорона праці.

Ключові слова: гідропривід, барабанна рубальна машина, клапан, тиск, потужність, енергоефективність, витрата, деревина, стружкова плита, тріска.

В дипломному проекті розглядається питання підвищення енергоефективності гідроприводу барабанної рубальної машини. У роботі проведено гідравлічний розрахунок лінії керування клапана тиску, гідравлічний розрахунок лінії гідромотору розгона ротора барабанної рубальної машини, розрахунок енергії, що зберігається в результаті проведеної модернізації, розроблено конструкторську документацію.

SUMMARY

Diploma project on the topic "Wood crushing machine's hydraulic drive" contains 90 sheets, 33 figures, 20 tables, 21 sources used, 1 poster format A1, 5 drawings of A1 format, 1 drawing of A2 format, 4 drawings of the format A3.

The work consists of four sections: wood crushing machine's hydraulic drive; modernization of the wood crushing machine's hydraulic drive; technology engineering; Occupational Health.

Key words: hydraulic drive, wood crushing machine, valve, pressure, power, energy efficiency, flow, wood, chipboard, chip.

The diploma project addresses the issue of increasing energy efficiency of the hydraulic drive of a wood crushing machine. In the work the hydraulic calculation of the pressure valve control line was made, the hydraulic calculation of the line of the hydraulic motor of the acceleration of the rotor of the machine was made, the calculation of energy stored as a result of the modernization was made, design documentation was developed.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: Гідропривід барабанної рубальної
машини

Київ – 2019 року

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ГІДРОПРИВІД БАРАБАННОЇ РУБАЛЬНОЇ МАШИНИ	10
1.1. Загальні відомості про барабанну рубальну машину	11
1.1.1. Склад барабанної рубальної машини	13
1.1.2. Основні технічні характеристики барабанної рубальної машини	15
1.1.3. Управління барабанної рубальної машини	17
1.1.4. Експлуатаційний цикл барабанної рубальної машини	18
1.1.5. Технічне обслуговування барабанної рубальної машини	20
1.2. Гідропривід барабанної рубальної машини	21
1.2.1. Опис роботи, склад і технічні характеристики гідроприводу барабанної рубальної машини	22
1.2.2. Циклограма роботи гідроприводу барабанної рубальної машини	33
РОЗДІЛ 2. МОДЕРНІЗАЦІЯ ГІДРОПРИВОДУ БАРАБАННОЇ РУБАЛЬНОЇ МАШИНИ	34
2.1. Клапан тиску	34
2.1.1. Гідравлічний розрахунок лінії управління клапана	37
2.2. Розрахунок гідросистеми	47
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	66
3.1. Технологічний контроль якості кресленника	66
3.2. Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі	67
3.3. Вибір заготовки	68
3.4. Підбір обладнання для обробки деталі	69
3.5. Проектування змісту технологічних операцій	71

					<i>ДП01МА5121.00.000 ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		<i>Солдаткін Г.В.</i>			<i>Гідропривід барабанної рубальної машини</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Губарев О.П.</i>					<i>Листів</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Гришко І.А.</i>					
<i>Утв.</i>					<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	77
4.1 Аналіз приміщення	77
4.2 Мікроклімат приміщення	78
4.3 Освітлення	79
4.4 Електробезпека приміщення	82
4.5 Захист від шуму	83
4.6 Пожежна безпека приміщення	85
4.7 Загальні вимоги безпеки барабанної рубальної машини	85
ВИСНОВКИ	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	89

ВСТУП

Енергоресурсозбереження є одним з найсерйозніших завдань ХХІ століття. Стратегічна мета енергозбереження одна - це підвищення енергоефективності в усіх галузях діяльності людини.

Дана дипломна робота спрямована на вирішення актуальної проблеми більш раціонального використання енергії при роботі барабанної рубальної машини WHT 2000.

Метою даної дипломної роботи є підвищення ефективності гідроприводу барабанної рубальної машини шляхом врахування необхідної потужності в різних тактах циклу та шляхом врахування системою типу, розмірів та вологості деревини, що подається до рубальної машини.

Запропоновано модернізувати систему шляхом розподілення одного експлуатаційного режиму на три, які враховують навантаження, за допомогою клапана тиску з пропорційним керуванням.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

- Проаналізувати процес роботи системи, технологічний цикл та визначити споживану енергію при різних режимах роботи системи.
- Модернізувати гідросистему барабанної рубальної машини.
- Спроектувати клапан тиску з пропорційним керуванням для використання в гідросистемі.
- Провести розрахунки гідросистеми та підібрати компоненти гідросистеми та розробити конструкторську документацію.
- Побудувати циклограми потужності, розрахувати кількість енергії, що зберігається під час роботи системи в результаті проведеної модернізації.

РОЗДІЛ 1. ГІДРОПРИВІД БАРАБАННОЇ РУБАЛЬНОЇ МАШИНИ

Перелік плит, що виготовляються з подрібненої деревини, включає в себе наступну продукцію [1]:

- Деревинно-стружкові плити (ДСП) - найбільш поширена продукція плитних виробництв, яку отримують гарячим пресуванням дрібної стружки, змішаної з синтетичною смолою. Застосовуються в основному в меблевому виробництві і житловому будівництві.
- Деревинно-волокнисті плити мокрого способу виробництва (ДВП) - листовий матеріал із деревинно-волокнистої маси, котра у вигляді сирого килима сушиться і пресується в гарячому пресі. Мають зазвичай малу товщину і застосовуються для виготовлення деталей меблів і як обшивочний матеріал.
- Плити Oriented Strand Boards (OSB) [2] – плити, що робляться зі спеціальної стружки та водостійких сполучних. Використовуються переважно в будівництві для виготовлення як огорожувальних, так і несучих конструкцій.
- Деревинно-волокнисті плити середньої щільності Medium Density Fiber Boards (MDF) - плити сухого способу виробництва, що відрізняються однорідною структурою і високою міцністю. Є конкурентами ДСП і застосовуються головним чином для виготовлення найбільш відповідальних деталей меблів.

Поняття Holzspanplatte - деревинно-стружкова плита - з'явилося на початку сорокових років минулого століття в Німеччині [3]. Початок промислового виготовлення волокнистих плит пов'язане з ім'ям Мейсона, який винайшов установку для подрібнення деревини-так звану «гармату Мейсона» (1924) [4]. Деревинно-стружкові плити і по цей день залишаються дуже популярною продукцією: їх випуск становить приблизно дві третини від загального обсягу всіх деревних плит і фанери.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1.1 Загальні відомості про барабанну рубальну машину

Технологічна переробка сировини полягає в роздрібненні її в тріску, з якої потім отримують стружкову або волокнисту масу. Тріску отримують в рубальних машинах, а вимоги до розмірів сировини на кожному виробництві визначаються робочими параметрами наявних машин.

Вимоги до якості технологічної тріски для виробництва ДСП встановлює ГОСТ 15815-83 [5]. Розміри частинок 20-60 мм в довжину і не більше 30 мм в товщину, допустимий вміст кори до 15% (тобто обкорування круглих лісоматеріалів необов'язкове), гнилі не більше 5% і мінеральних домішок не більше 0,5%.

Практично будь-яка галузь лісового виробництва може давати деревинну сировину для плитних підприємств. Найбільшу частку становлять відходи лісозаготівельної промисловості. Допускаються всі пороки деревини, крім внутрішньої гнилі, що розповсюджується більш ніж на половину діаметра стовбура. Для плитного виробництва допускається використання всіх порід і їх сумішей. Найкращі породи для виготовлення ДСП - сосна і ялина. При їх використанні отримуються плити найвищої міцності, а також найбільш гладка і рівна стружка.

Рубальні машини для отримання технологічної тріски бувають барабанні або дискові [6]. У барабанних машинах робочий інструмент - ротор (барабан), на якому закріплені ріжучі ножі. Так званий «відкритий» ротор дає довшу тріску, ніж «закритий» (рис. 1.1).

Барабанні машини зазвичай мають великий прохідний перетин, що дозволяє переробляти в тріску крупний матеріал. При цьому довжина часток збільшується зі зростанням швидкості подачі матеріалу і зменшується зі збільшенням частоти обертання ротора і кількості ножів на ньому.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

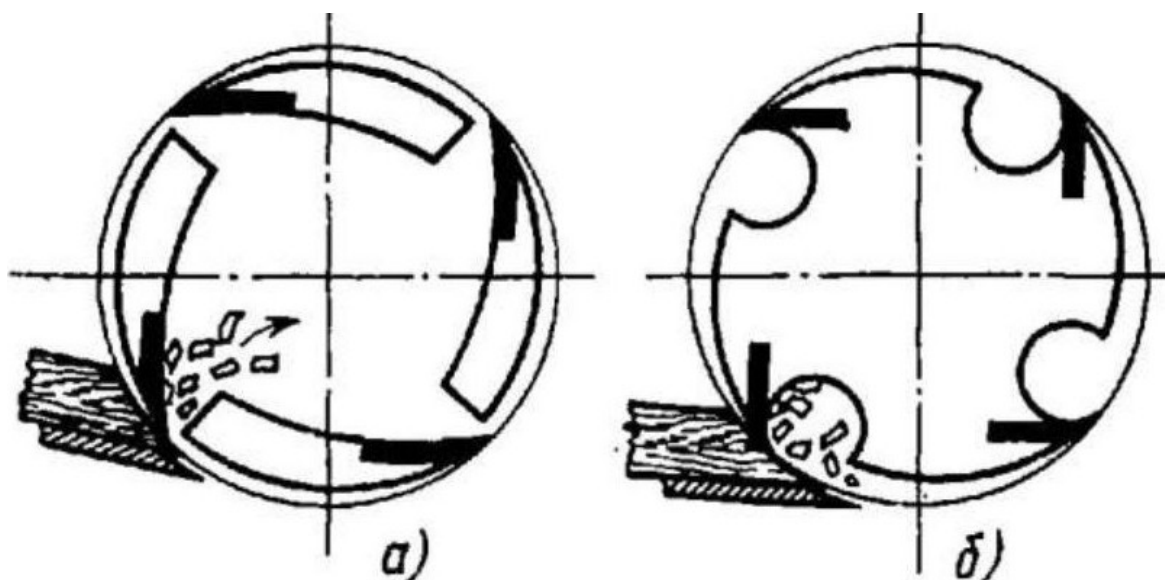


Рис.1.1 Схема роботи барабанної рубальної машини: а) - з закритим ротором, б) - з відкритим ротором.

У дискових машин довжина тріски визначається величиною виступу ножів на ножовому диску - цю величину можна змінювати в невеликих межах. Частка плоских частинок, як правило, виходить більше, ніж в барабанних машинах (рис. 1.2).

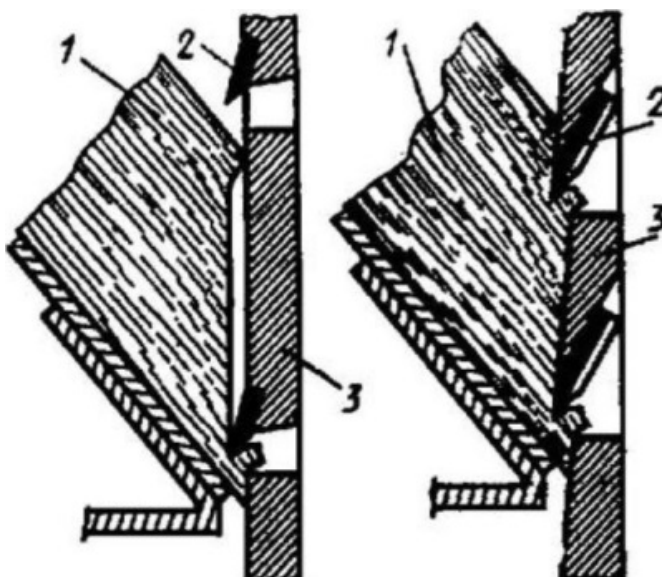


Рис.1.2 Схема вузлів різання дискової рубальної машини: зліва - з плоскими ножами, справа - з спіральними ножами (1 - деревинна сировина, 2 - ножі, 3 - обертовий диск)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ

Лист

12

У даній дипломній роботі розглядається барабанна рубальна машина WHT 2000 (рис. 1.3) призначена для подрібнення різних видів деревинної сировини - колод, дощок, реек, обапола, тріски і відходів різного виробництва в технологічну тріску для виробництва плит ДВП, ДСП, гідролізного виробництва, і паливну тріску.

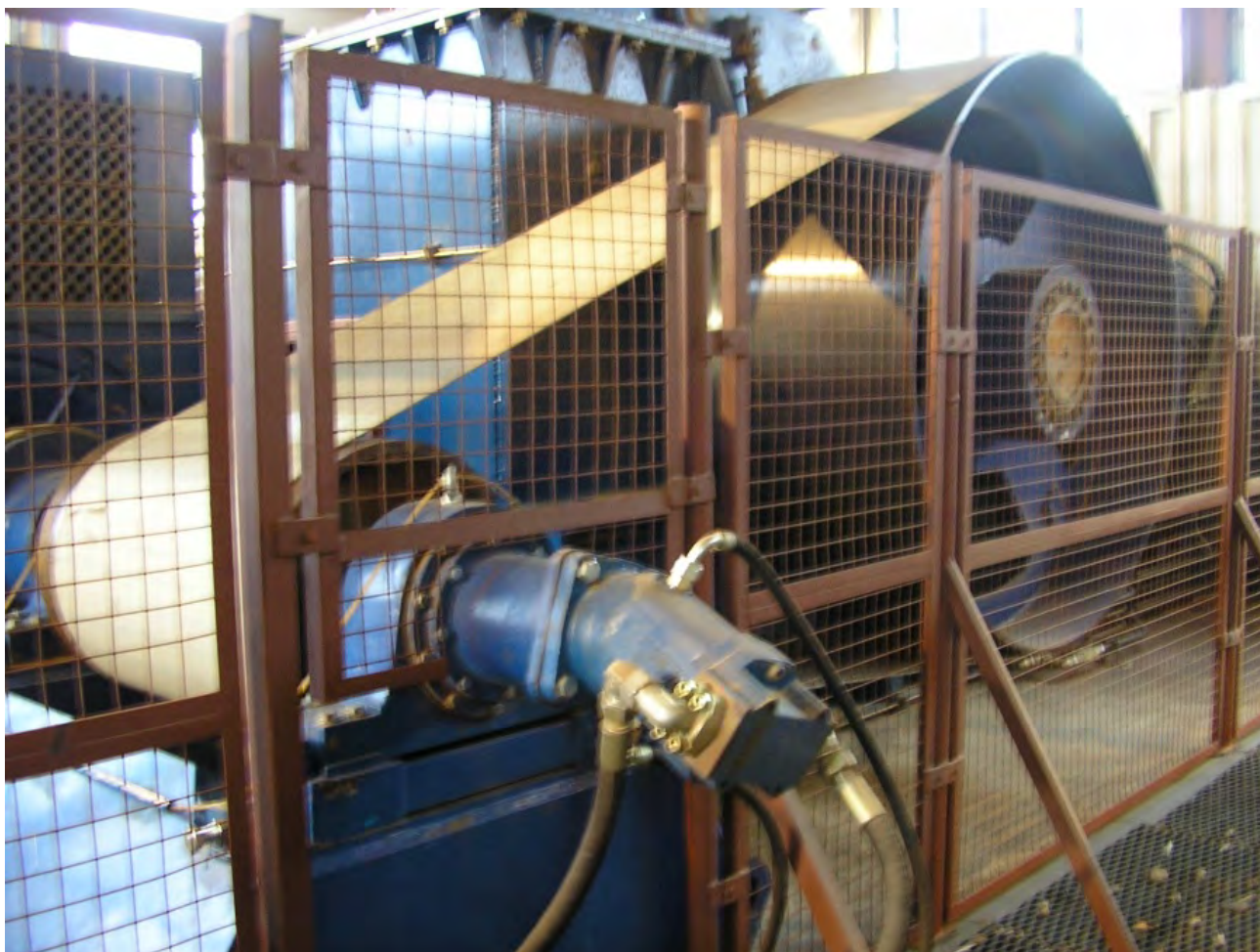


Рис.1.3 Барабанна рубальна машина WHT 2000

1.1.1. Склад барабанної рубальної машини

Барабанна рубальна машина включає наступні основні вузли: роз'ємний корпус зварної конструкції, механізм рубки і механізм примусової подачі (рис. 1.4).

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

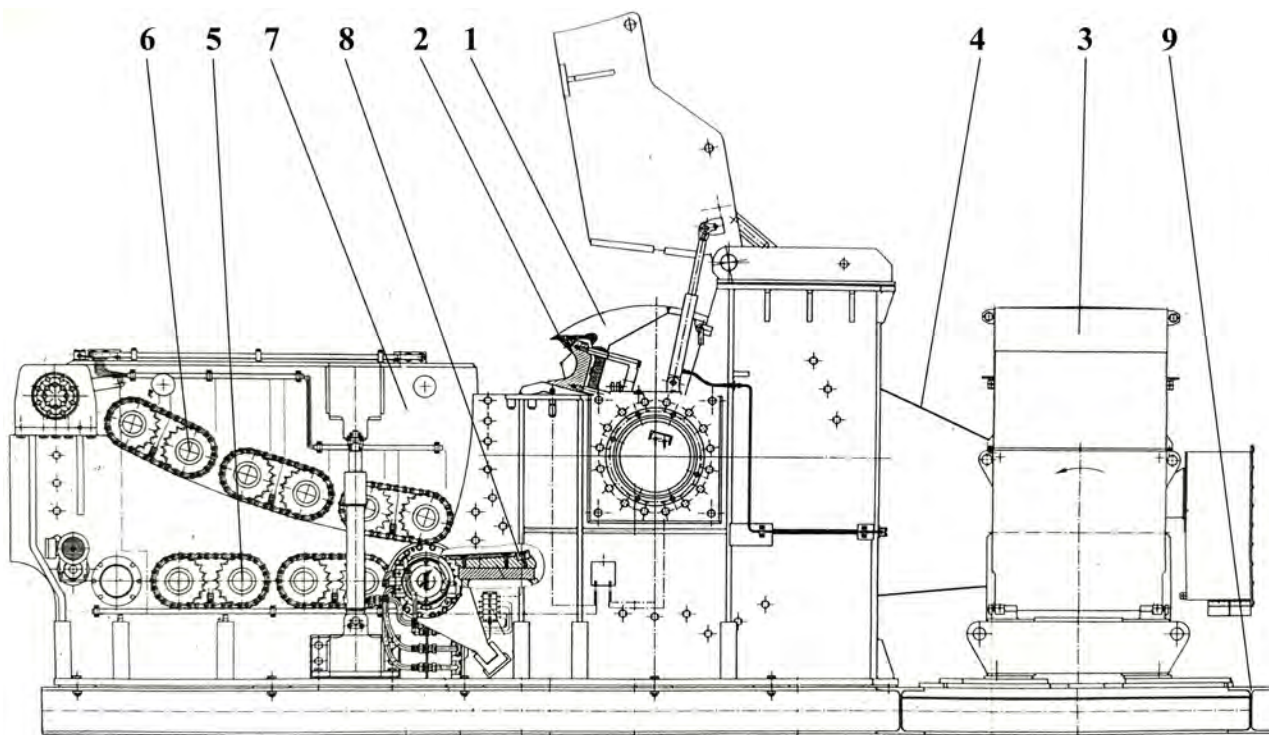


Рис. 1.4 Схема барабанної рубальної машини WNT 2000

Механізмом рубки є ротор (1) з підножевими западинами параболічної форми. Три плоскі ножі (2) розміщені уздовж подножевої западини, і притягуються до ротора клинами. Ротор приводиться в обертання від головного двигуна (3) через плоскопасової передачу (4).

Механізм примусової подачі деревинної сировини складається з нижнього (5) і верхнього (6) вальців, кожен з яких приводиться в обертання від самостійного гідродвигуна.

Подаючі вальці обладнані спеціальними змінними зубчастими сегментними дисками; поверхню зубів поліпшено методом термічної обробки, завдяки чому вони особливо зносостійкі. Верхні вальці встановлені в рухомому балансірі (7), який здійснює гойдальні рухи відносно осі. У площині, що проходить через вершини зубів нижніх подаючих вальців, встановлений контрніж (8).

Отримана тріска викидається з підножевої западини ротора і, потрапляючи на перфорований вкладиш - сито, просівається вниз, а великі

частки деревини затримуються на його поверхні. Ці частки дозмільчуються обертовими ножами на другому контрножі і потім також проходять через отвори сита. Готова тріска від рубальної машини потрапляє в нижній бункер, з якого видаляється шнеками.

Рубальна машина розташовується на розвантажувальній рамі (9), яка виставляється на фундаменті.

