

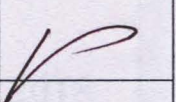

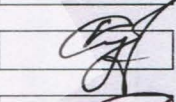
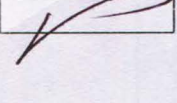


До захисту
12.12.18р.

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Механіко-машинобудівний факультет
Кафедра Гірничих машин та інжинірингу
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студентки Норенко Дарини Дмитрівни (ПІБ)
академічної групи 133мГ17-1 (шифр)
спеціальності 133 Галузеве машинобудування (код і назва спеціальності)
спеціалізації Гірничі машини та комплекси
за освітньо-професійною програмою Гірничі машини та комплекси (офіційна назва)
на тему Обґрунтування параметрів та розробка водяного двоходового
гідроприводу фільтру технічної води ФРУ-190-2 (назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Кухар В.Ю.	95	Вісміно	
розділів: Аналіз конструкцій та областей застосування фільтрів для води та гідродвигунів	Кухар В. Ю.	95	Вісміно	
Розрахунково-конструкторський	Кухар В. Ю.	95	Вісміно	
Експлуатаційно-економічний	Кухар В. Ю.	95	Вісміно	
Рецензент	Самуся В.І.	95	Вісміно	
Нормоконтролер	Кухар В.Ю.	95	Вісміно	

Дніпро
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Гірничих машин та інжинірингу
(повна назва)

Заболотний К.С.
(прізвище, ініціали)

(підпис)

« 21 » 12 2018 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеня магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студентки **Норенко Д.Д.** академічної групи **133м-17-1**

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності **133** Галузеве машинобудування

спеціалізації **Гірничі машини та комплекси**

за освітньо-професійною програмою **Гірничі машини та комплекси**

(офіційна назва)

на тему **Обґрунтування параметрів та розробка водяного двоходового гідроприводу фільтру технічної води ФРУ-190-2**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від **27.11.2018** № **2018-л**

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналіз конструкції та областей застосування фільтрів для води та гідродвигунів	<p>1. Виконати збір, обробку, систематизацію й критичний науковий аналіз наукової та технічної інформації за темою проекту.</p> <p>2. Виконати аналіз існуючих конструкцій фільтрів для технічної води.</p> <p>3. Виконати обґрунтування типу та параметрів гідравлічного двоходового приводу шіткового фільтру.</p>	28.10.2018
Розрахунково-конструкторський	1. Виконати теоретичні та	

<p>© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП» © В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко</p>	<p>експериментальні дослідження сил супротиву переміщення щіткового очищувача уздовж сітки фільтроелемента.</p> <p>2. Розробити конструкцію гідравлічного двоходового приводу щіткового фільтру.</p>	<p>07.12.2018</p>
<p>Експлуатаційно-економічний</p> <p>© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП» © В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко</p>	<p>1. Виконати аналіз умов безпечної експлуатації фільтру технічної води.</p> <p>2. Виконати аналіз техніко-економічних факторів, що забезпечують ефективність прийнятих технічних рішень.</p>	<p>11.12.2018</p>

Завдання видано

Дата видачі

Дата подання до екзаменаційної комісії

Прийнято до виконання

(підпис керівника)

07.09.18

Кухар В. Ю.

(прізвище, ініціали)

10.12.18

Норенко Д. Д.

(прізвище, ініціали)

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 110 сторінок, 29 рисунків, 7 таблиць, 12 посилань та додатків.

Об'єкт розробки: гідравлічний кроковий привід з використанням у якості робочої рідини технічної води під тиском.

Мета дипломного проекту магістра: обґрунтувати параметри, виконати розрахунок проектування та розробити конструкторську документацію на водяний двоходовий гідропривід повороту очищувача блоку фільтрувального БФ-100 промислового фільтра для технічної води ФРУ-190-2.

Методи дослідження:

Розділ 1 Аналіз конструкцій та областей застосування фільтрів для води та гідродвигунів - розглянуто загальні відомості застосування, область використання фільтрів, типи конструкцій двигунів, види енергії, та принцип роботи обраного до розробки двигуна.

Розділ 2 Розрахунково-конструкторський - розраховані параметри двигуна розроблена комп'ютерна 3D модель гідромотору.

Розділ 3 Експлуатаційно-економічний - Опрацьовані питання експлуатації, розрахована собівартість виготовлення гідромотору.

Наукова новизна досліджень:

Обґрунтування параметрів на винахід який належить до гідравлічних крокових приводів з використанням технічної води під тиском з патенту UA № 104238 С-2

Практичне значення результатів досліджень: Розроблена конструкція 3D моделі гідромотору з патенту UA 104238 С-2 в SolidWorks, виготовлена конструкторська документація.

ЗМ.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ Д.Д.18.09.Р.ПЗ Реферат Літ. Аркуш Аркушів 1 2 НТУ «ДП», ММФ, 133м-17-1						
Виконав	Норенко										
К.розділу	Кухар										
Керівник	Кухар										
Н. Контр.	Кухар										
Затвердив	Заболотний										

Ключові слова: ГІДРОМОТОР, ФІЛЬТР ТЕХНІЧНОЇ ВОДИ,
ГІДРАВЛІЧНИЙ ДВИГУН, ГІДРАВЛІЧНИЙ КРОКОВИЙ ПРИВІД,
ЩІТКОВИЙ ОЧИЩУВАЧ, СІТЧАСТИЙ ФІЛЬТРОЕЛЕМЕНТ

Графічна частину проекту: 5 листів креслень формату А1.

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

					ГМІ.ПД.18.09.Р.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ЗМІСТ

Вступ.....	9
Розділ 1 Аналіз конструкцій та областей застосування фільтрів для води та гідроприводів.....	10
1.1. Огляд літератури та інших джерел класифікації фільтрів.....	10
1.1.1 Типи фільтрів технічної води, що застосовуються в промисловості.....	10
1.1.1.1 Гідродинамічні фільтри.....	11
1.1.1.2 Щіткові фільтри.....	12
1.1.1.3 Фільтри з промиванням зворотним потоком води.....	13
1.1.1.4 Картриджні фільтри.....	14
1.1.1.5 Дискові фільтри.....	16
1.1.2 Типи гідроприводів обертаючих чи іншого переміщення очищувачів фільтрів.....	17
1.1.3 Види енергії приводів, як забезпечується автоматичне або ручне відключення - вимикання режиму само промивання.....	17
1.1.3.1 Електричний привід.....	17
1.1.3.2 Гідравлічний привід.....	18
1.1.3.3 Пневматичний привід.....	19
1.1.4 Опис фільтру технічної води ФРУ-190-2.....	20
1.1.4.1 Технічні особливості.....	22
1.1.4.2 Недоліки фільтру та рішення проблеми.....	22
1.1.5 Конкретні конструктивні рішення по гідравлічним приводам фільтрів. Переваги і недоліки, можливість їх застосування на ФРУ-190-2.....	23

						ІМД Д. 18.09.3.ПЗ Зміст		
ЗМ.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.	Аркуш	Аркушів
Виконав	Норенко						1	3
К. розділу	Кухар					НТУ «ДП», ММФ, 133М-17-1		
Керівник	Кухар							
Н. Контр.	Кухар							
Затвердив	Заболотний							

1.1.5.1	Гідравлічний кроковий двигун.....	23
1.1.5.2	Гідроциліндри.....	24
1.1.5.3	Турбіна.....	26
1.1.5.4	Основні переваги гідроприводу.....	27
1.1.6	Гідромотор.....	28
1.1.6.1	Патент та актуальність винаходу.....	28
1.1.6.2	Опис роботи гідромотору.....	28
1.2	Підбір матеріалів для гідродвигунів, що працюють на воді.	
	Захист від корозії.....	30
1.3	Висновки по розділу.....	31
Розділ 2	Розрахунково-конструкторський.....	32
2.1	Розрахунок опорів повороту очищувача ФРУ-190-2.....	33
2.1.1	Складові опору повороту.....	33
2.1.2	Теоретичне визначення опорів тертя щітки об сітку.....	37
2.1.3	Експериментальні виміри для визначенню жорсткості однієї щетинки щітки очищувача.....	41
2.1.4	Експериментальні виміри по визначенню опору тертя щітки по сітці.....	45
2.1.5	Оцінка результатів теоретичних та експериментальних результатів.....	51
2.2	Розрахунок параметрів гідромотора.....	51
2.2.1	Обґрунтування розмірів деталей та 3д моделювання.....	53
2.2.2.1	Розрахунок валу гідромотору.....	53
2.2.2.2	Розрахунок шпоночних з'єднань гідромотору.....	54
2.2.2.3	Кут нахилу привідних зубців.....	55
2.3	Висновки з розрахунково-конструкторського розділу.....	60
Розділ 3	Експлуатаційно-економічний.....	62
3.1	Експлуатаційний підрозділ.....	62

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

3.1.1	Установка гідроприводу з фільтром ФРУ-190-2.....	62
3.1.2	Порядок технічного обслуговування фільтра ФРУ-190-2... ..	62
3.2	Безпека конструкції машини та її експлуатації.....	63
3.2.1	Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації ФРУ-190-1.....	63
3.2.2	Розробка технічних та організаційних заходів безпечної для людини та навколишнього середовища експлуатації ФРУ-190-2.....	66
3.2.3	Порядок технічного обслуговування ФРУ-190-2.....	66
3.2.4	Рекомендації з видалення та утилізації відходів і захисту навколишнього середовища.....	67
3.3	Економічний підрозділ.....	68
3.3.1	Розрахунок собівартості водяного крокового гідро двигуна.....	68
3.4	Висновки з експлуатаційно-економічного розділу.....	73
	Висновки.....	75
	Перелік посилань.....	77
	Додаток А Відомість матеріалів дипломного проекту	78
	Додаток Б Специфікація.....	79
	Додаток В Патент UA № 104238 С-2.....	83
	Додаток Г Презентація.....	94
	Додаток Г Відгук начальника керованого керівника дипломного проекту магістра.....	105
	Додаток Д Рецензія на дипломний проект магістра.....	107

ВСТУП

Очищення великих об'ємів технічної води від механічних домішок є актуальною проблемою у всіх галузях промисловості:

- гірничої,
- металургійної,
- хімічної,
- коксохімічної,
- на теплоелектростанціях.

Актуальність проблеми водоочищення обумовлена особливостями водопостачання на промислових підприємствах, яке характеризується підвищеною кількістю забруднень - як органічних, так і неорганічних.

Одним з варіантів вирішення проблеми очищення води є фільтр з ручним керуванням ФРУ-190-2.

ФРУ використовується у випадках, коли вода відносно чиста, але потрібно захищати обладнання від попадання випадкових зайвих компонентів, так само, коли ставити автоматизований фільтр не раціонально.

Фільтр з ручним керуванням ФРУ-190-2 є ефективним обладнанням для захисту теплообмінників від забруднень.

Однак його експлуатація виявила необхідність в оснащенні фільтру гідравлічним приводом.

Розглянуті варіанти конструкцій гідроприводу, але вирішено розробити гідромотор для ФРУ-190-2 з патенту UA № 104238 С-2 [1] (Додаток В), який використовує як робочу рідину воду з водогону, де встановлений фільтр, дозволяючи не встановлювати додаткову масло-станцію.

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Норенко			<i>Вступ</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
К. Розділу		Кухар					1	1
Керівник		Кухар				НТУ «ДП», ММФ, 133м-17-1		
Н. Контр.		Кухар						
Затвердив		Заболотний						

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ТА ОБЛАСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРІВ ДЛЯ ВОДИ ТА ГІДРОДВИГУНІВ

1.1 Огляд літератури та інших джерел класифікації фільтрів

Фільтри служать для очищення робочої рідини від домішок, які містяться в ній.

Домішки затримуються фільтрами, принцип роботи яких заснований на пропуску рідини через фільтруючі елементи (щільні, сітчасті, пористі) або через сидові поля (сепаратори). У першому випадку домішки затримуються на поверхні або в глибині фільтруючих елементів, у другому робоча рідина проходить через штучно створюється магнітне, електричне, відцентрове або гравітаційне поле, де відбувається осідання домішок.

1.1.1 Типи фільтрів технічної води, що застосовуються в промисловості

Процес фільтрації в даний час широко поширений в самих різних областях, починаючи від побутового очищення води і закінчуючи розподілом суспензій на хімічних виробництвах. У зв'язку з різноманітністю застосувань породило різноманітність конструкцій апаратів для здійснення цього процесу. Зустрічаються як дуже прості фільтри, в яких багато операцій здійснюються вручну, так і складні агрегати, здатні працювати в безперервному режимі тривалий час.

					М. П. Д. 18.09.01. ПЗ		
Змін.	Арк.	З док.	Підпис	Дата	Аналіз конструкцій та областей застосування фільтрів для води та гідродвигунів		
Виконав	Норенко						
К. Розділу	Кухар						
Керівник	Кухар						
Н. Контр.	Кухар						
Затвердив	Заболотний				Літ.	Аркуш	Аркушів
						1	
					НТУ «ДП», ММФ, 133м-17-1		

1.1.1.1 Гідродинамічні фільтри

В основі роботи фільтрів покладена теорія гідродинаміки руху частинок поблизу фільтроелемента, завдяки чому через чарупку проходять частинки в 3 і більше разів менші, ніж розмір чарупки (рисунок 1.1). Таким чином, виключається можливість перекриття забруднюючої частинці фільтруючого осередку фільтру, чим забезпечується безперервна працездатність фільтру.

Основні переваги гідродинамічних фільтрів:

- відсутність рухомих вузлів та агрегатів для очищення поверхні фільтроелементу;
- низька вартість обслуговування;
- відсутність дорогих витрат на матеріали;

Основні недоліки гідродинамічних фільтрів:

- чутливі до тонких налаштувань;
- необудність регулювання при зміні параметрів потоку рідини (витрата, тиск, зміна гран складу та інших властивостей механічних забруднень тощо).

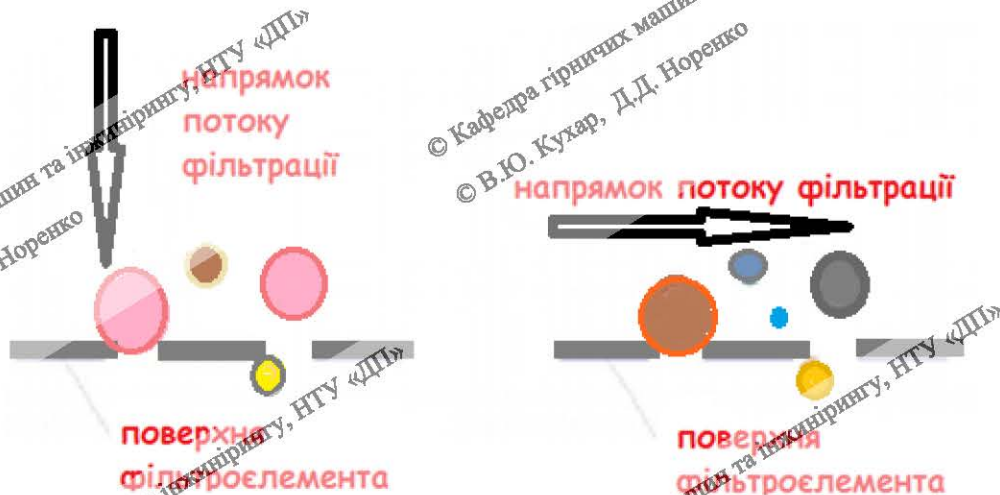


Рисунок 1.1- Схема фільтрації гідродинамічного фільтру

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.1.1.2 Щіткові фільтри

Щіткові фільтри - це фільтри ручного та / або автоматичного управління в яких передбачена можливість обертання щітки та фільтроелемента за допомогою обертаня щітки.

Розглянути щітковий фільтр (рисунок 1.2), який виробляється на ТОВ "Океанмашенерго" можемо на прикладі:

- Фільтр ручного керування серії ФРУ



Рисунок 1.2 - Фільтр ручної серії ФРУ [2]

Ще одним прикладом щіткового фільтру є фільтр AF-9800 фірми ГАМІТ (рисунок 1.3).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

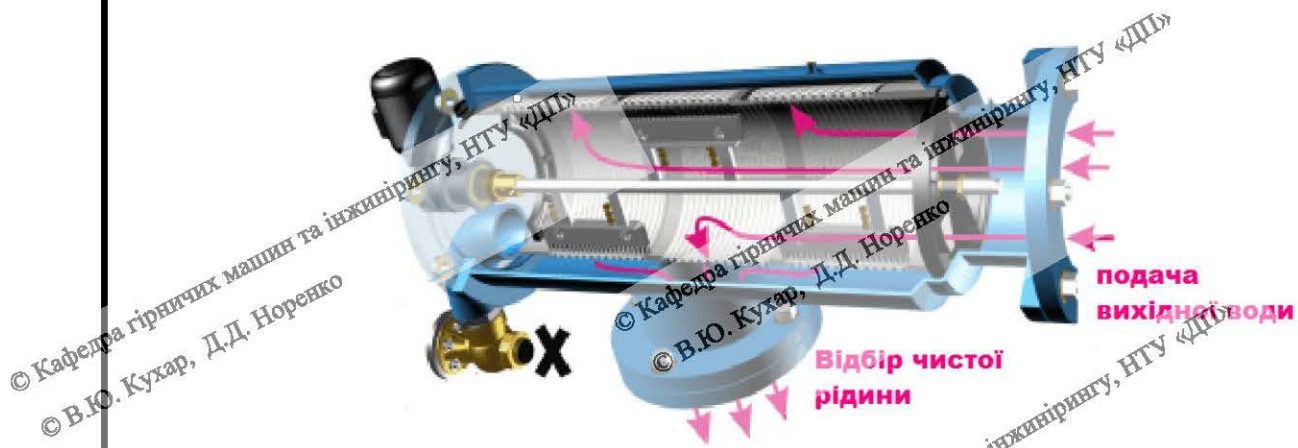


Рисунок 1.3 - Фільтр AF-9800 [3]

Основні переваги щіткових фільтрів:

- можливість подвійного очищення фільтроелементу (зворотнім потоком та щіткою);

- фільтрує воду під час очищення;
- надійно працює під любым тиском у системі.

Основні недоліки щіткових фільтрів:

- замулювання елементів при нерегулярному очищенні.

1.1.1.3 Фільтри з промиванням зворотним потоком води

У сучасних способах очищення технічної води від механічних включень використовують автоматизовані фільтри з очищенням фільтроелементу зворотнім потоком води (рисунок 1.4), який на короткий час послідовно створюється на обмежених ділянках сітки. Зворотний потік створюється, як правило, активним очищувачем, порожнина яку створюють на час очищення зі зливом.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.



Рисунок 1.4 - Фільтри зі зворотним промиванням ФСЦ, ФК, ФСБ

Переваги:

- Низький рівень споживання енергії;
- Надійний безперервний режим роботи без контролю персоналом;
- Фільтр має досить компактні розміри;
- Всі металеві частини виконані з нержавіючої сталі;

Недоліки:

- Складність конструкції;
- Підвищена вартість у порівнянні з гідродинамічними фільтрами;
- Необхідність зовнішніх джерел живлення.

1.1.1.4 Картриджні фільтри

До об'ємного типу фільтрів відноситься картриджний фільтр.

Його функція залежить від типу картриджа (рисунки 1.5), який вставлений в нього.

Принцип роботи картриджу:

Картридж встановлюється в корпус (картридж) фільтра. Вода проходить через поліпропіленові волокна картриджу ззовні до внутрішньої порожнини.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

При цьому забруднюючі механічні частинки затримуються в шарах картриджу, а чиста вода потрапляє у внутрішній отвір для збору і подачі очищеної води. Звідки подається споживачеві або на наступний етап очищення води.



Рисунок 1.5 – Картриджні фільтри [5]

До переваг пристрою відносять:

- простоту конструкції та експлуатації;
- взаємозамінність фільтруючих елементів;
- тривалу роботу змінних елементів.

Недоліки:

- неможливість регенерації фільтруючого картриджу;
- підвищені втрати тиску при фільтрації у порівнянні з сітчастими.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

1.1.1.5 Дисккові фільтри

Дисккові фільтри для води (рисунк 1.6) застосовуються рідше, ніж картриджні або сітчасті системи. Тим часом, робочі характеристики цього обладнання нічим не поступають традиційним пристроям, що використовуються в якості першого ступеня водо очистки.

Переваги:

Магістральні дисккові фільтри відрізняються:

- простотою використання,
- легкістю монтажу,
- відсутністю необхідності регулярної заміни картриджа
- високою ефективністю фільтрації,
- тривалим терміном служби,
- компактністю.

Недоліки:

• не підходить для очищення великих об'ємів рідини від механічних забруднень у підприємствах важкої індустрії.



Рисунок 1.6 – Дисквий фільтр [6]

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

1.1.2 Типи гідроприводів обертання чи іншого переміщення очищувачів фільтрів

Типи приводів можна кваліфікувати за характером руху вихідної ланки гідродвигуна:

- гідропривід обертального руху – у якого вихідна ланка (вал або корпус) робить необмежений обертальний рух
- гідропривід поступального руху – у якого в якості гідродвигуна застосовується гідропиландр – двигун зі зворотно-поступальним рухом ведучої ланки (штока поршня, плунжера або корпусу);
- гідропривід поворотного руху – коли в якості гідродвигуна застосований поворотний гідродвигун, у якого ведуча ланка (вал або корпус) здійснює зворотно-поворотний рух на кут, менший ніж 90° .

1.1.3 Види енергії приводів, як забезпечується автоматичне або ручне ввімкнення - вимикання режиму самопромивання

Привід – пристрій або сукупність пристроїв для приведення в дію машин та механізмів.

Розглянемо найбільш розповсюджені види енергії приводів для ввімкнення режиму самопромивання фільтрів.

1.1.3.1 Електричний привід

Електричний привід – керується електромеханічна система, призначена для перетворення електричної енергії в механічну.

Переваги електричного приводу:

- 1) потужність електродвигуна для приводу робочої машини може бути вибрана досить близькою до необхідної;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

2) електропривод дозволяє швидко, а якщо потрібно, то і часто, пускати і зупиняти машину, плавно гальмувати її;

3) при зміні навантаження на валу електродвигун не вимагає спеціальних регуляторів подачі електроенергії з мережі.

Недоліки:

- 1) створення надвеликої потужності приводу;
- 2) низький коефіцієнт використання потужності;
- 3) відсутність саморегулювання швидкості обертання вихідного вала в залежності від навантаження на робочому інструменті, і, як наслідок, зниження продуктивності приводу;
- 4) великі теплові втрати в електродвигуні.

1.1.3.2 Гідралічний привід

Гідралічний привід (гідропривід) - сукупність пристроїв, призначених для приведення в рух машин і механізмів за допомогою гідралічної енергії.

По можливості регулювання:

Якщо швидкість вихідної ланки (гідроциліндра, гідромотора) регулюється зміною частоти обертання двигуна, що приводить в роботу насос, то гідропривід вважається нерегульованим.

Регульований гідропривід - в процесі його експлуатації швидкість вихідної ланки гідродвигуна можна змінювати за необхідним законом.

Саморегульований гідропривід автоматично змінює подачу рідини по фактичній потребі гідроприводу в режимі реального часу (без фазового зміщення).

До основних переваг гідроприводу відносяться

- простота укладання і автоматизації;

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ				

- простота запобігання приводного двигуна і виконавчих органів машин від перевантажень;
- надійність експлуатації;
- можливість отримання великих сил і потужностей при малих розмірах на базі передавального механізму.

Недоліки:

- витік робочої рідини через ущільнення та зазори, особливо при високих значеннях тиску в гідросистемі, що вимагає високої точності виготовлення деталей гідро-устаткування;
- нагрів робочої рідини при роботі, що призводить до зменшення в'язкості робочої рідини і збільшення витоків, тому в ряді випадків необхідне застосування спеціальних охолоджувальних пристроїв і засобів теплового захисту.

1.1.3.3 Пневматичний привід

Пневматичний привід (пнеumoпривід) – сукупність пристроїв, призначених для приведення в рух частин машин та механізмів за допомогою енергії стисненого повітря.

Пнеumoпривід, подібно гідроприводу являє собою свого роду «пневматичну зв'язку» між приводним двигуном і навантаженням (машиною або механізмом) і виконує ті ж функції, що і механічна передача (редуктор, пасова передача, кривошипно-шатунний механізм і т. Д.). Основне призначення пнеumoпривіду, як і механічної передачі, - перетворення механічної характеристики приводного двигуна відповідно до вимог навантаження (перетворення виду руху вихідної ланки двигуна, його параметрів, а також регулювання, захист від перевантажень та ін.).

Обов'язковими елементами пнеumo привода є компресор (генератор пнеumo механічної енергії) і пнеumo двигун.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ				

Переваги:

- 1) відносна простота конструкції і експлуатаційного обслуговування;
- 2) низька вартість і швидка окупність витрат;
- 3) пожежо-та вибухобезпечність;

Недоліки:

- 1) повітря має високу стисливість, через що він при стисненні накопичує енергію, яка за певних умов може перетворитися в кінетичну енергію рухомих мас і викликати ударні навантаження.

1.1.4 Опис фільтру технічної води ФРУ-190-2

Базовою машиною дипломного проекту є щітковий фільтр з ручним керуванням ФРУ-190-2 (рисунок 1.7).

Фільтр ручної серії ФРУ є комплексом, який збирається на місці застосування з декількох (2 - 3 або більше) циліндричних фільтрувальних блоків з сітчастими фільтроелементами.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.



Рисунок 1.7 – Фільтр ФРУ-190-2 [2]

ФРУ використовується у випадках, коли вода відносно чиста, але потрібно захищати обладнання від попадання випадкових механічних часток. Також, якщо ставити автоматизований фільтр не раціонально, застосовують ФРУ.

У режимі фільтрації відкриті входний та вихідний затвори, в той час, як усі зливні затвори закриті. Вода, яка фільтрується розповсюджується до фільтрувальних блоків, через входні затвори, та проходить через сітчасті фільтроелементи. Чиста, фільтрована вода проходить через вихідні затвори та надходить до виходу з фільтру.

Однією з позитивних якостей фільтру є подвійний спосіб очищення фільтра. Кожен фільтрувальний блок періодично промивається зворотним потоком води. Цей процес управління ручними дисковими затворами, процес очищення проводиться періодично обертанням вручну рукоятки щітки, а, при

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

необхідності, проводиться ручна чистка вийнятої з блоку сітки при відсіканні засувками від напірного водоводу фільтрувальних блоці БФ-100.