1.1.2. Основні технічні характеристики барабанної рубальної машини

Нижче приведені основні технічні характеристики барабанної рубальної машини WHT 2000 (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Основні технічні характеристики барабанної рубальної машини WHT 2000

Характеристика	Значення
Частота обертання ротора, об/хв.	290
Ширина пасу, мм.	800
Діаметр ведучого шкива приводу, мм.	585
Діаметр веденого шкива ротора, мм.	2000
Довжина тріски, мм.	50
Швидкість подачі сировини максимальна, м/хв.	42
Розміри отвору подачі сировини	1446 × 680
Маса машини, всього, кг.	60 000

Основні технічні характеристики ротора барабанної рубальної машини WHT 2000, на якому встановлені рубальні ножі, приведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Основні технічні характеристики ротора барабанної рубальної машини WHT 2000

Характеристика	Значення
Кількість ножів, шт.	3
Діаметр ротора з ножами, мм.	2000
Маса ротора, враховуючи шків, кг.	15 000

Основні технічні характеристики приводу ротора барабанної рубальної машини WHT 2000 - асинхронного двигуна ДА304 56СУ 6ДУ1 S1 приведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Основні технічні характеристики приводу ротора барабанної рубальної машини WHT 2000 - асинхронного двигуна ДА304 56СУ 6ДУ1 S1

Характеристика	Значення
Потужність, кВт	1250
Напруга, В	10 000
Частота, Гц.	50
Частота обертання, об/хв.	996
Маса електродвигуна, кг	7350

Основні технічні характеристики приводу основного гідронасоса гідросистеми барабанної рубальної машини WHT 2000 – електродвигуна HSFCP280S-4 S1, приведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Основні технічні характеристики приводу основного гідронасоса -
електродвигуна HSFCP280S-4 S1

Характеристика	Значення
Потужність, кВт	75
Частота обертання, об/хв.	1500
Напруга, В	400/690
Частота, Гц.	50

1.1.3. Управління барабанної рубальної машини

Кабіна оператора повинна бути розташована таким чином, щоб він міг безпосередньо бачити завантажувальний лоток і отвір подачі сировини в рубальну машину. Камери і монітори повинні бути задіяні лише в крайньому випадку. Трапи повинні бути розташовані таким чином, щоб оператору доводилося проходити якомога коротшу відстань.

Кнопки в кабіні оператора:

1. «Авто», «Стоп» режиму роботи машини
2. «Балансир вгору»
3. «Подаючі вальці і завантажувальна стрічка стоп»
4. «Подаючі вальці назад»
5. «Завантажувальна стрічка вперед»
6. «Завантажувальна стрічка назад»
7. «Кришка заміни ножів вгору», «Кришка заміни ножів вниз»

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

1.1.4. Експлуатаційний цикл барабанної рубальної машини

Команда «Авто» (запуск програми автоматики).

Умови для загального пуску:

1. Стопорне пристосування двері до огорожі рубальної машини закрито.
2. Кришка заміни ножа закрыта.
3. Температура робочої рідини становить щонайменше 10 °С. Якщо температура масла становить менше, ніж 10 °С, то необхідно включити обігрів бака.

Послідовність підключення:

1. Транспортування тріски з рубальної машини.
2. Вмикання електродвигуна М2 насосу Н2, який відповідає за охолодження і фільтрацію робочої рідини. Вмикання електродвигуна М1 головного насосу Н1.
3. Розгін ротора рубальної машини. За допомогою гідродвигуна М4 доводять головний електродвигун до частоти обертання в режимі номінальної потужності - 862 об/хв. Частота обертання контролюється датчиком. Після цього роль приводу ротора передається від гідродвигуна М4 до головного електродвигуна.
4. Запускаються приводимі в рух гідродвигунами М5 і М6 подаючі вальці. Частота обертання подаючих вальців повинна бути разово встановлена по довжині тріски за допомогою регулятора потоку РП. При частоті обертання ротора від електродвигуна 290 об/хв., кількості ножів 3 штуки і довжині тріски 50 мм., швидкість втягування складе $V_{\text{втяг}} = 41,7 \text{ м/хв.}$ Розрахункова частота обертання вальців при їх діаметрі 390 мм. становить $n_{\text{вальців}} = 34 \text{ об/хв.}$
5. Активується гідравлічна опора балансира ГЦ3, ГЦ4. На підйомні циліндри балансира постійно подається тиск, який разово встановлюється за

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

допомогою клапана КР. Значення встановленого тиску визначає зусилля притискання деревини балансиrom та швидкість опускання балансира.

6. Вмикається в роботу металодетектор.

7. Підключається стрічка завантажувального конвеєра $V_{\text{подачі}} = 41,7 \text{ м / хв.}$

Рубальна машина працює тепер в автоматичному режимі. Насос Н2 не повинен вимикатися поки не зупиниться ротор рубальної машини. Двигун вентилятора апарату теплообмінного АТ вмикається при температурі вище, ніж 50°C . Змащення ланцюгів відбувається кожні 10 годин роботи впродовж двох хвилин, в той час як програма автоматики включена. Через кожні 36 робочих годин замінюються рубальні ножі.

Умови, при яких відбувається негайне вимикання всієї системи подачі матеріалу (подаючі вальці, завантажувальна стрічка) без затримки по часу:

1. Рівень наповнення рубальної машини перевищено.
2. Котушка металопшукача виявляє метал.

Умови, при яких відбувається негайне вимикання всієї системи подачі матеріалу і рубальної машини без затримки по часу:

1. Температура робочої рідини гідросистеми $t > 70^{\circ}\text{C}$
2. Показник рівня робочої рідини - «Занадто мало масла»
3. Після спрацьовування кнопки «Аварійне вимкнення»

Команда «Стоп».

Після приведення в дію кнопки «Стоп», установка зупиняється.

Послідовність відключення:

1. Завантажувальна стрічка.
2. Через 10 сек. - подаючі вальці.
3. Відключається головний електродвигун, насос Н2, який відповідає за охолодження і фільтрацію робочої рідини, повинен продовжувати працювати поки не зупиниться ротор.
4. Відключається головний насос Н1.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

5. Після зупинки ротора може відключатися насос охолодження Н2 і транспортування тріски від рубальної машини, починаючи з подвійного шнека під спускним лотком рубальної машини, але не раніше, ніж через 3 хв після відключення ротора.

1.1.5. Технічне обслуговування рубальної машини

Характер і частота перевірок:

- Проводити візуальну перевірку чистоти машини щотижня.
- Змащувати машину кожні 300 робочих годин.
- Кожні 1500 годин перевіряти натяг ланцюгів подаючих вальців.
- Кожні 2000 годин перевіряти підшипники і опори машини.

Машини та механізми, які експлуатуються в барабанній рубальній машині, повинні своєчасно змащуватися згідно встановлених норм. Заміну масла рекомендується проводити перший раз через 15 днів роботи, вдруге через 30 днів, а наступні рази через кожні 3 місяці. Злив масла з редукторів проводиться через зливні отвори. Ревізію змащувальної системи проводити через кожні 3 місяці. Регулярність змащування вузлів барабанної рубальної машини вказана в табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Змащування вузлів барабанної рубальної машини

Найменування вузла	Потреба	Регулярність
Ланцюг подаючих вальців	За налаштуванням ДрЗ	Циклічний спосіб
Підшипник подаючих вальців	35 см ³	Раз в місяць
Підшипник балансира	16 см ³	Раз в місяць
Підшипник ротора в корпусі	300 см ³	Раз в місяць
Мотори, редуктори, приводи	Відповідно до документації	

Завантажувальна стрічка повинна бути натягнута. Перевірку натягу перевіряти кожну зміну, при необхідності проводити натяжку. Ланцюгові передачі повинні перевірятися не рідше 1 разу на тиждень. При необхідності провести профілактичні роботи: додаткове змащування, натяжку і ін. Заміна ріжучих ножів проводиться через кожні 36 робочих годин.

1.2. Гідропривід барабанної рубальної машини

Гідропривід - сукупність пристроїв (в число яких входить один або декілька об'ємних гідродвигунів), призначених для приведення в рух механізмів і машин за допомогою робочої рідини під тиском. Гідропривід є однією з підгалузей сучасного машинобудування, що найбільш інтенсивно розвивається в останні десятиріччя [7].

У порівнянні з іншими видами приводів (в тому числі електромеханічними і пневматичними) гідроприводи мають ряд переваг, таких як можливість отримання великих сил і потужностей при обмежених розмірах гідродвигунів, висока швидкодія та широкий діапазон безступінчатого регулювання швидкості за умови плавності руху, а також можливість захисту гідросистеми від перевантаження і точного контролю діючих сил. До недоліків гідроприводів відносяться втрати на тертя і витоки, які знижують ККД гідроприводу і викликають підвищення температури робочої рідини. Необхідність установки ефективної системи фільтрації через зниження надійності гідроприводів в результаті попадання забруднень в робочу рідину. Ці фактори підвищують вартість і ускладнюють технічне обслуговування гідроприводу [8].

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

1.2.1. Опис роботи, склад і технічні характеристики гідроприводу барабанної рубальної машини

На рисунку 1.5 зображена принципова гідравлічна схема гідроприводу барабанної рубальної машини WHT 2000.

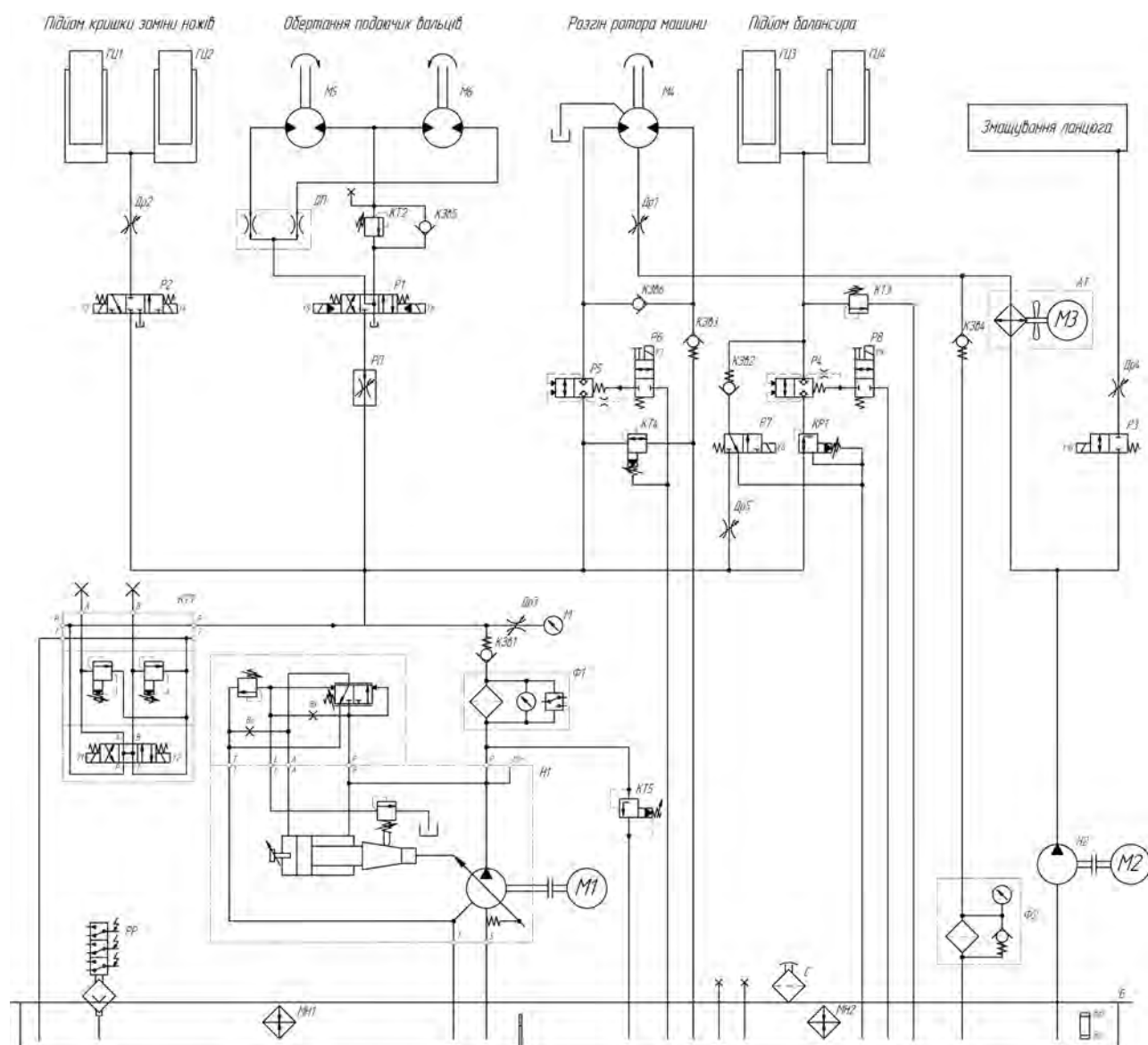


Рис. 1.5 Принципова гідравлічна схема гідроприводу барабанної рубальної машини WHT 2000

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ

Лист

22

Опис роботи гідроприводу:

Система працює на двох рівнях тиску. У режимі роботи рубальної машини працює клапан тиску, налаштований на 30 МПа. У режимі заміни рубальних ножів працює інший клапан тиску, налаштований на 20 МПа. Переключення між цими клапанами відбувається за допомогою подавання сигналів Y1 і Y2 на розподільний клапан. Усі три елемента – два клапани тиску і розподільний клапан – встановлені в одному корпусі і на схемі позначені як КТ1.

Подається сигнал на магніт Y1. Система знаходиться в режимі роботи рубальної машини.

Гідронасос Н2 перекачує рідину через фільтр Ф2 і теплообмінник АТ. Рідина зливається в бак через КЗв4, який налаштований на тиск відкриття 0,3 МПа. Також гідронасос Н2 подає рідину через дросель Др1 у дренажний канал гідромотору М4.

Подається сигнал на магніт Y7 розподільника Р6, відкриваючи розподільник Р5. Основний гідронасос Н1 через фільтр Ф1 подає рідину через розподільник Р5 до гідромотору М4, що розганяє ротор барабанної рубальної машини.

Після розгону сигнал на магніті Y7 розподільника Р6 зникає і розподільник Р5 перемикається у закриті положення. Гідромотор М4, який тепер обертається від головного електродвигуна, працює в режимі насосу і перекачує рідину через КЗв6 у замкненому контурі, обмеженому зворотнім клапаном КЗв3 (тиск відкриття 0,3 МПа.), при цьому змажуючись через дренажний канал від гідронасосу Н2. Встановлено запобіжний клапан тиску КТ4 для захисту гідромотора М4.

Подається сигнал на магніт Y6 розподільника Р1, основний гідронасос Н1 подає рідину через розподільник Р1, регулятор потоку РП та дільник потоку ДП на два гідромотори М5, М6, які обертають нижні і верхні вальці. Підпір створюється клапаном тиску КТ2, який налаштований на тиск 4 МПа.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для руху вальців в оберненому напрямі сигнал Y6 зникає, і подається сигнал Y5, перемикаючи P1. Рідина проходить через КЗв5, обертаючи гідромотори М5, М6 в оберненому напрямку.

Подається сигнал на магніт Y9 розподільника Р8, відкриваючи при цьому розподільник Р4. Основний гідронасос Н1 подає рідину на гідроциліндри через редукційний клапан КР1, налаштований на тиск 4 МПа. Для примусового підйому балансиру подається сигнал Y9 на Р7, і рідина, проходячи через дросель Др5, підіймає балансир. Встановлено запобіжний клапан тиску КТЗ, налаштований на тиск 15 МПа.

Під час змащування ланцюгів, подається сигнал Y10 на розподільник Р3, і рідина, проходячи через дросель Др4, подається від Н2 на ланцюги.

В процесі роботи машини, основний гідронасос регулює витрату і тиск в системі за допомогою регулятора потужності і регулятора чутливості до навантаження.

В режимі заміни рубальних ножів подається сигнал на магніт Y2, переводячи систему на рівень тиску 20 МПа. Подається сигнал Y4 на розподільник Р2, і рідина, проходячи через дросель Др2, подається від Н1 на гідроциліндри підйому кришки ГЦ1, ГЦ2.

В системі встановлено манометр М. В баці з рідиною встановлено маслонагрівачі МН1, МН2 для нагріву рідини, і реле рівня рідини з термометром, для контролю рівня і температури рідини в баці.

Важливою частиною гідроприводу барабанної рубальної машини WHT 2000 є насос Н1 (рис. 1.6). Нерегульовані об'ємні насоси подають однаковий обсяг робочої рідини за кожен оберт. В процесі роботи подача насоса залишається постійною. У деяких випадках бажано мати змінну подачу насоса. Цього можна домогтися зміною частоти обертання первинного джерела руху, але це, як правило, економічно недоцільно, тоді єдиним способом зміни подачі є регулювання робочого об'єму насоса. Кількість робочої рідини, що витісняється таким насосом, може

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

регулюватися переміщенням похилого диска в поршневому насосі. Такий насос називається насосом з об'ємним регулюванням. Саме такий насос встановлено в гідросистемі барабанної рубальної машини WHT 2000 , а саме аксіально-поршневий гідронасос Parker PV140R1K1T1NYL1.

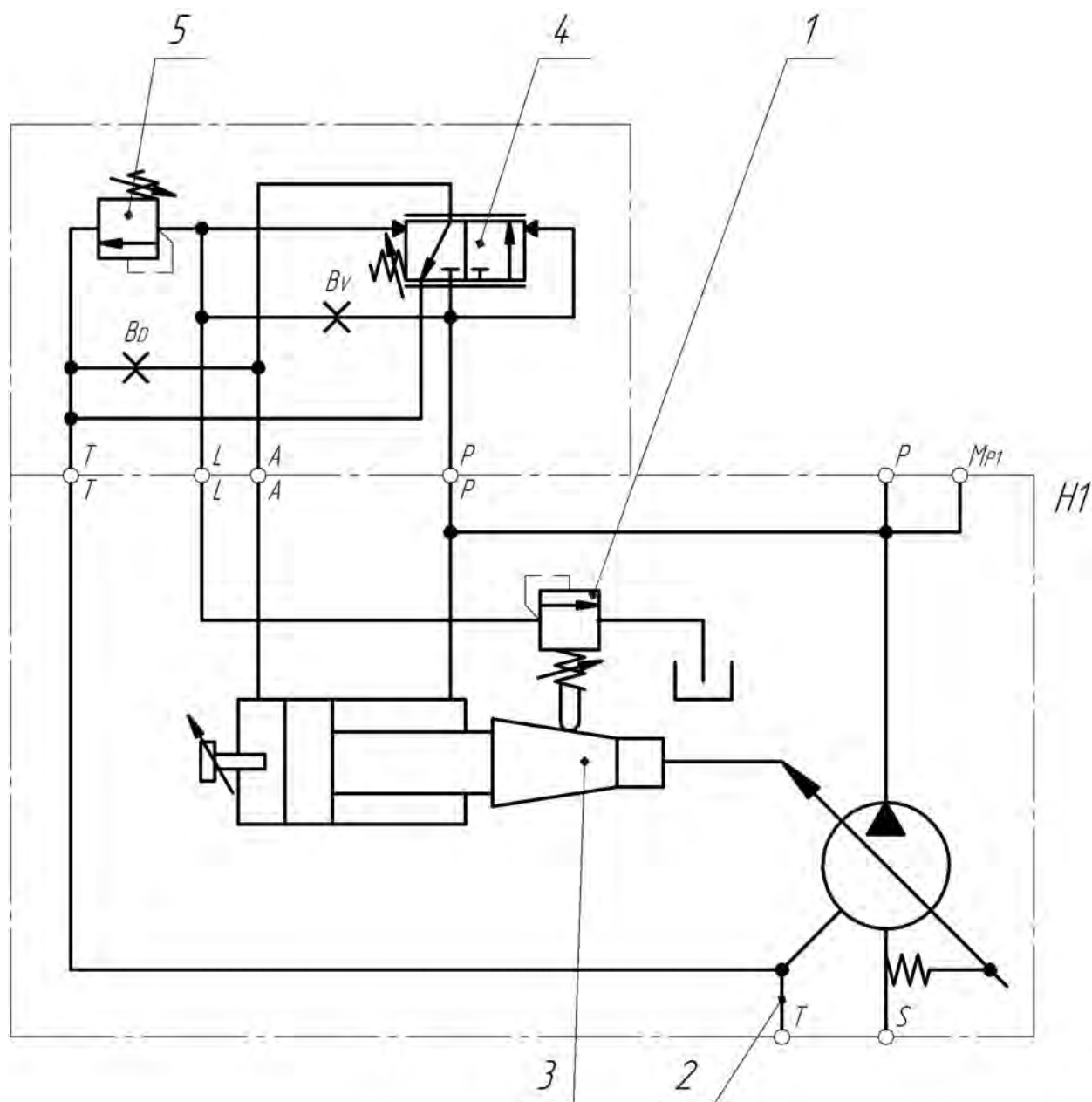


Рис. 1.6 Схема гідронасосу H1 Parker PV140R1K1T1NYL1

(1 - регулятор потужності, 2 - дренаж зі корпусу, 3 – сервопоршень,
4 – компенсатор тиску, 5 – клапан налаштування компенсатору тиску)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ

Лист

25

Основні характеристики гідронасосу H1 Parker PV140R1K1T1NYCB приведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6

Основні характеристики гідронасосу H1 Parker PV140R1K1T1NYL1

Характеристика	Значення
Макс. робочий об'єм [см ³ /об.]	140
Вихідна витрата при 1500 мин-1 [л/хв.]	210
Номінальний тиск [бар]	350
Мінімальний тиск на виході [бар]	15
Тиск дренажа корпусу [бар]	0.5
Мінімальний тиск всмоктування, абс. [бар]	0.8
Маса [кг]	90
Діапазон регулювання тиску [бар]	Від 15 до 350

У даному насосі встановлено регулятор, який поєднує переваги регулювання тиску з можливістю обмеження вхідної потужності, що відбирається насосом. Цей регулятор використовується, якщо потужність основного двигуна, доступна для гідравлічної системи, обмежена, або якщо робота гідросистеми передбачає наявність робочих циклів як з високою витратою при низькому тиску, так і з низькою витратою при високому тиску [9]. Регулятор потужності задає максимальну потужність або крутний момент, які насос може споживати від первинного джерела руху, запобігаючи стану перевантаження. В іншому випадку електродвигун може споживати занадто великий струм, що може викликати спрацювання автоматичного вимикача, перегорання обмоток двигуна або його стопоріння.

У ролі обмежувача тиску в системі виступає блок з двома клапанами тиску, які налаштовують систему на два різні рівня тиску (рис. 1.7). Один з клапанів налаштований на 30 МПа і працює впродовж експлуатаційного циклу баранної рубальної машини, другий налаштований на 20 МПа і працює, коли треба підняти кришку заміни ножів в режимі заміни ножів. Також в системі встановлено запобіжний клапан КТ5.

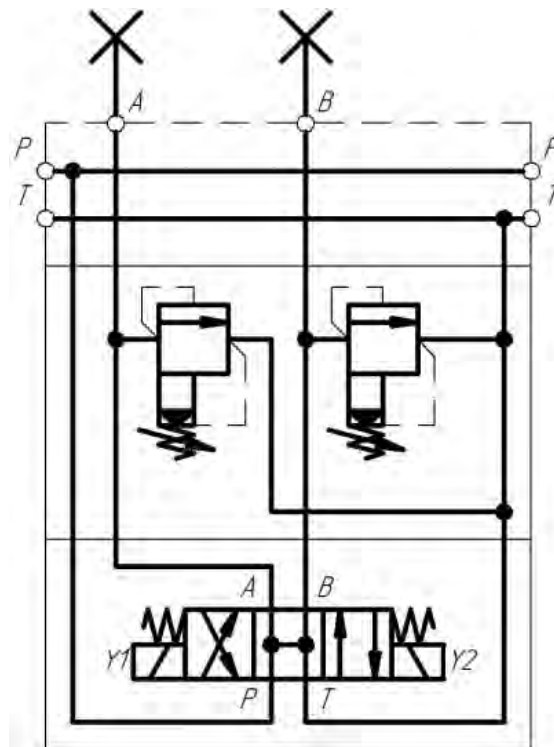


Рис. 1.7 Блок обмеження тиску

Як і всі насоси з об'ємним регулюванням і компенсацією по тиску, насос має зовнішній дренаж зі корпусу. Перекачуючі механізми в таких насосах рухаються надзвичайно швидко, коли потрібно компенсація по тиску. Будь-яке скупчення робочої рідини всередині корпусу буде ускладнювати їх рух.

Принцип роботи системи, що відповідає за регулювання споживаної потужності аксіально-поршневого насоса з об'ємним регулюванням і компенсацією по тиску, приведено на рисунку 1.8.

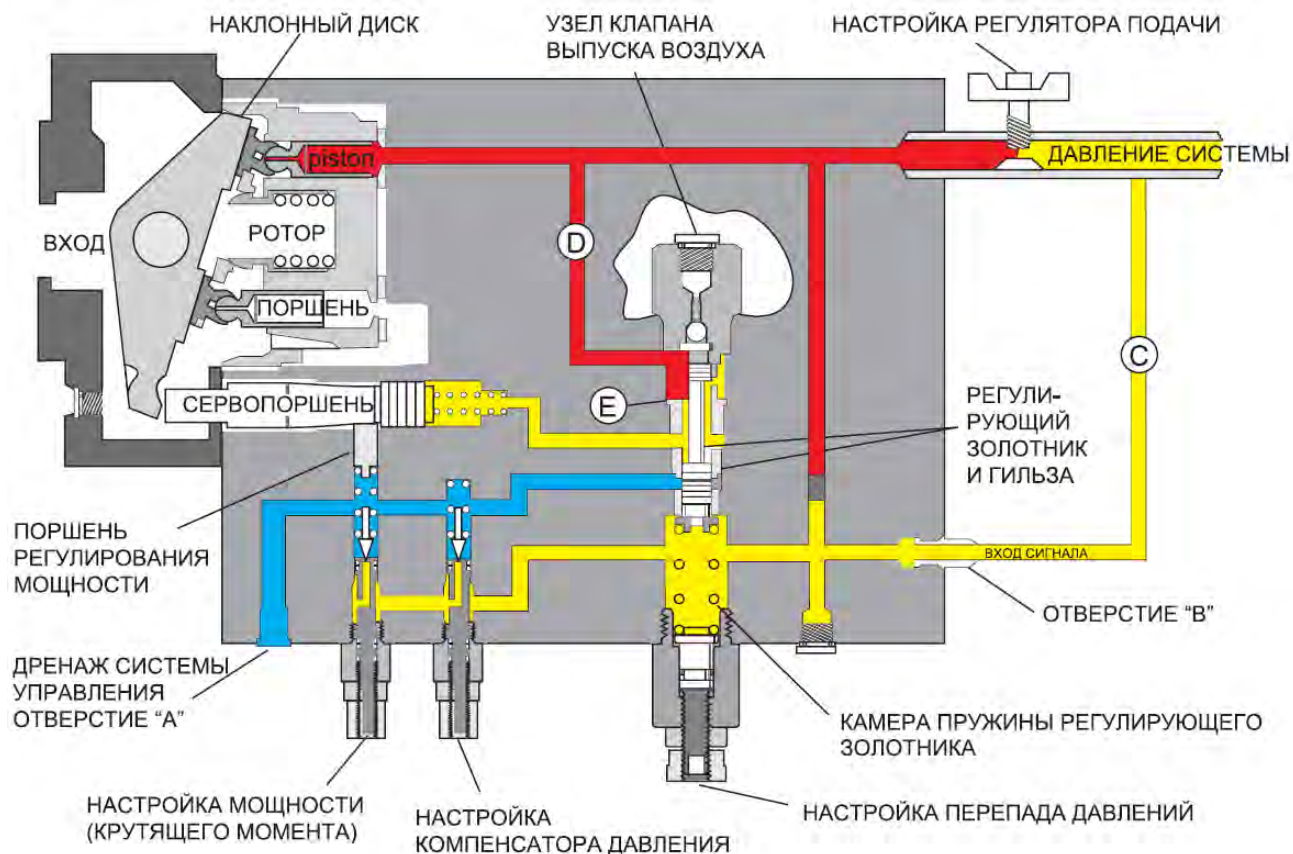


Рис. 1.8 Схема насоса с регулятором мощности

Регулятор мощности (крутного момента) чувствителен до положения сервопоршня насоса [10]. Если сервопоршень находится в правом положении, наклонный диск обеспечивает малую витрату, и поршень регулирования мощности взаимодействует с наклонной поверхностью сервопоршня, в результате чего создает максимальный тиск на пружину запирающего элемента клапана наладки мощности (крутного момента) (механический обратный зв'язок). Если сервопоршень находится в левом положении, и подача велика, усилие, которое действует на пружину, падает. Это позволяет клапану открываться при меньшем тиску в пружинной камере регулирующего золотника, тем самым, снижая в ней тиск. В результате регулирующий золотник смещается вниз, осуществляя выпуск масла из камеры сервопоршня и заставляя его переместиться вправо. При этом уменьшается выходная витрата и, следовательно, мощность.

Компенсатор тиску зменшує робочий об'єм насоса, подаючи рідину на сервопоршень, при тиску, клапана налаштування компенсатору тиску.

Далі приведено основні характеристики виконавчих органів (споживачів) гідроприводу.

Основні технічні характеристики гідромотору M4 SamHydraulik H1C 226 S LM2 M NBR, що розганяє ротор машини, приведено в табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Основні технічні характеристики гідромотора M4
SamHydraulik H1C 226 S LM2 M NBR

Характеристика	Значення
Робочий об'єм гідромотору, $\text{см}^3/\text{об}$	226
Частота обертання максимальна, об/хв.	2400
Максимальний тиск, МПа	35

Основні технічні характеристики гідромоторів M5, M6 Bosch Rexroth CA 50 40 SA0N0C 00 00, що відповідають за обертання подаючих вальців барабанної рубальної машини WHT 2000, приведено в табл. 1.8.

Таблиця 1.8

Основні технічні характеристики гідромоторів M5, M6
Bosch Rexroth CA 50 40 SA0N0C 00 00

Характеристика	Значення
Робочий об'єм гідомотора, $\text{см}^3/\text{об}$	2512
Максимальний тиск, МПа	35
Частота обертання максимальна, об/хв.	280

Основні технічні характеристики гідроциліндрів ГЦ3, ГЦ4 ZE1Gso-80-680-1165-G3/4-E, що відповідають за підйом балансира барабанної рубальної машини WHT 2000, приведено в табл. 1.9.

Таблиця 1.9

Основні технічні характеристики гідроциліндрів ГЦ3, ГЦ4
ZE1Gso-80-680-1165-G3/4-E

Характеристика	Значення
Навантаження на гідроциліндрі, кН	30
Швидкість висування гідроциліндра, м/с.	0,1
Хід гідроциліндра, мм.	680
Діаметр плунжеру, мм.	80

Основні технічні характеристики гідроциліндрів ГЦ1, ГЦ2 ZD4G-63-340-G1/2, що відповідають за підйом кришки заміни ножів барабанної рубальної машини WHT 2000, приведено в табл. 1.10.

Таблиця 1.10

Основні технічні характеристики гідроциліндрів ГЦ1, ГЦ2
ZD4G-63-340-G1/2

Характеристика	Значення
Навантаження на гідроциліндрі, кН	5
Швидкість висування гідроциліндра, м/хв.	0,1
Хід гідроциліндра, мм.	340
Діаметр плунжеру, мм.	63

В гідросистемі використовується масло HLP46. Використання масла HLP46 дозволяє скоротити витрати на технічне обслуговування і ремонт агрегатів гідросистеми.

Переваги масла HLP46:

- відмінні в'язкісно-температурні властивості забезпечують надійну роботу гідросистеми в необхідному інтервалі температур
- поліпшена термоокислювальна стабільність гарантує незмінність хімічного складу масла протягом всього терміну його роботи
- виняткові протизносні властивості забезпечують підвищений ресурс вузлів гідросистеми
- високі деемульгуючі і антипінні властивості сприяють швидкому відділенню води і руйнуванню
- відмінна гідролітична стабільність забезпечує захист деталей гідросистеми від хімічного впливу і корозії.

Стандартні фізико-хімічні характеристики масла HLP46 приведено в табл. 1.11.

Таблиця 1.11

Стандартні фізико-хімічні характеристики масла HLP46

Назва показника	Значення
В'язкість кінематична при 40 °C, мм ² /с	46
Індекс в'язкості	95
Густина при 20°C, г/см ³ , не більше	0.881
Температура спалаху, °C, не нижче	210
Температура застигання, °C, не вище	-27

Основні характеристики гідроприводу барабанної рубальної машини WHT 2000 приведено в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12

Основні характеристики гідроприводу барабанної
рубальної машини WHT 2000

Характеристика	Значення
Робочий тиск максимальний	35 МПа
Максимальна витрата	210 л/хв
Робоча температура	+10 ... +50 °С
Об'єм баку	790 л

1.2.2. Циклограма роботи гідроприводу барабанної рубальної машини

Цикли роботи машини можна розділити на три етапи (рис. 1.9):

Перший етап – режим розгону. Працює М4 розгону ротора машини. Розгон триває близько 3 хв. Коли ротор досягає частоти обертання 930 об/хв., М4 вимикається, перший етап завершено.

Другий етап – режим роботи машини. Працюють М5, М6 обертання подаючих вальців, та ГЦ3, ГЦ4 підйому балансира. Кожні 10 годин роботи машини впродовж 2 хв. відбувається змащування ланцюга. В залежності від команд оператора, виконавчі пристрої можуть припиняти свою роботу. Якщо на підприємстві, де встановлено машину, є необхідність в безперервній роботі машини, то другий етап триває 36 годин, обмежуючись третім етапом.

Третій етап – режим заміни ножів. Для стабільної роботи машини необхідно встановити заточені ножі. Тривалість етапу складає 1 годину.

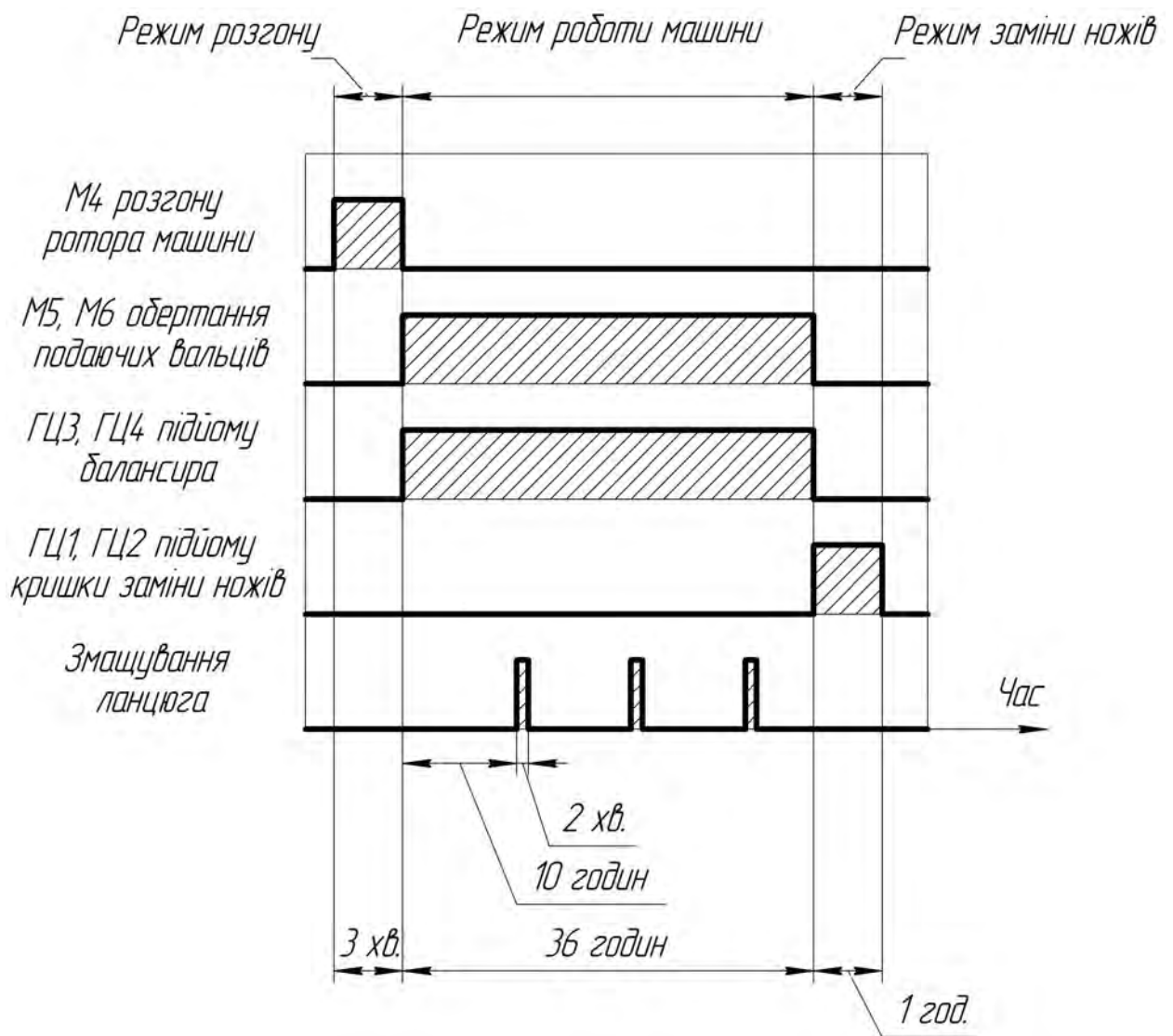


Рис. 1.9 Циклограма роботи гідроприводу барабанної рубальної машини

РОЗДІЛ 2. МОДЕРНІЗАЦІЯ ГІДРОПРИВОДУ БАРАБАННОЇ РУБАЛЬНОЇ МАШИНИ

2.1. Клапан тиску

Запропоновано модернізувати систему шляхом встановлення клапану тиску з пропорційним керуванням замість блоку обмеження максимального робочого тиску, що складається з двох переливних клапанів і розподільника (рис. 2.1) з метою більш тонкого регулювання тиску в гідросистемі. Враховуючи великі значення витрати в гідросистемі барабанної рубальної машини, обирається клапан тиску непрямої дії.

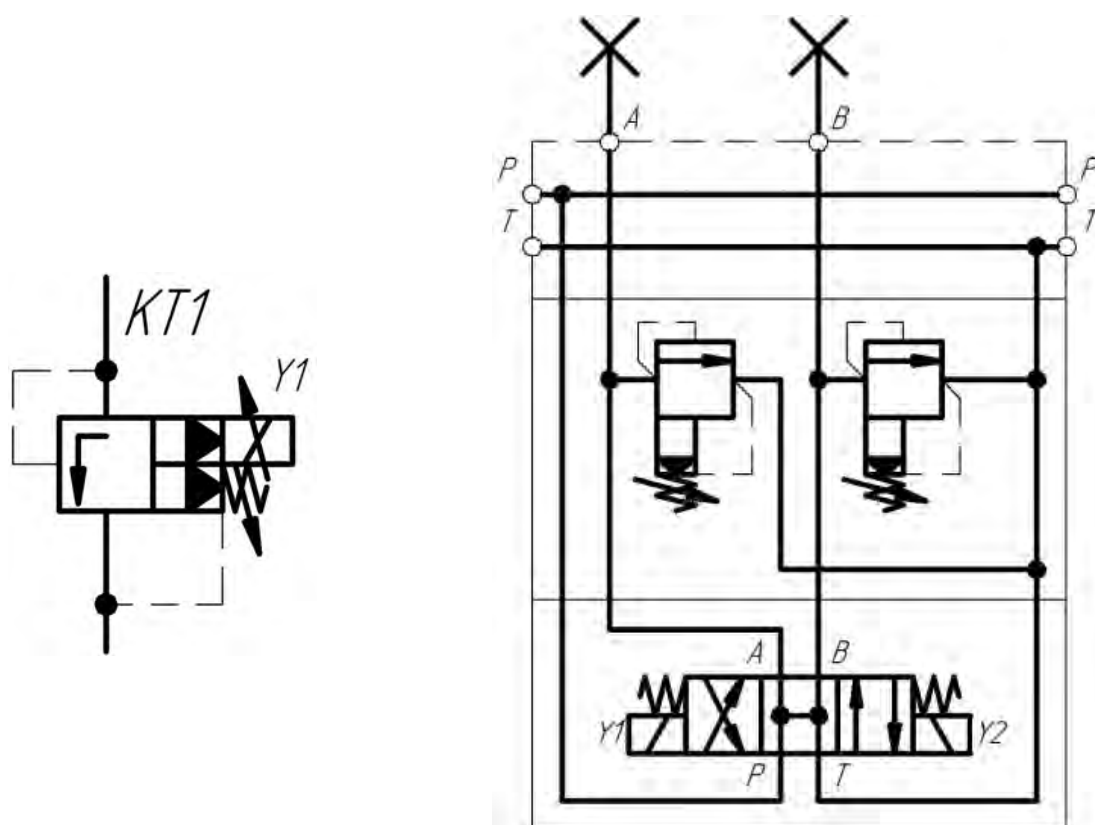


Рис. 2.1 Клапан тиску з пропорційним керуванням (зліва) і блок
обмеження максимального робочого тиску (справа)

Спроековано клапан тиску непрямої дії стикового монтажу (рис. 2.2). Він включає в себе головний клапан (1) на основі вставної втулки з головним запірним елементом (3), та пілотний клапан (2). Використання клапанів тиску з пропорційним управлінням дозволяє при необхідності безперервно регулювати тиск в різних лініях гідросистеми за допомогою електричного сигналу.