1.1.4.1 Технічні особливості

- продовжує фільтрацію води при очищенні;
- фільтр прямоточний, вписується за основними розмірами в напірний водовід;
- для збору твердих включень має декілька фільтрувальних блоків;
- низький перепад тиску;
- надійно працює при будь-яких тисках в системі;
- велика брудоемкість фільтрувальних блоків;
- гнучке управління тривалістю та періодичністю процесу самоочищення при безпосередній участі оператора;
- безвідмовна робота при наявності включень будь-якої крупності у воді.

1.1.4.2 Недоліки фільтру та рішення проблеми

Однією з переваг фільтра є його дешевизна через ручне управління, але так само відсутність автоматизації несе проблеми роботі фільтру. Фільтр ФРУ є штифтовим фільтром, який очищається методом кручення рукоятки людиною. Це варто забувати про людський фактор, якщо не дотримуватися умов очищення прописаних в керівництві з експлуатації (ФРУ190-3-1.00.00.000 PE) можуть створитися такі проблеми:

1. при забрудненні сітки відбувається велика втрата тиску на проходження води;
2. збільшення зусилля кручення рукоятки через злипання елементів фільтра в воді;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

- замулювання підшипника в кришці;
- замулювання одори очисного вала.

При тривалих періодах між очищеннями йде злипання елементів фільтра (це відбувається коли довго не використовується обладнання, яке працює в воді). Якщо використовувати правила прописані в документі «Керівництво з експлуатації», то очищення даного фільтра потрібно проводити через кожні 8 годин (або один раз в зміну) . При правильній експлуатації таких проблем як злипання елементів фільтра в воді бути не повинно. Для того і регулярного очищення фільтра краще покладатися не на людину, яка повинна проводити чистку фільтра, а на автоматизацію фільтру. У зв'язку з цим з'являється технічна задача, яка ставить перед собою мету уникнення людського фактора.

Рішенням технічної задачі є установка приводу замість рукояті.

1.1.5 Конкретні конструктивні рішення по гідравлічним приводам фільтрів. Переваги і недоліки, можливість їх застосування на ФРУ-190-2

Розглянуті види енергії приводів (електричний, гідравлічний та пневматичний) мають кожний свої переваги та недоліки. Вирішено встановити гідро двигун на фільтр ФРУ.

Розглянемо конструктивні рішення різних гідравлічних приводів:

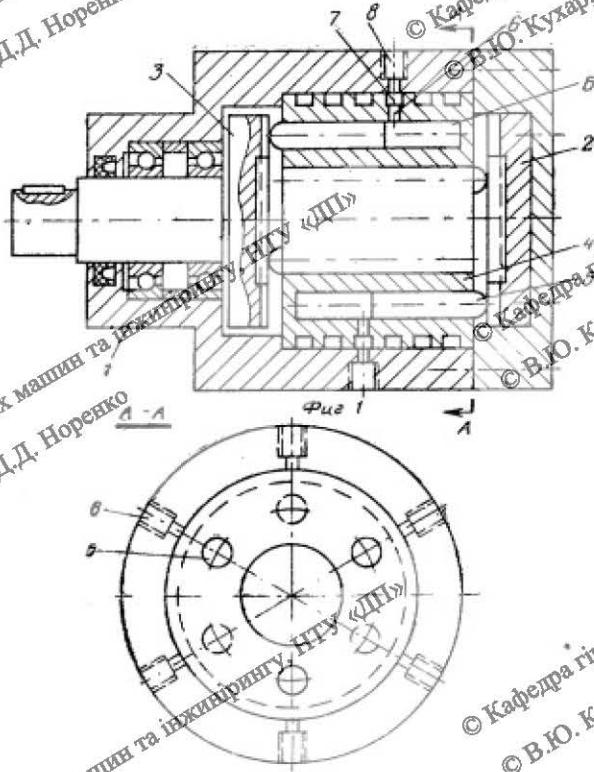
1.1.5.1 Гідравлічний кроковий двигун

Відомі гідравлічні крокові двигуни (Рисунок 1.8) , що містять аксіальні встановлені плунжери, половина яких торцями взаємодіє з профільованими виступами, виконаними на торці ротора гидродвигуна, інша половина з профільованими виступами, виконаними в його корпусі, а під плунжерному просторі в заданій послідовності з джерелом робочої рідини і зі зливом.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ				

Недоліком відомих двигунів є те, що вони здійснюють обмежене число кроків (наприклад, два).

Кроковий двигун включає в себе:



- 1 - корпус;
- 2 - статор;
- 3 - ротор;
- 4 - поворотний барабан;
- 5 - плунжери;
- 6 - внутрішній канал;
- 7 - зовнішня кільцева канавка;
- 8 - отвори для підведення тиску.

Рисунок 1.8 - Гідралічний кроковий двигун

[7]

1.1.5.2 Гідроциліндри

Гідроциліндри за призначенням поділяються на основні та допоміжні. Основні гідроциліндри - складова частина виконавчого механізму, його двигун, а допоміжні забезпечують роботу системи управління, контролю або приводять в дію допоміжні пристрої.

Розрізняють циліндри односторонньої дії - плунжерні (рисунок 1.9) та двосторонньої дії - поршневі (рисунок 1.10). Рух плунжера - висунення вхідної ланки (плунжера) відбувається за рахунок напору робочої рідини, а рух в

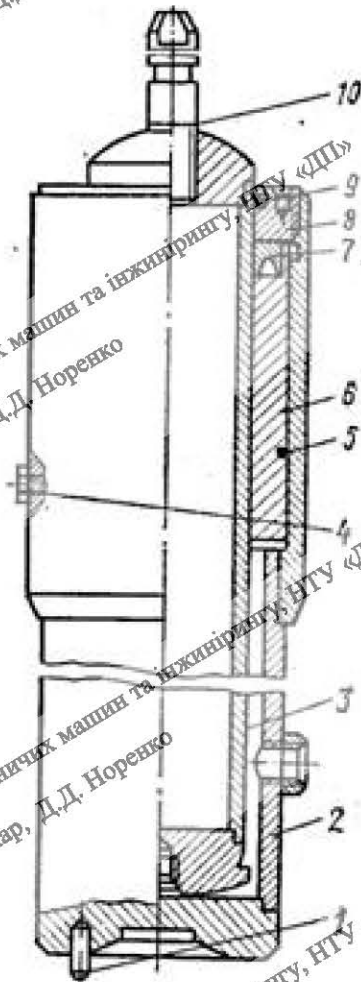
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

протилежну сторону - за рахунок зусилля пружини або сили тяжіння, у другого - рух вихідної ланки; (Штока) в обидві сторони проводиться напором робочої рідини.

Плунжерний циліндр:



- 1— штифт;
- 2— кришка;
- 3— плунжер;
- 4— пробка;
- 5, 9 — кільця;
- 6 — втулка;
- 7 — ущільнювачий пристрій;
- 8 — гайка;
- 10 — шпилька.

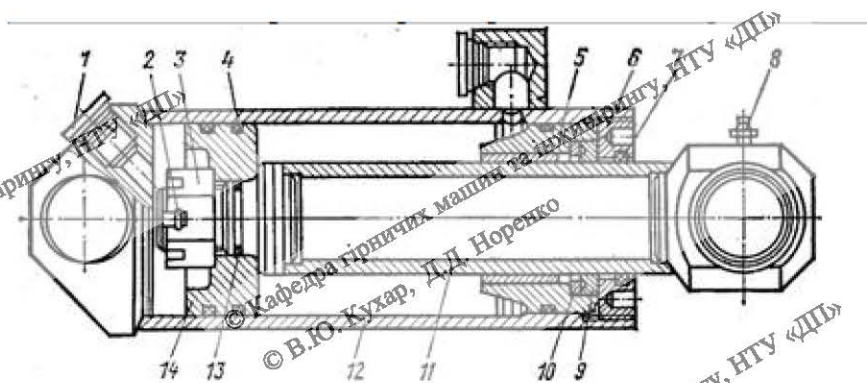
Рисунок 1.9 - Плунжерний циліндр [7]

Поршневі циліндри мають різноманітні конструкції. Наприклад:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.



1 — заглушка, 2 — шплит, 3 — гайка, 4, 10, 13 — кільця, 5 — головка циліндра, 6 — кришка, 7 — брудосеміть, 8 — маслянка, 9 - манжета, 11 — шток, 12 — корпус, 14 — поршень

Рисунок 1.10 - Поршневий циліндр [7]

1.1.5.3 Турбіна

Турбіна - лопаткова машина, в якій відбувається перетворення кінетичної енергії та / або внутрішньої енергії робочого тіла (пари, газу, води) в механічну роботу на валу (рисунок 1.11). Струмінь робочого тіла впливає на лопатки, закріплені по колу ротора, і приводить його в рух.

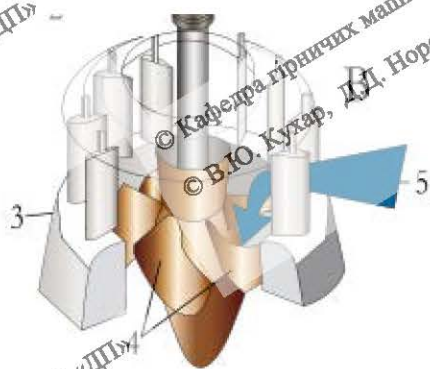


Рисунок 1.11 - Устрій гідротурбіни [8]

Турбіну не раціонально встановлювати на фільтр ФРУ, так як вона має велику кількість обертів та малий момент. Цю проблему можна вирішити

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

встановив редуктор, але розглянутий привід потребує додаткових витрат, яких можна уникнути обравши іншу конструкцію приводу.

У своєму дипломному проекті бакалавра були розраховані потрібні параметри гідродвигуна для встановлення на фільтр ФРУ-190-2. Був обраний гідродвигун за потрібною кількістю обертів, потужністю та моментом, але його робоча рідина була масло, а це додаткові витрати на масло станцію та насос, отже підвищена собівартість.

Серед оглянутих конструкцій гідродвигунів можна встановити, наприклад, кроковий гідро двигун, але робоча рідина, частіш за все, є масло, через це виникають ті ж самі проблеми з додатковими витратами.

1.1.5.4 Основні переваги гідроприводу

- Плавне регулювання швидкості руху вихідної ланки гідропередачі та забезпечення малих, стійких швидкостей. Мінімальна кутова швидкість обертання валу гідромотора може становити 2 ... 3 об / хв.

- Невеликі габарити і маса

- Часте реверсування руху вихідної ланки гідропередачі

- Велике швидкодію і найбільша механічна і пружна жорсткість.

- Хороші умови змащування деталей і елементів гідроапаратів

- Простота утворення обертального руху в зворотно-поступальний і зворотно-поворотні без застосування будь-яких механічних передач, схильних до зносу.

необхідність захисту гідросистеми від проникнення в неї повітря, наявність якого призводить до нестабільної роботи гідроприводу, великим гідравлічним втратам і нагрівання робочої рідини.

Вирішено встановити на фільтр ФРУ саме гідродвигун, так як на відмінність від електричного двигуна є можливість його застосування в системах пожежогасіння промислових і житлових будівель.

									Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ					

1.1.6 Гідромотор

1.1.6.1 Патент та актуальність винаходу

Через незручності в роботі с гідромотором робочою рідиною якого є масло, з'явилася ідея використання гідромотора який працює на воді. На сайті База патентів України [1] був знайдений патент UA № 104238 С-2, винахід якого належить до гідравлічних крокових приводів з використанням технічної води під тиском.

Актуальність винаходу обумовлюється спрощенням використання гідромотора шляхом забезпечення зворотного ходу поворотного поршня під тиском робочої рідини та забезпечення його роботи без використання джерела робочої рідини з перемінним тиском.

1.1.6.2 Опис роботи гідромотора

Гідромотор має циліндр, поворотний поршень має з зубцями які мають похилі поверхні на його торцях. Поворотний поршень з можливістю осевого ковзання надітий на вихідний вал. Циліндр має з двох сторін поршня гідравлічні вводи в корпус, до яких підведена робоча рідина (вода) під тиском одночасно та один гідравлічний вихід. В циліндрі з обох боків поворотного поршня є зубці з похиліми поверхнями на повернутих до поршня торцях двох дисків (верхнього та нижнього). Зубці верхнього диску розміщені по колу на півкроку відносно зубців нижнього диску. Поршень має клапан з осевими отворами, який складається з шайб розміщених з обох сторін поршня, з'єднаних між собою через осеві отвори в поршні штоками з пружинами. В крайніх положеннях поворотного поршня клапан, набігаючи на опори, попеременно з'єднує порожнини з обох сторін поршня зі зливом. При зливому поршень під тиском робочої рідини рухається зворотно-

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

поступально, зубці з похилими поверхнями рухаються в один бік і поршень обертає вихідний вал. Винахід сприяє виконанню прямого і зворотного ходу поршня від джерела постійного тиску.

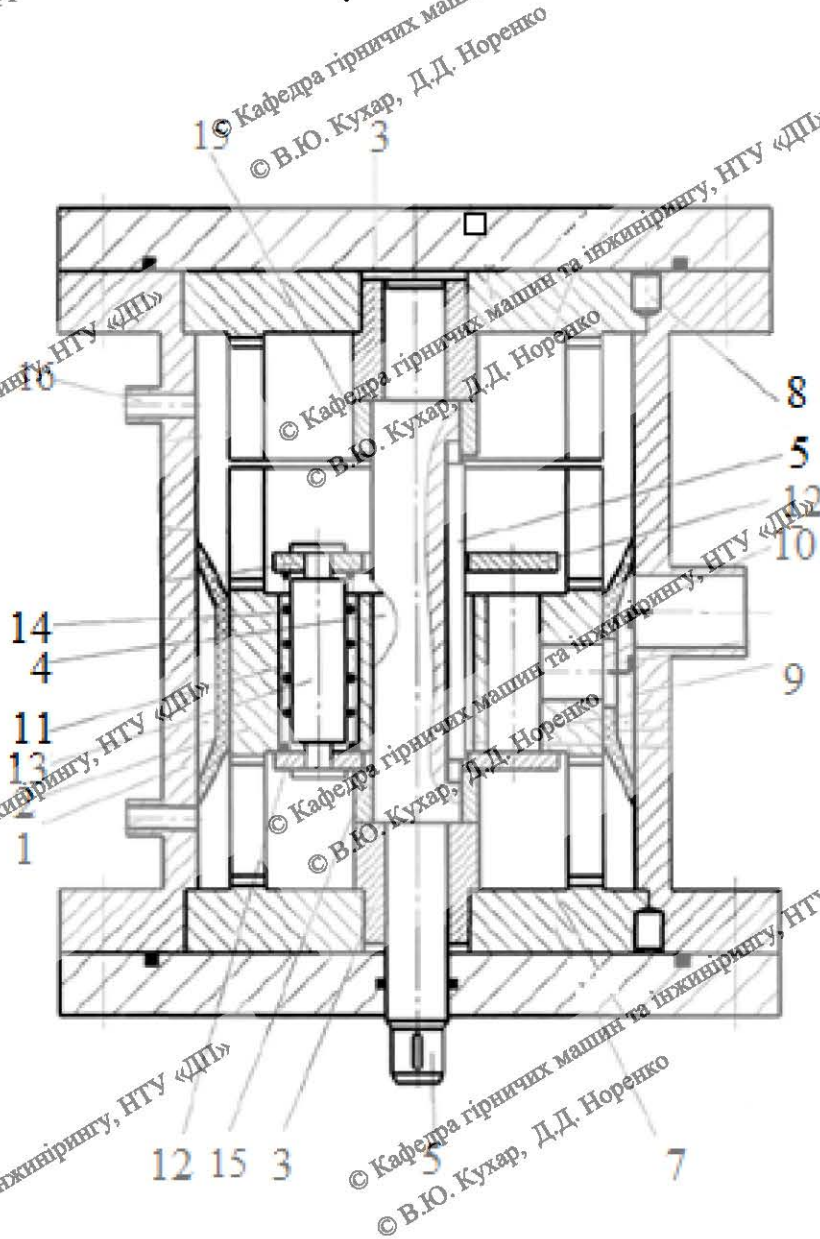


Рисунок 1.11 – Конструкція гідромотору

1. Циліндр;
2. Поворотний поршень;
3. Підшипник;
4. Вихідний вал;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

5. Шпонка;
6. Верхній диск;
7. Нижній диск;
8. Штифт;
9. Корітцева порожнина;
10. Штуцер;
11. Клапан;
12. Верхня та нижня шайби;
13. Штоки;
14. Пружина стискування;
15. Верхня та нижня втулки;
16. Вхідні отвори.

1.2 Підбір матеріалів для гідродвигунів, що працюють на воді. Захист від корозії

Корозія - це руйнування металів в результаті хімічного або фізико-хімічного взаємодії з навколишнім середовищем. У загальному випадку це руйнування будь-якого матеріалу, будь то метал або кераміка, дерево або полімер.

Для запобігання корозії в частості конструкційних матеріалів застосовують нержавіючі сталі, кольорові метали, полімери, захисні покриття з полімерів, гуми, лакофарбові, тощо.

Корозійне руйнування корпусів гідромотору викликається комплексом одночасно діючих факторів:

- властивості вихідної води (робочої рідини);
- матеріал корпусів гідродвигунів та технологія їх виготовлення;
- прийнятий регламент експлуатаційного обслуговування корпусів.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

Зовнішні поверхні гідромотору виготовлені з корозуючих матеріалів, повинні бути покриті захисними покриттями від корозії.

1.3 Висновки по розділу

Розглянуті різні конструкції фільтрів технічної води та приводів до них.

Описана базова машина дипломного проекту - Фільтр з ручним керуванням ФРУ-190-2. Фільтр ФРУ-190-2 є ефективним обладнанням для захисту теплообмінників від забруднень.

Суттєвим недоліком фільтра ФРУ-190-2 є відсутність його автоматизації, що несе за собою наслідки недотримання умов очищення прописаних в керівництві з експлуатації.

Було прийнято рішення замінити ручний привід на гідравлічний, що працює на воді з водогону, в якому стоїть фільтр, при цьому частоту обертання шківового очищувача фільтра ФРУ-190-2 залишити без зміни 3-7 об / хв.

Проаналізувавши проблему, було вирішено, що найбільш вдала конструкція гідродвигуна для фільтра ФРУ є виріб гідромотор з патенту UA № 104238 С-2, винахід якого належить до гідравлічних крокових приводів з використанням технічної води під тиском. Для реалізації даного мотора необхідно обґрунтувати параметри та розробити конструкторську документацію гідродвигуна.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.01.ПЗ

Арк.

РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

2.1 Розрахунок опорів повороту очищувача ФРУ

2.1.1 Складові опору повороту

У дипломному проекті бакалавра [10], автором були змодельовані вузли та збірка фільтра для очистки технічної води ФРУ-190-2 за допомогою програмного забезпечення Solid Works.

Для отримання параметрів приводу фільтра ФРУ-190-2, потрібно визначити робочий момент, для цього треба розрахувати усі моменти опору:

- визначити моменту опору в підшипнику ковзання (радіальне навантаження рисунок 2.1);

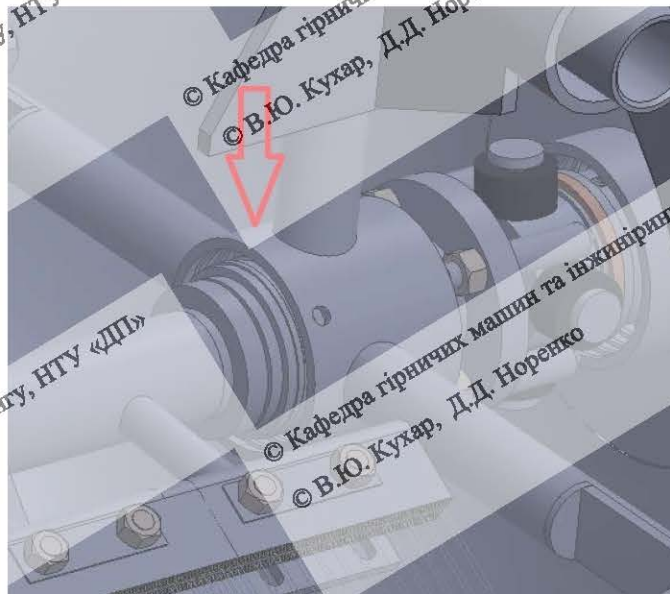


Рисунок 2.1- Зображення 3Д моделі підшипнику ковзання та прикладене до нього навантаження

ЗМ.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Норенко			ГМФ ПД.18.09.02.ПЗ	Літ.	Аркуш	Аркушів
К.розділу		Кухар					1	
Керівник		Кухар				НТУ «ДП», ММФ, 133М-17-1		
Н. Контр.		Кухар						
Затвердив		Заболотний						

- розрахувати момент опору в підшипнику кривошипу (рис. 2.2);

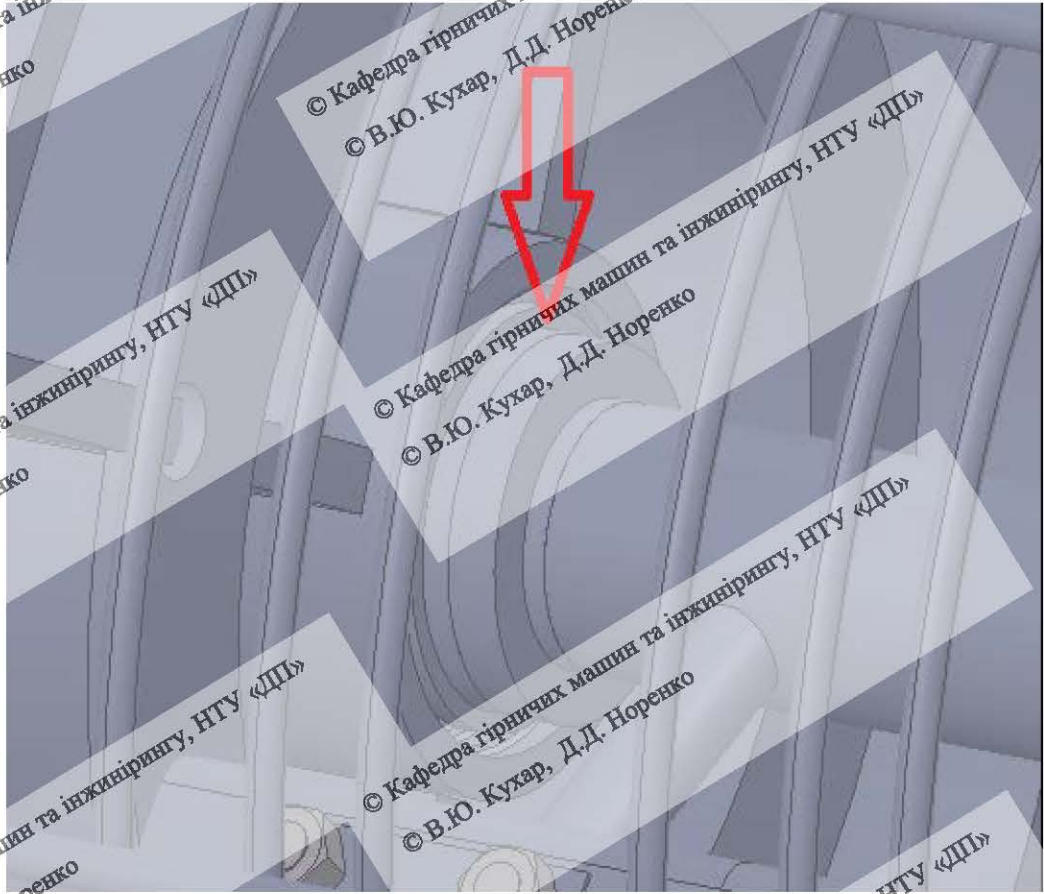


Рисунок 2.2 - Зображення 3Д моделі підшипника ковзання в кришці і прикладена до нього навантаження

- розрахувати момент опору в манжеті;
- розрахувати момент опору від щітки;
- розрахувати момент опору в підшипнику ковзання при основному навантаженні(рис 2.3);

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.02.ПЗ

Арк.

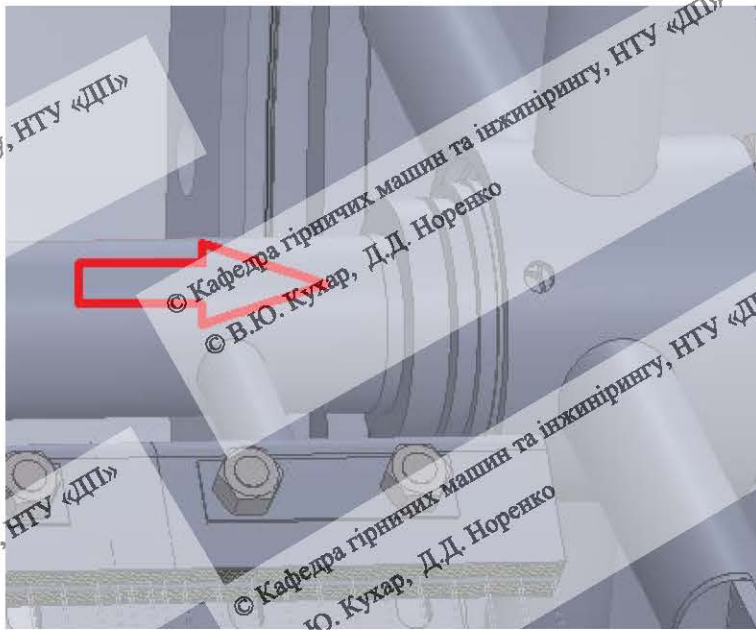


Рисунок 2.3 - Зображення 3Д моделі підшипника ковзання при осьовому навантаженні

- МОМЕНТ від тертя щітки очисувача о сітку фільтроелементу:



Рисунок 2.4 – Зображення тертя щітки о сітку

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- порахувати суму моментів зазначених вище;
- розрахувати потужність гідродвигуна.