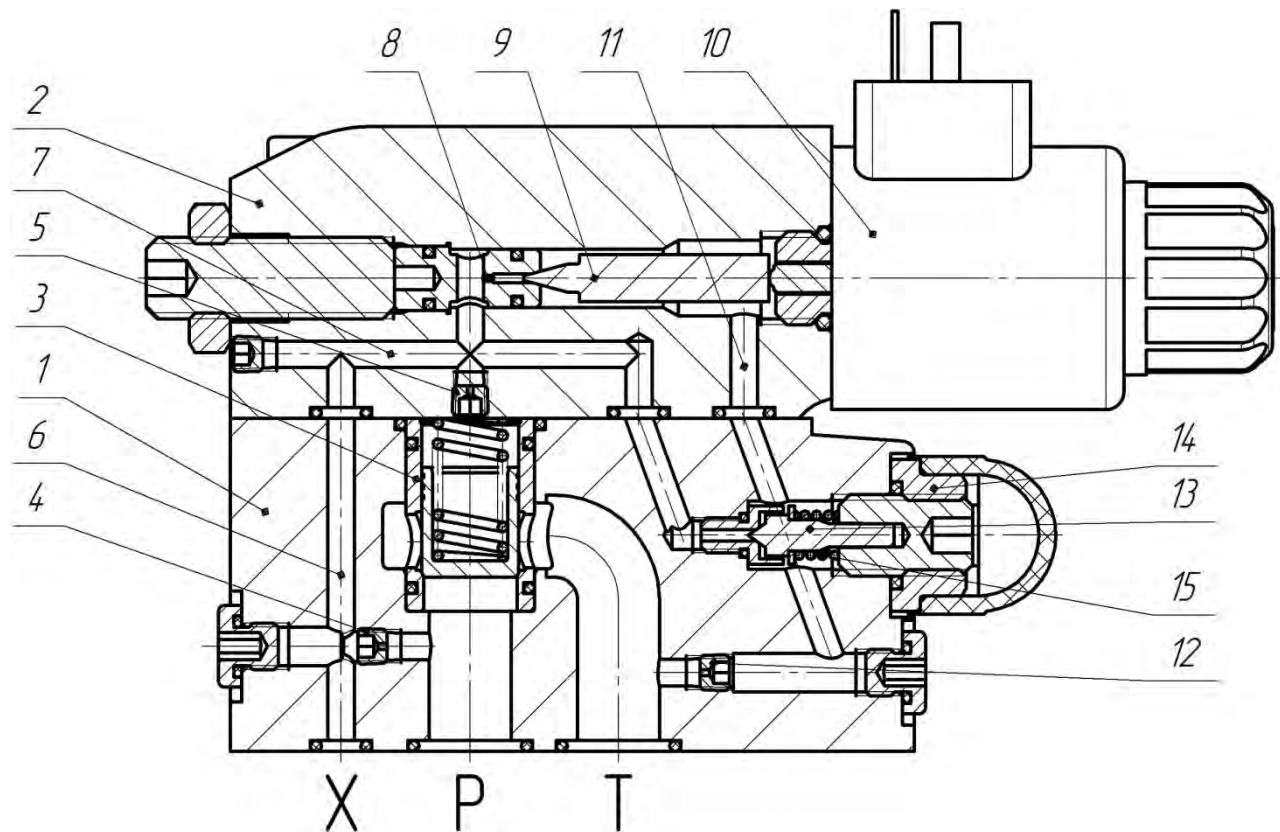


Рис. 2.2 Клапан тиску непрямої дії стикового монтажу

Тиск, підведений до каналу Р, діє на головний запірний елемент (3). Одночасно рідина з каналу Р під тиском проходить через лінії управління (6, 7) і демпфери (4, 5) до верхньої порожнини головного запірного елемента (3), де встановлена пружина. Через отвір (8) тиск одночасно подається на запірний елемент (9) пропорційного керуючого клапана. Сила протидії відкриттю запірного елемента (9) створюється пропорційним соленоїдом (10) і залежить від напруги на ньому. Якщо гідравлічна сила перевищує силу, що

утворена соленоїдом, запірний елемент (9) зміщується вправо. Управляючий потік робочої рідини із пружинної порожнини головного запірного елемента (3) може тепер текти через лінію управління (11) і демпфер (12) в бак. Таким чином, через втрату тиску на демпферах (4,5), створюється перепад тиску на головному запірному елементі (3), в результаті чого відкривається з'єднання ліній Р до Т. Потік рідини проходить з ліній Р в лінію Т, підтримуючи в лінії Р встановлений тиск, який контролюється соленоїдом (10). В якості гідравлічної захисту від неприпустимо високого тиску вбудований підпружинений запобіжний клапан (13) обмеження максимального робочого тиску клапана. Це обмеження максимального тиску попередньо встановлено на відповідне значення тиску за допомогою гайки (14). У робочому діапазоні клапана, запірний елемент (13) утримується у закритому стані пружиною (15). Якщо тиск в пружинній порожнині головного запірного елемента (3) перевищує тиск налаштування клапана (13), пружина (15) стискається і запірний елемент (13) зміщується вправо. Потік рідини через лінію демпфер (12) проходить в бак. Через порт Х клапан може бути розвантажений, або переключен на більш низький тиск.

Технічні вимоги клапана тиску:

1. При транспортуванні залити масло HLP46, входні отвори заглушити технологічними заглушками
2. Забруднення внутрішніх поверхонь при складанні не допускається
3. Перед складанням промити деталі трихлоретиленом та провести обдувку стисненим повітрям

Загальні характеристики:

1. З'єднання: монтаж на проміжній плиті згідно ISO 6264
2. Положення установки: бажано горизонтальне
3. Температура навколишнього повітря: -20 ... +80 °C

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Гідравлічні характеристики:

1. Максимальний робочий тиск: канали Р і Х до 350 бар, канал Т до 30 бар.
2. Номінальна витрата: 250 л/хв
3. Робоче середовище: гідравлічне масло HLP46
4. В'язкість рекомендована 30 ... 50 мм/с, допустима 20 ... 380 мм/с
5. Температура робочого середовища: -20 ... +70 °C

Електричні характеристики соленоїду пропорційного регулювання:

1. Коефіцієнт використання: 100% при ефективному розподілі навантаження
2. Номінальна напруга: 12 В (макс. сила струму 2,5 А), 16 В (макс. сила струму 1,3 А)
3. Опір котушки: 4,28 Ом (при 12 В), 12 Ом (при 16 В)
4. З'єднувачі електромагнітів: роз'єм згідно EN 175301-803

Клапан виступає в ролі обмежувача тиску і дає можливість регулювати максимальний тиск під потреби гідросистеми у конкретні етапи роботи машини. Потужність, яка споживається виконавчими пристроями гідроприводу, залежить від витрати робочої рідини та від тиску в системі. Враховуючи це, можна зробити висновок, що обмежуючи робочий тиск максимально близько до його необхідного значення в окремих тактах, можна більш ефективно використовувати потужність гідроприводу. А ефективне використання потужності, помножене на час роботи машини, в свою чергу призводить до суттєвої економії енергії.

2.1.1 Гідравлічний розрахунок лінії управління клапана

Проведемо гідравлічний розрахунок лінії управління клапана [11], по якій рідина підводиться до запірного елемента (9) управляючого клапану і через лінію (11) і демпфер (12) зливається в бак при його відкритті. Побудуємо схему довжин, діаметрів і місцевих опорів ділянок трубопроводу, по яким проходить рідини при відкритті управляючого клапана (рис. 2.3).

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

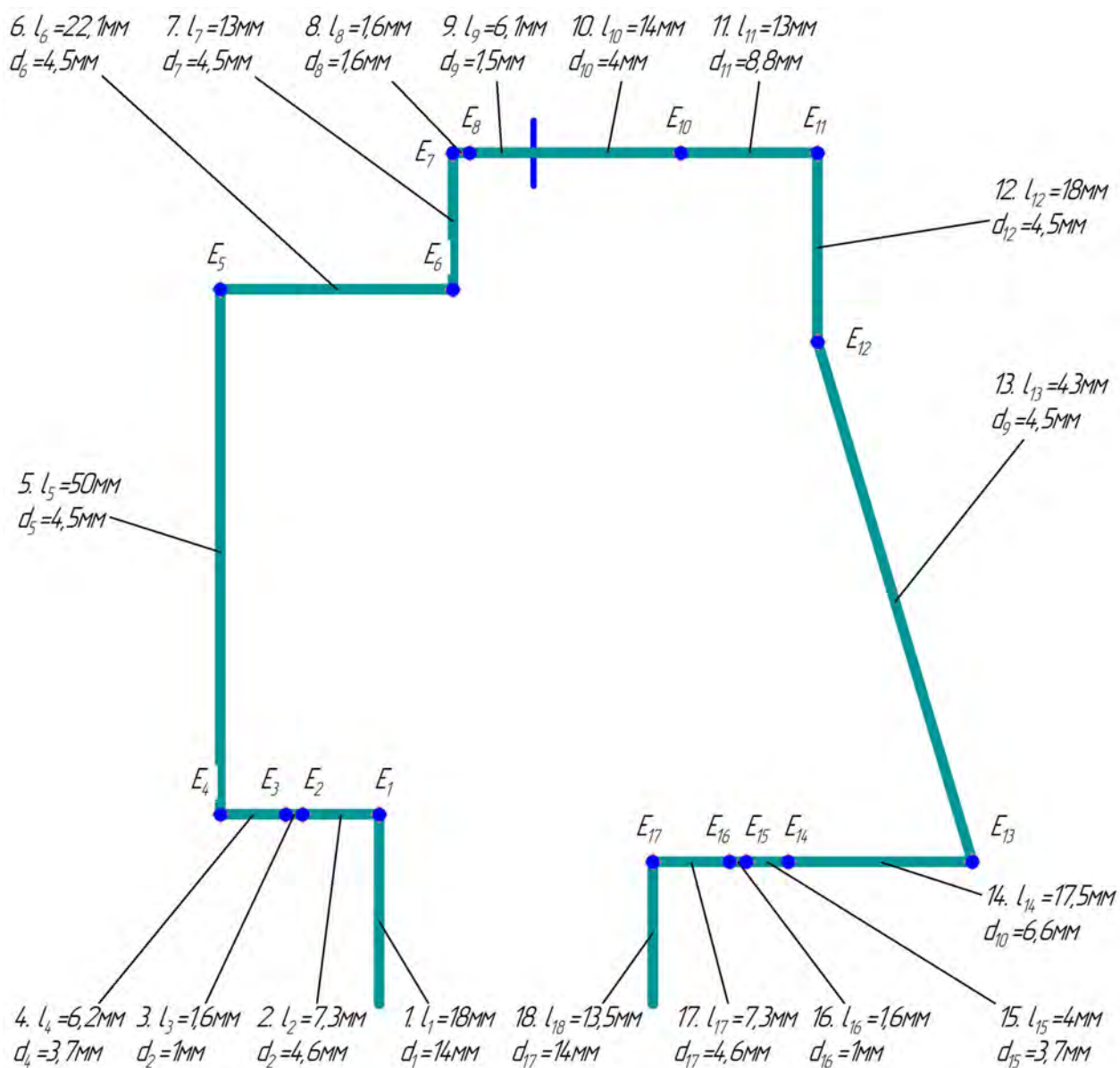


Рис. 2.3 Схема довжин, діаметрів і місцевих супротивів ділянок трубопроводу

Вхідні дані до розрахунку:

- Витрата в лінії управління: $Q = 4,5 \text{ л / хв} = 75 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 / \text{с}$;
- Тиск в підводящому каналі Р: $p = 12 \text{ МПа}$;
- Густина робочої рідини: $\rho = 881 \text{ кг / м}^3$;
- Кінематична в'язкість робочої рідини: $\nu = 46 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$;

За діаметром трубопроводу ділянки визначимо швидкість руху рідини на ділянці за формулою:

$$V_i = \frac{4Q}{\pi \cdot d_i^2}$$

Визначимо втрати тиску на гідравлічне тертя. Гідравлічні втрати в гідролініях складаються із втрат на гідравлічне тертя Δp_{Ti} кожної ділянки, втрат у місцевих опорах Δp_{Mi} .

Втрати тиску на тертя розраховуються за формулою:

$$\Delta p_{Ti} = \frac{\lambda_i \cdot l_i \cdot \rho \cdot V_i^2}{2 \cdot d_i}$$

, де λ - коефіцієнт тертя;

l - довжина ділянки трубопроводу;

d - внутрішній діаметр трубопроводу.

Коефіцієнт тертя λ залежить від режиму плин рідини і визначається в залежності від числа Рейнольдса для кожної ділянки:

$$Re_i = \frac{V_i \cdot d_i}{\nu}$$

При ламінарному русі рідини ($Re < 2320$):

$$\lambda_i = \frac{64}{Re_i}$$

При турбулентному русі рідини ($Re \geq 2320$):

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$$

Розрахуємо втрати тиску на гідравлічне тертя на ділянках 1-18.
Результати розрахунків занесемо в табл. 2.1, табл. 2.2, табл. 2.3:

Таблиця 2.1

Втрати тиску на гідравлічне тертя на ділянках 1-6

Номер ділянки	1	2	3	4	5	6
Довжина ділянки l , м	0,018	0,0073	0,0016	0,0062	0,05	0,0221
Діаметр ділянки d , м	0,014	0,0046	0,001	0,0037	0,0045	0,0045
Швидкість руху рідини V , м/с	0,487	4,515	95,541	6,979	4,718	4,718
Число Рейнольдса Re	148,36	451,52	2076,99	561,35	461,55	461,55
Коефіцієнт тертя λ	0,431	0,142	0,031	0,114	0,139	0,139
Втрати тиску на тертя Δp_T , Па	58,05	2020,07	198241,83	4098,83	15107,59	6677,56

Таблиця 2.2

Втрати тиску на гідравлічне тертя на ділянках 7-12

Номер ділянки	7	8	9	10	11	12
Довжина ділянки l , м	0,013	0,0016	0,0061	0,014	0,013	0,018
Діаметр ділянки d , м	0,0045	0,001	0,0015	0,004	0,0088	0,0045
Швидкість руху рідини V , м/с	4,718	95,541	42,463	5,971	1,234	4,718
Число Рейнольдса Re	461,55	2076,99	1384,66	519,25	236,02	461,55
Коефіцієнт тертя λ	0,139	0,031	0,046	0,123	0,271	0,139
Втрати тиску на тертя Δp_T , Па	3927,97	198241,83	149293,23	6775,84	268,59	5438,73

Таблиця 2.3

Втрати тиску на гідравлічне тертя на ділянках 13-18

Номер ділянки	13	14	15	16	17	18
Довжина ділянки l , м	0,043	0,0175	0,004	0,0016	0,0073	0,0135
Діаметр ділянки d , м	0,0045	0,0066	0,0037	0,001	0,0046	0,014
Швидкість руху рідини V , м/с	4,718	2,193	6,979	95,541	4,515	0,487
Число Рейнольдса Re	461,55	314,69	561,35	2076,99	451,52	148,36
Коефіцієнт тертя λ	0,139	0,203	0,114	0,031	0,142	0,431
Втрати тиску на тертя Δp_T , Па	12992,53	1142,71	2644,41	198241,83	2020,07	43,54

Розрахуємо втрати у місцевих опорах, які визначаються за формулою:

$$\Delta p_{Mi} = 0,5 \rho E_i V_i^2$$

, де E_i - коефіцієнт місцевого опору.

При повороті шляху руху рідини на 90° , $E_{нов} = 1,1$;

При раптовому звуженні, $E_{розш} = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{d_2^2}{d_1^2} \right)$;

При раптовому звуженні, $E_{звуж} = \left(1 - \frac{d_1^2}{d_2^2} \right)^2$.

Результати розрахунків занесемо в табл. 2.4, табл. 2.5, табл. 2.6:

Таблиця 2.4

Втрати тиску у місцевих опорах в точках 1-6

Номер точки	1	2	3	4	5	6
Втрати на поворот, Па	115,14			23600,16	10786,28	10786,28
Втрати на раптове звуження, Па	46,68	4278,02				
Втрати на раптове розширення, Па			1727489,75	1125,77		
Сума місцевих втрат, Па	161,82	4278,02	1727489,75	24725,93	10786,28	10786,28

Таблиця 2.5

Втрати тиску у місцевих опорах в точках 7-12

Номер точки	7	8	9	10	11	12
Втрати на поворот, Па	10786,28				737,55	
Втрати на раптове звуження, Па	4660,74				247,58	
Втрати на раптове розширення, Па		620517,62		4943,46		
Сума місцевих втрат, Па	15447,02	620517,62		4943,46	985,13	0,00

Таблиця 2.6

Втрати тиску у місцевих опорах в точках 13-18

Номер точки	13	14	15	16	17	18
Втрати на поворот, Па		2331,02			9878,49	
Втрати на раптове звуження, Па		726,56	9943,75			
Втрати на раптове розширення, Па	1403,97			1824941,13	3573,03	
Сума місцевих втрат, Па	1403,97	3057,58	9943,75	1824941,13	13451,52	0,00

Розрахуємо втрати на щілині запірного елемента (9):

$$\Delta p_{E9} = p - \sum \Delta p_T - \sum \Delta p_M = 920 \text{ кПа}$$

Рівняння рівноваги сил на запірному елементі (9) має наступний вигляд:

$$F_{ст} + F_{дин} = F_{магн}$$

Сили гідростатичного і гідродинамічного тиску врівноважуються силою магніта. Сила гідростатичного тиску розраховується як:

$$F_{ст} = \Delta p_{E9} \cdot \pi \cdot \left(d'^2 + \frac{(d'' - d')^2}{2} \right) = 1,84 \text{ Н}$$

, де $d' = 1,5 \text{ мм}$ - менший діаметр конусу, який виступає у ролі сідла для запірного елемента (9);

$d'' = 2,3 \text{ мм}$ - більший діаметр конусу.

Сила гідродинамічного тиску розраховується як:

$$F_{дин} = Q \cdot \rho (V_9 - V_{10} \cdot \cos \frac{\alpha}{2}) = 2,7 \text{ Н}$$

, де $\alpha = 30^\circ$ - кут конусу.

Сила магніта дорівнює:

$$F_{магн} = 4,54 \text{ Н}$$

, що відповідає напрузі на магніті $U = 6,5 \text{ В}$.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Принципова гідравлічна схема модернізованого гідроприводу барабанної рубальної машини WHT 2000 показана на рис. 2.4 [12].

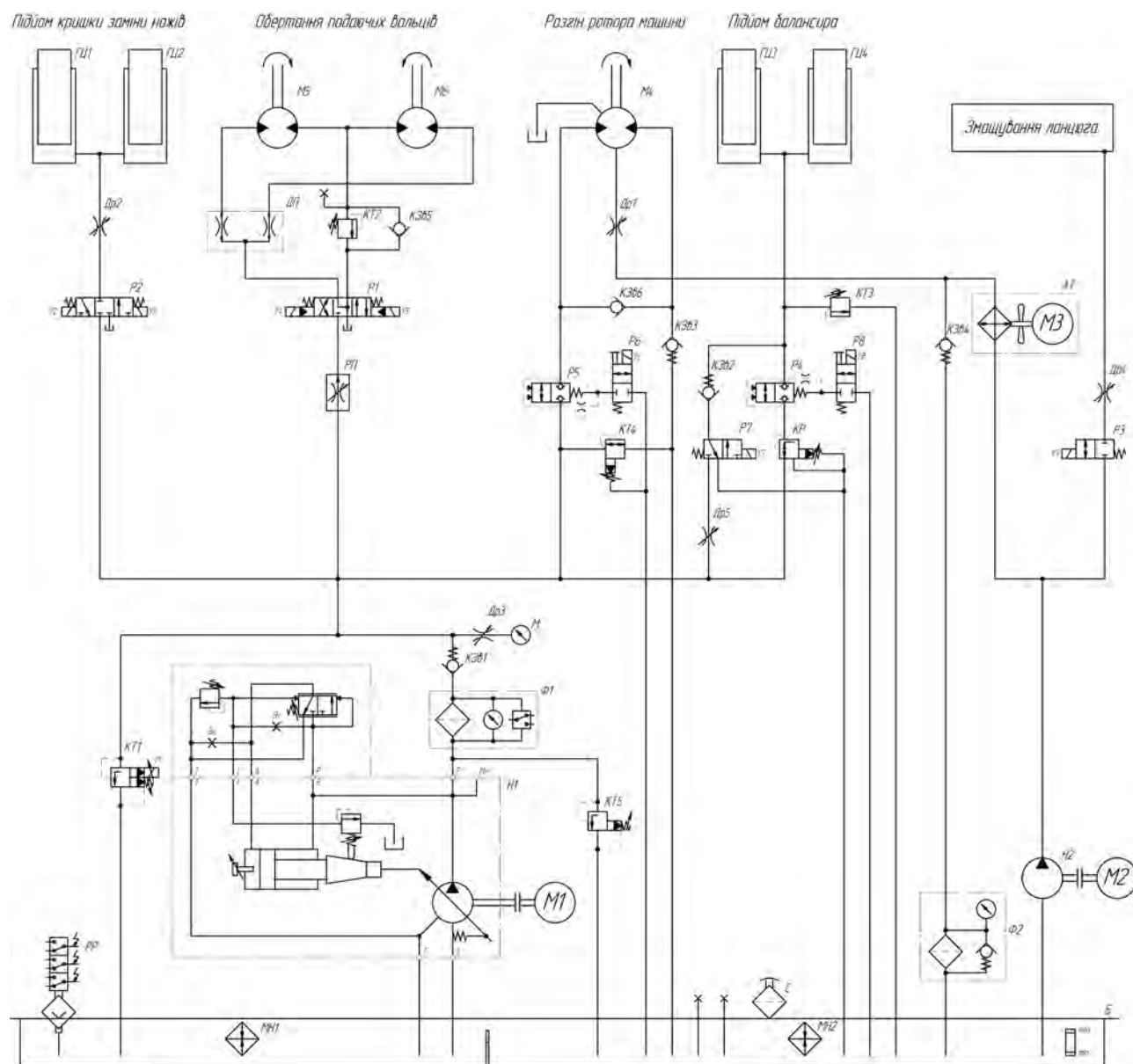


Рис. 2.4 Принципова гідравлічна схема модернізованого гідроприводу барабанної рубальної машини WHT 2000

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ

Лист

44

Принципова електрична схема модернізованого гідроприводу барабанної рубальної машини WHT 2000 показана на рис. 2.5.

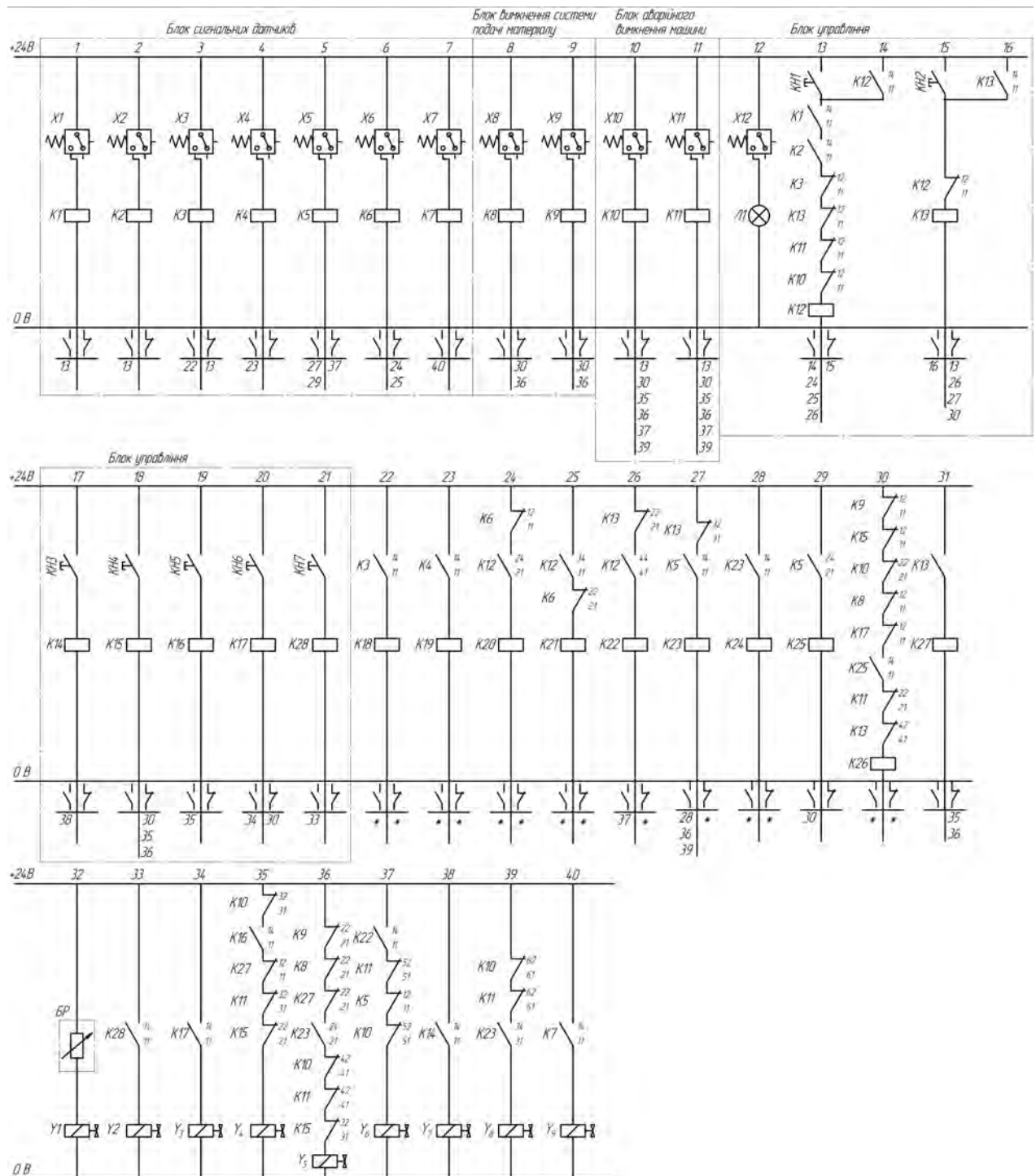


Рис. 2.5 Принципова електрична схема модернізованого гідроприводу барабанної рубальної машини WHT 2000

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ

Лист

45

Опис елементів електросхеми:

- Датчики і умова, при якій відбувається спрацювання датчика:

X1 - стопорне пристосування двері до огорожі рубальної машини закрито.

X2 - кришка заміни ножа закрита.

X3 - температура робочої рідини становить менше 10 °С.

X4 - температура робочої рідини становить більше 50 °С.

X5 - частота обертання ротора мінімум 862 об/хв.

X6 - ротор зупинено після його обертання.

X7 - сигнал змащування ланцюга.

X8 - рівень наповнення рубальної машини перевищено.

X9 - котушка металошукача виявляє метал.

X10 - температура робочої рідини становить більше 70 °С.

X11 - в баці занадто мало масла.

X12 - фільтр Ф1 забруднено.

- Кнопки в кабіні оператора:

КН1 - кнопка без фіксації "АВТО".

КН2 - кнопка без фіксації "СТОП".

КН3 - кнопка без фіксації "БАЛАНСИР ВГОРУ".

КН4 - кнопка з фіксацією "ПОДАЮЧІ ВАЛЬЦІ І ЗАВАНТАЖУВАЛЬНА СТРІЧКА СТОП".

КН5 - кнопка без фіксації "ПОДАЮЧІ ВАЛЬЦІ НАЗАД".

КН6 - кнопка без фіксації "КРИШКА ЗАМІНИ НОЖІВ ВГОРУ".

КН7 - кнопка без фіксації "КРИШКА ЗАМІНИ НОЖІВ ВНИЗ".

- Перелік реле і дія, що виконується при спрацюванні реле:

К18 - вмикання маслонагрівачів МН1, МН2.

К19 - вмикання електродвигуна М3 апатата теплообмінного АТ.

К20 - вмикання транспортування тріски з рубальної машини.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- K21 - вмикання електродвигуна M2 насосу H2.
- K22 - вмикання електродвигуна M1 насосу H1.
- K23 - вмикання головного електродвигуна приводу ротора.
- K24 - вмикання металодетектора.
- K25 - витримки часу, 0,5 хв.
- K26 - вмикання стрічки завантажувальної стрічки.
- K27 - витримки часу, 10с.

Додаткові позначення:

- Л - індикатор, включення якого сповіщає про забруднення фільтру Ф1.
- БР - блок регулювання пропорційним магнітом Y1.
- * - підключення реле згідно силової електросхеми запуску двигунів.

2.2. Розрахунок гідросистеми

Знайдемо витрату, тиск і споживану потужність усіх гідродвигунів, враховуючи їх основні технічні характеристики, описані в п.1.2.1., та деякі технологічні залежності роботи машини:

1) Гідромотор розгону ротора машини M4

За даними, отриманими на підприємстві, де використовується барабанна рубальна машина WHT 2000, графік крутного моменту і частоти обертання гідромотору M4 при розгоні ротора виглядає так, як показано на рис. 2.6.

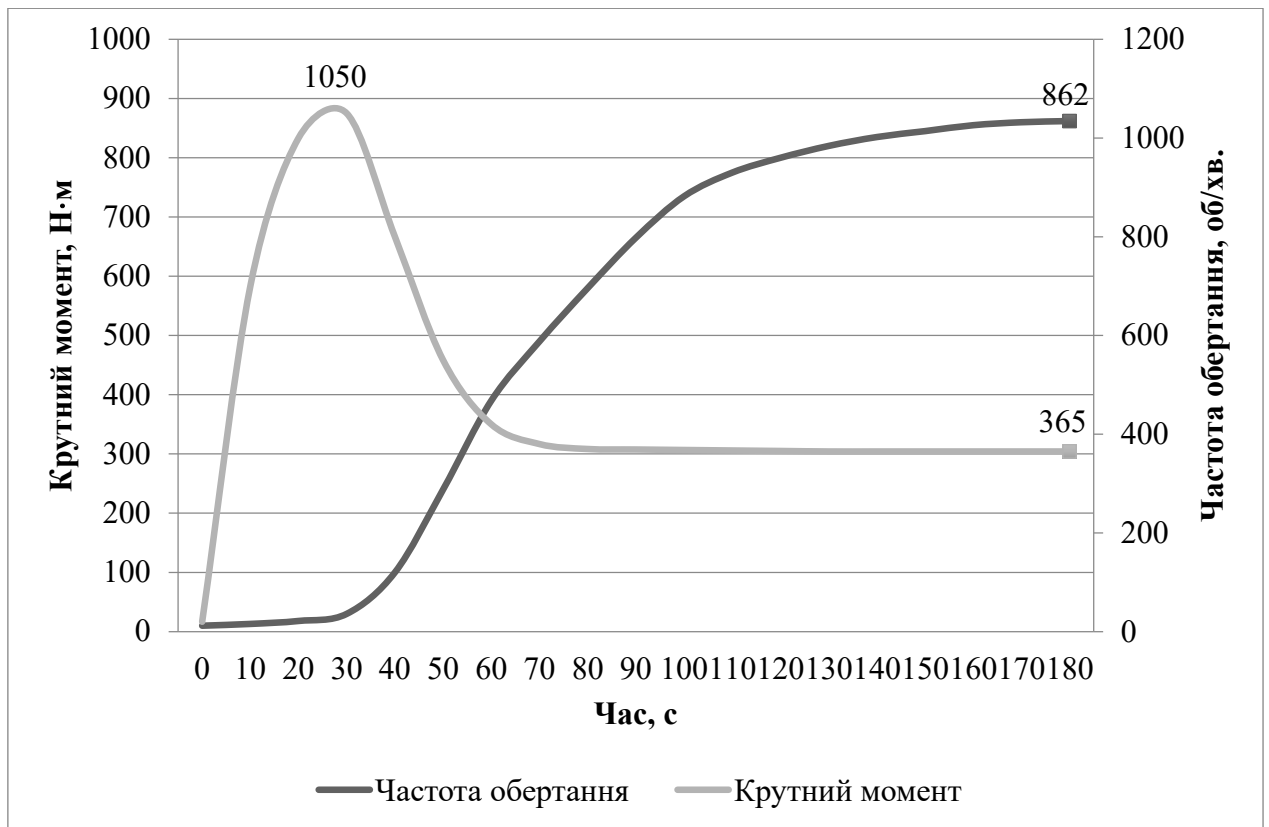


Рис. 2.6 Розрахункова залежність крутного моменту і частоти обертання гідромотору М4 при розгоні ротора

Загальний ККД гідромотору розраховується за формулою:

$$\eta_1 = \eta_{зм} \cdot \eta_o = \frac{M_1 \cdot 2\pi n_1}{\Delta p_1 \cdot Q_1}$$

, де Δp_1 – перепад тиску на гідромоторі М4;

$Q_1 = q_1 \cdot n_1$ – витрата робочої рідини, де $q_1 = 226 \text{ см}^3/\text{об}$ – робочий об’єм гідромотору;

n_1 – заміряна частота обертання валу гідромотору;

M_1 – заміряний крутий момент гідромотору;

$\eta_{зм} = 0,97$ – гідромеханічний ККД гідромотору;

$\eta_o = 0,98$ – об’ємний ККД гідромотору;

Розрахуємо залежність перепаду тиску на гідромоторі від крутного моменту:

$$\Delta p_1 = \frac{M_1 \cdot 2\pi}{\eta_{2M} \cdot q_1} = \frac{2 \cdot 3,14}{0,97 \cdot 226 \cdot 10^{-6}} M_1 = 28,65 \cdot 10^3 \cdot M_1$$

Розрахуємо залежність витрати робочої рідини від частоти обертання:

$$Q_1 = \frac{q_1 \cdot n_1}{\eta_o} = \frac{226 \cdot 10^{-6}}{0,98} n_1 = 230,6 \cdot 10^{-6} \cdot n_1$$

Побудуємо графік залежності перепаду тиску і витрати гідромотору М4 при розгоні ротора від часу (рис. 2.7):

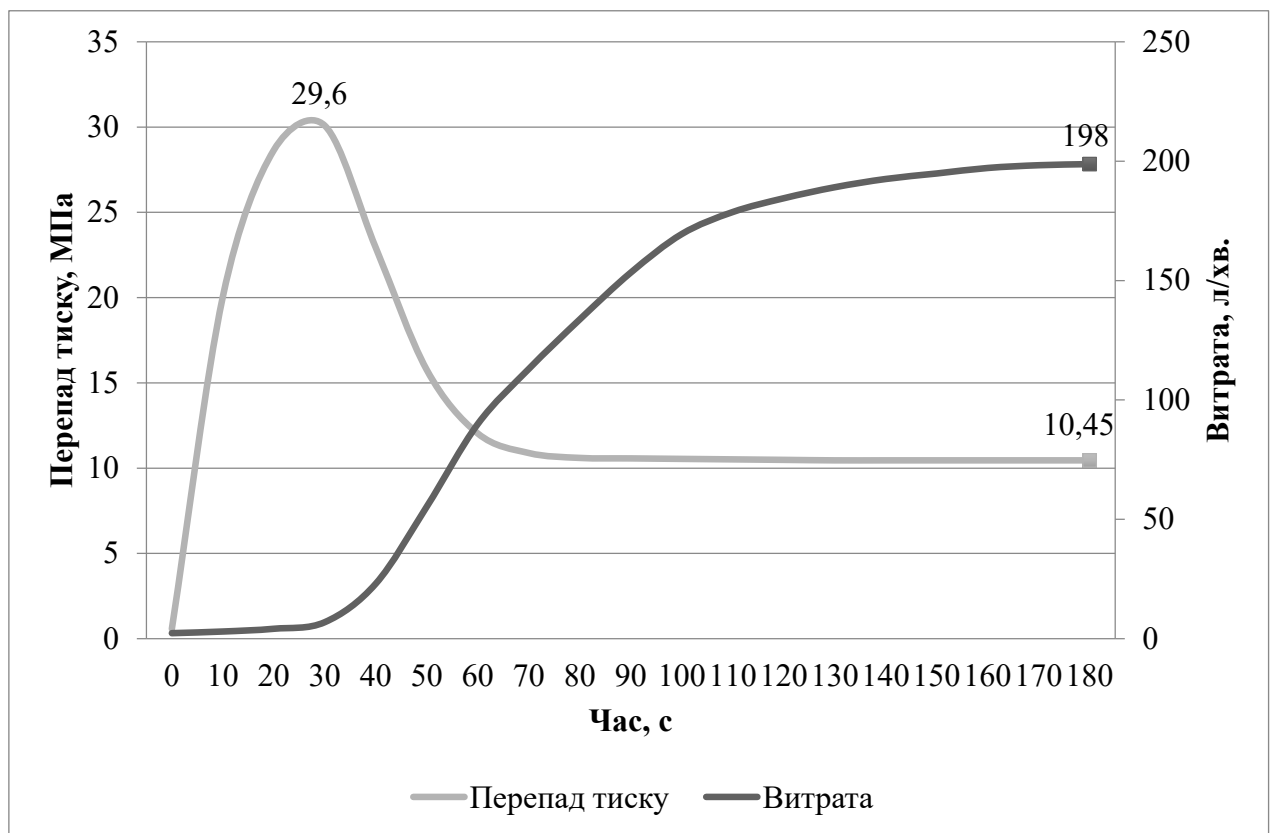


Рис. 2.7 Залежність перепаду тиску і витрати гідромотору М4 при розгоні ротора від часу

На цьому етапі роботи гідросистеми налаштовуємо клапан тиску КТ1 на тиск 30 МПа.

Потужність споживана гідромотором М4 при розгоні ротора розраховується як добуток перепаду тиску на витрату:

$$P_1 = \Delta p_1 \cdot Q_1$$

Побудуємо графік залежності споживаної гідромотором М4 потужності при розгоні ротора від часу (рис. 2.8):

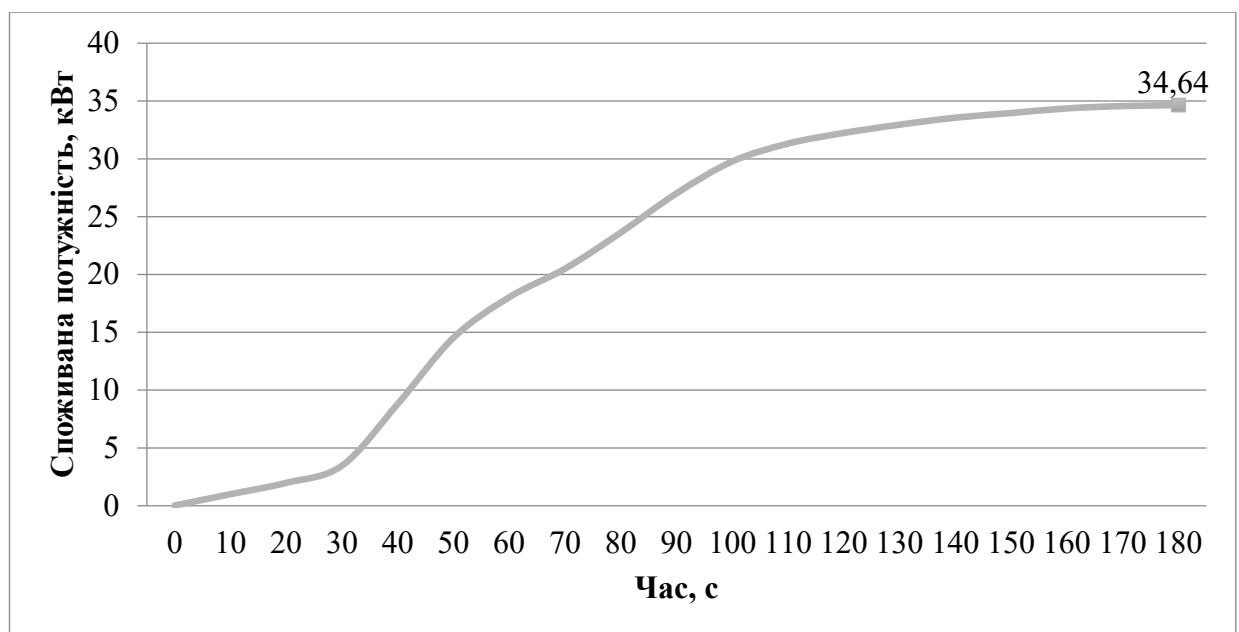


Рис. 2.8 Залежність споживаної гідромотором М4 потужності при розгоні ротора від часу

Проведемо гідравлічний розрахунок для даного етапу роботи гідросистеми, задача якого - визначити діаметри трубопроводів і втрати тиску, що виникають у них при переміщенні робочої рідини.