Розрахунок моменту сили тертя в дієві в підшипнику ковзання:

$$M_{\text{то}} = f \cdot P \cdot \frac{d}{2} \quad (2.1)$$

де $f=0,2$ - коефіцієнт тертя для поліамідів;

$P = 500\text{Н}$ - радіальне навантаження на підшипник;

$d = 50\text{ мм} = 0,05\text{ м}$ - внутрішній діаметр втулки;

$$M_{\text{то}} = 0,2 \cdot 500 \cdot \frac{0,05}{2} = 2,5\text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2. Момент опору в підшипнику ковзання при осьовому навантаженні:

$$M_y = f \cdot P \cdot F \cdot R_{\text{пр}} \quad (2.2)$$

де $f=0,3$ -коефіцієнт тертя;

$P = 0,63\text{ МПа} = 630000\text{ Н/м}^2$ - тиск;

F - площа опорної поверхні;

$R_{\text{пр}}$ - приведений радіус тертя;

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (2.3)$$

де $d = 70\text{ мм}$ - навантажений діаметр бортика;

$$F = \frac{3,14 \cdot 70^2}{4} = 38460\text{ мм}^2 = 3,84\text{ м}^2,$$

$d_0 = (0,6 - 0,8) \cdot d$ - номінальний діаметр підшипника ковзання;

$$d_0 = 0,8 \cdot 70 = 56 \text{ мм}, \quad (2.4)$$

$$R_{\text{пр}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{d^3 - d_0^3}{d^2 - d_0^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{343000 - 125000}{4900 - 25000} = 30,2 \text{ мм}, \quad (2.5)$$

$$M_y = 0,3 \cdot 2423 \cdot 0,03 = 21 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент сил тертя в підшипнику ковзання який знаходиться в

$$M_T = f \cdot R \cdot \frac{d}{2}, \quad (2.6)$$

де $f=0,2$ - коефіцієнт тертя для поліамідів;

$R = 200 \text{ Н}$ - радіальне навантаження на підшипник;

$d = 55 \text{ мм} = 0,055 \text{ м}$ - внутрішній діаметр втулки;

$$M_T = 0,2 \cdot 200 \cdot \frac{0,055}{2} = 1,1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4. Пружність використана на силі тертя в манжетному ущільненні:

$$N_r = f \cdot \pi \cdot d \cdot h \cdot p \cdot v, \quad (2.7)$$

де $f = 0,05$ - коефіцієнт тертя (тертя в воді);

$d = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$ - діаметр валу;

$h = 0,5 \text{ см} = 0,005 \text{ м}$ - висота активної частини манжети;

$$p = 6,4 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 6,4 \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{10^{-4}\text{М}^2} = 6,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 640000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \quad - \quad \text{ТИСК}$$

робочого середовища;

$$v = 2 \pi \cdot r \cdot n - \text{окружна швидкість валу};$$

$$r = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м} - \text{радіус валу};$$

$$n = 4 \frac{\text{об}}{\text{хв}} = 0,06 \text{ об/с} - \text{частота обертання валу};$$

$$\omega = 4 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{30} = 0,05 \text{ рад/сек}, \text{ кутова швидкість};$$

$$v = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,05 \cdot 0,06 = 0,05 \text{ м/с},$$

$$N_r = 0,05 \cdot 3,14 \cdot 0,05 \cdot 0,005 \cdot 640000 \cdot 0,05 = 1,27 \text{ Вт.}$$

2.1.2 Теоретичне визначення опору тертя щітки об сітку

До параметрів щітки, які потрібно розрахувати, відносяться:

- провід дротинки при її русі по сітці фільтроелемента;
- кількість дротинки пучку;

Зусилля, що виникає у пучку при його русі по сітці фільтроелемента.

Якщо представити щетинку як закріплену одним кінцем консольну балку довжиною L (рис. 2.5). Під дією сили F дротинка отримує прогин f. При цьому вільний кінець В переміститься в точку С на величину X. Щетинка вигнута по деякій кривій, яку представимо дугою кола з радіусом R. Враховуючи відносно невелику величину прогину f, така заміна J не внесе відчутну похибку для розв'язуваної задачі.

Задача розрахунку щітки – вибір параметрів щітки таким чином, щоб напруга у дротинках під час їх вигинах не перевищувала напругу текучості матеріалу дротинки, тому що вони ввігнуться та не повернуться в початкове положення. Для розрахунку та вирішення описаної задачі використовуємо вихідні дані, описані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Відомі значення

$d_{пр} =$	0,35 мм	Діаметр дротинки
$l_{др} =$	40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 мм	Довжина дротинки
$P1 =$	$1 \cdot 10^{-3}$ кгс, $2 \cdot 10^{-3}$ кгс, $3 \cdot 10^{-3}$ кгс, ... $10 \cdot 10^{-3}$ кгс	Сила діюча на консольну закріплену дротинку
$P_{пуч} =$	1,0 кгс	Зусилля виникаюче у пучку щетинок під час руху його по сітці
Матеріал $E =$	Сталь 20X2H4A $2,1 \cdot 10^5$ МПа	Модуль Юнга

Для вирішення задачі використовуємо формули:

$$J = \frac{\pi \cdot d_{пр}^4}{64} = 5,66 \cdot 10^{-4}, \text{ мм}^4 \quad (2.8)$$

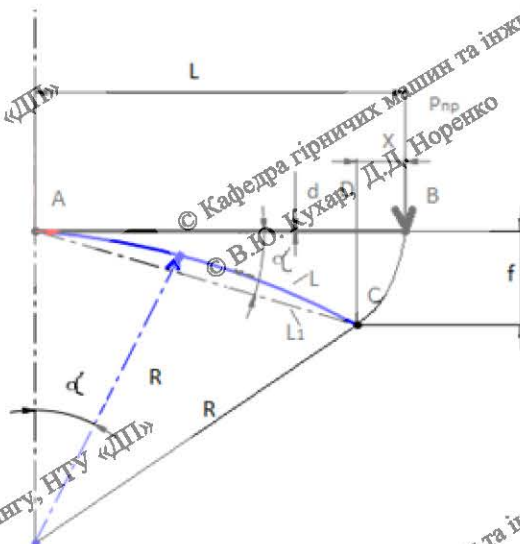


Рисунок 2.5 – Схема прогину щетинки

Через задану змінну величину згинального навантаження на кінець проволочки розрахуємо прогин за формулою:

$$f_1(P_1) = \frac{P_1 \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot J} \quad (2.9)$$

Таблиця 2.2 Отримані результати теоретичних розрахунків прогину проволочки залежно від довжини консолі

Вигинаюче навантаження P1 кгс	Довжина консолі L, мм						
	40	45	50	55	60	65	70
0.001	1	2	3	3	4	4	7
0.002	2	3	5	6	9	12	15
0.003	3	4	6	7	11	13	18
0.005	7	9	12	16	22	25	32
0.01	14	18	22	28	34	40	48
	$f_1(P_1)$	$f_2(P_1)$	$f_3(P_1)$	$f_4(P_1)$	$f_5(P_1)$	m	$f_7(P_1)$

За отриманими результатами приведеними в таблиці 2.2 будемо графіки характеристики залежності зусилля на щітці від прогину її щетинок (рисунок 2.6).

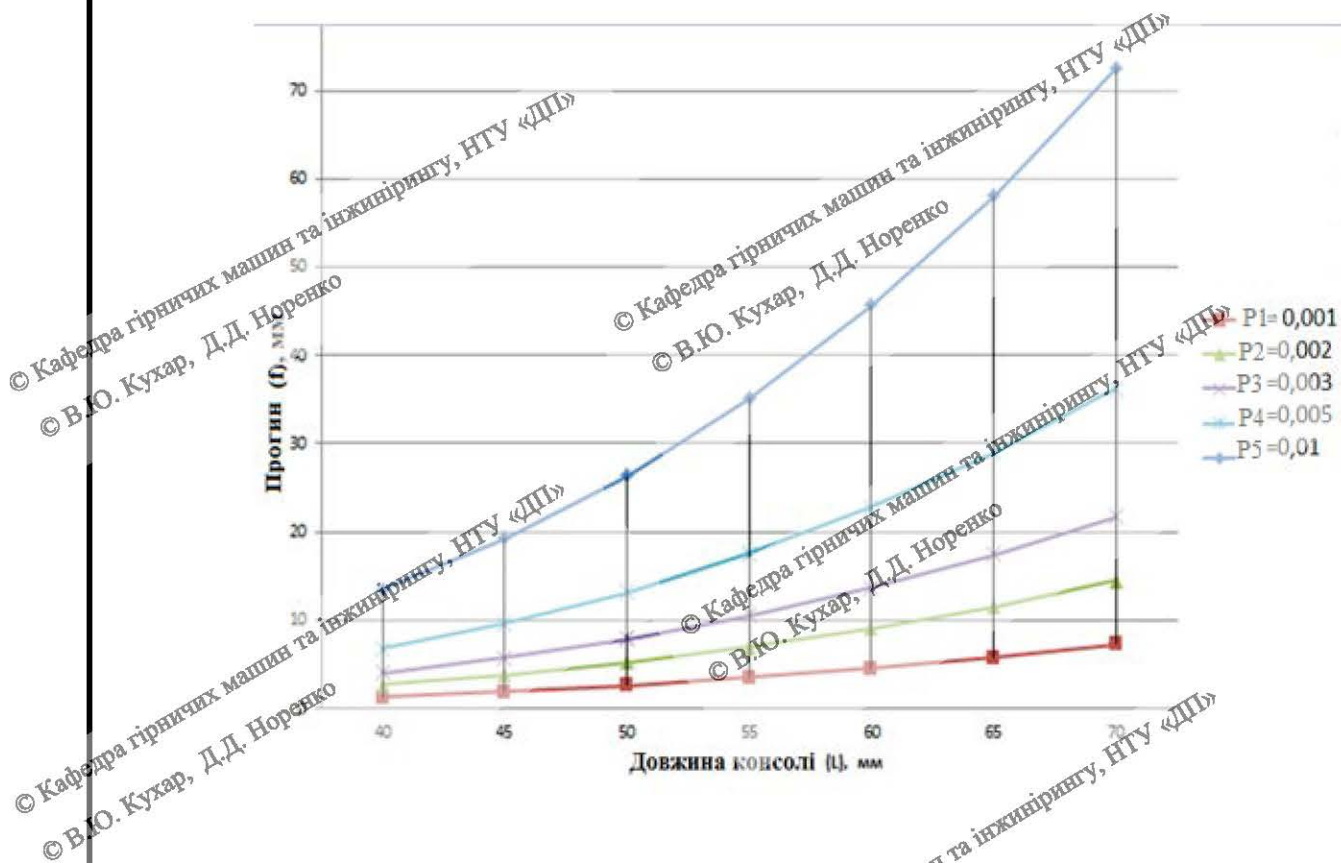


Рисунок 2.6 – Графіки характеристики залежності зусилля на щітці від прогину її щетинок

Сторона квадрата (ширина і висота пучка) визначиться з виразу:

$$l_{\text{пуч}} = 56, \quad (2.10)$$

$$b_{\text{пуч}} = \sqrt{\frac{I_{\text{пр}}}{I_{\text{пр}}}} = 40 \text{ мм}. \quad (2.11)$$

результатів отриманих методом розрахунку формул теоретичної механіки були побудовані графіки кубічної характеристики залежності зусилля на щітці від прогину її щетинок.

З попередніх роздумів приймемо допущення, що щітинки працюють як набір окремих щетинок. Для точного визначення даного допущення проведемо експериментальне дослідження.

2.1.3 Експериментальні виміри по визначенню жорсткості однієї щетинки щітки очищувача

Для точного визначення роботи щетинок проведемо експериментальне дослідження.

Мета роботи: Через навантаження проволочки знайти її прогин.

Обладнання: Стіл, струбцина, проволка, ваги 1 г; 2 г; 3 г; 5 г, 10 г, лінійка, магнит, міліметрівка .

Зміст роботи: Для виконання експерименту була побудована експериментальна установка (рис. 2.7). Для знаходження прогибу проволочки (1) яка має діаметр 0,35 мм, були використані вантажики (2) 1 г; 2 г; 3 г; 5 г, 10 г, які по черзі підвішували на консольно закріпленний відрізок проволочки.

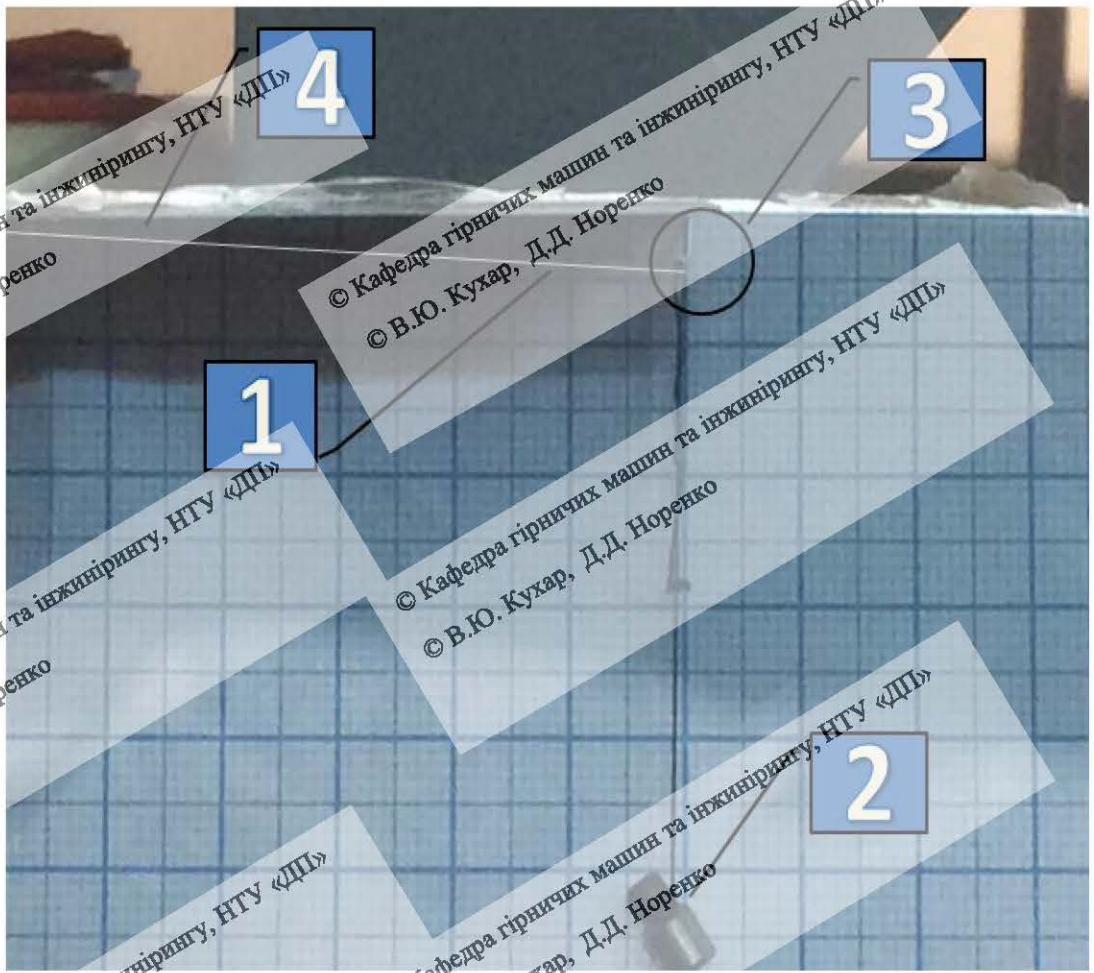
Для запобігання зриву вантажу з консолі її кінець підігнули в гору (3). Лінією відрахунку прогибу стала лінійка (4), яка була також консольно закріплена на столі, паралельно проволці. Відносно лінійки вимірювся й виліт проволки. На задньому плані була встановлена міліметрівка завдяки якій заміряли прогиб.

На кожній довжині вилету проволки були нагужені вантажі та зроблені фото на телефон який знаходився на столі та був зафіксований в одному місці для зменшення похибки результатів.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.02.ПЗ

Арк.



1- проволочка; 2- вантаж; 3- кінець проволочки; 4- лінійка

Рисунок 2.7 – Фото прогину проволочки f при $L=70$ мм, $P1=0,001$ кгс

Результати розмідалися з фотографії телефону, та вносилися в таблицю:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

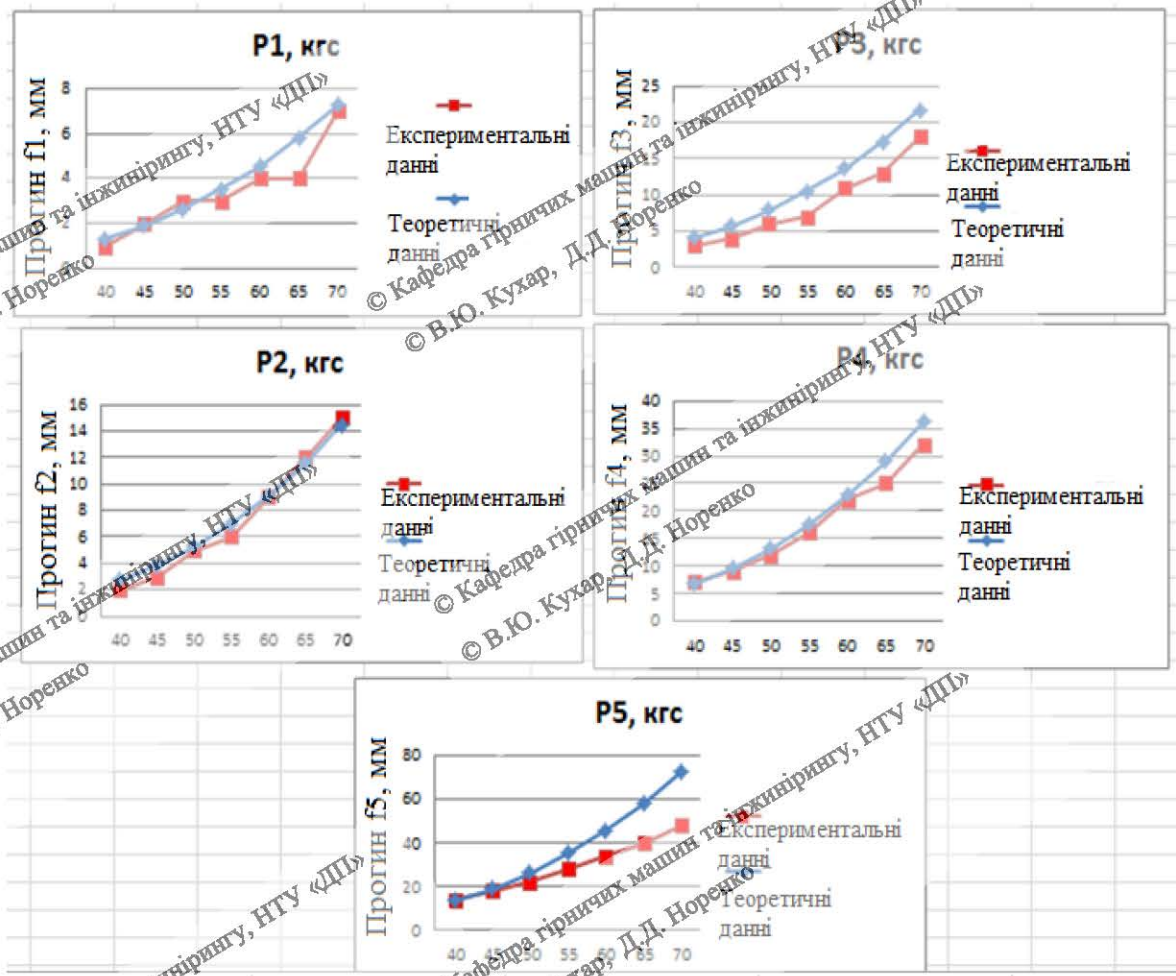
ГМІ.ПД.18.09.02.ПЗ

Арк.

Таблиця 2.3 – Отримані значення прогибу завдяки теоретичному розрахунку

Вигинаюче навантаження P_1	Довжина консолі						
P_1	40	45	50	55	60	65	70
0,001	1	2	3	3	4	4	7
0,002	2	3	5	6	9	12	15
0,003	3	4	6	8	11	13	18
0,005	7	9	13	16	22	25	32
0,01	14	18	22	28	34	40	48
	$f_1(P_1)$	$f_2(P_1)$	$f_3(P_1)$	$f_4(P_1)$	$f_5(P_1)$	$f_6(P_1)$	$f_7(P_1)$

На підставі отриманих результатів побудовані графіки прогину в залежності від довжини і суміщені з графіками отриманими в теоретичному дослідженні (рис 2.8).



Розрахуємо відносну похибку середніх значень.

$$\Delta U_{\text{сер}} = \left| \frac{U_{\text{сер.т}} - U_{\text{сер.е}}}{U_{\text{сер.т}}} \right| \cdot 100\%, \quad (2.12)$$

де $U_{\text{сер.т}}$ – середній результат теоретичного дослідження;
 $U_{\text{сер.е}}$ – середній результат експериментального дослідження;

$$U_{\text{сер.т}} = \frac{U_{\text{т1}} + U_{\text{т2}} + U_{\text{т3}} + U_{\text{т4}} + U_{\text{т5}}}{5} = \frac{4,1 + 8,2 + 14,1 + 23 + 42}{5} = 18,26, \quad (2.13)$$

$$U_{\text{сер.е}} = \frac{U_{e1} + U_{e2} + U_{e3} + U_{e4} + U_{e5}}{5} = \frac{4 + 8,2 + 11 + 21 + 37}{5} = 16,24, \quad (2.14)$$

$$\Delta U_{\text{сер}} = \left| \frac{U_{\text{сер.т}} - U_{\text{сер.т}}}{U_{\text{сер.т}}} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{18,26 - 16,24}{18,26} \right| \cdot 100\% = 11,062\%.$$

Відносна похибка менша за 20%, тому похибка не являється надмірною, та отримані результати є допустимими для підрахунків.

Висновки лабораторних вимірів по визначенню жорсткості однієї щетинки

Для визначення жорсткості однієї щетинки вирішено виконати експериментальне дослідження. Для проведення дослідження розроблено експериментальну установку та досягнута мета роботи, через навантаження проволочки знайдено її прогин. Отримані результати внесені в таблицю та побудовані графіки прогину проволочки під дією різних вантажів за результатами експериментальних та теоритичних даних. Врахована відносна похибка = 11,062%, яка є допустимою.

2.1.4 Експериментальні виміри по визначенню опору переміщенню щітки по сітці

Щоб зрозуміти розглядати щітку потрібно як ресору, або як набір окремих щетинок проведемо експериментальне дослідження (рисунк. 2.9).

Мета роботи З'ясувати зусилля, які створює щітка у різних режимах роботи (різна довжина та орієнтація відносно сітки) та з'ясувати зусилля, які створює одна щітка.

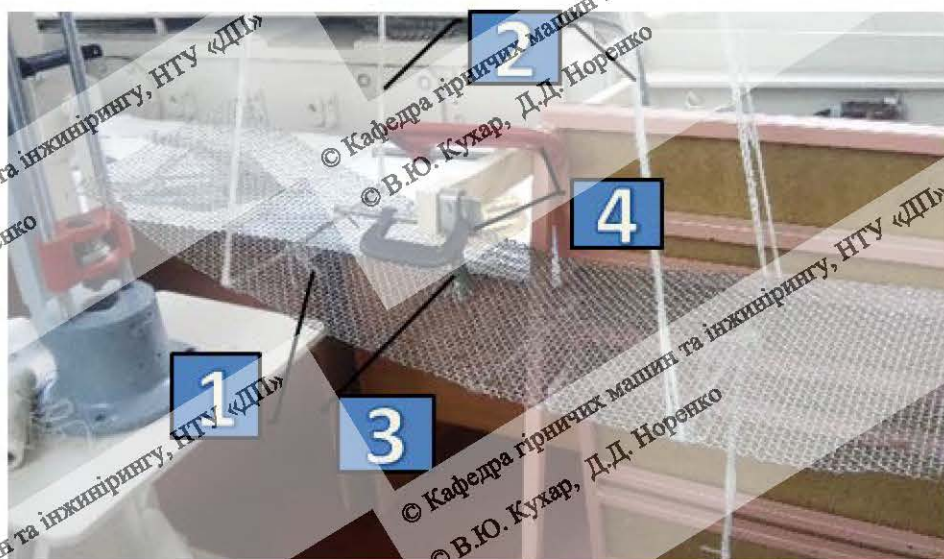
Обладнання: Щітка 5×5 мм, щітка, нитка, конус, струбцини, рулетка, динамометр

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ГМІ.ПД.18.09.02.ПЗ

Арк.

Зміст роботи: Для виявлення зусиль, які створює щітка вирішено зробити практичні виміри (рисунок 2.10). Аби уникнути зайвих сил тертя, та отримати точніші значення була побудована конструкція. Сітка (1) була підвішена в одній точці підвісу нитками (2) дой зігнута на радіус підвісу, щоб уникнути підскоку. Над сіткою консольно закріплен струбцинами (4) важіль якого прикріплена щітка (3). Регулюємо відстань щітки від сітки рулеткою (рисунок 11). Паралельно щітці з правої сторони конструкції чіпляємо електронний динамометр, та протягуємо сітку під нерухомою щіткою. Отримане значення вносимо до таблиці, та повторюємо заміри по п'ять разів на кожну довжину щітки від сітки. Для виведення середнього значення зусиль.



1 – Сітка; 2 – капронова нитка; 3 – фрагмент щітки; 4 - струбцини

Рисунок 2.9 – Фото конструкції для проведення експериментальної роботи

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.02.ПЗ

Арк.