Розрахунок варто робити по ділянках, що мають однакову витрату. Ділянка являє собою трубопровід з установленими на ньому місцевими опорами (трійники, штуцера, коліна і т.і.) і гідроапаратами.

Діаметр трубопроводу розраховується по формулі:

$$d_i = \sqrt{\frac{4Q_1}{\pi \cdot V_{cp}}}$$

, де Q_1 - витрата рідини на ділянці, що розраховується;

V_{cp} - середня швидкість рідини на цій ділянці.

Як видно з графіку, при розгоні ротора, витрата досягає значення в 200 л/хв. З врахуванням витоків рідини, можна сказати, що насос працює при максимальному робочому об'ємі. Отже будемо вважати, що $Q_{H1}=210$ л/хв.

Середню швидкість рідини вибирають у залежності від призначення трубопроводу:

- для всмоктувальних ліній $V_{вс}=0,5 \dots 1,5$ м/с;
- для зливальних ліній $V_{зл}=1,4 \dots 2,2$ м/с;
- для напірних ліній $V_{нп}=3 \dots 6$ м/с.

Визначимо діаметри трубопроводів:

- внутрішній діаметр трубопроводу всмоктувальної ліній:

$$d_{вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot 210}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 60000}} = 0,054 \text{ м}$$

Обираємо рукав для всмоктувальних ліній: $d_{вс} = 60 \times 6$ мм.

- внутрішній діаметр трубопроводу напірної ліній:

$$d_{нп} = \sqrt{\frac{4 \cdot 210}{3,14 \cdot 3,5 \cdot 60000}} = 0,036 \text{ м}$$

Обираємо рукав високого тиску: $d_{нп} = 38 \times 6$ мм.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

- внутрішній діаметр трубопроводу зливної ліній:

$$d_{зл} = \sqrt{\frac{4 \cdot 210}{3,14 \cdot 2 \cdot 60000}} = 0,047 м$$

Обираємо рукав високого тиску: $d_{nn} = 51 \times 5 мм.$

За прийнятим діаметром визначаємо дійсну швидкість руху рідини в трубопроводі:

- на всмоктувальній ділянці:

$$V_{вс} = 4 \frac{Q_1}{\pi \cdot d_{вс}^2} = \frac{4 \cdot 210}{3,14 \cdot 60000 \cdot 0,06^2} = 1,24 м / с$$

- на напірній ділянці:

$$V_{nn} = 4 \frac{Q_1}{\pi \cdot d_{nn}^2} = \frac{4 \cdot 210}{3,14 \cdot 60000 \cdot 0,038^2} = 3,1 м / с$$

- на зливній ділянці:

$$V_{зл} = 4 \frac{Q_1}{\pi \cdot d_{зл}^2} = \frac{4 \cdot 210}{3,14 \cdot 60000 \cdot 0,051^2} = 1,7 м / с$$

Визначимо втрати тиску на гідравлічне тертя. Гідравлічні втрати в гідролініях складаються із втрат на гідравлічне тертя Δp_T , втрат у місцевих опорах Δp_M і втрат у гідроапаратах Δp_o .

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Втрати тиску на тертя розраховуються за формулою [13]:

$$\Delta p_T = \frac{\lambda \cdot l \cdot \rho \cdot V^2}{2 \cdot d}$$

, де λ - коефіцієнт тертя;

l - довжина ділянки трубопроводу;

ρ - щільність робочої рідини;

V - середня швидкість рідини,

d - внутрішній діаметр трубопроводу.

Коефіцієнт тертя λ залежить від режиму плинущої рідини і визначається в залежності від числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

, де ν - кінематична в'язкість рідини.

При ламінарному русі рідини ($Re < 2320$), враховуючи можливість звуження і викривлення перерізу труби при практичних розрахунках приймають [14]:

$$\lambda = 75 / Re$$

При турбулентному русі ($Re \geq 2320$) коефіцієнт тертя λ залежить від числа Рейнольдса, і розраховується за формулою:

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$$

При $Re \geq 10^5$ коефіцієнт тертя λ практично не залежить від Re і дорівнює 0,02. Розрахуємо втрати тиску на тертя:

- на всмоктувальній лінії, довжина якої $l_{вс}=0,3м$:

Число Рейнольдса:

$$Re_{вс} = \frac{V_{вс} \cdot d_{вс}}{\nu} = \frac{1,24 м / с \cdot 0,06 м}{46 \cdot 10^{-6} м^2 / с} = 1617$$

$Re < 2320$ - маємо ламінарний режим течії на всмоктувальній ділянці.

Коефіцієнт тертя:

$$\lambda_{вс} = 75 / 1617 = 0,046$$

Втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_{T_{вс}} = \frac{\lambda_{вс} \cdot l_{вс} \cdot \rho \cdot V_{вс}^2}{2 \cdot d_{вс}} = \frac{0,046 \cdot 0,3 \cdot 881 \cdot 1,24^2}{2 \cdot 0,06} = 125 Па$$

- на напірній лінії, довжина якої $l_{нп}=15м$:

Число Рейнольда:

$$Re_{нп} = \frac{V_{нп} \cdot d_{нп}}{\nu} = \frac{3,1 м / с \cdot 0,038 м}{46 \cdot 10^{-6} м^2 / с} = 2560$$

$Re > 2320$ - маємо турбулентний режим течії на напірній ділянці.

Коефіцієнт тертя:

$$\lambda_{нп} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re_{нп}}} = 0,044$$

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_{T_{nn}} = \frac{\lambda_{nn} \cdot l_{nn} \cdot \rho \cdot V_{nn}^2}{2 \cdot d_{nn}} = \frac{0,044 \cdot 15 \cdot 881 \cdot 3,1^2}{2 \cdot 0,038} = 23717 \text{ Па}$$

- на зливній лінії, довжина якої $l_{zl}=15\text{м}$:

Число Рейнольдса:

$$\text{Re}_{zl} = \frac{V_{zl} \cdot d_{zl}}{\nu} = \frac{1,7 \text{ м/с} \cdot 0,051 \text{ м}}{46 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}} = 1884$$

$\text{Re} < 2320$ - маємо ламінарний режим течії на зливній ділянці.

Коефіцієнт тертя:

$$\lambda_{zl} = 75 / 1884 = 0,04$$

Втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_{T_{zl}} = \frac{\lambda_{zl} \cdot l_{zl} \cdot \rho \cdot V_{zl}^2}{2 \cdot d_{zl}} = \frac{0,04 \cdot 15 \cdot 881 \cdot 1,7^2}{2 \cdot 0,051} = 8810 \text{ Па}$$

Сумарні втрати на гідравлічне тертя:

$$\sum \Delta p_T = 125 + 23717 + 8810 = 30,3 \text{ кПа}$$

Розрахуємо втрати у місцевих опорах, які визначаються за формулою:

$$\Delta p_M = 0,5 \rho \xi v^2$$

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

, де ξ - коефіцієнт місцевого опору.

Визначимо значення місцевих втрат для кожного виду місцевого опору

- для напірної лінії:

Раптове розширення (вхід в гідромотор):

$$\Delta p_{M1} = 0,5 \rho \xi_1 v_{nn}^2 = 0,5 \cdot 881 \cdot 0,85 \cdot 3,1^2 = 3598 \text{ Па}$$

Трійник:

$$\Delta p_{M2} = 0,5 \rho \xi_2 v_{nn}^2 = 0,5 \cdot 881 \cdot 2,25 \cdot 3,1^2 = 9524 \text{ Па}$$

Коліно закруглене:

$$\Delta p_{M3} = 0,5 \rho \xi_3 v_{nn}^2 = 0,5 \cdot 881 \cdot 0,14 \cdot 3,1^2 = 592 \text{ Па}$$

- для зливної лінії:

Раптове звуження (вихід з гідромотору):

$$\Delta p_{M4} = 0,5 \rho \xi_4 v_{zl}^2 = 0,5 \cdot 881 \cdot 0,6 \cdot 1,7^2 = 763 \text{ Па}$$

Трійник:

$$\Delta p_{M5} = 0,5 \rho \xi_2 v_{zl}^2 = 0,5 \cdot 881 \cdot 2,25 \cdot 1,7^2 = 2864 \text{ Па}$$

Коліно закруглене:

$$\Delta p_{M6} = 0,5 \rho \xi_3 v_{zl}^2 = 0,5 \cdot 881 \cdot 0,14 \cdot 1,7^2 = 178 \text{ Па}$$

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

У напірній лінії маємо 1 раптове розширення, 6 трійників, 5 закруглень.
У зливній лінії маємо 1 раптове звуження, 2 трійники, 1 закруглення.
Розрахуємо суму місцевих втрат:

$$\sum \Delta p_M = \Delta p_{M1} + 6 \cdot \Delta p_{M2} + 5 \cdot \Delta p_{M3} + \Delta p_{M4} + 2 \cdot \Delta p_{M5} + \Delta p_{M6} = 70,4 \text{ кПа}$$

Визначимо втрати у гідроапаратах, які наведені в каталогах на гідроапаратуру і визначаються для відповідної витрати через гідроапарат:

- $\Delta p_{\phi 1} = 70 \text{ кПа}$;
- $\Delta p_{K3\phi 1} = 300 \text{ кПа}$;
- $\Delta p_{P5} = 150 \text{ кПа}$;
- $\Delta p_{K3\phi 3} = 300 \text{ кПа}$;

Розрахуємо суму втрат у гідроапаратах:

$$\sum \Delta p_{GA} = \Delta p_{\phi 1} + \Delta p_{K3\phi 1} + \Delta p_{P5} + \Delta p_{K3\phi 3} = 820 \text{ кПа}$$

Сума усіх втрат тиску по довжині, у місцевих опорах і у гідроапаратах дорівнює:

$$\sum \Delta p = \sum \Delta p_T + \sum \Delta p_M + \sum \Delta p_{GA} = 30,3 + 70,4 + 820 = 920,7 \text{ кПа}$$

Отже на етапі розгону ротора барабанної рубальної машини, коли гідромотор виходить на максимальну частоту обертання, насос розвиває тиск

$$p_{H1} = \Delta p_1 + \sum \Delta p = 10,45 + 0,92 = 11,37 \text{ МПа}$$

2) Гідромотори обертання подаючих вальців М5, М6

В лінії нагнітання, що веде до гідромоторів М5, М6, встановлено регулятор потоку РП. Особливістю регулятора потоку [15] є те, що витрата, яка через нього проходить, не залежить від перепаду тиску на регуляторі потоку, а отже не залежить і від навантаження на подаючих вальцях. Регулятор потоку налаштовує гідромотори на постійну частоту обертання 34 об/хв. Розрахуємо витрату, що подається при цьому на гідромотори:

$$Q_2 = \frac{2 \cdot q_2 \cdot n_2}{\eta_o} = \frac{2 \cdot 2512 \cdot 10^{-6} \cdot 34}{60 \cdot 0,97} = 2,94 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с} = 176,3 \text{ л} / \text{хв.};$$

, де $n_2 = 34 \text{ об} / \text{хв}$ - частота обертання вальців

$q_2 = 2512 \text{ см}^3 / \text{об}$ - робочий об'єм гідромотору;

$\eta_o = 0,97$ – об'ємний ККД гідромотору;

За даними, отриманими на підприємстві, де використовується барабанна рубальна машина WHT 2000, графік залежності крутного моменту і частоти обертання гідромоторів М5, М6 від часу при рівномірній подачі однорідної сировини виглядає так, як показано на рис. 2.9.

З графіка видно, що крутний момент має практично сталі значення близько 2600 Н·м. Розрахуємо залежність перепаду тиску [16] на гідромоторі від крутного моменту:

$$\Delta p_2 = \frac{M_2 \cdot 2\pi}{\eta_{cm} \cdot q_2} = \frac{2600 \cdot 2 \cdot 3,14}{0,96 \cdot 2512 \cdot 10^{-6}} = 6,77 \text{ МПа}$$

, де Δp_2 – перепад тиску на гідромоторі М5, М6;

$q_2 = 2512 \text{ см}^3 / \text{об}$ – робочий об'єм гідромотору;

M_2 – заміряний крутний момент гідромотору;

$\eta_{зм} = 0,96$ – гідромеханічний ККД гідромотору.

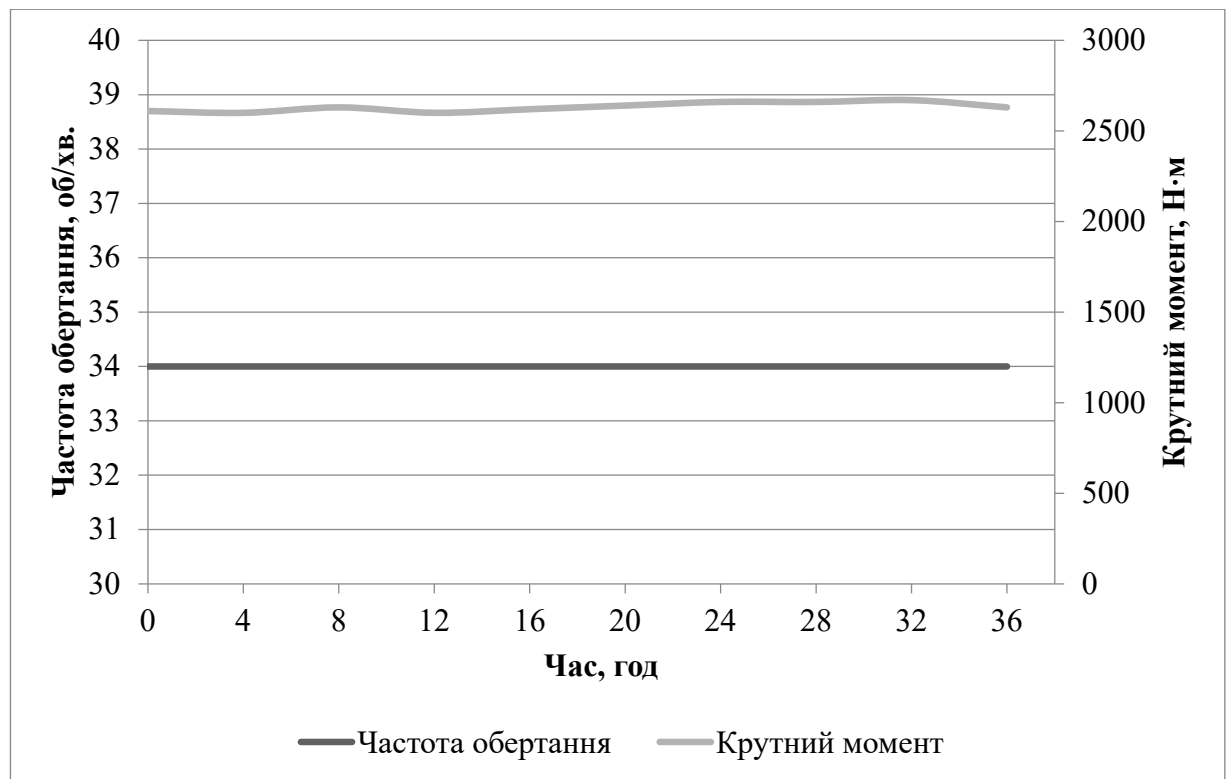


Рис. 2.9 Розрахункова залежність крутного моменту і частоти обертання гідромоторів М5, М6 при рівномірній подачі однорідної сировини

Значення крутного моменту залежить від багатьох факторів. Так, тредість, вага, вологість сировини, що подається до рубальної машини, напряму впливають на його значення. За експериментальною інформацією, отриманою на підприємстві, де використовується барабанна рубальна машина WHT 2000, визначено, що існує коефіцієнт β , який враховує фактори, перелічені вище. А саме:

- для твердої вологої сировини $\beta_1=1$.
- для твердої сухої сировини $\beta_2=0,7$.
- для нетвердої сировини $\beta_3=0,4$.

Отже необхідний крутний момент на гідромоторах вальців при подачі твердої вологої сировони буде дорівнювати:

$$M_{TB} = M_2 \cdot \beta_1 = 2600 \cdot 1 = 2600 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Необхідний крутний момент на гідромоторах вальців при подачі твердої сухої сировони буде дорівнювати:

$$M_{TC} = M_2 \cdot \beta_2 = 2600 \cdot 0,7 = 1820 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Необхідний крутний момент на гідромоторах вальців при подачі нетвердої сировони буде дорівнювати:

$$M_{HT} = M_2 \cdot \beta_3 = 2600 \cdot 0,4 = 1040 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Запропоновано налаштовувати тиск в системі для врахування типу сировини, що переробляється. Розрахуємо необхідний тиск в системі для кожного типу сировини, що подається:

Необхідний тиск в системі при подачі твердої вологої сировони буде дорівнювати:

$$p_{TB} = \frac{M_{TB} \cdot 2\pi}{\eta_{зм} \cdot q_2} + \Delta p_{KT2} + \Delta p_{PP} = \frac{2600 \cdot 2 \cdot 3,14}{0,96 \cdot 2512 \cdot 10^{-6}} + 4 + 1 = 11,77 \text{ МПа}$$

, де Δp_{KT2} - перепад тиску на клапані КТ2;

Δp_{PP} - нормальний перепад тиску на регуляторі потоку РП.

Налаштовуємо клапан тиску КТ1 на 12 МПа.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Необхідний тиск в системі при подачі твердої сухої сировини буде дорівнювати:

$$p_{TC} = \frac{M_{TC} \cdot 2\pi}{\eta_{зм} \cdot q_2} + \Delta p_{KT2} + \Delta p_{PI} = \frac{1820 \cdot 2 \cdot 3,14}{0,96 \cdot 2512 \cdot 10^{-6}} + 4 + 1 = 9,74 \text{ МПа}$$

Налаштовуємо клапан тиску КТ1 на 10 МПа.

Необхідний тиск в системі при подачі нетвердої сировини буде дорівнювати:

$$p_{HT} = \frac{M_{HT} \cdot 2\pi}{\eta_{зм} \cdot q_2} + \Delta p_{KT2} + \Delta p_{PI} = \frac{1040 \cdot 2 \cdot 3,14}{0,96 \cdot 2512 \cdot 10^{-6}} + 4 + 1 = 7,7 \text{ МПа}$$

Налаштовуємо клапан тиску КТ1 на 8 МПа.

Розрахуємо потужність, яку розвиває гідронасос Н1 при різних налаштуваннях клапана тиску КТ1:

$$P_{TB} = p_{TB} \cdot Q_2 = 1 \cdot 2,94 \cdot 10^3 = 35,3 \text{ кВт}$$

$$P_{TC} = p_{TC} \cdot Q_2 = 10 \cdot 2,94 \cdot 10^3 = 29,4 \text{ кВт}$$

$$P_{HT} = p_{HT} \cdot Q_2 = 8 \cdot 2,94 \cdot 10^3 = 23,5 \text{ кВт}$$

Побудуємо графік залежності потужність, яку розвиває гідронасос Н1 при подачі різних типів сировини від часу (рис. 2.10):

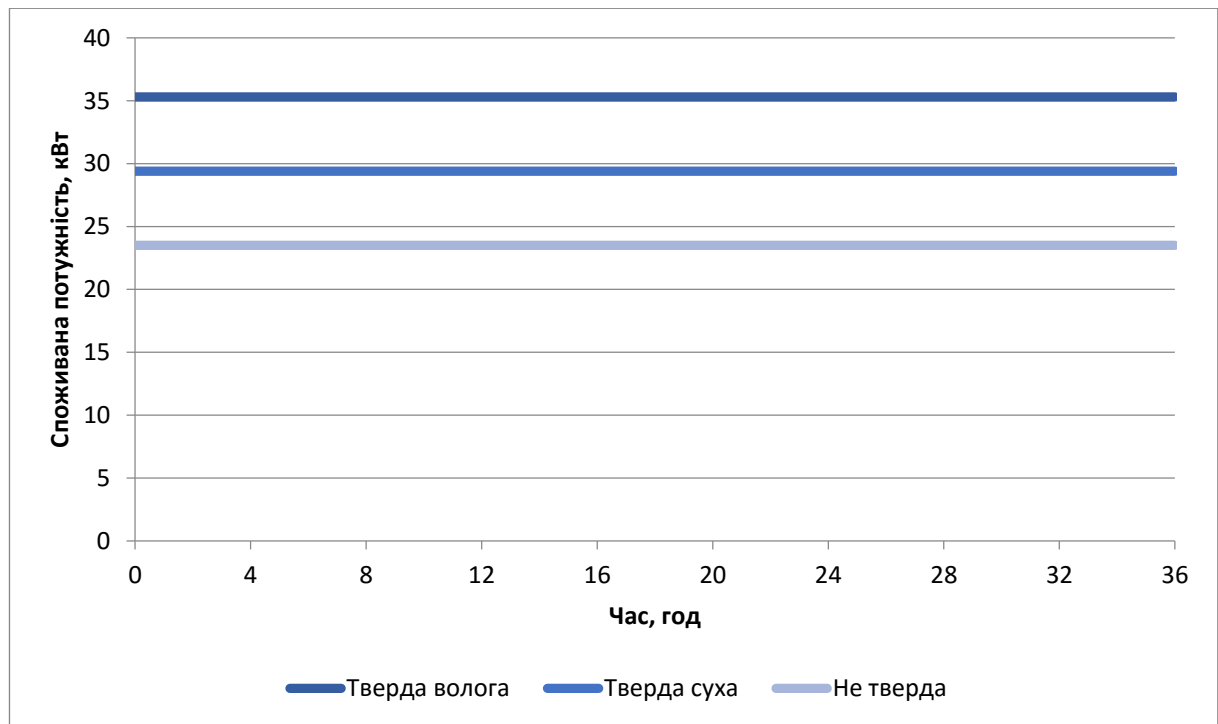


Рис. 2.10 Залежність потужність, яку розвиває гідронасос Н1 при подачі різних типів сировини від часу

Отже, враховуючи тип сировини, що падається до барабанної рубальної машини, налаштовуючи тиск системи за допомогою клапана тиску з пропорційним керуванням КТ1, можна знижувати потужність до 5,9 кВт при переході з твердої вологої сировини на тверду суху, і економити за 36 годин роботи машини:

$$A_1 = (P_{ТВ} - P_{ТС}) \cdot t = (35,3 - 29,4) \cdot 10^3 \cdot 36 \cdot 3600 = 764,6 \text{ МДж} = 212,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

, або 11,8 кВт при переході з твердої вологої сировини на не тверду, і економити за 36 годин роботи машини:

$$A_2 = (P_{ТВ} - P_{НТ}) \cdot t = (35,3 - 23,5) \cdot 10^3 \cdot 36 \cdot 3600 = 1529 \text{ МДж} = 424,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

В середньому, сировина, що переробляється на підприємстві поділяється наступним чином: близько 30% від усієї кількості сировини складає тверда волога сировина, 40% - тверда суха, і 30% - не втерда. Економія енергії за 36 годин роботи при такому розподіленні сировини складе:

$$A_3 = 0,4 \cdot A_1 + 0,3 \cdot A_2 = 765 \text{ МДж} = 213 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

За місяць роботи барабанної рубальної машини економія складе близько 4000 кВт·год.