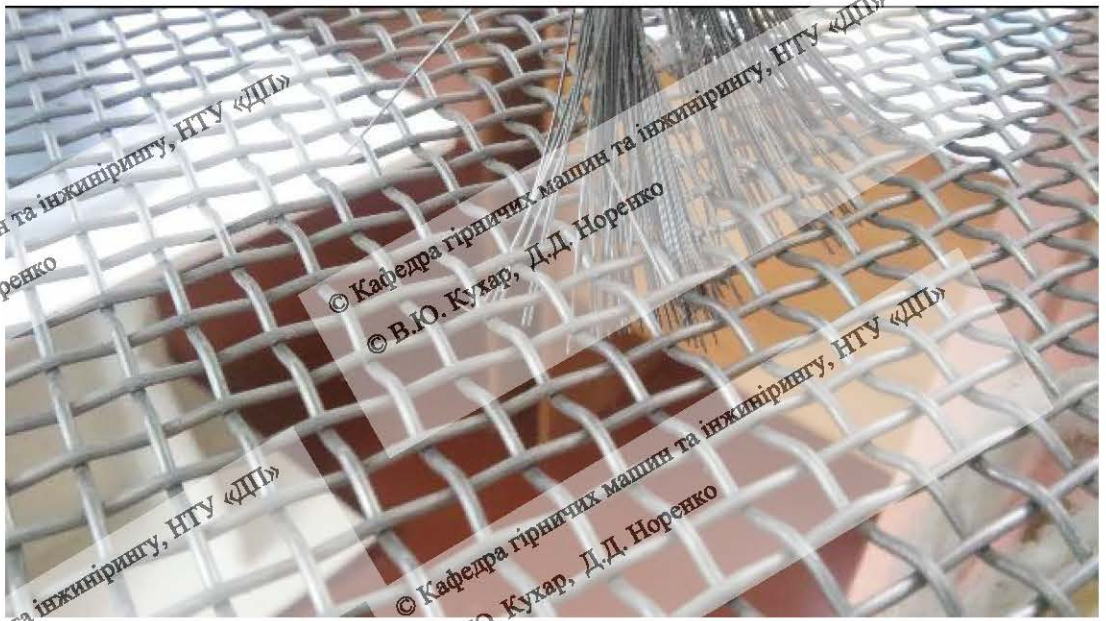


Рисунок 2.10 – Фото сітки та щітинок сітки

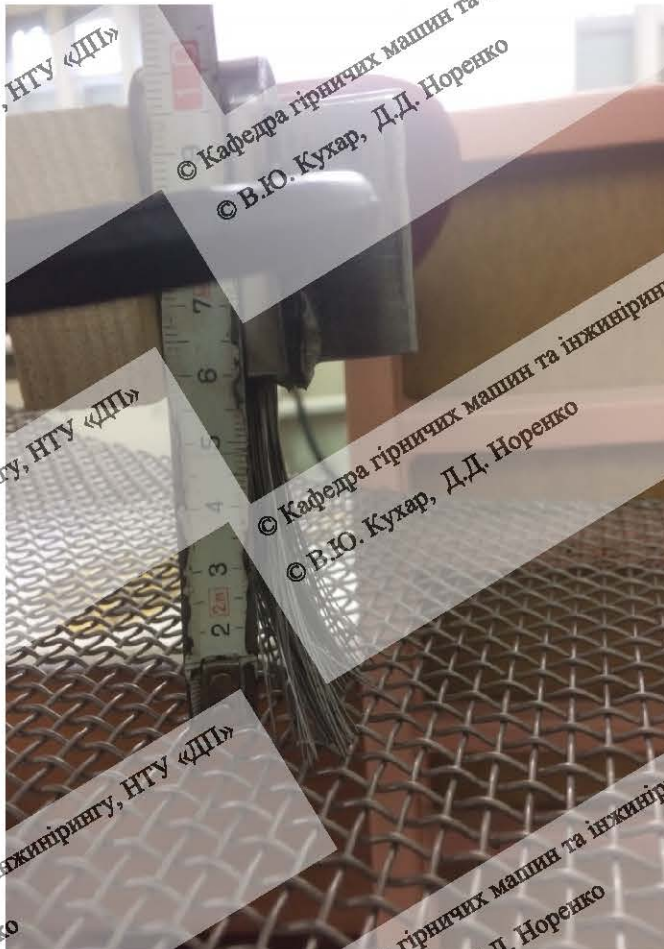


Рисунок 2.11 – Фото виміру відстані щітинок від сітки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.02.ПЗ

Арк.

Заміри виконані на трьох положеннях щітки:

- Рівно;
- Боком;
- Вулицин щетинок в право.

Відстань щітки щодо сітки на 45; 50; 55; 60 мм.

Отримані значення переводилися з Кілограм-сили [КГ] в Ньютон [Н], та розраховувалось середнє значення з отриманих результатів, та середнє зусилля на 1 щітинку. Результати отримані під час експериментального дослідження вносилися в таблицю 2.3

Таблиця 2.3 Отримані значення зусиль які створює щітка у різних режимах роботи (наведені в Ньютонях)

Довжина консолі	Отримані значення Н					Средне	Средне на 1 щ
45	3.53039	3.08909	3.28523	4.41199	3.72653	3.60885	0.034193752
50	2.45486	3.08909	2.5007	2.5007	2.5007	2.60857	0.02490519
55	2.01036	1.6181	1.87223	1.7293	2.0594	1.775	0.016301241
60	0.78453	0.63743	0.98065	0.63743	0.8399	0.77599	0.007304569
						2.1921	0.020676188
Боком							
Довжина консолі	Отримані значення Н					Средне	Средне на 1 щ
45	5.14849	5.09946	3.57943	5.49172	4.85429	4.83468	0.045018074
50	4.36396	3.28523	4.11879	4.85429	4.09946	4.34435	0.040947389
55	2.40266	3.28523	3.08909	2.7849	2.9199	2.90277	0.028328255
60	0.8826	0.49033	0.2942	0.7355	0.5884	0.59821	0.005106859
						3.17	0.029850144
вправо							
Довжина консолі	Отримані значення Н					Средне	Средне на 1 щ
45	4.11879	5.78592	5.39366	4.70719	5.00139	5.00139	0.048848215
50	3.92266	4.41299	4.80526	4.36396	3.62846	4.22667	0.040447802
55	1.52003	1.12775	0.93163	0.83357	0.93163	1.06893	0.009233053
60	1.0297	0.8067	0.8826	0.7355	0.7355	0.81279	0.007937836
						2.79244	0.026616727
53 Щетинки							
Довжина консолі	Отримані значення Н					Средне	Средне на 1 щ
50	4.70717	6.47236	5.58973	4.36396	4.21684	5.07002	0.097029965
55	1.47099	1.22583	1.2003	1.22583	1.61809	1.41215	0.026422348
60	0.25497	0.18633	0.2542	0.28439	0.28439	0.26086	0.004944032

Бік								
Довжина консолі	Отримані значення, Н					Средне	Средне на 1 ш	
50	2.25552	1.56906	1.61809	1.76519	1.07873	1.65732	0.029012774	
55	1.12776	0.98066	1.07373	1.17679	0.98066	1.06892	0.019946282	
60	0.24517	0.24517	0.39226	2.97631	0.39226	0.85023	0.018325415	
						1.19216	0.022428157	
в право								
Довжина консолі	Отримані значення, Н					Средне	Средне на 1 ш	
50	3.48135	3.87361	4.41238	4.31024	3.97168	3.99129	0.077231708	
55	3.43231	3.72651	3.53038	3.77555	2.45165	3.38328	0.063650473	
60	0.7355	0.5584	0.7453	0.53936	0.68646	0.66685	0.012323028	
						2.68047	0.051068403	
26 щетинок								
		Рівно						
Довжина консолі	Отримані значення, Н					Средне	Средне на 1 ш	
50	2.50069	2.25552	2.84392	2.59875	3.33425	2.70663	0.528425601	
55	1.50069	1.96132	2.89225	2.51185	2.45165	2.45165	0.46958592	
60	0.22065	0.1422	0.17653	0.1471	0.18142	0.86789	0.058273915	

За отриманими даними були побудовані графіки характеристики зусиль для яке створює щітка з різною кількістю щетинок в різних положеннях щодо сітки (рисунк 2.12)

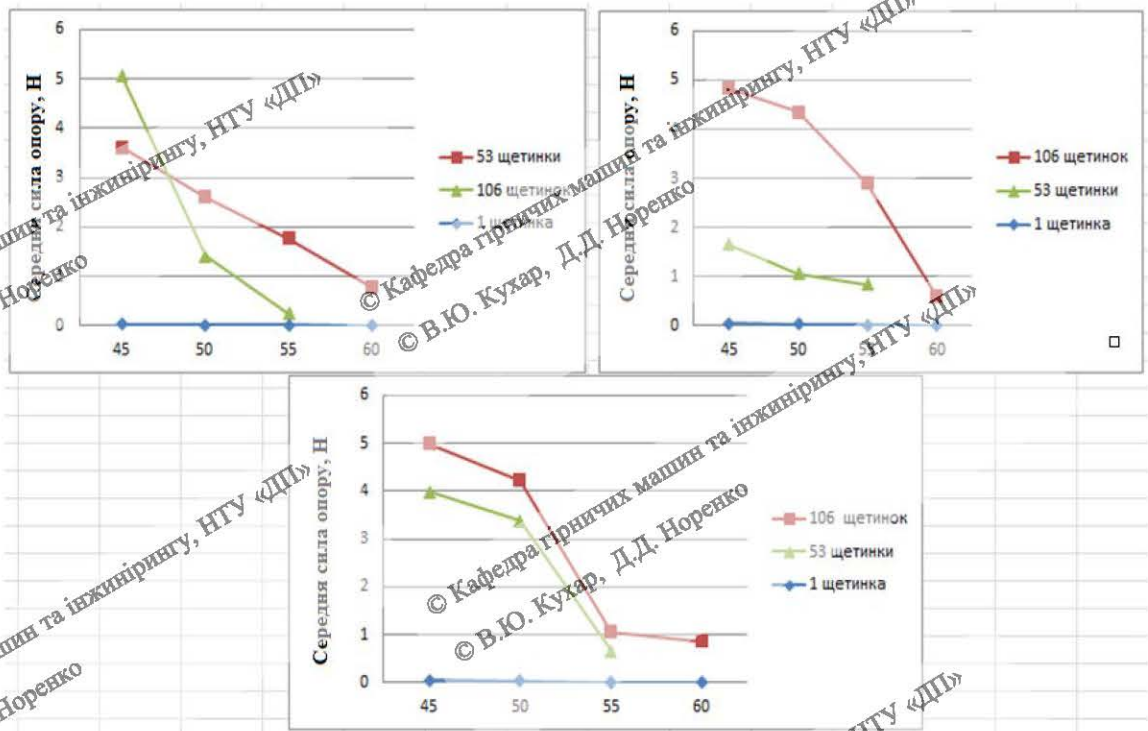


Рисунок 2.12– Графіки характеристики зусилля яке створює щітка з різною кількістю щетинок в різних положеннях

Зусилля опору для 106 щетинок розділені на кількість щетинок дають результат рівний експериментальним значенням зусилля по одній проволочці. Тому можна зробити висновок, що щетинки працюють не як ресора, а незалежно один від одного.

При відомій кількості щіток і щетинок, можемо визначити момент опору третього щіткового очисника по циліндричному сітчастому фільтроелементу за формулою:

$$M = n_{щ} \cdot r \cdot f, \quad (2.15)$$

де $n_{щ} = 1060$ шт – кількість щетинок;

$r = 0,442$ м – радіус фільтровального елемента циліндрі;

$f = 0,045$ Н - зусилля створене однією щетинкою;

$$M_{\text{тщ}} = 1060 \cdot 0,442 \cdot 0,045 = 21,481 \text{ Н}\cdot\text{М.}$$

2.1.5 Висновки теоретичних та експериментальних результатів

Для визначення точного робочого моменту водяного двигуна потрібно обчислити опір обертання щіткового очисника.

Для цього були проведені теоретичні та експериментальні дослідження.

З результатів отриманих методом розрахунку формул теоритичної механіки були побудовані графіки кубічної характеристики залежності зусилля на щітці від прогину її щетинки.

Прийнято допущення, що щітинки працюють як набір окремих щетинок. Для точного визначення даного допущення розроблені лабораторні установки та проведені експериментальні дослідження.

Зусилля опору для 100 проволочок розподілені на число зволікань дають результат рівний експериментальним значенням зусилля по одній проволочці. Тому можна зробити висновок, що щетинки працюють не як ресора, а незалежно один від одного.

Враховані параметри щітки:

- прогин дротинки при її русі по сітці фільтроелемента;
- кількість дротинок у пучку;
- зусилля, що виникає у пучку при його русі по сітці фільтроелемента;
- момент опору тертя щіткового очисника по циліндричному сітчастому фільтроелементу.

2.2 Розрахунок параметрів гідромотора

Для визначення параметрів гідромотора необхідно розрахувати сумму всіх моментів для отримання робочого моменту та потужності.

Мінімальна потужність приводу для повороту очищувача:

$$W = K_3 \cdot L \cdot P_{\text{ц}} \cdot V_{\text{л}} \cdot f \quad (2.16)$$

$K_3 = 1,5$ - коефіцієнт запасу потужності;

$L = 1,3$ м - довжина щітки;

$P_{\text{ц}} = 500$ Н/м - сила притиснення щіток до поверхні;

$V_{\text{л}}$ - лінійна швидкість щіток;

$$V_{\text{л}} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n \quad (2.17)$$

$r = 0,23$ м - радіус ходу щіток;

$n = 4$ об/хв = $0,06$ об/сек - частота обертання;

$$V_{\text{л}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,23 \cdot 0,06 = 0,086 \text{ (м/с)}$$

$$W = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 500 \cdot 0,086 \cdot 0,5 = 41,9.$$

Загальна необхідна потужність приводу:

$W = 41,9$ Вт - необхідна потужність приводу для повороту очищувача;

$N = 1,27$ Вт - потужність для подолання тертя в манжетному ущільненні;

$M_{\text{т}} = 2,5$ Н·м - момент сили тертя в підшипнику ковзання який значущий вплив в кришці;

$M_{\text{т2}} = 1,1$ Н·м - момент сили тертя в підшипнику ковзання;

$M_{\text{у}} = 21$ Н·м - момент опору в підшипнику;

$$\omega = \frac{V}{R} = \frac{0,005}{0,025} = 0,2 \text{ рад/сек} \quad (2.18)$$

$M = 209,5$ Н·м - мінімальний момент для повороту очищувача;

$M_{T0} = 6,35 \text{ Н} \cdot \text{м}$ - момент тертя в манжетному ущільненні;

$M_{Tщ} = 21,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$ - момент тертя щітки по сітчастому фільтроелементу.

Визначаємо робочий момент гідродвигуна:

$$\Sigma M_{пр} = M_{T0} + M_{Tщ} + M_{Tу} + M_{T2} + M_{TК} + M_{Tщ} , \quad (2.19)$$

$$\Sigma M_{пр} = 209,5 + 6,35 + 2,5 + 1,1 + 21,9 + 21,5 = 262 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

Для розрахунку потужності розраховуємо суму моментів $261,95 \text{ Н} \cdot \text{м}$ на кутову швидкість в Вт:

$$W_{пр} = M_{пр} \cdot \omega = 261,95 \cdot 0,2 = 52,39 \text{ Вт} . \quad (2.20)$$

2.2.1 Обґрунтування розмірів деталей та 3D моделювання

2.2.2 Розрахунок валу гідромотору

Діаметр валу:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{пр}}{3,14 \cdot 1000}} \cdot 1000 \quad (2.21)$$

Де $[\sigma] = 30 \cdot 10^6 \text{ Па}$;

$M_{пр} = 262 \text{ Н} \cdot \text{м}$ – робочий момент гідродвигуна;

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 262}{3,14 \cdot 30 \cdot 10^6}} \cdot 1000 = 35,431 \text{ мм} .$$

Прийmemo $d = 40 \text{ мм}$.

Перевірочний розрахунок:

$$\tau_{max} \leq [\tau], \quad (2.22)$$

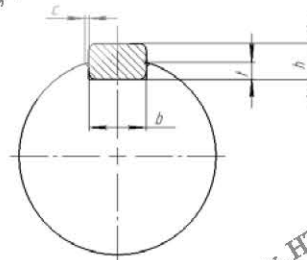
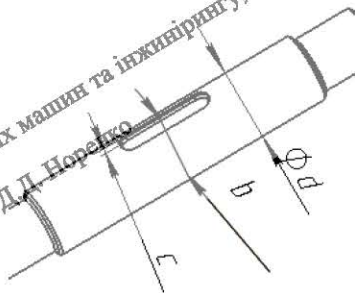
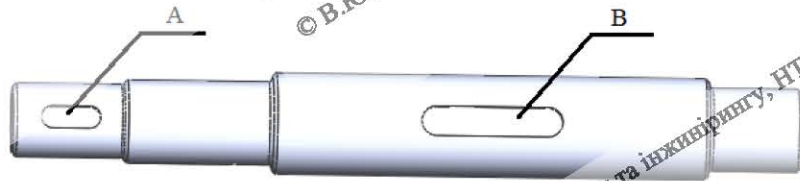
$$\tau_{max} = \frac{16 \cdot M}{\pi \cdot d^3} = \frac{16 \cdot 262}{3.14 \cdot 40^3} = 24 \text{ МПа},$$

$$24 \cdot 10^6 \leq 30 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

З формули (2.22) зрозуміло, що перевірка виконується.

2.2.2 Розрахунок шпоночних зеднань гідромотору

Переріз шпонки ($b \cdot h$) вибирають за таблицями ГОСТу в залежності від діаметру вала (рисунки 2.13).



А, Б – шпоночні пази

Рисунки 2.13 – Зображення валу, шпоночних пазів та розмірів шпонки

Таблиця 2.4 - Розміри шпонки В, А

Назва шпонки	Діаметр валу	Переріз шпонки	Глибина пазу на валу t	Фаска $c \times 45^\circ$
А	40	12×8	5	0,25
В	55	16×10	6	0,35

2.2.2.3 Кут нахилу привідних зубців

Після розрахунку крутного моменту на валу виконуємо проектний розрахунок куту нахилу зубців на нижньому диску гідромотора.

Завдяки співвідношенню довжини та діаметру валу гідромотору підбрали основні розміри верхнього диску. Прийняли зовнішній діаметр диску:

$$D = 260 \text{ мм,}$$

внутрішній діаметр:

$$d = 55 \text{ мм.}$$

Розраховали площу поршня:

$$S = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 3072 \text{ мм}^2. \quad (2.23)$$

Розрахунок тангенціальної сили діючої на зуб:

$$F_t = \frac{2 \cdot M_{np}}{d_a}, \quad (2.24)$$

де d_a – діаметр зовнішній діаметр;

$$d_d = \frac{d_3 - d_B}{2}, \quad (2.25)$$

де $d_3 = 217$ мм – зовнішній діаметр зубу;

$d_B = 187$ мм – внутрішній діаметр зубу.

$$d_d = \frac{217 - 187}{2} = 15 \text{ мм},$$

або $d_d = 0,015$ м.

$$F_t = \frac{2 \cdot 262}{0,015} = 3493 \text{ Н}.$$

Розрахунок нормальної сили діючої на зуб:

$\beta = 45^\circ$ - кут нахилу зубу;

$$F_{N1} = F_t \cdot \cos(\beta) = 3493 \times 0,523^\circ = 1835 \text{ Н} \quad (2.26)$$

Перевірка на вигин:

Обрана Сталь 20Х13,

ступінь точності 6;

$K_{Fa} = 1$ – окружна сила зачеплення;

$K_{F\beta} = 1,16$ – коефіцієнт концентрації навантаження ;

$K_{Fv} = 1,4$ – коефіцієнт динамічного навантаження ;

$Y_{F2} = 3,67$;

$F_{tE} = 1,5$ – еквівалентна окружна сила;

$h_z = 55$ мм – висота зуба;

$b_z = 15$ мм – ширина зуба;

$$\sigma_{зг} = K_{Fa} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \cdot Y_{F2} \cdot F_{tE} \cdot \frac{F_t}{H_z \cdot b_z} \quad (2.27)$$

$$\sigma_{зг} = 1 \cdot 1,16 \cdot 1,4 \cdot 3,67 \cdot 1,5 \cdot \frac{3493}{55 \cdot 15} = 378 \text{ МПа}.$$

Перевірка на міцність:

$$\sigma_{зг} \leq [\sigma_{зг}] \quad (2.28)$$

де $[\sigma_{зг}] = 1260 \text{ МПа}$ - допустимі напруження згину.

$$378 \leq 1260 \text{ МПа}.$$

Судячи з формули 2.28 перевірка виконується.

Користуючись отриманими даними, використовуючи метод скінченних елементів реалізованих в SolidWorks Simulation, перевіримо напружено-деформований стан (НДС) диску. Побудовану 3Д модель нижнього диску (Рисунок 2.14) у програмному забезпеченні SolidWorks задаємо матеріал 20Х13 та запустимо SolidWorks Simulation, нове дослідження, статичний аналіз.

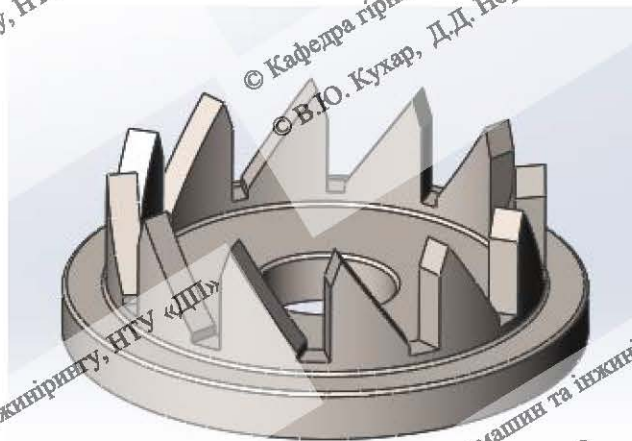


Рисунок 2.14 – 3Д модель нижнього диску

Задамо обмеження: зафіксована геометрія на нижній плоскості диску, яка кріпиться з корпусом. На кожен зуб задаємо розраховану нормальну силу F_{N1} діючу на зуб, яка дорівнює 1835 Н.

Запустимо розрахунок статичного аналізу (рисунок 2.15). Налаштуємо

Графік НДС:

- змінимо одиниці виміру з N/m^2 на N/mm^2 (МПа);
- відобразимо максимальне і мінімальне значення.

Як видно (рисунок 2.16) максимальне значення напруження дорівнює 16,353 МПа, а мінімальне допустиме 20 МПа. Запас міцності при цьому складає 1,22.

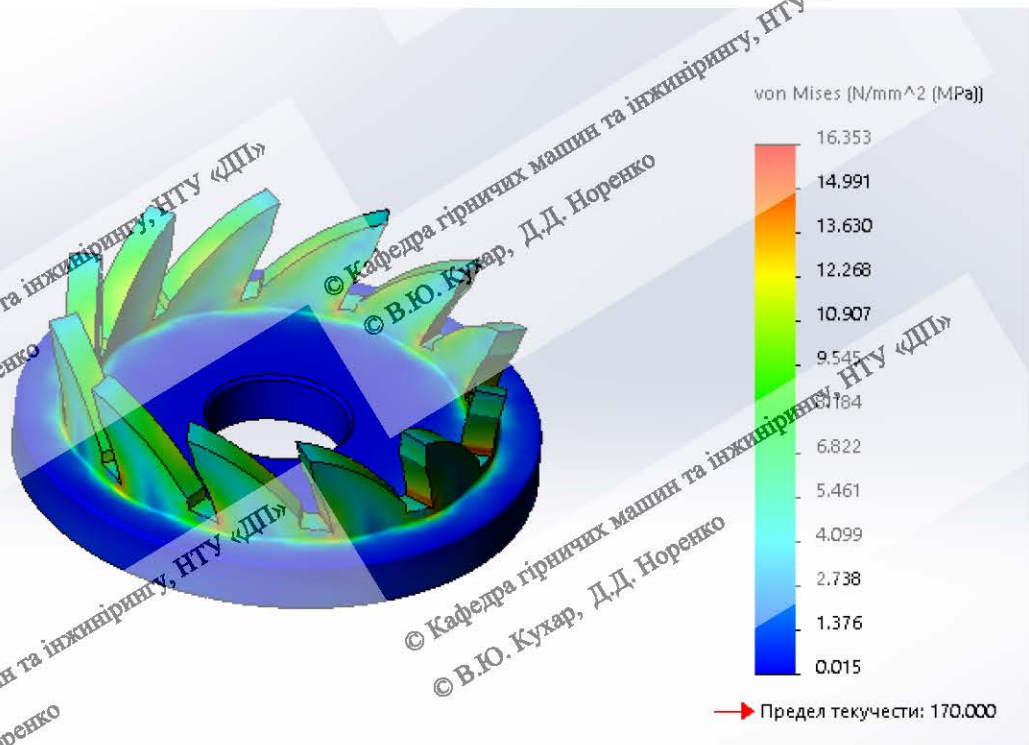


Рисунок 2.15– Напружено-деформований стан нижнього диску

Проаналізувавши результати, можемо зробити висновок, що данна кількість зубів та кут нахилу нас влаштовує.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Відповідно такі ж розміри зубців ми виконали й на нижньому диску та поршні (рисунк 2.16)

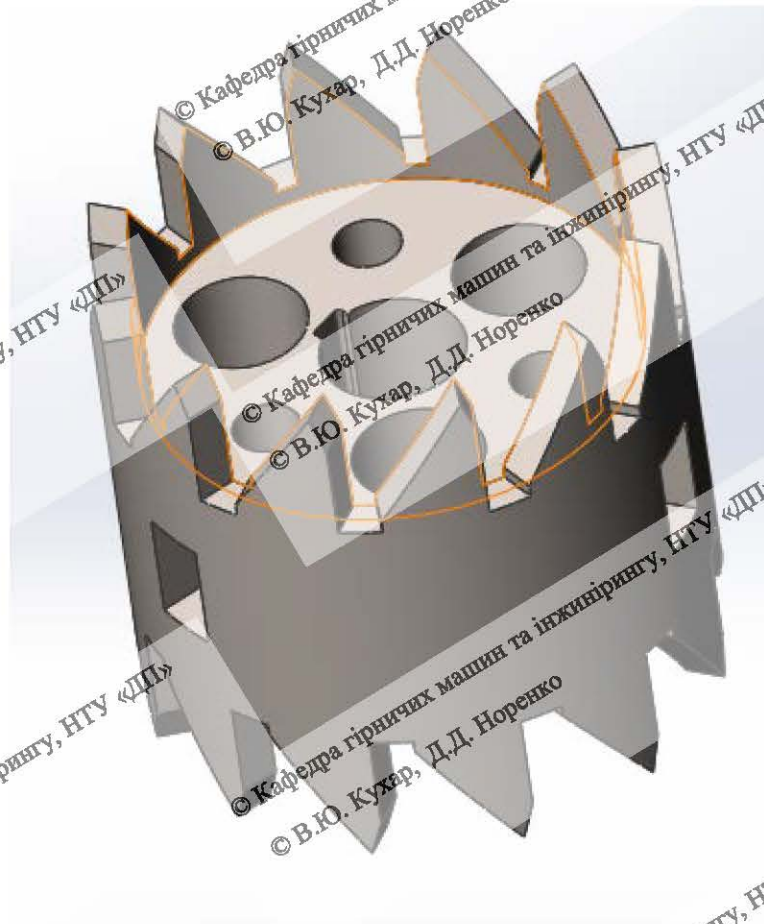


Рисунок 2.16– 3Д модель поршню

За розрахованими раніше даними, а також само проаналізувавши умови застосування, призначення, склад та технічні характеристики, методами висхідного і спадного проектування розроблена комп'ютерна модель гідромотору (рисунк 2.17) зробленого по опису та рисункам з патенту (Додаток В).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.02.ПЗ

Арк.

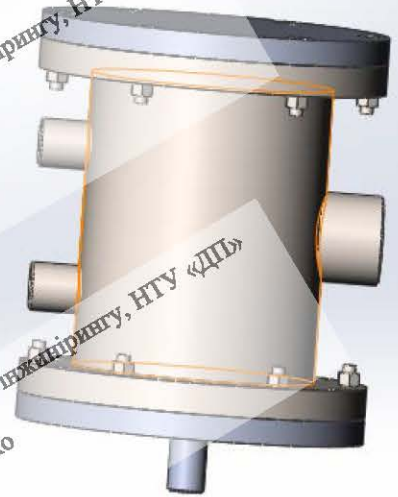
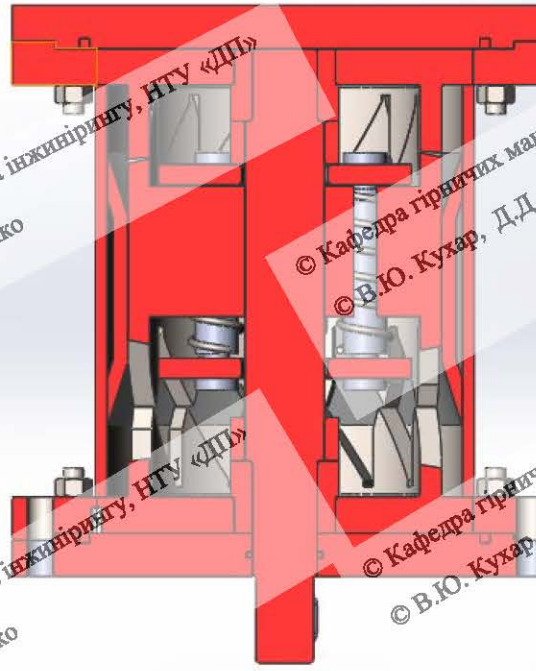


Рисунок 2.17 – 3Д модель гідромотору

2.3 Висновки з розрахунково-конструкторського розділу

Для визначення точного робочого моменту водяного двигуна потрібно обчислити опір обертання щіткового очисника.

Для цього були проведені теоретичні та експериментальні дослідження.

З результатів отриманих методом розрахунку формул теоритичної механіки були побудовані графіки субічної характеристики залежності зусилля на щітці від прогину її щетинок.

Розрахован момент опору тертя щіткового очисника по циліндричному сітчастому фільтроелементу.

Розраховані параметри гідродвигуна:

Робочий момент $M_{пр} = 262 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

Потужність двигуна $W_{пр} = 52,39 \text{ Вт}$

Кількість обертів в хвилину $n = 700 / \text{хв}$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Проведені розрахунки, обґрунтовані розміри деталей. Комп'ютерна 3D модель нижнього диску гідромотору, перевірена засобами SolidWorks Simulation на правильність розрахунків. Складена 3D збірка гідромотору у програмному забезпеченні SolidWorks.

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.02.ПЗ

Арк.

РОЗДІЛ 3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ

3.1 Експлуатаційний підрозділ

3.1.1 Установка гідроприводу з фільтром ФРУ-190-2

Для встановлення гідромотору замість ручного приводу фільтра ФРУ-190-2 до кришки блоку фільтрувального БФ-100 приварюється горловина діаметром 220 мм. До горловини приварюється фланець з отворами під болтове кріплення, застосовуються болти М14 × 55 ГОСТ 7808-70.

Зварений шов проводиться тонким електродом з періодичністю для охолодження металу і недопущення повідці металу. У горловині виконані технологічні отвори для забезпечення доступу до болтових з'єднань і для забезпечення регулярного візуального контролю.

3.1.2 Порядок технічного обслуговування фільтра ФРУ-190-2

Проводяться два види технічного обслуговування: ТО № 1 і ТО № 2 [9].

ТО № 1 має проводитися щодня в наступному порядку:

1) провести зовнішній огляд фільтра при якому повинна бути перевірена цілісність кабелів, їх вводи, зовнішньої електропроводки, відсутність теч, відсутність зовнішніх механічних пошкоджень;

2) навіть якщо перепад тиску на дифманометра не досяг величини $h_{гр}$, почистити фільтр, перевірити перепад тиску на чистому фільтрі, він не повинен перевищувати величини, встановленої в п. 1.2 при експлуатації

фільтра протягом деякого часу допускається h_0 великим встановленої в п. 1.2

3) при наявності відхилень (з урахуванням п. 3.2.4.20) виконати роботи; відповідно до табл. 2.

4) провести техобслуговування ССПД відповідно до його керівництвом по експлуатації;

5) протерти забруднені місця фільтра

ТО №2 проводиться один раз в місяць в наступному порядку:

1) провести ТО №1 відповідно до п. 4.3.1;

3) відключити за допомогою дискових поворотних затворів 3 і 4 один, потім, після його обслуговування, другий фільтрувальний блок 2;

4) діючи відповідно до п. 1.5.4 і 3.1.6 демонтувати елементи всередині корпусу, обслуговується блок 3;

5) очистити всі демонтовані елементи і внутрішні порожнини корпусу 2 від бруду;

6) перевірити стан сіток фільтроелементів 8 і 9, підшипників 14, 16, 21 (див. рис. 3), чистячих вставок 56 (див. рис.6) шесток 17, напівмуфт 26 і 27, ущільнень (див. рис.3 і 7);

7) при необхідності за результатами контролю відремонтувати або замінити вийшли з ладу елементи;

8) виконати технічне обслуговування чотирьох ручних дискових поворотних затворів 3, 4 і клапанів зливних 5, при необхідності змінити прокладки і ущільнення;

9) відновити пошкоджені лакофарбові покриття.

3.2 Безпека конструкції машини та її експлуатації

3.2.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації фільтра ФРУ-190-2

Небезпечним виробничим фактором (НВФ) називається такий виробничий фактор вплив якого на працюючого в певних умовах призводить до травми або до іншого раптового різкого погіршення здоров'я.

									ГМІ.ПД.18.09.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Травма - це пошкодження тканин організму і порушення його функцій зовнішнім впливом. Травма є результатом нещасного випадку на виробництві, під яким розуміють випадок дії небезпечного виробничого фактора на працюючого при виконанні ним трудових обов'язків або завдань порівняно з іншими видами робіт.

Шкідливим виробничим фактором (НВФ) називається такий виробничий фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах призводить до захворювання або зниження працездатності. Захворювання, що виникають під дією шкідливих виробничих факторів, називаються професійними.

До небезпечних виробничих факторів слід віднести, наприклад:

- можливість падіння з висоти самого працюючого або різних деталей і предметів;
- обладнання, що працює під тиском вище атмосферного, і т.д. До шкідливих виробничих факторів відносяться:
- несприятливі метеорологічні умови;
- вплив шуму, інфра- та ультразвуку, вібрації;

Для зручності демонтажу кришки і забезпечення безпеки робочого (запобігання падіння кришки на кінцівки) встановлюється спеціальне оборотний пристрій, яке дозволяє спростити процес обслуговування (рисунок 3.1).

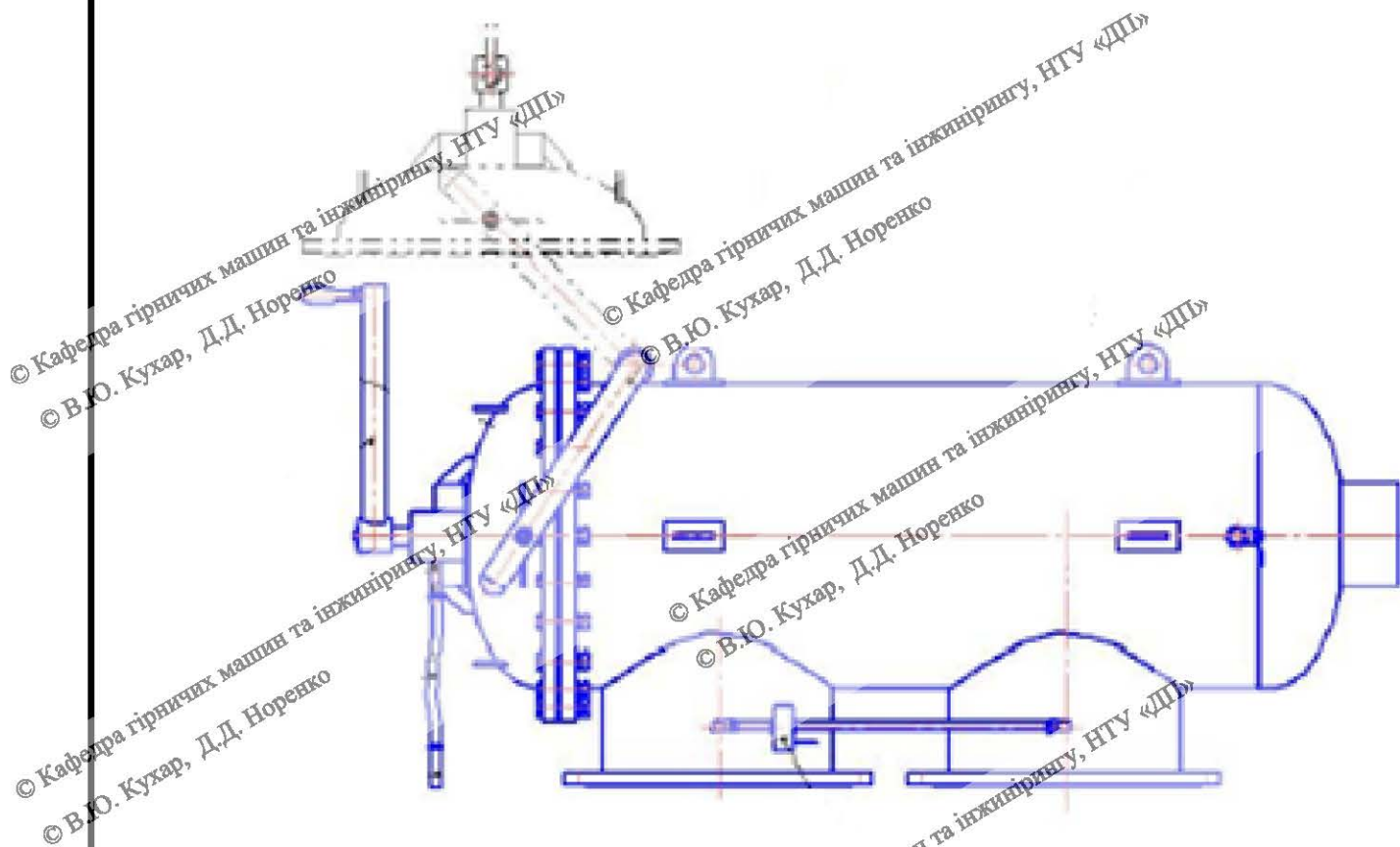


Рисунок 3.1 - Поворотний пристрій кришки
(вид згори) [9]

Пристрій поворотний складається з трубчастого корпусу, який приварений вертикально корпусу кожного фільтрувального блоку, в якому на радіально-наполегливих поліамідних підпорицниках встановлено Г-подібний поворотник зі вільно підвішеною підвіскою на якій підвішується кришка. Підвіска забезпечує можливість регулювання, а також забезпечує рухливість кришки.

Захистом від високого тиску є правильно розрахована товщина стінок корпусу фільтра.

Для запобігання травмуванню працівників встановлюються захисні пристрої і поперечуючі пластинки.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3.2.2 Розробка технічних та організаційних заходів безпечної для людини та навколишнього середовища експлуатації ФРУ-190-2

Технічний стан машин, збереження їх високої працездатності в значній мірі визначається правильною експлуатацією обладнання в встановлених режимах. Правила технічної експлуатації обладнання передбачають ряд заходів, в які входить, зокрема, забезпечення нормальних зовнішніх умов роботи обладнання, тобто відповідність приміщень, температури і вологості повітря і т.д.

Передбачається також підтримка устаткування в чистоті, своєчасна і правильна очищення, дотримання допустимих режимів роботи механізмів. Необхідно дотримуватися правил керування машиною, рекомендації по експлуатації та виконувати правила міжремонтного обслуговування.

При експлуатації фільтрів необхідно стежити за наявністю і справністю огорожень на приводах, передачах, муфтах та інших приводних механізмах.

Заходи безпеки :

- Повинні виконуватися правила безпеки при роботі з механічним устаткуванням і правила, встановлені на ділянці використання фільтра.
- Для того, щоб полегшити користувачеві комфортну експлуатацію кришка корпусу оснащена навісом який дозволяє при знятті не тримати її в руках.

3.2.3 Порядок технічного обслуговування ФРУ-190-2

- При технічному обслуговуванні виробу необхідно виконувати всі вимоги безпеки, викладені в технічній документації основного виробу, на якому встановлений гідромотор.
- Для забезпечення нормальної роботи гідромотора передбачено два види технічного обслуговування: щоденне і періодичне.

- Щозмінне технічне обслуговування передбачає наступні перевірки:
 - рівня робочої рідини в баку;
 - герметичності трубопроводів;
 - надійності затягування і контролю різьбових з'єднань.
- Також періодичне технічне обслуговування включає заміну робочої рідини і контроль стану фільтра.

• Заміна робочої рідини. Робоча рідина замінюється періодично після попереднього прогріву на робочих режимах до сталої температури:

- перший раз при ТО-1 машини, на якій встановлено виріб, але не пізніше ніж через 100 годин роботи з початку експлуатації;
- подальша періодичність заміни робочої рідини - через кожні 3500-4000 годин, але не рідше одного разу на 2 роки.

• При досягненні критичного тиску на фільтрі замінити фільтроелементи. Якщо фільтри забезпечені індикаторами забруднення, то заміну фільтроелементів виробляти при спрацьовуванні індикатора.

2.4 Рекомендації з видалення та утилізації відходів з захисту навколишнього середовища

• Необхідно враховувати і дотримуватися місцеві приписи з охорони навколишнього середовища.

• Небезпечні речовини не повинні потрапити у водойми, в ґрунт і в каналізацію.

Своєчасно вирішувати питання зі збору та утилізації відпрацьованих масел і відходів без шкоди для навколишнього середовища (ґрунтових вод і ґрунту).

• Утилізація гідромотора повинна проводитися відповідно до місцевих діючими нормами. Перед утилізацією:

злити в ємність робочу рідину з корпусу,

- видалити з зовнішньої поверхні бруд і залишки масла.

Робочу рідину утилізувати. Гидромотор утилізується як виріб містить кольорові метали і сплави, при цьому гидромотор розібрати і деталі розсортувати за видами металів:

- чорні метали;
- кольорові метали.

3.3 Економічний підрозділ

3.3.1 Розрахунок собівартості вартісного крокового гідродвигуна

Собівартість визначимо з формули:

$$C = Ц_m + 3п + С_э + Н_p + С_n \quad (3.1)$$

де $Ц_m$ – вартість матеріалів на виготовлення двигуна, грн;

$3п$ – зарплата на виготовлення та монтаж, грн;

$С_э$ – витрати на електроенергію (зварювання), грн;

$Н_p$ – цехові і заводські накладні витрати на зарплати, грн;

$С_n$ – нарахування на зарплату, грн;

Сумарна вартість матеріалів становить:

$$Ц_m = \sum Ц_i \cdot t_i \cdot n_i \quad (3.2)$$

$$Ц_m = 40,75 \cdot 79 + 23,32 \cdot 79 + 24,17 \cdot 10,5 \cdot 2 + 2 \cdot 12,29 \cdot 79 + 6,67 \cdot 79 + 1,2 \cdot 160 + 2 \cdot 1,5 \cdot 275 + 20 + 25 + 11 \cdot 3 + 2 \cdot 20 + 3 \cdot 165 + 2 \cdot 0,47 \cdot 210 + 12 \cdot 0,11 \cdot 32 + 12 \cdot 0,2 \cdot 35 = 10270 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.1 – Ціни матеріалів готового виробу

Найменування	Матеріал	Кількість n	Маса, кг m	Ціна, грн./кг. Ц
Корпус	Сталь 20x13	1	40,75	79
Поршень	Сталь 20x13	1	23,32	79
Кришка	Чугун ГОСТ 4832-95	2	24,17	40
Диск	Сталь 20x13	2	12,29	79
Вал	Сталь 20x13	1	6,67	79
Ушко Ушко	Поліамід ПА6	1	1,2	160
Підшипник ГОСТ 24833-81		2	1,5	275
Шпонка 12x8x22 ГОСТ 23360-78		1		20 грн/шт
Шпонка 10x10x22 ГОСТ 23360-78		1		25 грн/шт
Штифт ГОСТ 3128-70				11 грн/шт
Шайба ГОСТ 11-71-78		2		20 грн/шт
Пружина стискування ГОСТ 8793-80		3		45 грн/шт
Втулка ГОСТ 13121-83		2		12 грн/шт
Болт В М16-6H ГОСТ 8-165		12	0,11	32

ГМІ.ПД.18.09.03.ПЗ

Арк.

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Найменування	Матеріал	Кількість п	Маса, кг m	Ціна, грн./кг. Ц
3033:2008				
Гайка М16-6Н.05.019 ДСТУ ГОСТ 5915:2008		12	0,2	35

Зарплата на виготовлення і монтаж привода складаються із зарплати робітників які виготовляють і вмонтовують привід.

Фонд робочого часу робітників визначається з вираження:

$$T = [(T1 - T2 - T3) \cdot t - (n1 \cdot t1 + n2 \cdot t2)] \cdot n, \quad (3.3)$$

де $T1$ – число календарних днів в періоді, становить 31 дн;

$T2$ – число вихідних днів в періоді, 6 дн ;

$T3$ – число святкових днів у періоді, 0 дн.;

t – тривалість робочої зміни, 8 год;

$n1$ – число передвихідні днів в періоді, 8 дн.;

$t1$ – скорочення тривалості робочої зміни передвихідний день, 0

год;

$n2$ – число передсвяткових днів у періоді, 0 дн.;

$t2$ – скорочення тривалості робочої зміни в передсвятковий день, 6

год;

n - число робочих змін на добу, 1 зм.

Слід зазначити, що при перервної режимі роботи фонд часу підприємства і робітників збігається ($n = 1$).

$$T = [(31 - 6 - 0) \cdot 8 - (8 \cdot 0 + 0 \cdot 0)] \cdot 1 = 184 \text{ год.}$$

Арк.

ГМІ.ПД.18.09.03.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Витрати по статті «Заробітна плата основна і додаткова» визначається за формулою:

$$Z_{\text{п}} = \left\{ \left[\sum N_{\text{сп}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^m k_i R_i}{T} \right] \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100} \right) \right\} \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (3.4)$$

де $N_{\text{сп}}$ – спискова чисельність, 2 чол.;

k_i – тарифний коефіцієнт i -го розряду;

R_i – кількість робітників i -го розряду, чол.;

D – тарифна ставка 1-го розряду, 4 грн/год;

T – режимний (номінальний) фонд робочого часу одного робітника, 120 год/міс;

α – коефіцієнт преміальних доплат, 40 %;

k_2 – коефіцієнт додаткової заробітної плати (1,25-1,4);

k_3 – коефіцієнт враховує оплату праці обслуговуючого і керуючого персоналу (1,1-1,15).

Тарифні коефіцієнти, що використовуються в розрахунках, приймаються по таблиці 2.3

Спискова чисельність обслуговуючого персоналу представляється у вигляді таблиці 2.4

$$Z_{\text{п}} = \left\{ \left[2 \cdot \frac{3+4 \times 3}{3} \cdot 4 \cdot 184 \right] \cdot 1,14 \right\} \cdot 1,25 \cdot 1,1 = 10120 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.2 - Тарифні коефіцієнти.

Розряд	1	2	3	4	5	6
Тарифний коефіцієнт	1,0	1,35	1,50	1,70	2,0	2,2

Таблиця 3.3 - Спискова чисельність обслуговуючого персоналу.

Професія обслуговуючого персоналу	Чисельність по змінах	Явочна чисельність	Коефіцієнт облікового складу	Спискова чисельність	Розряд
Слюсар	1	1	1,14	1,14	1
Зварник	2	2	1,14	1,14	3

Витрати по статті «Заробітна плата основна і додаткова» розраховується за основним категоріям обслуговуючого персоналу (технологів, механіків, енергетиків тощо)»

Нарахування на заробітну плату визначається як добуток витрат по статті «Заробітна плата основна і додаткова» і встановленого чинним законодавством «Нормативом відрахувань в соціальні фонди»:

$$C_H = 3П \cdot \frac{H}{100} \quad (3.5)$$

де Н – норматив відрахувань в соціальні фонди (Н=37,5%).

$$C_H = 10120 \cdot \frac{37,5}{100} = 3795 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію, пов'язані зі зварювальними роботами, визначається з виразу:

$$C_{\Sigma} = \frac{\sum P \cdot k_3 \cdot k_0}{\cos \varphi \cdot \eta} \cdot T \cdot \bar{U} \quad (3.6)$$

де $\sum P$ – сумарна приєднана (заявлена) потужність струмоприймачів 19,5 кВт

$\cos \varphi$ – середньозважений коефіцієнт, що враховує ефективність використання потужності (0,96);

K_{Σ} – коефіцієнт завантаження струмоприймачів, (0,6);

K_0 – коефіцієнт одночасної роботи струмоприймачів, (0,35-0,95);

T – номінальний фонд робочого часу, 120 год.

η – коефіцієнт корисної дії електромережі на підприємстві (0,92);

Π – середньозважений тариф, 0,44 грн/кВт×год.

$$C_{\Sigma} = \frac{19,5 \cdot 0,6 \cdot 0,6}{0,96 \cdot 0,92} \cdot 120 \cdot 0,44 = 420 \text{ грн} \quad (3.7)$$

Інші цехові і заводські накладні витрати на зарплату на машинобудівному підприємстві складають 300 відсотків від зарплати, тобто:

$$H_p = 3_{\Pi} \cdot 300 \cdot \frac{300}{100} = 10120 \cdot \frac{300}{100} = 30360 \text{ грн} \quad (3.8)$$

Таким чином, собівартість виготовлення і складання двигуна становить:

$$C_2 = 10270 + 10120 + 37950 + 420 + 30360 = 55200 \text{ грн}$$

2.3 Висновки з експлуатаційно-економічного розділу

Фільтр ФРУ-190-2 призначений для очищення технічної води на промислових підприємствах де вкрай необхідно дотримуватися правил експлуатації і виконувати правила міжремонтного обслуговування.

• При експлуатації фільтрів необхідно стежити за наявністю і справністю огорожень на приводах, передачах, муфтах та інших приводних механізмах.

У конструкції ФРУ-190-2 були розроблені наступні рішення:

• Для зручності монтажу кришки і забезпечення безпеки робочого (запобігання падіння кришки на кінцівки) встановлюється спеціальне поворотний пристрій, яке дозволяє спростити процес обслуговування.

• Захистом від високого тиску є правильно розрахована товщина стінок корпусу фільтра.

• Для запобігання травмуванню працівників встановлюються захисні пристрої і попереджувальні написи.

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих факторів при монтажі, експлуатації і ремонті гідродвигуна який використовує у якості робочої рідини – воду та встановлений на фільтр ФРУ-190-2.

Запропоновані необхідні інженерно-технічні заходи по боротьбі з цими факторами.

В економічному підрозділі визначена собівартість гідромотору, яка

Клала Д
=55200грн.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.03.ПЗ

Арк.

ВИСНОВКИ

Виконаний дипломний проект присвячений науково-технічному обґрунтуванню параметрів та розробці водяного двоходового гідроприводу очищувача фільтра.

При виконанні даного проекту використовувалося технічне вирішення мого дипломного керівника Кухаря Віктора Юрійовича за яким він отримав патент UA №104238 С.

При здійсненні винаходу досягається новий технічний результат: спрощується використання гідромотора, бо забезпечується зворотний хід поворотного поршня під тиском робочої рідини та забезпечується його робота без використання джерела робочої рідини з перемінним тиском.

У дипломному проекті магістра були вирішені наступні підзадачі:

1. Виконаний аналіз переваг та недоліків ручного приводу очищувача фільтра, загальні відомості, типи та види енергії двигунів, можливість застосування водяного крокового гідромотору та опис його роботи винаходу.

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження для визначення точного робочого моменту водяного крокового гідромотору, обчислений опір обертання щіткового очищувача. Розрахована похибка вимірювань, яка дорівнює 11,062%. Результати досліджень показали залежність зусиль на щітці від прогину щітинок, зусилля які створює щітка у різних режимах роботи, та доведено припущення, що щітинки у сітці працюють не як ресора, а як набір окремих одна від одної дротинок.

3. Спроектований двоходовий водяний гідродвигун оригінальної конструкції, розроблена 3D модель, яка складається з 49 деталей, розроблено конструкторську документацію, яка має креслення деталей гідромотору та

ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Виконав	Норенко				ГМБ Д.Д.18.09.В.ПЗ Висновки Лит. Аркуш Аркушів 1 НТУ «ДП», ММФ, 133м-17-1		
К.розділу	Кухар						
Керівник	Кухар						
Н. Контр.	Кухар						
Затвердив	Заболотний						

складальні креслення:

- гідромотору та фільтру ФРУ-190-2;
- гідромотору та блоку фільтрувального БФ-100;
- гідромотора;
- корпусу гідромотора.

4. Описані заходи, щодо організації технічного обслуговування та ремонту фільтрувального блоку, забезпечення безпеки конструкції машини та її експлуатації.

5. Визначенні витрати на матеріали, заробітну плату, та розрахована собівартість виготовлення гідромотора яка складає 55200 грн.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.09.В.ПЗ

Арк.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <http://www.patents.com/10-104238-gidromotor.html>
2. <http://www.oceanmas.dp.ua/others/fru.html>
3. <http://yamit-f.biz/screen.html#strn>
4. <http://www.oceanmas.dp.ua/others/fk.html>
5. <https://yandex.ua/images>
6. <https://yandex.ua/images/search>
7. <https://yandex.ua/images/search?pos>
8. https://yandex.ua/images/Water_turbine.svg.png
9. <file:///C:/Users/Admin/Downloads/PЭ%20ФРУ-190-2.pdf>
10. http://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirok-konferentsiy/Tom_16.PDF
11. 8. Анурьев В.И. Довідник конструктора – машинобудівника: в 3-х т. Т.2. – 9-е вид., перероб та доп./ под ред И.Н. Жестковой. – М.: Машинобудування, 2006. – 960 с.
12. 3. Ефременков А.Б. Гірничі машини й устаткування. Вступ до спеціальності: навчальний посібник Частина 2 / А.Б. Ефременков, А.А. Казанцев, М.Ю. Блащук // Изд. Томського політехнічного університету, 2012. - 115 с.