3) Гідроциліндри підйому балансира ГЦ3, ГЦ4

$d_3 = 80 \text{ мм}$ - діаметр плунжера гідроциліндра;

$l_3 = 680 \text{ мм}$ - хід гідроциліндра;

Під час примусового підйому балансира гідроциліндри долають навантаження ваги рухомого балансиру $F_3 = 60 \text{ кН}$, рухаючись зі швидкістю $v_3 = 0,1 \text{ м/с}$.

Тиск, що розвивається гідроциліндром для подолання навантаження:

$$p_3 = \frac{F_3}{2S_3} = \frac{2F_3}{\pi d_3^2} = \frac{2 \cdot 60 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,08^2} = 5,97 \text{ МПа}$$

Витрата, яку гідроциліндр споживає при цьому:

$$Q_3 = v_3 \cdot S_3 = \frac{0,1 \cdot 3,14 \cdot 0,08^2}{4} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с} = 30,2 \text{ л / хв}$$

Потужність, споживана двома гідроциліндрами:

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

$$N_3 = 2Q_3 \cdot p_3 = 2 \cdot 0,5 \cdot 5,97 = 5,97 \text{ кВт}$$

Гідроциліндри підйому балансира ГЦ3, ГЦ4 висуваються за 6,8 секунди під час подавання сировини до барабанної рубальної машини. При умові рівномірної сталої подачі сировини до машини, гідроциліндри будуть у висунутому положенні і будуть виконувати функцію притискання деревини. Подача на гідроциліндри при цьому будет мінімальна. Отже отримати суттєву економію енергії на даному виконавчому органі не вдасться через короткочасність його роботи.

4) Гідроциліндри підйому кришки заміни ножів ГЦ1, ГЦ2

$d_4 = 63 \text{ мм}$ - діаметр плунжера гідроциліндра;

$l_4 = 340 \text{ мм}$ - хід гідроциліндра;

Під час примусового підйому кришки заміни ножів гідроциліндри долають навантаження ваги кришки заміни ножів $F_4 = 10 \text{ кН}$, рухаючись зі швидкістю $v_3 = 0,1 \text{ м/с}$.

Тиск, що розвивається гідроциліндром для подолання навантаження:

$$p_4 = \frac{F_4}{2S_4} = \frac{2F_4}{\pi d_4^2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,063^2} = 1,6 \text{ МПа}$$

Витрата, яку гідроциліндр споживає при цьому:

$$Q_4 = v_4 \cdot S_4 = \frac{0,1 \cdot 3,14 \cdot 0,063^2}{4} = 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с} = 18,6 \text{ л / хв}$$

Потужність, споживана двома гідроциліндрами:

$$N_4 = 2Q_4 \cdot p_4 = 2 \cdot 0,31 \cdot 1,6 \cdot 1000 = 1 \text{ кВт};$$

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Гідроциліндри підйому кришки заміни ножів ГЦ1, ГЦ2 висуваються за 3,4 секунди, після чого розподільник Р2 перемикається у середнє положення і кришка утримується у висунутому стані. Подача на гідроциліндри при цьому відсутня. Отримати суттєву економію енергії на даному виконавчому органі не вдасться через короткочасність його роботи. Саме тому основною ціллю підвищення енергетичної ефективності стали гідромотори обертання подаючих вальців М5, М6.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

На сьогоднішній день велика увага приділяється інтенсифікації та підвищенню ефективності виробництва на базі упровадження досягнень науково-технічного прогресу. Провідна роль у вирішенні даної проблеми відводиться машинобудуванню. Перед цією галуззю поставлені завдання підвищення якості продукції та продуктивності праці. Саме тому технологічний процес виготовлення деталі має бути таким, щоб з найменшими витратами ресурсів забезпечити встановлений конструктором рівень якості.

У даному розділі описані етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Втулка»: технологічний контроль якості кресленика, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі, вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування, призначення послідовності виконання операцій та проектування їх змісту, вибір устаткування та інструментів для кожної операції технологічного процесу.

3.1 Технологічний контроль якості кресленика

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі вихідним документом є її креслення. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення деталі, у відповідності до ГОСТ 14.206-73. У креслення входять видимості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі проекції, розрізи, перерізи, які пояснюють конфігурацію деталі.

Проаналізувавши креслення (рис.3.1) можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі. Невказана шорсткість

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

та шорсткість усіх поверхонь деталі позначена відповідно до ГОСТ 2789-73. Допуски наведено відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82 [17].

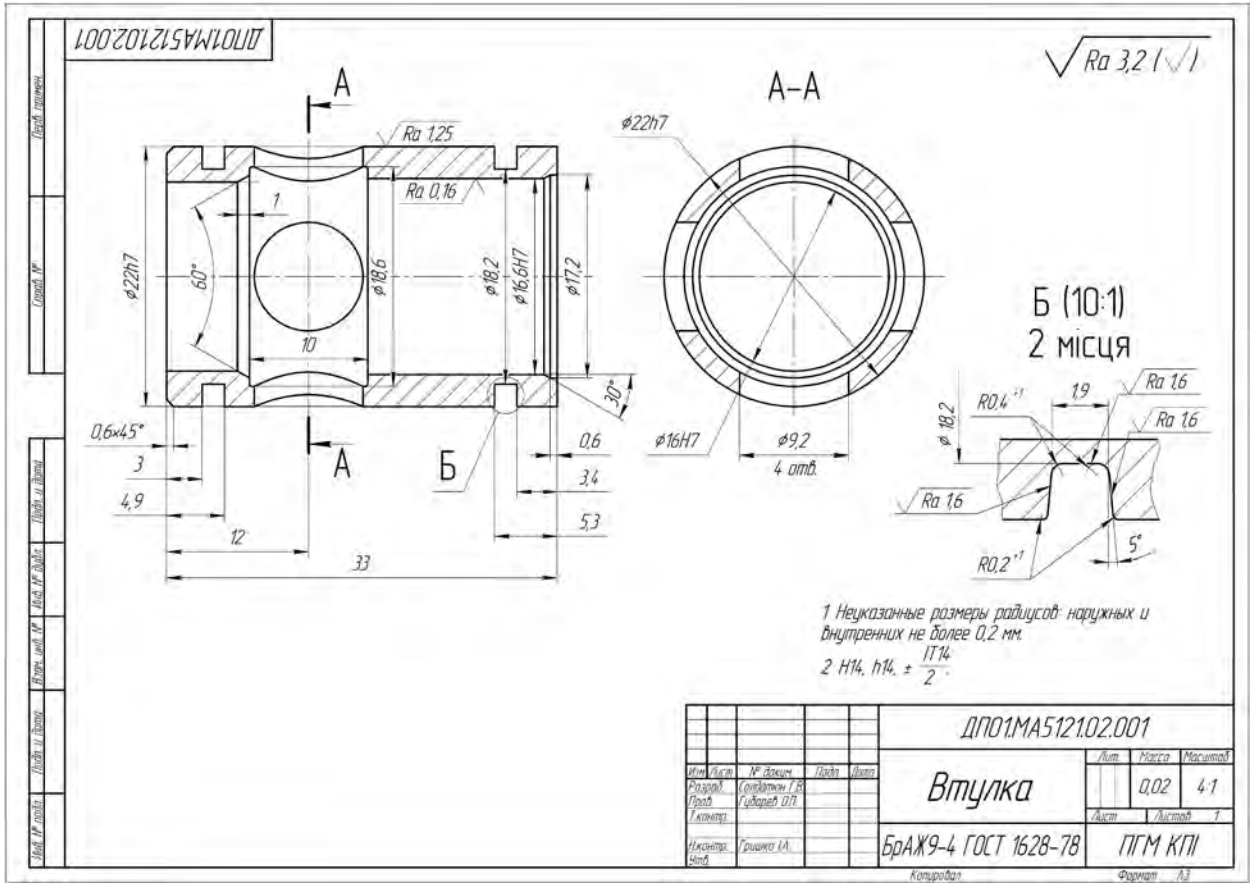


Рис.3.1 Кресленик деталі «Втулка»

3.2 Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі

Деталь «Втулка» є складовою гідравлічного запобіжного клапана з пропорційним регулюванням. Деталь «Втулка» виконує функцію направляючої основного запірного елемента гідравлічного запобіжного клапана.

Дана деталь має досить просту зовнішню форму. Її можна віднести до класу спеціальних деталей. Деталь «Втулка» має наскрізний отвір Ø16H7 мм, два наскрізні отвори Ø9,2 мм, дві проточки під ущільнення висотою 1,9 мм і глибиною 1,9 мм, дві фаски 30° і одну 45° . Габаритні розміри деталі –

Ø22x33 мм. Невказані розміри радіусів зовнішніх та внутрішніх не більше 0,2 мм. Деталь «Втулка» виготовляється з матеріалу БрАЖ9-4 ГОСТ 1628-78.

3.3 Вибір заготовки

В якості заготовки використовуємо круглий пруток безолов'яної бронзи ГОСТ 1628-78 діаметром 25 мм., довжиною 3 м.

Програма випуску деталі - 1000 виробів. Кількість заготовок, яку можна отримати з одного прутка:

$$(3000-200)/40=70 \text{ шт.}$$

, де 3000 – довжина бронзового прутка; 200 – довжина прутка, яка буде утримуватись верстатом при обрізці заготовок; 40 – довжина заготовки.

Для виготовлення 1000 деталей потрібно:

$$1000/70=14,3=15 \text{ шт.}$$

прутків довжиною 3м. Поперечний переріз прутка зображено на рис. 3.2.

Ціна прутка довжиною 3 м і діаметром 25 мм – 70 EUR.

Вартість необхідної кількості прутків:

$$70 \cdot 15 = 1050 \text{ EUR.}$$

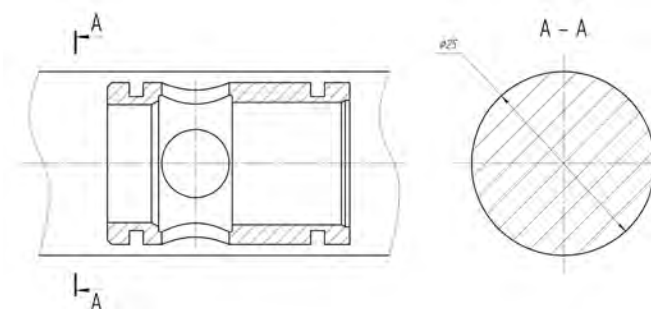


Рис. 3.2 Ескіз заготовки

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

3.4 Підбір обладнання для обробки деталі

Обираємо верстат «ST-20 CNC Swiss-type Automatic Lathe» для механічної обробки з найвищими характеристиками та функціями, що забезпечують високу продуктивність і прибутковість (рис. 3.3).

Обираємо станцію завантаження прутка «LNS, Hydrobar 3000 mm» (рис. 3.4).



Рис. 3.3 Верстат ST-20 CNC Swiss-type Automatic Lathe



Рис. 3.4 Станція завантаження прутка LNS, Hydrobar 3000 mm

Обираємо контрольно-вимірювальні пристрої:

- Прилад для вимірювання шорсткості поверхні «SURFTEST SJ-210» (рис. 3.5). Артикул: 570521 0010. Ціна: 2,215€.
- Прилад для вимірювання і контролю розмірів деталі «Atorn» (рис. 3.6). Артикул: 500627 030. Ціна: 699€.



Рис. 3.5 Вимірювальний прилад
SURFTEST SJ-210



Рис. 3.6 Вимірювальний прилад
Atorn 500627 030

Обираємо інструмент для обробки деталі:

1. Свердло для свердління отворів «Sartorius» (рис. 3.7). Діаметр 9,2 мм.
Артикул: 101051 0920. Ціна: 13€.
2. Свердло для свердління отворів «Sartorius» (рис. 3.8). Діаметр 14 мм.
Артикул: 101051 1400. Ціна: 23€.
3. Канавковий різець «Walter MX22-2E150N01» (рис. 3.9). Ціна: 36,6€.
4. Підрізний різець «Walter DWLNL2525M08» (рис. 3.10). Ціна: 33,1€.
5. Розточний різець «Walter A08H-STFCL06» (рис. 3.11). Ціна: 31,2€.
6. Відрізний різець «Walter G1042L12W3ND21» (рис. 3.12). Ціна: 33,1€.



Рис. 3.7 Свердло Sartorius
101051 0920



Рис. 3.8 Свердло Sartorius
101051 1400



Рис. 3.9 Канавковий різець Walter
MX22-2E150N01



Рис. 3.10 Підрізний різець Walter
DWLNL2525M08



Рис. 3.11 Розточний різець Walter
A08H-STFCL06



Рис. 3.12 Відрізний різець Walter
G1042L12W3ND21

3.5 Проектування змісту технологічних операцій

Загальні правила розробки технологічного процесу [18]:

- в першу чергу оброблюються поверхні, які є технологічними базами для наступної обробки;
- кожна наступна операція повинна покращувати якість обробленої поверхні;
- чорнову і чистову обробку треба розглядати на різних операціях;
- отвори необхідно свердлити в кінці технологічного процесу, якщо вони не є базами для установки;

Нижче приведена послідовність обробки поверхонь деталі «Втулка» та назви операцій у послідовності їх оброблення (табл. 3.1). На рисунках поверхня обробки зафарбована синім кольором. Для розрахунку швидкості операцій в програмі «Sandvik Coromant Calculator» задамося наступними параметрами:

Частота обертання шпинделя $n = 1000 \text{ об./хв.}$

Подача на оберт $f_n = 0,05 \text{ мм.}$

Питома сила різання $k_s = 200 \text{ Н/мм}^2$.

Обробка деталі складається з наступних операцій:

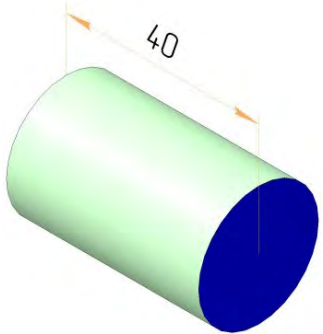
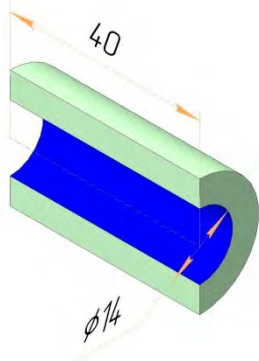
005 Заготівельна операція.

010 Токарна операція. Закріпити деталь з однієї сторони у верстаті.

015 Токарна операція. Закріпити деталь з протилежної сторони.

Таблиця 3.1

Послідовність обробки деталі «Втулка»

Операція	Інструмент, №	Розмір, мм	Час,с	Графічне зображення
005.1	6	Відрізати Ø25; L=40	8,7	
010.1	2	Свердлити отвір Ø14; L=40	48	

Продовження таблиці 3.1

Операція	Інструмент, №	Розмір, мм	Час,с	Графічне зображення
010.2	4	Підрізати Ø22h7; L=25 мм	30	
010.3	4	Підрізати торець L=3 мм	3,6	
010.4	4	Зняти фаску 0,6×45°	0,4	
010.5	3	Обробити канавку Ø18,2; L=1,9 мм	2,3	
010.6	5	Розточити Ø16H7; L=17 мм	20,4	

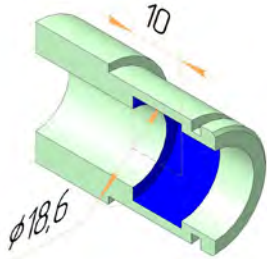
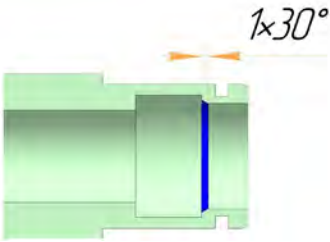
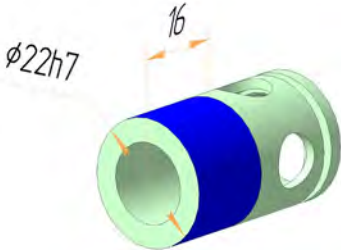
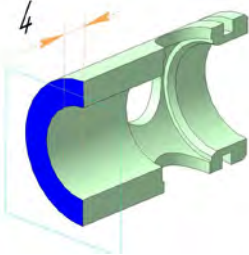
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ

Лист

73

Продовження таблиці 3.1

Операція	Інструмент, №	Розмір, мм	Час,с	Графічне зображення
010.7	5	Розточити Ø18,6; L=10 мм	12	
010.8	5	Зняти фаску 1×30°	0,5	
010.9	1	Свердлити два наскрізних отвори Ø9,2	6,8	
015.1	4	Підрізати Ø22h7; L=16 мм	22,8	
015.2	4	Підрізати торець L=4 мм	4,8	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ

Лист

74

Продовження таблиці 3.1

Операція	Інструмент, №	Розмір, мм	Час,с	Графічне зображення
015.3	3	Обробити канавку $\varnothing 18,2$; $L=1,9$ мм	2,3	
015.4	5	Розточити $\varnothing 16,6H7$; $L=17$ мм	19,2	
015.5	5	Розточити $\varnothing 17,2$; $L=0,6$ мм	0,8	
015.6	5	Зняти фаску 30°	0,4	

Час виготовлення однієї деталі можна розрахувати, додавши час кожної операції з таблиці. Маємо $t = 181$ с. Час виготовлення 1000 деталей:

$$t_{\text{заг}} = t \cdot 1000 = 3016 \text{ хв.} = 50,3 \text{ год.} = 2,1 \text{ дні.}$$

Вартість виготовлення 1000 деталей включає в себе витрати на заготовки, контрольно-вимірювальні пристрої і інструмент для обробки деталі і дорівнює. Вартість становить: *4134 EUR*.

Висновок:

У розділі описані послідовність та усі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Втулка»: технологічний контроль якості кресленика, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі, вибір способу виготовлення, призначення послідовності виконання операцій та проектування їх змісту, вибір устаткування та інструментів для кожної операції технологічного процесу. Також у даному розділі розраховано час виготовлення тисячі деталей і вартість їх виготовлення.

					<i>ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Мета охорони праці – звести до мінімуму можливість ураження, чи захворювання працюючого персоналу з одночасним забезпеченням максимальної ефективності праці [19]. В даний розділ дипломного проекту «Гідропривід барабанної рубальної машини» входить розгляд загальних питань охорони праці при роботі на барабанній рубальній машині, аналіз приміщення, в якому встановлено пульт управління барабанною рубальною машиною, та з якого ведеться спостереження за завантажувальною лінією барабанної рубальної машини, аналіз мікроклімату, освітлення, захисту від шуму, електробезпеки і пожежної безпеки приміщення.