ЗМ.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата
Виконав	Норенко			
К.розділу	Кухар			
Керівник	Кухар			
Н. Контр.	Кухар			
Затвердів	Заболотний			

Перелік посилань

Літ.	Аркуш	Аркушів
	1	1
НТУ «ДП», ММФ, 133м-17-1		

М.П. Д. 18.09.П.П.ПЗ

Відомість матеріалів дипломного проекту

№	Позначення	Обозначення	Кількість аркушів	Примітка
1				
2				
3				
4	A4		72	
5	-			
6				
7				
8				
9	A1	ГМІ.ПД.18.10.БФ100-1.00.00.000 СК	1	
10	A1	ГМІ.ПД.18.10.ГМ-1.00.00.000 СК	2	
11	A2	ГМІ.ПД.18.10.ГМ100-1.01.00.001	1	

Зм.				ГМІ.ПД.18.09.В.ПЗ			
Разроб.	Норенко			Додаток А	Літ.	Арк.	Арквщів
Перевір.	Кухар					1	1
Н. Контр.	Кухар			ДВНЗ НГУ, ММФ			
Затверд.	Заболотний			133М-17-1			

№	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
A1			ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.000 СК	Складальний кресленник		
				Складальні одиниці		
A1	1		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.001	Корпус	2	
A4	2		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.002	Бал	2	
A4	3		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.003	Пружина	1	
A4			ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.004	Шток	1	
			ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.005	Щайба	2	
			ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.006	Втулка	2	
A4	7		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.007	Диск	2	
A4	8		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.008	Щільник	2	
A4	9		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.009	Гришка	2	
A4	10		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.010	Поршень	2	
A4	11		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.011	Втулка	2	
A4	12		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.01.00.012	Шпонка	2	
A4	13		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.00.00.001	Підрубок	1	
A4	14		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.00.00.002	Докладка	1	
A4	15		ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.00.00.003	Штифт	2	
				Стандартні вироби		
				Гайка М20-7Н5	24	

ГМІ.ПД.18.09.ФРУ190-1.00.00.000

Зм	Аркуш	Підпис	Дата
Розробив	Норенко		
Перевірив	Кухар		
Н.контр.	Кухар		
Затв.	Заболотний		

Фільтр ручного керування ФРУ 190

Лист	Аркуш	Аркушів
	1	2
НТУ«ДП», ММФ, 133М-17-1		

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Приміт.
				ГОСТ 5915-70	26	
				Шайби 20.0105 ГОСТ 1571-78	24	
				Шайби 20.64Г ГОСТ 6402-70	20	
				Матеріали ГОСТ 14896-84-1-050-040-1	1	
				Матеріали		
				Емаль епоксидна «ТЕМАКОУНД РМ40» Виробництво фірми «ТЕМАКОУНД РМ40» Розчинник Ю51		1.0 л



УКРАЇНА

(19) UA (11) 104238 (13) C2

(51) МПК (2013.01)

F01B 3/00

F03C 1/00

F01B 9/06 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

- (21) Номер заявки: 10.2012 12125
 (22) Дата подання заявки: 22.10.2012
 (24) Дата, з якої стичинними права на винахід:
 (41) Публікація відомостей про заяву: 10.04.2013, Бюл.№ 7
 (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2014, Бюл.№ 1

- (72) Винахідник(и):
 Кузьмінський Віталій Павлович (UA),
 Кухар Віктор Юрійович (UA),
 Кудрявцев Дмитро Вікторович (UA),
 Овчинникова Ольга Віталіївна (UA)

- (73) Власник(и):
 Кузьмінський Віталій Павлович,
 пр. Героїв, 1, кв. 103, м. Дніпропетровськ,
 49100 (UA),
 Кухар Віктор Юрійович,
 пр. Героїв, 3, кв. 224, м. Дніпропетровськ,
 49100 (UA),
 Кудрявцев Дмитро Вікторович,
 вул. Шолохова, 7, кв. 167, м.
 Дніпропетровськ, 49129 (UA),
 Овчинникова Ольга Віталіївна,
 вул. Набережна Перемоги, 56, кв. 33, м.
 Дніпропетровськ, 49094 (UA)

- (56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:
 UA 32099 C1, 26.12.1994
 DE 3832132 A1, 29.03.1999
 DE 4200412 A1, 15.07.1993
 RU 2117172 C1, 10.08.1998
 WO 8604637 A1, 14.08.1986

(54) ГІДРОМОТОР

(57) Реферат

Винахід належить до гідравлічних крокових приводів з використанням технічної води під тиском. Гідромотор має циліндр, поворотний поршень з зубцями з похилими поверхнями на його торцях. Поворотний поршень надітий на вихідний вал з можливістю осьового ковзання. В циліндрі передбачені гідравлічні вводи в корпус з двох сторін поршня, до яких одночасно підведена робоча рідина під тиском, та один гідравлічний вихід. В циліндрі з обох боків поворотного поршня є зубці з похилими поверхнями на повернутих до поршня торцях двох дисків. Зубці одного диска зміщені по колу на півкроку відносно зубців іншого диска. Поршень має осьові отвори з клапаном, який складається із шайб, розміщених з обох сторін поршня, з'єднаних між собою через осьові отвори в поршні штоками з пружинами. В крайніх положеннях поворотного поршня клапан, навігаючи на опори, попеременно з'єднує порожнини з обох сторін поршня зі зливом. При цьому поршень під тиском робочої рідини рухається зворотно-поступально, зубці з похилими поверхнями рухаються в один бік і поршень обертає вихідний вал. Винахід сприяє виконанню прямого і зворотного ходу поршня від джерела постійного тиску.

UA 104238 C2

Винахід належить до машинобудування, а саме до гідравлічних приводів, в яких як робоча рідина переважно використовується технічна вода під тиском. Її можуть бути фільтри для технічної води та інші елементи водопідготовки промислових підприємств.

Відомий радіально-поршневий гідромотор багатозазової дії (аналог), який включає радіально розміщені в блоці циліндрів поршні, які взаємодіють з профільованою напрямною з виступами (зауочьями) з похилими поверхнями, завдяки чим блок циліндрів при радіальному переміщенні поршнів обертається [Патент України на винахід № 53036. Промислова власність, опубл. 27.09.2010, Бюл. № 18, 2010р.]

Недоліком цього гідромотора є складність конструкції та низька надійність при роботі на технічній воді, бо це багатопоршневий гідромотор, який для надійної роботи потребує тонкоочищеної робочої рідини.

Відомий також гідромотор (безштанний двигун внутрішнього згоряння) за патентом РФ на винахід № 2117172, опубл. 10.08.1998р., який має циліндр з отворами для робочої рідини, поворотний поршень, який взаємодіє з циліндром, та встановлений на вал поворотного поршня з можливістю осьового переміщення та обертання разом з ним.

Недоліком цього гідромотора є складність його використання, зумовлена необхідністю застосування маховика для забезпечення зворотного руху поворотного поршня та необхідністю використання для його роботи джерела робочої рідини з перемінним тиском.

В основу винаходу поставлена задача спростити використання гідромотора шляхом забезпечення зворотного ходу поворотного поршня під тиском робочої рідини та забезпечення його роботи без використання джерела робочої рідини з перемінним тиском.

Для вирішення поставленої задачі пропонується гідромотор, який включає циліндр з отворами для робочої рідини, поворотний поршень, який взаємодіє з циліндром, та встановлений на вал поворотного поршня з можливістю осьового переміщення та обертання разом з ним Крім того, циліндр має два вхідні отвори для робочої рідини з обох боків поворотного поршня і один вихідний отвір, а на обох торцях поворотного поршня, а також на повернутих до нього торцях двох дисків, які жорстко закріплені в циліндрі з обох сторін поворотного поршня, виконані зубці з похилими поверхнями, причому зубці одного диска зміщені по колу на півкроку відносно зубців іншого диска. Крім того, поворотний поршень має осьові отвори і оснащений клапаном, який складається із шайб, розміщених з обох сторін поворотного поршня, з'єднаних між собою через осьові отвори в ньому штоками з можливістю переміщення кожної шайби між упорами на штоках, та пружин стискування, встановлених між шайбами. При цьому на циліндрі з обох сторін поворотного поршня встановлені упори для шайб, а принаймні один осьовий отвір в поворотному поршні з'єднаний з вихідним отвором в циліндрі.

Спільними з прототипом є суттєві ознаки: циліндр з отворами для робочої рідини, поворотний поршень, який взаємодіє з циліндром, та встановлений на вал поворотного поршня з можливістю осьового переміщення та обертання разом з ним.

Відмінними від прототипу є суттєві ознаки: циліндр має два вхідні отвори для робочої рідини з обох боків поворотного поршня і один вихідний отвір, а на обох торцях поворотного поршня, а також на повернутих до нього торцях двох дисків, які жорстко закріплені в циліндрі з обох сторін поворотного поршня, виконані зубці з похилими поверхнями, причому зубці одного диска зміщені по колу на півкроку відносно зубців іншого диска, крім того поворотний поршень має осьові отвори і оснащений клапаном, який складається із шайб, розміщених з обох сторін поворотного поршня, з'єднаних між собою через осьові отвори в ньому штоками з можливістю переміщення кожної шайби між упорами на штоках, та пружин стискування, встановлених між шайбами. При цьому на циліндрі з обох сторін поворотного поршня встановлені упори для шайб, а принаймні один осьовий отвір в поворотному поршні з'єднаний з вихідним отвором в циліндрі.

При здійсненні винаходу досягається новий технічний результат: спрощується використання гідромотора, бо забезпечується зворотний хід поворотного поршня під тиском робочої рідини та забезпечується його робота без використання джерела робочої рідини з перемінним тиском.

Суть винаходу ілюструється графічними матеріалами. На фіг. 1 показаний поздовжній розріз гідромотора; на фіг. 2 показаний поперечний розріз гідромотора; на фіг. 3 схематично показана взаємодія зубців поворотного поршня та дисків, коли поворотний поршень знаходиться в нижньому положенні; на фіг. 4 схематично показана взаємодія зубців поворотного поршня та дисків гідромотора, коли поворотний поршень знаходиться в верхньому положенні; на фіг. 5 показана гідравлічна схема підключення гідромотора; на фіг. 6 показаний поздовжній розріз через клапан в нижньому положенні поворотного поршня; на фіг. 7 показаний поздовжній розріз

через клапан в верхньому положенні поворотного поршня; на фіг. 6 показаний поздовжній розріз через клапан в положенні поворотного поршня, коли він уже рухається зверху вниз.

Гідромотор (фіг. 1, 2) має циліндр 1, поворотний поршень 2 із зубцями 3 з похилими поверхнями - на обох торцях поворотного поршня (фіг. 1, 3, 4). В циліндрі 1 на підшипниках 4 і 5 встановлений вал 6 поворотного поршня зі шпонкою 7. Вал 6 поворотного поршня зі шпонкою 7 проходить через осьовий отвір 8 зі шпонковим пазом 9 поворотного поршня (див. фіг. 2). При цьому поворотний поршень 2 може вільно ковзати на валу 6 поворотного поршня та через шпонковий паз і шпонку передавати йому обертання.

З обох сторін поворотного поршня 2 в циліндрі жорстко закріплені верхній диск 10 та нижній диск 11. На торцях обох дисків, повернутих до поворотного поршня 2, виконані зубці 12 з похилими поверхнями В (див. фіг. 3 та 4). При цьому похилі поверхні зубців поворотного поршня можуть контактувати з похилими поверхнями зубців дисків при русі поворотного поршня вниз (див. фіг. 3) чи вверх (див. фіг. 4).

Зубці поворотного поршня та дисків виконані з кроком α по колу (див. фіг. 4). Зубці 12 верхнього диска 10 та зубці 12 нижнього диска 11 зміщені по колу на півкроку одні відносно інших, тобто, на величину $\Gamma/2$ (див. фіг. 4). Зміщення зубців зафіксовано штифтами 13 (див. фіг. 1).

На поворотному поршні закріплене ущільнення 14 з поліаміду (див. фіг. 1), яке утворює кільцеву порожнину 15.

Ущільнення 14 має три радіальні отвори 16, які виходять в кільцеву порожнину 15. Кільцева порожнина 15 в будь-якому положенні поршня 2 має вихід на злив через зливний штуцер 17 (див. фіг. 1).

На поворотному поршні виконано шість наскрізних осьових отворів 18, три з них радіальними отворами 19 через радіальні отвори 16, кільцеву порожнину 15 зв'язані зі зливним штуцером 17, введеним у отвір для води в циліндрі, який у відповідності зі схемою підключення (див. фіг. 5) зв'язаний зі зливом (див. також фіг. 2).

Крім того, поворотний поршень оснащений клапаном 20 (див. фіг. 1), що складається із двох шайб - верхньої шайби 21 та нижньої шайби 22, які розміщені з обох сторін поворотного поршня і з'єднані між собою через три осьових отвори 18. На поворотному поршні штоками 23. Штоки 23 (фіг. 6, 7, 8) мають внутрішні упори 24 і зовнішні упори 25 для верхньої шайби 21 та внутрішні упори 26 і зовнішні упори 27 для нижньої шайби 22. На штоки 23 між верхньою шайбою 21 та нижньою шайбою 22 надіті пружини стискування 28. Довжина D кожного рухомого штока 23 між внутрішніми опорами виконана більшою за довжину E поворотного поршня в місці уставки верхньої і нижньої шайб.

В гідромоторі на валу 6 поворотного поршня насаджено та закріплені верхня втулка 29 і нижня втулка 30, торці яких створюють упори для шайб - верхній упор С та нижній упор Ж (див. фіг. 6), в які опираються відповідно верхня шайба 21 та нижня шайба 22 у верхньому та нижньому положенні поворотного поршня 2.

Поворотний поршень 2 утворює в циліндрі 1 верхню порожнину 31 і нижню порожнину 32, в які через отвори для води введені гідравлічні вводи 33 і 34.

Гідромотор підключається до напірної лінії 35 води за схемою на фіг. 5. Напірна лінія 35 одночасно з'єднана з гідравлічними вводами 33 і 34, а штуцер зливу 17 з'єднаний зі зливом 36 через клапан 37, який або відкривається на злив і тоді гідромотор включається і працює, або закривається - і тоді гідромотор виключається і не працює.

Така конструкція спрощує використання гідромотора, бо забезпечується зворотний хід поворотного поршня не використанням маховика, а під тиском робочої рідини, а також відпадає потреба у використанні джерела робочої рідини з перемінним тиском, бо вбудований в поворотний поршень клапан забезпечує зниження тиску поперемінно з одної та з іншої сторони поворотного поршня.

Гідромотор працює так.

В нижньому положенні поворотного поршня 2, показаному на фіг. 1 і 3, для початку роботи гідромотора клапан 37 (див. фіг. 5) відкривають на злив - вручну чи за допомогою автоматики системи, в якій використовується гідромотор. При цьому вода під тиском одночасно надходить в обидві порожнини, утворені поворотним поршнем 2 в циліндрі 1 - у верхню порожнину 31 та у нижню порожнину 32.

Якщо поворотний поршень 2 в початковий період роботи гідромотора буде у верхньому положенні чи в проміжному, одна із шайб 21 чи 22 буде притиснута до поршня, в проміжному положенні через нестійку рівновагу під дією пружин та під тиском води на шайби. Тому в принципі опис переміщення поворотного поршня в будь-якому випадку не буде відрізнятися від описаного тут, коли поворотний поршень розпочинає свій рух знизу.

При нижньому положенні поворотного поршня 2 (див. фіг. 6) верхня шайба 21 та нижня шайба 22 віджаті пружинами 28 до зовнішніх упорів 25 і 27 штоків 23.

Нижня шайба 22 притиснута до поворотного поршня, вона закриває всі осьові отвори 18 в поворотному поршні 2. Верхня шайба 21 віджата від торця поворотного поршня 2 пружинами 28 так, що між нею і торцем поршня є щілина 11 (див. фіг. 6).

Через щілину 11 вода з верхньої порожнини 31 протікає в осьові отвори 18 поршня 2 і через радіальні отвори 19 в поворотному поршні, радіальні отвори 16 в 14 в ущільненні, кільцеву порожнину 15 і штуцер зливу 17 на злив. В результаті цього тиск води в порожнині 31 падає.

Тиск води в порожнині 32 залишається високим, бо нижня шайба 22 притиснута до поршня 2 і перекриває вихід води через осьові отвори в поршні на злив.

Під тиском води в нижній порожнині 32 поворотний поршень 2 переміщається вгору, його зубці 3 входять в контакт з зубцями 12 (див. фіг. 1) верхнього диска 10. При цьому вершина К (див. фіг. 3) кожного зубця 3 поршня 2 торкнеться відповідної точки К' на похилій поверхні В диска 10 і похила поверхня В кожного зубця 3 поршня 2 частково ляже на похилу поверхню В відповідного зубця 12 верхнього диска 10.

При подальшому переміщенні під дією води поршня 2 вгору похилі поверхні В зубців поршня 2 і верхнього диска 10 будуть в контакті, при цьому похила поверхня В кожного зубця поворотного поршня 2 буде ковзати по нерухомій похилій поверхні верхнього диска 10 і вершина Д кожного зубця 3 поворотного поршня 2 з точки К' переміститься в точку К'' (див. фіг. 4). Поворотний поршень 2 займе верхнє положення, повернувшись за стрілкою П. Одночасно з рухом вгору на половину кроку Г між зубцями, тобто на величину Г/2 (див. фіг. 4).

Коли верхня шайба 21 разом з поворотним поршнем 2 дійде до упора Е (див. фіг. 7), вона спиниться, а поворотний поршень 2 разом зі штоками 23 і нижньою шайбою 22 продовжить рух вгору.

Через це щілина Н буде зменшуватись, аж поки не зникне (див. фіг. 7). Ще до зникнення щілини при русі поворотного поршня вгору штоки упруться в внутрішніми упорами 24 у верхню шайбу 21, а нижня шайба 22 упреться у внутрішні упори 26 штоків 23. Через те, що довжина кожного штока F між внутрішніми упорами 24 і 26 більша за товщину поршня Е в місці установки шайб 21 і 22, внизу між нижньою шайбою 22 і поворотним поршнем 2 утвориться щілина Т (див. фіг. 7), яка завдяки дії пружин 28, які відтягують нижню шайбу до зовнішнього упора 27 штоків, швидко збільшиться до величини Н (див. фіг. 8), як це було між верхньою шайбою 21 і штоком 2 на початку руху поворотного поршня 2 вгору.

Зв'язок порожнини 31 зі зливом зникне, в порожнині 31 тиск води підвищиться до тиску води, яка подається в гідромотор.

Через щілину Н нижня порожнина 32 одержить зв'язок зі зливом, як це описано вище для порожнини 31, тиск в порожнині 32 впаде і поршень 2 під дією тиску води в порожнині 31 буде рухатись вниз.

При цьому вершина М кожного зубця 3 поворотного поршня 2 торкнеться відповідної точки М' (див. фіг. 4) на похилій поверхні В нижнього диска 11 і похила поверхня В кожного зубця 3 поворотного поршня 2 частково ляже на похилу поверхню В відповідного зубця 12 нижнього диска 11.

В такому ж порядку, як це описано вище, вершина кожного зубця 3 поворотного поршня 2 переміститься з точки М' в точку М''. Поворотний поршень 2 знову займе нижнє положення, повернувшись одночасно з рухом вниз за стрілкою Л на половину кроку Г між зубцями, тобто, на величину Г/2.

Таким чином, за один хід поворотного поршня вгору і вниз він повернеться за стрілкою Е на один крок між зубцями.

При подальшому русі поворотного поршня вгору-вниз в описаному вище порядку він одночасно буде повертатись за стрілкою П і може зробити необмежену кількість обертів в одну і ту сторону.

При русі поршня вгору і вниз він буде ковзати по валу 6 поворотного поршня зі шпонкою 7, а при повороті поворотного поршня за стрілкою Л вал 6 поворотного поршня через шпонку буде повертатись разом з поршнем.

При цьому вал 6 поворотного поршня є одночасно і вихідним валом гідромотора.

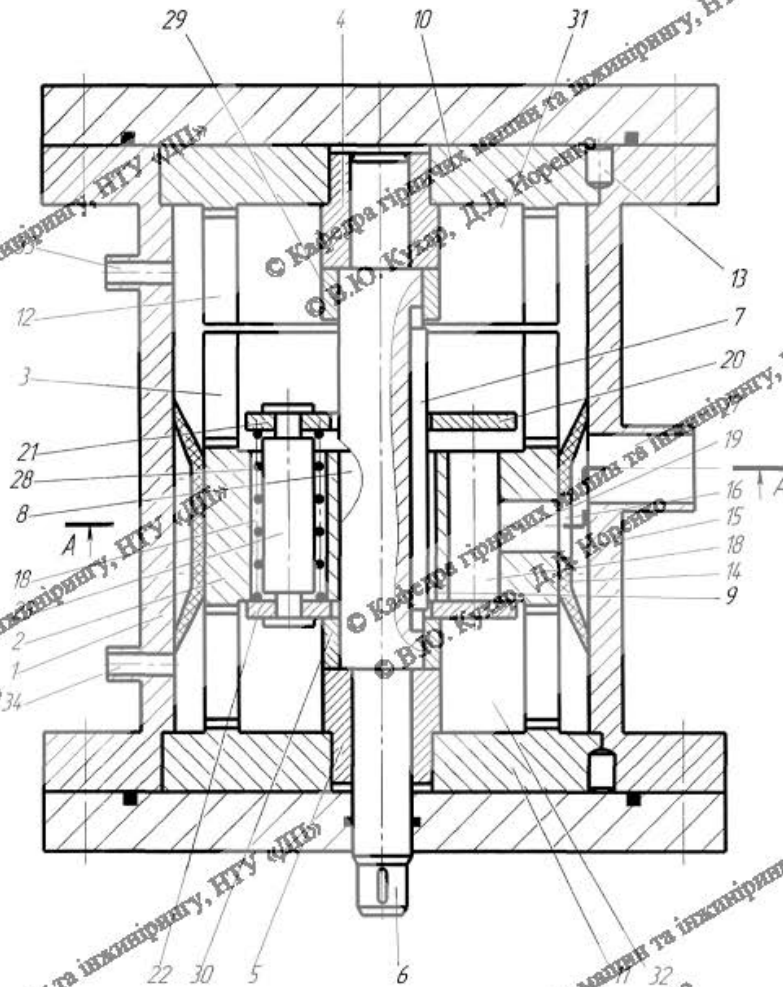
В описаній конструкції поворотний поршень буде рухатись в обидві сторони під тиском води, що виключає необхідність використання маховика. Крім того, такий гідромотор не потребує джерела робочої рідини з перемінним тиском.

Таким чином, розв'язано задачу спрощення використання гідромотора шляхом забезпечення зворотного ходу поворотного поршня під тиском робочої рідини та забезпечення його роботи без використання джерела робочої рідини з перемінним тиском.

5 Розроблені креслення на гідромотор, на черзі - його виготовлення для привода фільтра для одного з металургійних заводів України.

ФОРМУЛА ВИЧУ ХОДУ

Гідромотор, який включає циліндр з отворами для робочої рідини, поворотний поршень, який
 10 взаємодіє з циліндром та встановлений на вал поворотного поршня з можливістю осьового переміщення та обертання разом з ним, який **відрізняється** тим, що циліндр має два вхідні отвори для робочої рідини з обох боків поворотного поршня і один вихідний отвір, а на обох торцях поворотного поршня, а також на повернутих до нього торцях двох дисків, які жорстко закріплені в циліндрі з обох сторін поворотного поршня, виконані зубці з похилими поверхнями,
 15 причому зубці одного диска розміщені по колу на півкроку відносно зубців іншого диска, крім того поворотний поршень має осьові отвори і оснащений клапаном, який складається із шайб, розміщених з обох сторін поворотного поршня, з'єднаних між собою через осьові отвори в ньому штоками з можливістю переміщення кожної шайби між упорами на штоках, та пружин стискування встановлених між шайбами, причому на циліндрі з обох сторін поворотного поршня встановлені упори для шайб, а протилежні один осьовий отвір в поворотному поршні з'єднаний з вихідним отвором в циліндрі.