4.1 Аналіз приміщення

Приміщення, в якому встановлено пульт управління барабанної рубальної машини, та з якого оператор веде спостереження за завантажувальною лінією барабанної рубальної машини (рис. 4.1), має площу 8 м^2 , і об'єм $V = S \cdot h = 8 \cdot 2,7 = 21,6 \text{ м}^3$. У цьому операторському приміщенні передбачено відповідні параметри температури і чистоти повітря.

По санітарних нормах площа на одне робоче місце з ПК для оператора повинна складати не менше $6,0 \text{ м}^2$, а об'єм – не менше 20 м^3 . Отже, розміри приміщення повністю відповідають санітарним нормам.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

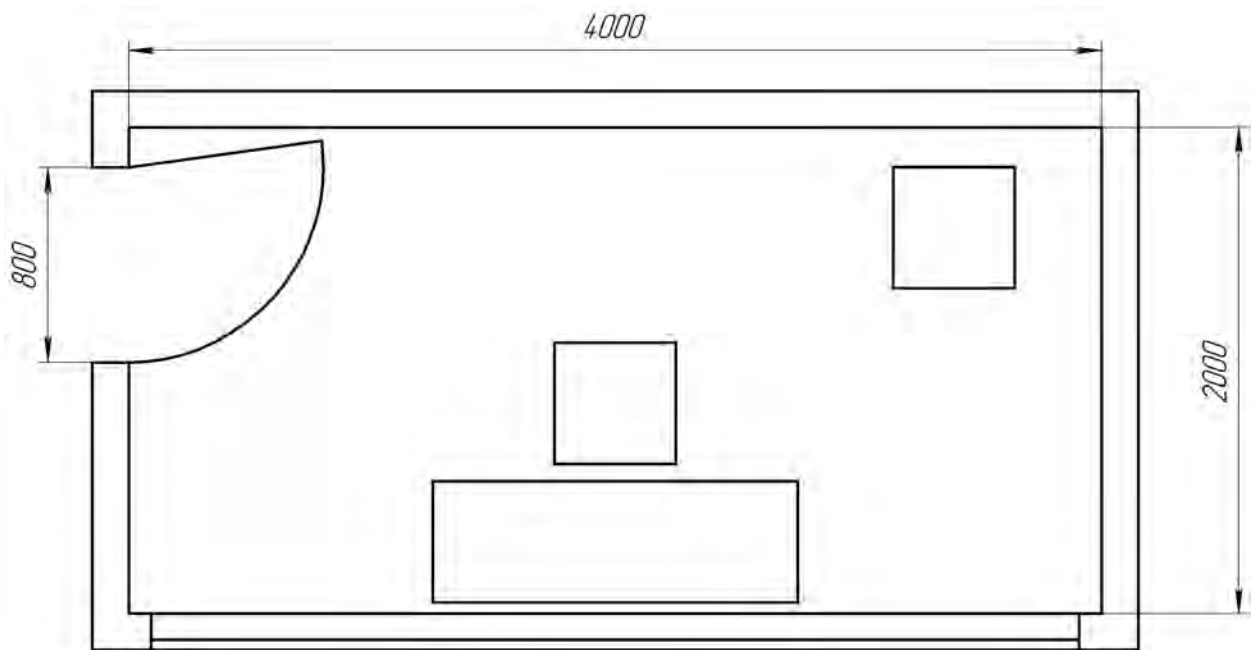


Рис.4.1 Розміри приміщення

Для облицювання стін, стель, підлоги приміщень, де розміщені ПК, слід використовувати матеріали, дозволені органами санітарно-епідеміологічного нагляду, а для внутрішньої обробки інтер'єру – матеріали, що дифузно-відбиваються, з такими коефіцієнтами віддзеркалення: для стелі – 0.7-0.8; для стін – 0.5-0.6; для підлоги – 0.3-0.5.

4.2 Мікроклімат приміщення

В даному приміщенні робота з монітором і ПК є основною, тому воно забезпечується оптимальними параметрами мікроклімату [20]. Для створення необхідних параметрів мікроклімату у приміщенні застосовується система вентиляції та проводиться провітрювання приміщення. Вентиляція приміщення досягається видаленням з них нагрітого або забрудненого повітря і подачею чистого зовнішнього повітря.

Основні параметри мікроклімату (температура повітря, вологість і швидкість руху повітря на робочому місці) повинні відповідати вимогам (табл. 4.1).

Табл. 4.1

Основні параметри мікроклімату

Період року	Температура, °С			Відносна вологість, %	
	Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Дійсна
		Верхня межа	Нижня межа		
Холодний	21 - 24	24	21	40 - 60	55
Теплий	23 - 28	28	23	40 - 60	43

Середня температура приміщення в теплий період року дорівнює 25 °С, відносна вологість повітря 44%.

У холодний період року, середня температура складає 23 °С. Значення відносної вологості дорівнює 55%.

Всі параметри мікроклімату приміщення в теплий та холодний період року знаходяться в діапазоні оптимальних значень, тому можна зробити висновок, що мікроклімат приміщення є сприятливим для праці.

4.3 Освітлення

Недостатність освітлення призводить до напруги зору, зниження уваги, приводить до настання передчасної стомленості [21]. Надмірно яскраве освітлення викликає засліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрям світла на робочому місці може створювати різні тіні, відблиски, дезорієнтувати що працює. Всі ці причини можуть привести до нещасного випадку або профзахворювань, тому настільки важливий правильний розрахунок освітлення, визначення необхідного числа світильників, їх типу і розміщення.

Штучне освітлення в приміщеннях для експлуатації ПК повинне здійснюватися системою загального рівномірного освітлення. У випадках переважної роботи з документами, слід застосовувати системи комбінованого освітлення (до загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення, призначені для освітлення зони розташування документів).

Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого документа повинна бути 300-500 лк. Освітлення не повинне створювати відблисків на поверхні екрану. Освітленість поверхні екрану не повинна бути більше 300 лк.

Як джерела світла при штучному освітленні слід застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ і компактні люмінесцентні лампи. У світильниках місцевого освітлення допускається застосування ламп розжарювання, зокрема галогенних.

В приміщенні застосовується штучне освітлення комбіноване (місцеве і загальне) і природне освітлення бокове. Штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла - ламп розжарювання. Виходячи з цього, проведемо розрахунки освітленості нашого приміщення.

Розрахунок освітлення проводиться для кімнати площею 8 м², довжина якої 4м, ширина якої 2 м, висота—2.7 м. Скористаємося методом світлового потоку.

Визначимо світловий потік в приміщенні і порівняємо його з допустимим, за формулою:

$$E_{\text{ef}} = \frac{F_{\text{л}} N n \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}$$

де: E_{ef} — розраховується світловий потік; E — нормована мінімальна освітленість (визначається за таблицею). Роботу програміста, відповідно до

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

цієї таблиці, можна віднести до розряду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде $E = 400 \text{лк}$; S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S = 8 \text{ м}^2$; z – відношення середньої освітленості до мінімальної (звичайно приймається рівним 1,1 ... 1,2, нехай $z = 1,1$);

k_z – коефіцієнт запасу, враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення й характеру проведених у ньому робіт і в нашому випадку $K = 1,5$); N – кількість світильників; n – кількість ламп у світильнику.

η – коефіцієнт використання, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стін і стелі, які характеризуються коефіцієнтами відображення від стін (R_c) і стелі ($R_{п}$)). Стеля приміщення свіжопобілена $\rho_{сл} = 70\%$, стіни мають світло-сірий колір $R_{сн} = 50\%$, підлога з паркету $\rho_{п} = 30\%$. Значення η визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників.

Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{8}{2,7 \cdot (4+2)} = 0,494$$

де S – площа приміщення, $S = 8 \text{ м}^2$; h – розрахункова висота підвісу, $h = 2,7 \text{ м}$; A – довжина приміщення, $A = 4 \text{ м}$; B – ширина приміщення, $B = 2 \text{ м}$.

Знаючи індекс приміщення I , за таблицею знаходимо $\eta = 0,38$.

Для освітлення використовується люмінесцентні лампи типу Lights Led ALS.PRS 228 HF, світловий потік яких $F = 3400 \text{Лк}$.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку E_{ef} :

$$E_{ef} = \frac{3400 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0,38}{8 \cdot 1,5 \cdot 1} = 861,3_{лк}$$

Отже, можна зробити висновки, що освітленість приміщення не достатня, саме тому використовується, ще місцеве освітлення, а от освітленість екрану задовольняє нормам.

4.4 Електробезпека приміщення

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

В приміщення одночасно експлуатується і обслуговується 2 персональних ЕОМ, у доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач та електричний щит з запобіжником, що може повністю виключити електричний струм приміщення, крім освітлення. Заземлення електричного щита виконано із заземленою нейтраллю, а розетки лабораторії виконані з захисним зануленням.

Крім того, кожен ПК в приміщенні на випадок перенавантаження електричної мережі, підключений в розетку з окремим запобіжником виключення.

Для підключення іншої переносної електроапаратури використовуються гнучкі проводи в надійній ізоляції, також з додатковим запобіжником вимикання, також електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується найкоротшим шляхом без заплутування проводів у приладів і меблів.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Приміщення відповідає усім нормам електробезпеки за ПУЕ та є придатним та безпечним для роботи.

4.5 Захист від шуму

Шум - неприємний або небажаний звук, чи сукупність звуків, що заважають сприйняттю корисних звукових сигналів, порушують тишу, чинять шкідливу або подразливу дію на організм людини, знижують її працездатність. Поблизу барабанної рубальної машини, рівень шуму має істотні показники.

Основними характеристиками таких коливань служить амплітуда звукового тиску (p , Па), частота (f , Гц). Звуковий тиск – це різниця між миттєвим значенням повного тиску у середовищі при наявності звуку та середнім тиском в цьому середовищі при відсутності звуку. Поширення звукового поля супроводжується переносом енергії, яка може бути визначена інтенсивністю звуку J (Вт/м²). У вільному звуковому полі інтенсивність звуку і звуковий тиск зв'язати між собою співвідношенням:

$$J = p^2 / \rho \cdot C,$$

де J – інтенсивність звуку, Вт/м²,

p – звуковий тиск, Па,

ρ – густина середовища, кг/м³,

C – швидкість звукової хвилі в даному середовищі, м / с.

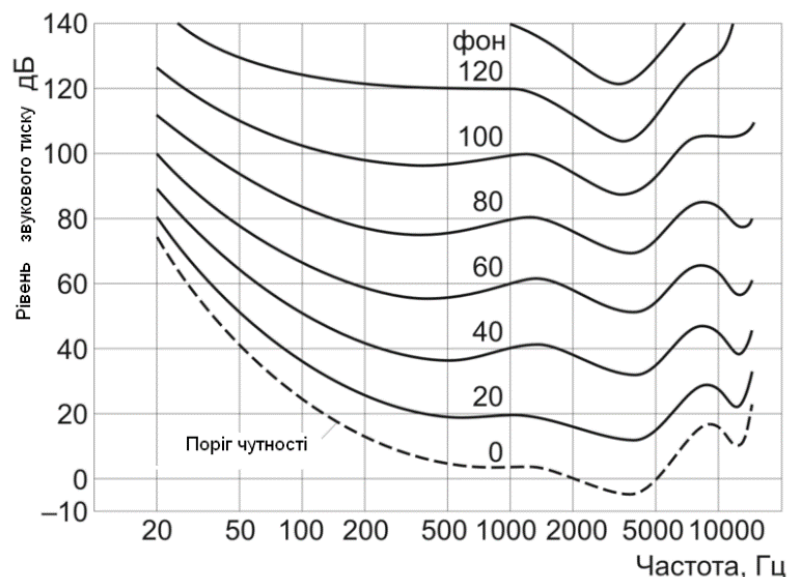


Рис. 4.2. – Залежність рівня гучності від звукового тиску й частоти

Звукоізоляція від шуму забезпечується за допомогою звичайних будівельних матеріалів - цегли, бетону та залізобетону, металу, фанери, плит із деревних стружок, скла, тощо. У якості звукоізолюючих матеріалів які застосовують у конструкціях перекриттів для зниження передачі структурного (ударного) звуку використовують мати та плити зі скляного та мінерального волокна, м'які плити з деревних стружок, картон, гуму, металеві пружини, утеплений лінолеум тощо. Було перевірено рівень шуму згідно ДСН 3.3.6.037-99. Приміщення відповідає нормам.

Для операторів барабанної рубальної машини вибираємо протишумові навушники ВЦНПОТ-2М, призначені для захисту органів слуху від впливу високочастотного шиплячого, дзвінкого, свистячого виробничого шуму з рівнем до 120 дБ.

Навушники складаються з двох півсферичних пластмасових корпусів з звукопоглиначами з ультратонкого скловолокна, забезпечених ущільнювальними прокладками з полівінілхлоридної плівки; оголовники в вигляді двох кільцевих пружин; поліетиленових обмежувачів.

4.6 Пожежна безпека приміщення

Приміщення, в яких встановлені ПК, по пожежній небезпеці відносяться до категорії В, і повинні задовольняти вимогам по запобіганню і гасінню пожежі, з обов'язковою наявністю телефонного зв'язку і пожежної сигналізації.

Меблі в приміщенні зроблені із МДФ, дверні та віконні переплети із металопластика, корпуса ЕОМ і приладів із металу та полімерних матеріалів. По вибуху і пожежо-небезпечності приміщення відноситься до категорії В.

На основі СНіП II-2-80 будівля відповідає II степені вогнестійкості, що потребує від будівельників конструкції норм вогнестійкості (часу опору вогню):

- несучі стіни, стіни сходових кліток і колони - 2 год.
- сходові клітки, сходи, балки і марші у сходових клітках - 1 год.
- зовнішні стіни навісних панелей - 0.25 год.
- внутрішні і зовнішні стіни (перегородки) - 0.25 год.
- плити і настили конструкцій міжповерхових перекриттів – 0.75 год.
- плити, настили та інші несучі конструкції - 0.25 год.

Необхідний час евакуації складає – 40 секунд. Евакуацію необхідно здійснювати швидко, чітко та без паніки.

Для такого приміщення підбираємо Вогнегасник вуглекислотний ВВК-1,4 (ОУ 2) в кількості 4 шт.

4.7 Загальні вимоги безпеки барабанної рубальної машини

До управління та обслуговування рубальної машиною допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд і визнані придатними для виконання даного виду роботи, що пройшли інструктаж,

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

навчання та перевірку знань з охорони праці, пожежної безпеки, першої долікарської допомоги та мають про це спеціальне посвідчення.

Робота на рубальної машині повинна виконуватися відповідно до затвердженої технологічною картою або планом організації робіт. Кожен робітник повинен бути ознайомлений з технологічною картою і виконувати під час роботи її вимоги.

Робітники, зайняті управлінням та обслуговуванням машини, повинні знати: будову та призначення всіх агрегатів і окремих вузлів, а також правила експлуатації і догляду за ними; правила обміну сигналами, встановлені на підприємстві; призначення і пристрій огорожень, запобіжних пристроїв і блокувань.

Перед початком роботи оператор повинен перевірити стан ріжучих ножів, при необхідності провести їх заміну. Не слід працювати на тупих ножах. Ріжучі ножі необхідно зберігати в спеціальних чохлах, що не допускають зісковзування полотен або їх пошкодження.

Оператор повинен слідкувати, щоб в машину не надійшла сировина, перетин якої перевищує прохідний перетин завантажувального вікна, а також за рівномірним подаванням деревини.

Поправляння деревини в зоні вхідного завантажувального вікна робити тільки за допомогою спеціальних гачків при зупинених механізмах подачі.

Під час роботи машини категорично забороняється заходити за огорожу в зону роботи машини.

Ремонтні роботи дозволяється проводити тільки при зупинених механізмах і знеструмлених шафах електроапаратури, при цьому на включений головний рубильник вивішується табличка "Не вмикати! Працюють люди!".

Робочі в період роботи повинні користуватися засобами індивідуального захисту (спецодягом, спецвзуттям, протишумними навушниками ККА або ВЦНІОТ 2м).

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Під час техобслуговування, ремонту та чистки (яку можна проводити водою, парою та іншими засобами) машину необхідно повністю знеструмити.

Висновок:

Таким чином при розробці даного розділу мною було розглянуто такі питання, як загальні вимоги безпеки барабанної рубальної машини, аналіз приміщення, в якому встановлено пульт управління барабанної рубальної машини, та з якого ведеться спостереження за завантажувальною лінією барабанної рубальної машини, розглянуто питання захисту операторів від шуму, було проведено аналіз мікроклімату, освітлення, електробезпеки і пожежної безпеки приміщення.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

ВИСНОВКИ

В результаті аналізу складу і циклу роботи барабанної рубальної машини, а також складу і технічних характеристик гідроприводу машини, було встановлено можливості підвищення її енергетичної ефективності шляхом врахування типу сировини, що поступає до машини. Підвищення ефективності можливе за рахунок розподілення одного експлуатаційного режиму на три, які відповідають зміні зовнішнього навантаження, а саме враховують різновид сировини, що подається на переробку до рубальної машини.

Врахування зміни навантаження в гідросистемі шляхом мінімальних змін можливе завдяки встановленню клапана тиску з пропорційним керуванням, який було спроектовано і гідравлічний розрахунок лінії управління якого було проведено.

Результатом модернізації гідросистеми стала можливість економії 213кВт·год енергії за 36 годин роботи машини, та до 4000кВт·год за місяць роботи барабанної рубальної машини.

Також у проекті описано порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі клапана тиску з пропорційним керуванням «Втулка». Було розглянуто загальні вимоги безпеки барабанної рубальної машини, аналіз приміщення, в якому встановлено пульт управління барабанної рубальної машини, та з якого ведеться спостереження за завантажувальною лінією барабанної рубальної машини, розглянуто питання захисту операторів від шуму, було проведено аналіз мікроклімату, освітлення, електробезпеки і пожежної безпеки приміщення.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волынский В. Н. Технология древесных плит / В. Н. Волынский. – Архангельск, 2007. – 300 с.
2. Oriented Strand Board (OSB) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.apawood.org/osb>.
3. Spanplatte [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://de.wikipedia.org/wiki/Spanplatte>.
4. МДФ. История создания МДФ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.facebook.com/berbexfactory/posts/1498960237079240/>.
5. ГОСТ 15815-83* Щепа технологическая. Технические условия [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.vashdom.ru/gost/15815-83/>.
6. Рубальні машини [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://nltuu.com.ua/archives/64>.
7. Станочные гидроприводы: Справочник / В. К. Свешников. — 6-е изд. перераб. и доп. — СПб.: Политехника, 2015. — 627 с.
8. Bosch Rexroth. Гидропривод. Основы и компоненты: учебный курс по гидравлике. Т. 1. 2003. 322 с.
9. Гидрооборудование мобильных машин. Parker Hannifin Corporation. 2010. 344 с.
10. Экономия за счет регулирования в насосных установках [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.svaltera.ua/solutions/typical/water_supply/6151.php.
11. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. - М. : Машиностроение, 1977. - Т. 1-3.
12. Виды и типы схем [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://gk-drawing.ru/plotting/types-schemes.php>.

13. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник / Л.А. Кондаков, А.И. Голубев, В.Б. Овандер, В.В. Гордеев, Б.А. Фурманов, Б.В. Кармугин; под ред. А.И. Голубева, Л.А. Кондакова. М.: Машиностроение, 1986. 464 с.
14. Абрамов Е.И., Колесниченко К.А., Маслов В.Т. Элементы гидропривода: Справочник. - 2-е изд., перераб. и доп. - Київ: Техніка, 1977. - 322 с.
15. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. «Гидравлика, гидромашины и гидроприводы» Учебник. - М.: Машиностроение, 1982.-423 с.
16. Аврунин Г.А. Объемный гидропривод и гидропневмоавтоматика Учебное пособие. / Аврунин Г.А., Грицай И.В., Кириченко И.Г., Мороз И.И., Щербак О.В. — Харьков: ХНАДУ, 2008. — 412 с.
17. Анухин В. И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 219 с.
18. Технологія машинобудування: метод. вказівки до практичних занять та самостійної роботи для бакалаврів напряму підготовки 6.050502 "Інженерна механіка" /Уклад.: С.С.Добрянський, В.К.Фролов, Ю.М. Малафєєв – К.: НТУУ «КПІ», 2012. - 67 с. (електронне видання).
19. Основи охорони праці: Підручник 2-ге видання, доповнене та перероблене. К.Н.Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, С.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Козяков, Л.О. Мітюк. За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського – К.: Основа, 2006 – 448с.
20. Микроклимат [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Микроклимат>.
21. Освітленість [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Освітленість>.

					ДПО1.МА5121.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90