Фиг. 1

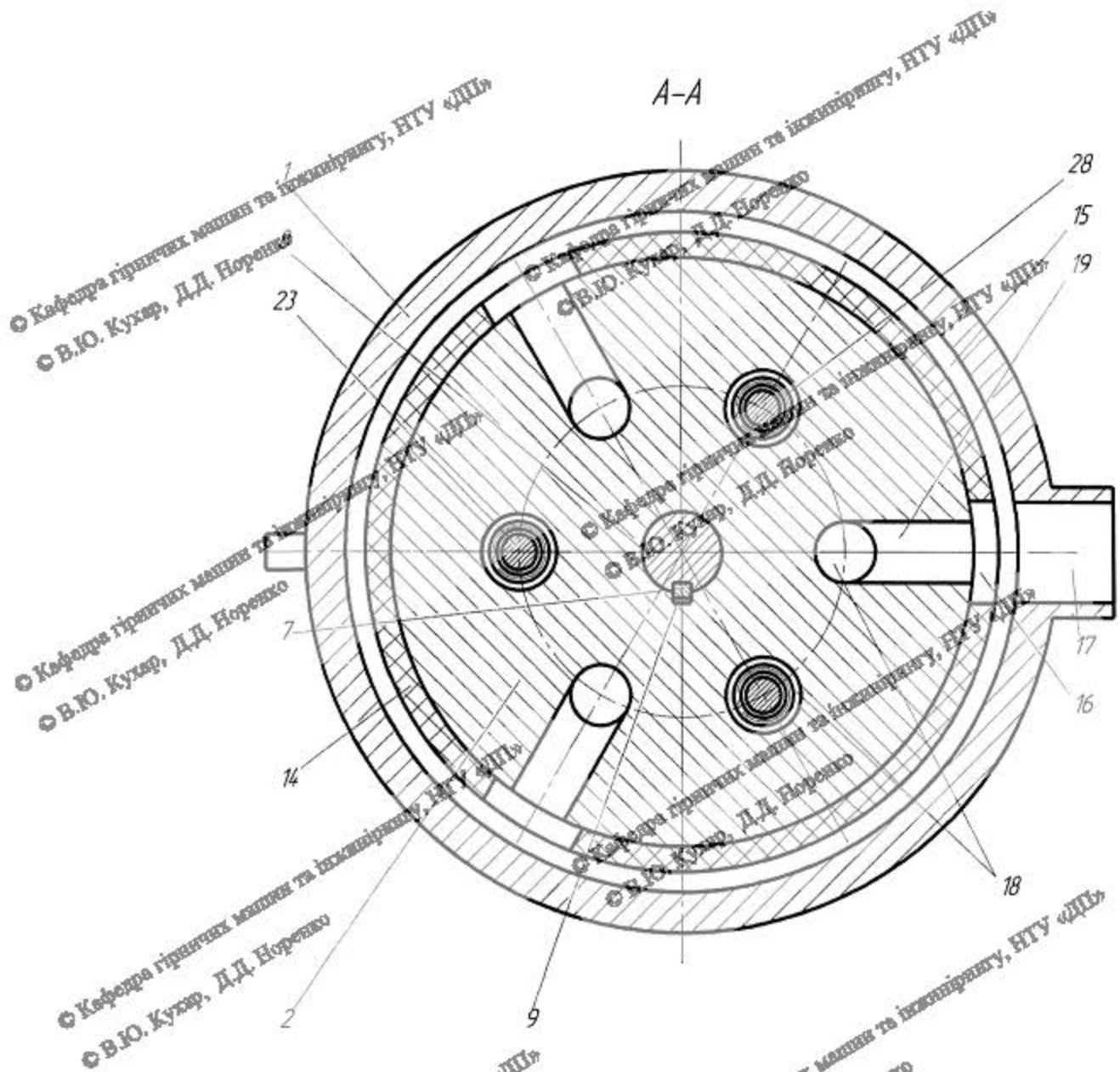


Fig. 2

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДПІ»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДПІ»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДПІ»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

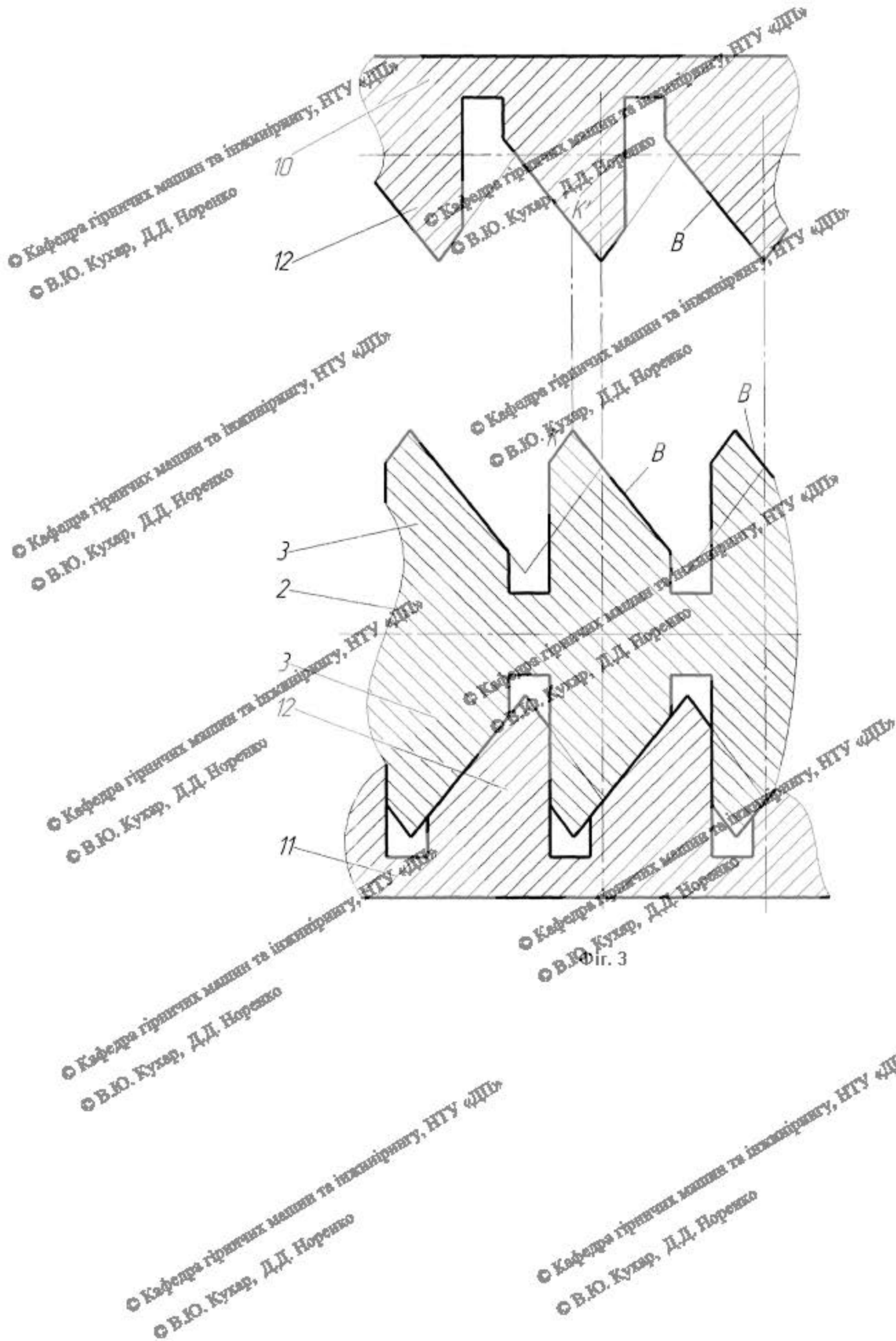
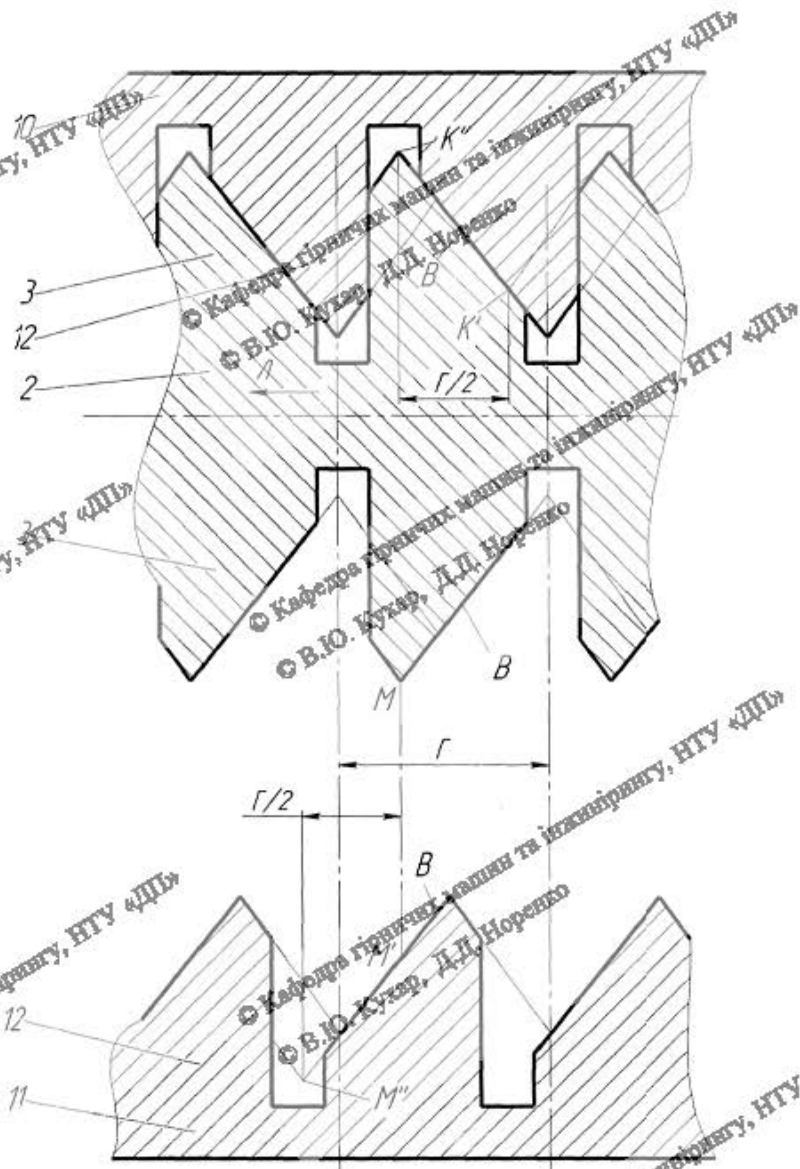


Fig. 3

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

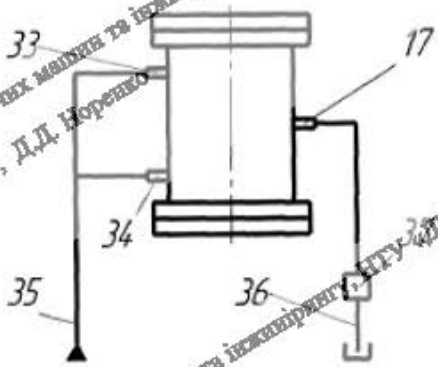


© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

Фиг. 4

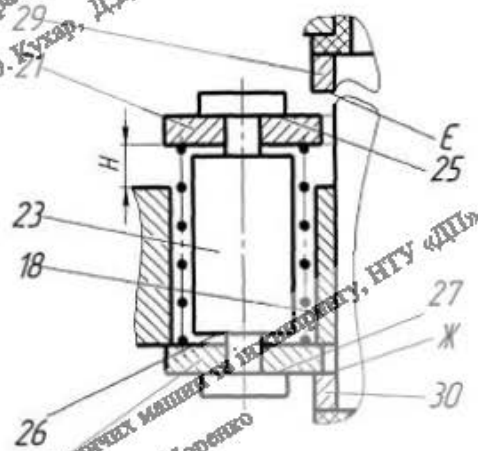
© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко



© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

Фиг. 5

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко



© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

Фиг. 6

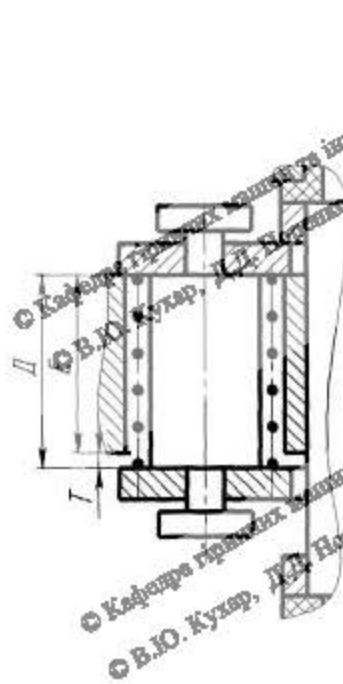


Fig. 7

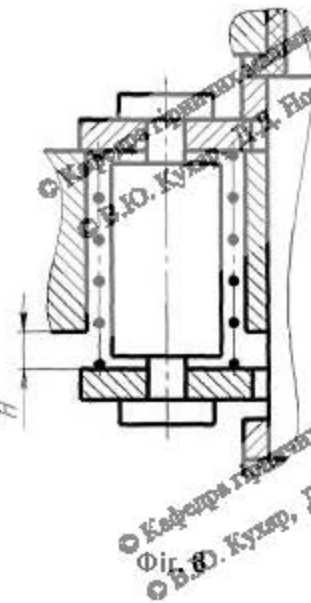


Fig. 8

Комп'ютерна верстка Г. Папалынюк

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

Національний Університет
«Дніпровська Політехніка»

**Обґрунтування параметрів та розробка водяного
діафрагмового гідроприводу фільтру технічної води**

ФРУ-190-2


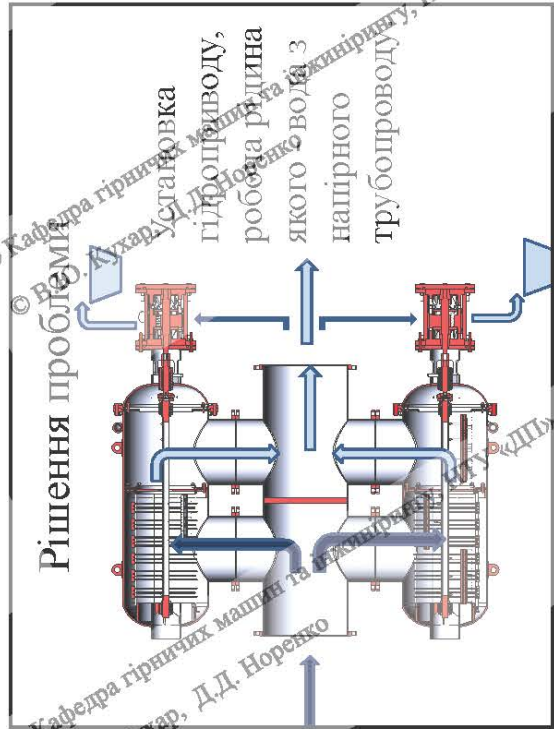
Виконала: ст. гр. 133м-17-1-1
Норенко Д. Д.

Керівник:
доц. Кухар В.Ю.

Вступ


Фільтр технічної води з ручним керуванням ФРУ-190-2 ефективним обладнанням для захисту технологічних об'єктів від забруднень.

Недолік фільтру - ручний привід щітково-очисника фільтроелементу.

Рішення проблеми

На сайті База патентів України був знайдений патент UA 104238, винахід якого належить додітралічних крокових приводів з використанням технічної води під тиском.



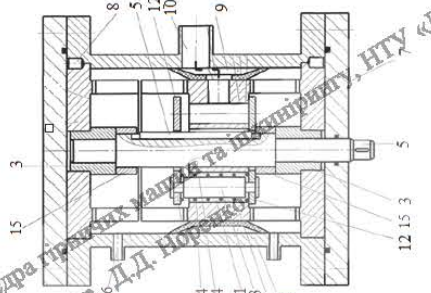
Мета дипломного проєкту

Виконати дослідження напрямку руху щіткового очисувача по сітці фільтрелементу та на їх основі спроектувати водяний двохходовий гідропривід новатору очисувача блока фільтрувального БФ-100 промислового фільтру для технічної води ФРУ-190-2.

Актуальність теми

Обумовлена необхідністю оснащення фільтрів для води для пожежних систем згідно з вимогами ДБУ України виключно гідроприводами.

Конструкція гідромотору патенту

- 
1. Цилиндр;
 2. Поршень опірний поршень;
 3. Підшипник;
 4. Вал;
 5. Шпонка;
 6. Верхній диск;
 7. Нижній диск;
 8. Штифт;
 9. Кільцева порожнина;
 10. Штуцер;
 11. Клапан;
 12. Верхня та нижня шайби;
 13. Шток;
 14. Пружина стискування;
 15. Верхня та нижня втулки;
 16. Вхідні отвори.

Обґрунтування необхідності проведення досліджень

Водяний гідропривід працює на малих тисках (до 6 МПа / см²).

Тому для його створення у відносно малих габаритах потрібне точне визначення робочого моменту.

Раніше були точно визначені всі опори, але опір від обертового щіткового очисника призначені орієнтоване, так як методик розрахунку таких очисників у відкритому доступі не знайдено.

Мета досліджень

- Встановити залежності зусилля на шпівці від прогинів її півтинок.
- Визначити опір переміщенню шпівкового очисника по циліндричному сітчастому фільтроелементу.

$$J = \frac{\pi \times d_{\text{пр}}^4}{64} = 7.366 \times 10^{-4} \text{ мм}^4$$

Теоретичний розрахунок

Задамо змінну величину з динамічного навантаження на кінець однієї проволочки:

$$P = 1 \times 10^{-3} \text{ кгс}, 2 \times 10^{-3} \text{ кгс} \dots 10 \times 10^{-3} \text{ кгс}$$

$$f_1(P) = \frac{P \times L^3}{3 \times E \times J} - \text{формула прогину}$$

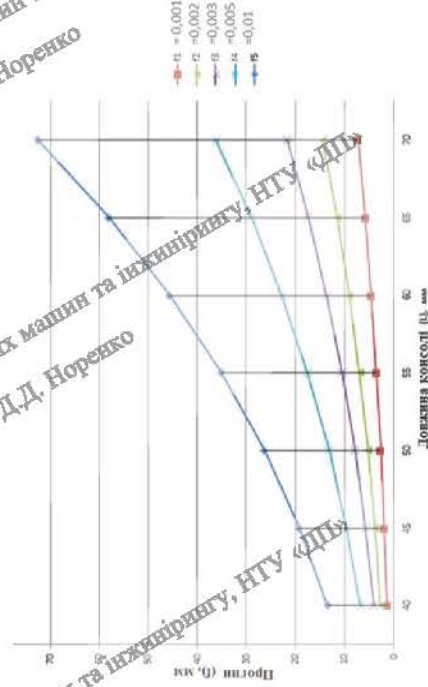
Отримані результати:

Довжина, мм	Прогин, мм						
	45	50	55	60	65	70	
0.001	1.355	1.926	2.641	3.516	4.564	5.803	7.248
0.002	2.709	3.851	5.283	7.032	9.129	11.607	14.496
0.003	4.063	5.777	7.924	10.547	13.693	17.41	21.745
0.005	6.762	9.628	13.207	17.579	22.822	29.017	36.241
0.01	13.524	19.256	26.415	35.158	45.645	58.033	72.482
P, кгс	f1(P)	f2(P)	f3(P)	f4(P)	f5(P)	f6(P)	f7(P)

Розрахунок теоретичних досліджень

- Основні вихідні дані:
- Діаметр проволочки $d_{\text{пр}} = 0,35 \text{ мм}$
 - модуль Юнга $E = 2,1 \times 10^5 \text{ МПа}$ - для сталі 20Х2Н4А - матеріал проволочок шпівки,
 - довжина консолі проволочки $L = 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 \text{ мм}$
 - Момент осьового опору шпівки

Залежність прогину однієї проволочки від зусилля та довжини консолі проволочки



Експериментальне дослідження.

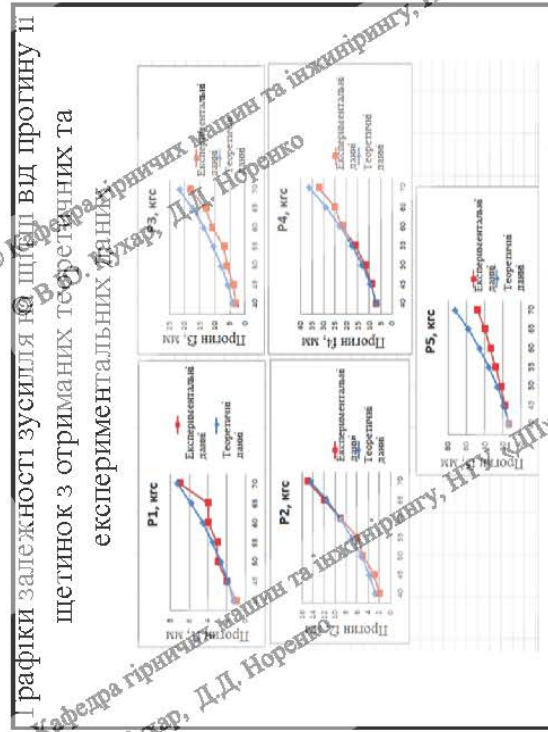
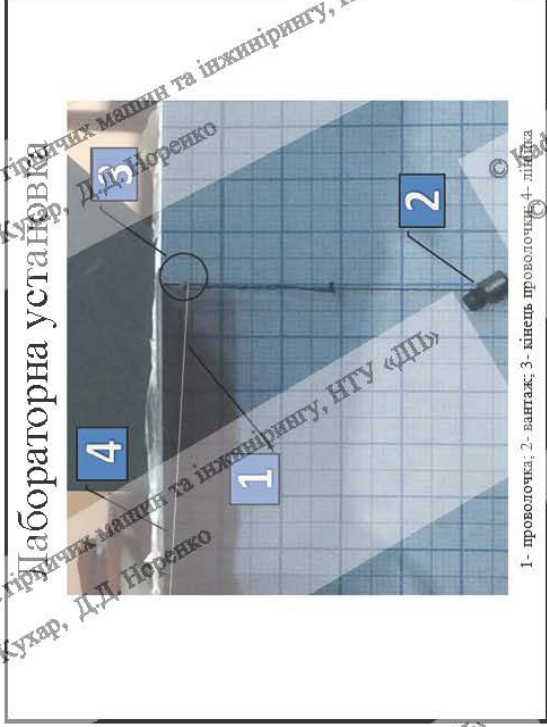
Прийняті наступні допущення:

- зволкання в складі шліпки працюють як набір окремих щетинок;
- сумарне зусилля опору переміщення щіткового очисника можна розглядати як суму опорів переміщення окремих проволочок.

Детального визначення роботи щетинок проведемо експериментальне дослідження.

Мета експерименту:

1. Визначити зусилля які створює шліпка в різних режимах роботи;
2. визначити зусилля які створює одна щетинка.

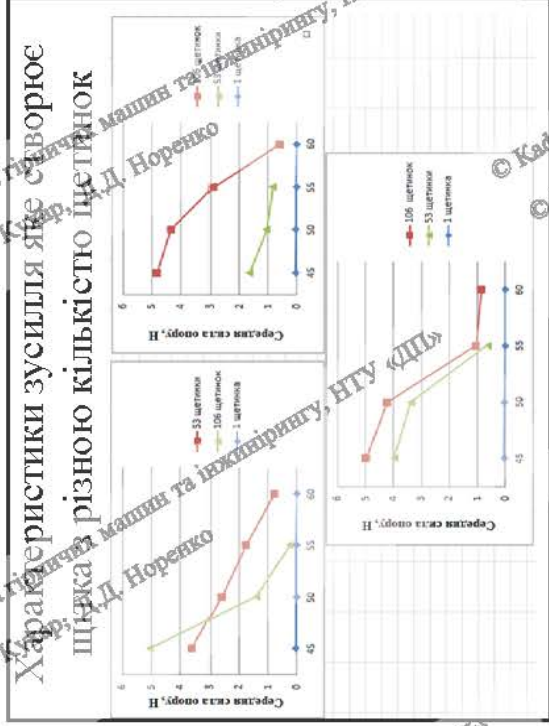


Висновки дослідження

1. Розроблено експериментальну установку;
2. Проведено експериментальні дослідження;
3. Результати внесені в таблицю;
4. З'явлені графіки отримані теоретичним дослідженням і експериментальним шляхом;
5. Розрахована абсолютна похибка 11,062%

Лабораторна установка для проведення експериментального дослідження зусилля, які створює щітка в різних режимах роботи

1 – щітка; 2 – капрізова вилка; 3 – фрагмент щітки; 4 – струбулина



Аналіз результатів

Зусилля опору для 106 щетинок розділені на число щетинок дають результат рівний експериментальним значенням зусилля по одній щетинці.

Висновок: щетинки працюють не як ресурс, а незалежно одна від одної.

Прямішою кількістю щіток і щетинок можемо визначити момент опору тертя щіткового очисника по циліндричному сітчастому фільтроелементу за формулою:

$$M_{\text{щ}} = n_{\text{щ}} \times r \times f = 1060 \times 0,442 \times 0,045 = 21,481 \text{ Н} \times \text{м}$$

- $n_{\text{щ}}$ – кількість щетинок;
- r – радіус фільтрувального блоку у циліндрі;
- f – зусилля створене однією щетинкою.

Висновки теоретичних та експериментальних досліджень

- Проведені теоретичні та експериментальні дослідження.
- З результатів отримання методом розрахунку формал теоретичної механіки були побудовані графіки кубічної характеристики залежності зусилля на щітці від її ширину і щетинок.
- Принято допущення, що щітки працюють як набір окремих щетинок. Для точного визначення розроблені лабораторні установки та проведені експериментальні дослідження.
- Зусилля опору для 106 щетинок розділені на число щетинок дають результат рівний експериментальним значенням зусилля по одній щетинці. Щетинки працюють незалежно одна від одної.

Розрахунок параметрів гідромотора

Визначаємо робочий момент гідродвигуна:

$$\Sigma M_{пр} = M_{т} + M_{то} + M_{у} + M_{тк} + M_{тщ}$$

- $M_{тк} = 2,5 \text{ Н} \times \text{м}$ - момент сил тертя в підшипнику ковзання який знаходиться в кришці;
- $M_{т2} = 1,1 \text{ Н} \times \text{м}$ - момент сил тертя в підшипнику ковзання;
- $M_{т1} = 21 \text{ Н} \times \text{м}$ - момент опору в підшипнику;
- $M_{т0} = 209,5 \text{ Н} \times \text{м}$ - мінімальний момент для повороту очищувача;
- $M_{то} = 6,5 \text{ Н} \times \text{м}$ - момент тертя в манжетному ущільненні;
- $M_{тщ} = 21,5 \text{ Н} \times \text{м}$ - момент тертя щіпки по сітчастому фільтроелементу

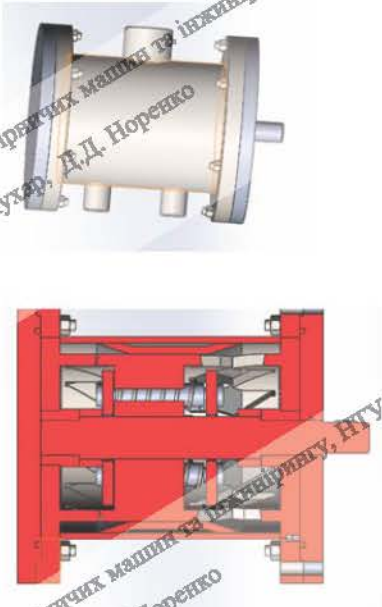
Параметри гідромотора

$M_{пр} = 281,95 \text{ Н} \times \text{м}$ - робочий момент гідродвигуна;

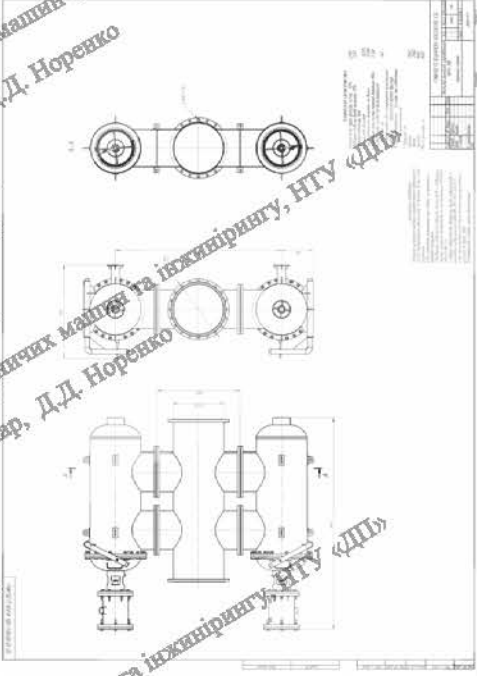
$W_{пр} = 52.39 \text{ Вт}$ - необхідна потужність приводу для повороту очищувача;

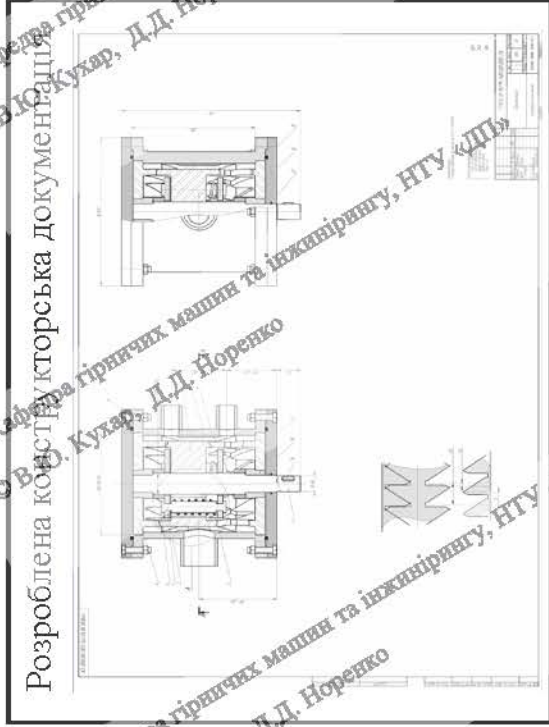
$n = 4 \text{ об/хв}$ - частота обертання.

Розроблена 3Д модель гідромотору



Розроблена конструкторська документація





- Експлуатаційний розділ
1. Приєднання фільтра та приводу необхідно стежити за наявністю і справністю з'єднань на приводах, передачах, муфтах і інших приводних механізмах.
 2. Конструкцією гідромотора були розроблені наступні рішення:
 - Захистом від високого тиску є правильно розрахована товщина стінок корпусу фільтра.
 - Для запобігання травмуванню працівників встановлюються захисні пристрої і попереджувальні написи.

Економічний розділ

Були розраховані собівартості двигуна, формули

Собівартість визначимо з формули

$$C = C_m + 3z + H_r + C_n = 16690 \text{ грн}$$

$C_m = 3853 \text{ грн}$ – вартість матеріалів на виготовлення двигуна;

$3z = 499 \text{ грн}$ – зарплата на виготовлення та монтаж;

$C_n = 420 \text{ грн}$ – витрати на електроенергію (зварювання);

$H_r = 7485 \text{ грн}$ – цехові і заводські накладні витрати на зарплату;

$C_n = 936 \text{ грн}$ – нараховання на зарплату.

Висновки

Були проведені розрахунки опорів повороту очисувача ФРУ-196-2 за допомогою теоретичних та практичних досліджень, проведені розрахунки параметрів гідромотора. Розроблені 3D моделі деталей, складена збірка за допомогою програминого забезпечення SolidWorks, та виготовлена конструкторська документація.

Описані заходи для забезпечення безпеки конструкторської машини та її експлуатації.

Визначенні витрати на матеріали, зарплатну плату, та розрахована собівартість виготовлення двигуна.

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко



© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

Відгук

на дипломний проект магістра на тему
«Обґрунтування параметрів та розробка водяного двоходового гідроприводу
фільтра технічної води ФРУ-190-2»
студентки групи 133м-17-1

Норенко Дарина Дмитрівна

Мета дипломного проекту - обґрунтувати параметри, виконати розрахунок, проектування та розробити конструкторську документацію на водяний двоходовий гідропривід повороту очищувача блоку фільтрувального БФ-100 промислового фільтра для технічної води ФРУ-190-2.

Обрана тема актуальна через необхідність розширення сфери застосування фільтрів для технічної води, зокрема, для можливості застосування їх в складі систем пожежогасіння, де відповідно до ДБН, обов'язкова наявність гідроприводу. Логічно, використовувати для роботи приводу частину води під тиском, що знаходиться в трубопроводі, де встановлений сам фільтр.

Тема дипломного проекту безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності магістра 133 "Галузеве машинобудування" спеціалізації «Гірничі машини та комплекси»

Дипломниця, на підставі наявного досвіду промислової експлуатації, проаналізувала переваги та недоліки ручного приводу очищувача фільтра, самостійно виконані розрахунки в обґрунтуванні основних параметрів гідроприводу, визначений сумарний момент опору обертанню очисника, проведені теоретичні та експериментальні дослідження з наукового обґрунтування розрахунків параметрів щіткового очисника на підставі яких отримані уточнені значення моменту опору при його обертанні. За результатами досліджень розрахований та спроектований двоходовий водяний гідродвигун оригінальної конструкції, розроблена 3Д модель та складальні креслення гідроприводу та фільтрувального блоку з гідроприводом.

В експлуатаційно-економічному розділі розроблено заходи щодо організації технічного обслуговування та ремонту фільтрувального блоку, виконано аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів та розроблені заходи з техніки безпеки при експлуатації фільтрувального блоку, оцінена собівартість виготовлення гидродвигуна.

Оформлення креслень та пояснювальної записки дипломного проекту виконано відповідно до стандартів ЕСКД.

Самостійність виконання дипломного проекту та виконаних досліджень і розрахунків висока.

В диплому дипломний проект магістра заслуговує оцінки "відмінно", а його автор Норенко Дарина Дмитрівна заслуговує присвоєння їй кваліфікації 2145.2 «Інженер-конструктор (механіка)».

Керівник дипломного проекту,
доцент кафедри "Гірничих машин
та інжинірингу"
канд. технічних наук

10.12.18р.

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект магістра «Обґрунтування параметрів та розробка водяного двоходового гідроприводу фільтру технічної води ФРУ-190-2»

студентки групи 133м-17-1

Норенко Дарини Дмитрівни

Мета дипломного проекту – виконати дослідження супротиву руху щіткового очищувача по сітці фільтроелементу та на їх основі спроектувати водяний двоходовий гідропривід повороту очищувача блока фільтровального БФ-100 промислового фільтру для технічної води ФРУ-190-2.

Актуальність теми обумовлена необхідністю оснащення фільтрів для води для пожежних систем згідно з вимогами ДБУ України виключно гідроприводами.

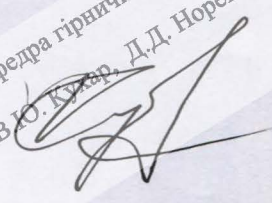
Конструкторська частина дипломного проекту містить аналіз умов використання фільтру ФРУ-190-2, аналіз складових супротиву обертання щіткового очищувача по сітчастому фільтроелементу, теоретичні та експериментальні розрахунки складових супротиву, розробку конструкції та необхідні розрахунки водяного двоходового гідроприводу. Математичні розрахунки виконані в пакетах MathCAD та Excel, конструювання та розробка складальних креслень, що відображають прийняті конструкторські рішення, виконані в середовищі SolidWorks.

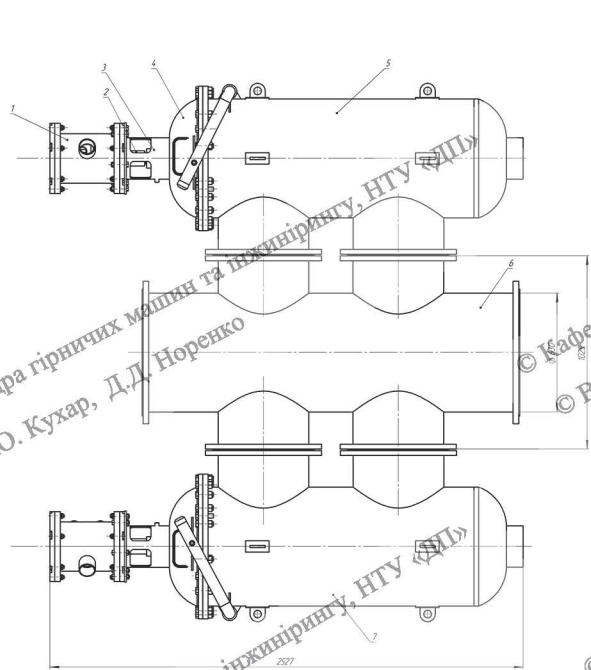
В експлуатаційно-економічному розділі наведені заходи щодо організації технічного обслуговування фільтру, виконаний аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, розроблені заходи з техніки безпеки при експлуатації фільтра, виконана оцінка собівартості виготовлення гідроприводу.

Креслення і пояснювальна записка виконані коректно, з дотриманням вимог ЄСКД.

В цілому, дипломний проект Норенко Дарини Дмитрівни заслуговує оцінки "відмінно".

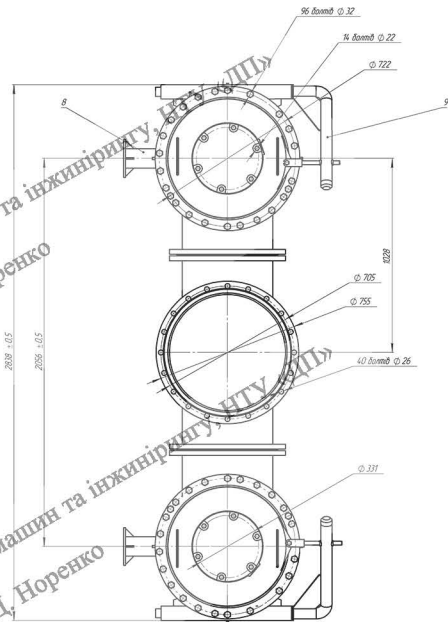
Зав. каф. Гірничої механіки
проф. Д.Г.Н


В.І. Самуся



© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко



© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1) Фільтр води через фільтр, м / год, 10%	2700
2) Тиск води на вхід фільтра, МПа	0,63
3) Передаток тиску, МПа	0,025
на частоті фільтра на забруднену воду не більше	0,080
4) Гранична допустима передаток тиску, МПа	0,120
5) Рівень осередків осадкового фільтрувального елементу, мм	2x2
6) Габарити, мм	
довжина	330
висота	290
Маса фільтра, кг	2660

1) Фільтр використовується для очищення води в 1,25 разів менше, ніж за номінальним, протіканням, протягом 10 хв. пачи роботи.

2) Фільтр повинен працювати при тиску до 0,63 МПа.

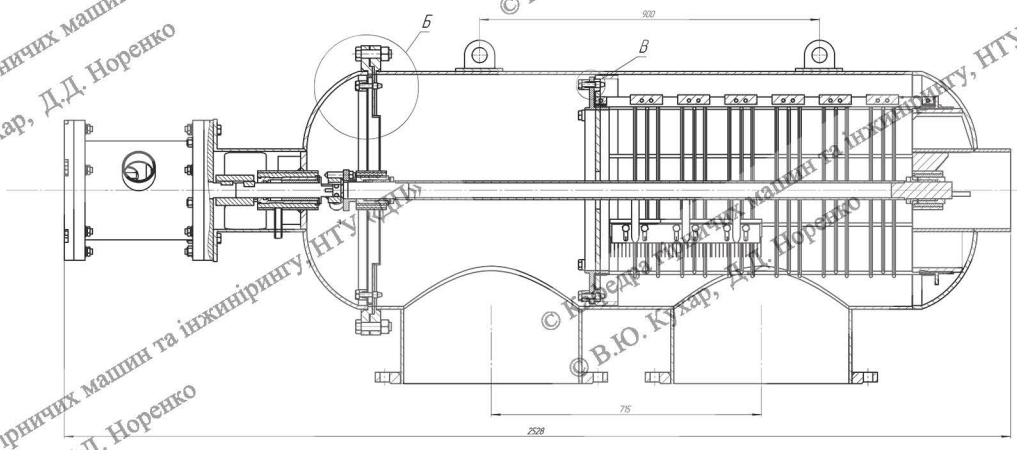
3) Передаток тиску повинен бути не менше ніж 0,025 МПа.

4) Фільтр повинен бути обладнаний механізмом для ручного очищення фільтра від осадку.

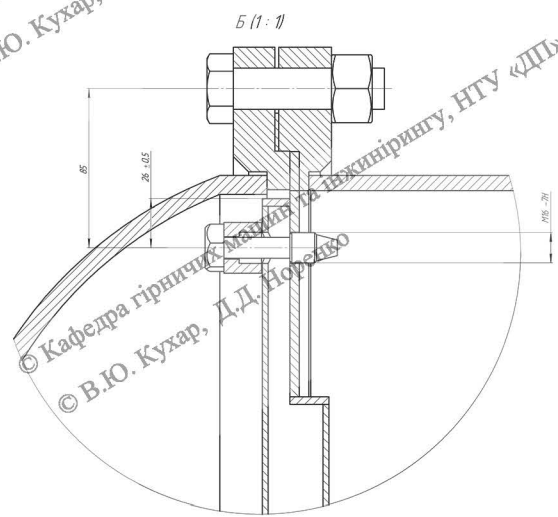
5) Фільтр повинен бути обладнаний механізмом для ручного очищення фільтра від осадку.

6) Фільтр повинен бути обладнаний механізмом для ручного очищення фільтра від осадку.

ГРУПДА 18.09 ФРЧ190-100.00.00 СК		Лист	Маса	Масштаб
Фільтр ручного управління ФРЧ 190		1	2660	1:0
Складовий креслення		Лист	Лист	Лист
Н. Кухар		Д.Д. Норенко		ДВНЗ НТУ
Календар		Формат А1		



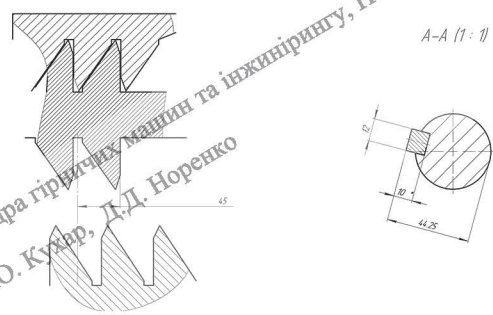
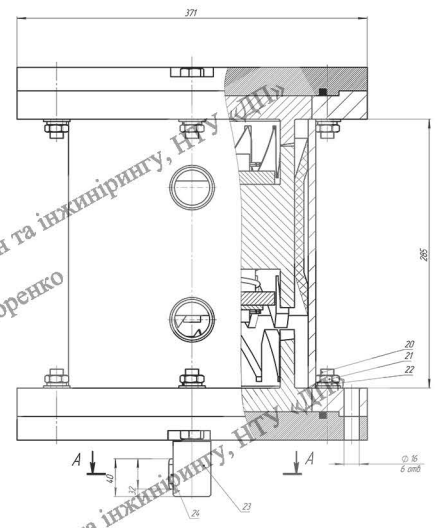
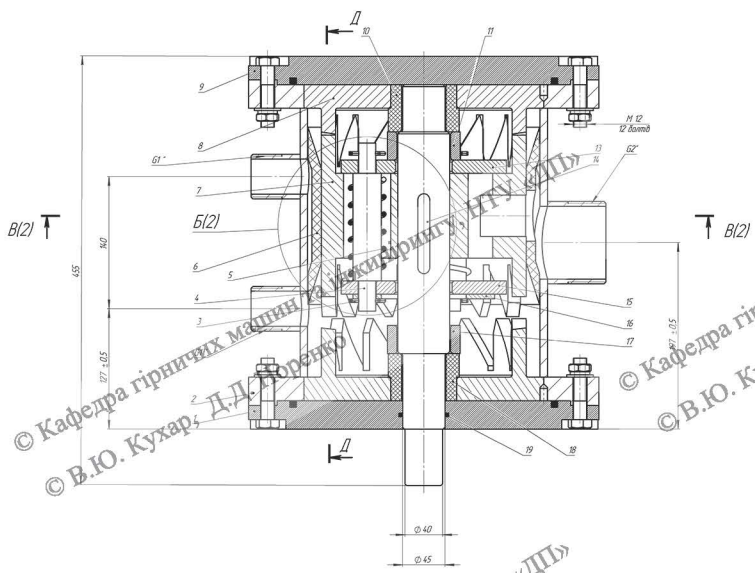
© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко



© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко



© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко



ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

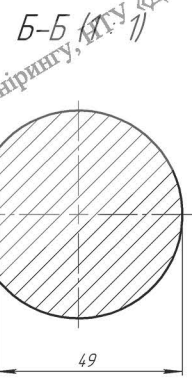
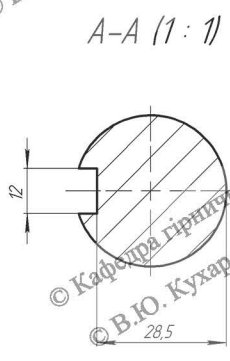
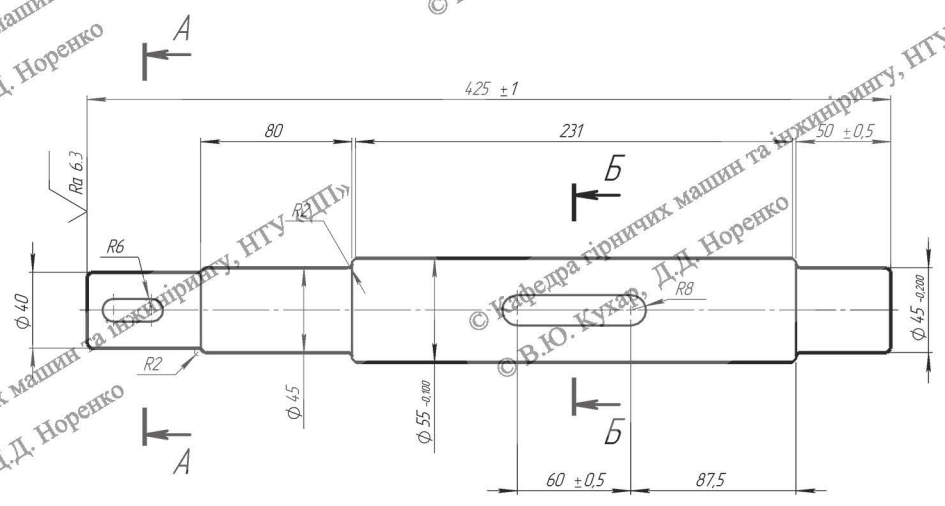
1. Тип на валі	9,63
2. Число зубців	240
3. Внутрішній діаметр	85
4. Радіус реліє - валів	
5. Маса кг	

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

- Матеріал валів: вимога за ГОСТ 1741-81
- Квалітет поверхні: 1 клас за ГОСТ 13038-81
- Точність виготовлення: за ГОСТ 13038-81
- Вимоги для додків:

ГМ.П.Д.18.09.ФР.У.190-10100.000 СК			
№ докум.	№ змін	Лист	Масштаб
Розроб.	Норенко		85
Перев.	Кухар		12
Т. контр.			
Н. контр.	Кухар		
Затв.	Заболотний		

ГМ.П.Д.18.09.ФР.У.190-10100.000



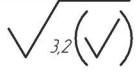
ГМ.П.Д.18.09.ФР.У.190-10100.000			
Эк. Арк.	№ докум.	Лист	Дата
Розроб.	Норенко		
Перев.	Кухар		
Т. контр.			
Н. контр.	Кухар		
Затв.	Заболотний		

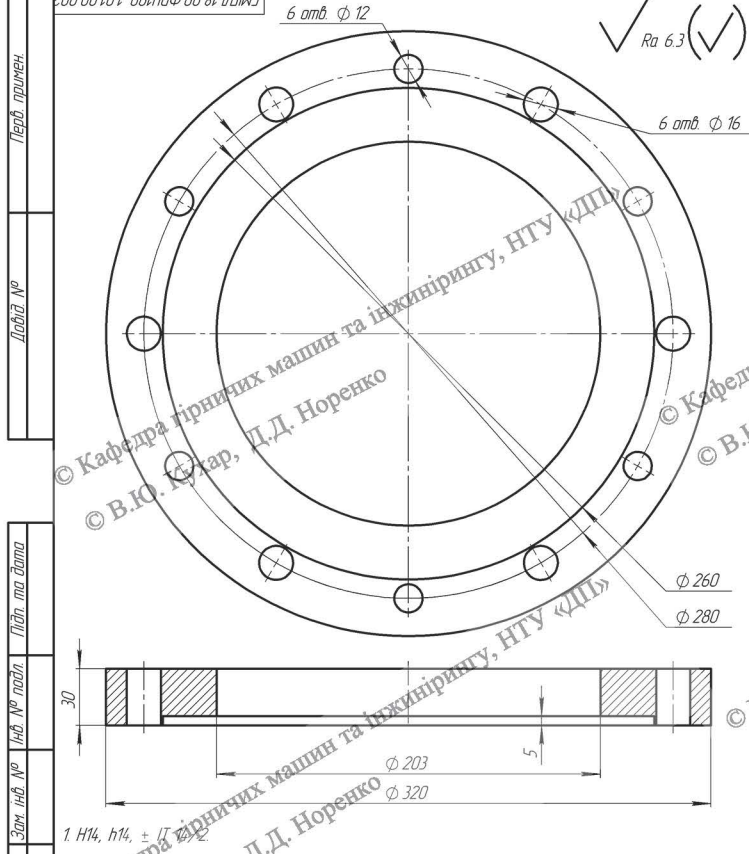
Вал		
Лист	Маса	Масштаб
	6,67	1:2
Аркши	Аркши 1	
Сталь 20Х13 ГОСТ 5632-72		
НТУ "ДП", ММФ, 133м-17-1		

Лист № 1 з 1
Лист № 2 з 2
Лист № 3 з 3
Лист № 4 з 4
Лист № 5 з 5
Лист № 6 з 6
Лист № 7 з 7
Лист № 8 з 8
Лист № 9 з 9
Лист № 10 з 10
Лист № 11 з 11
Лист № 12 з 12

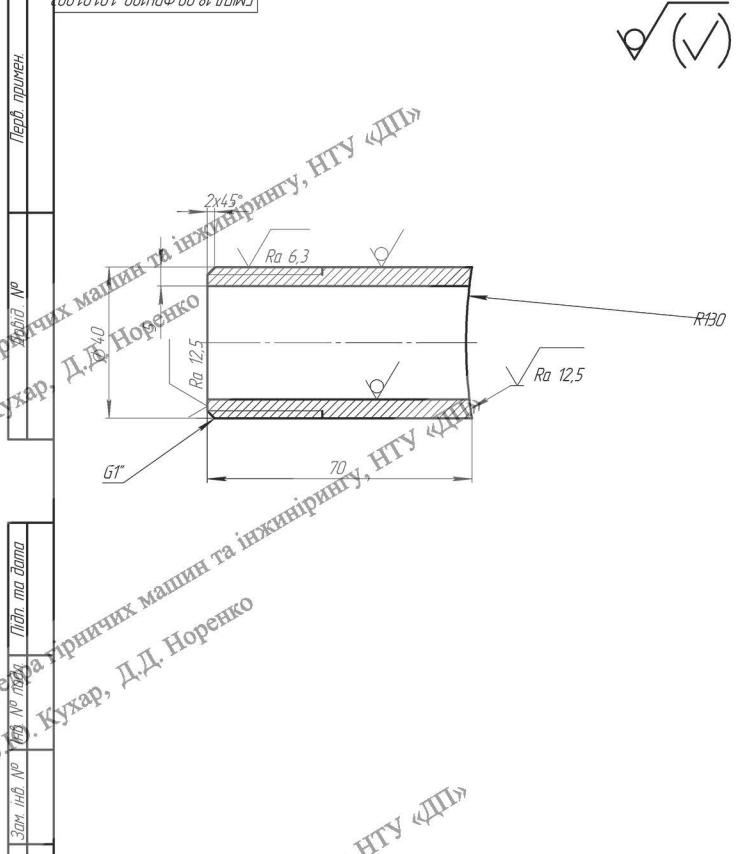
© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© В.Ю. Кухар, Д.Д. Норенко

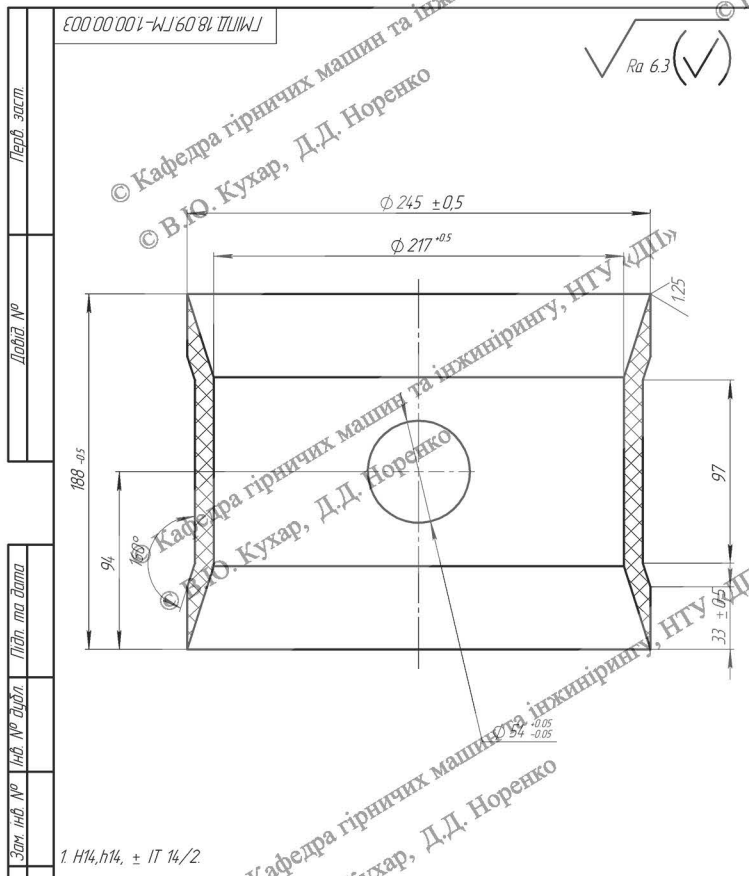




Зам. н/б №		Підп. та дата		Лист		Маса		Масштаб	
1 Н14, h14, ± IT 1/2				ГМІПД.18.09.ФРЧ190-10100.002					
Зняв	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Фланець		7,5	12	
Розроб.	Норенко						Аркцих	Аркцих	1
Перев.	Кухар								
Т. контр.									
Н. контр.	Кухар	Сталь 20х13 ГОСТ 5945-75			НТУ "ДП", ММФ, 133м-17-1				
Затв.	Заболотний	Копіяваб			Формат А4				



Зам. н/б №		Підп. та дата		Лист		Маса		Масштаб	
1 Н14, h14, ± IT 1/2				ГМІПД.18.09.ФРЧ190-10101003					
Зняв	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Патрубок		0,29	11	
Розроб.	Норенко						Аркцих	Аркцих	1
Перев.	Кухар								
Т. контр.									
Н. контр.	Кухар	40x5 ГОСТ 9940-81			НТУ "ДП", ММФ, 133м-17-1				
Затв.	Заболотний	Труба 12х13 ГО СТ 4986-79			НТУ "ДП", ММФ, 133м-17-1				
		Копіяваб			Формат А4				



Зам. н/б №		Підп. та дата		Лист		Маса		Масштаб	
1 Н14, h14, ± IT 14/2				ГМІПД.18.09.ГМ-100.00.003					
Зняв	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Ущільнення		1,2	12	
Розроб.	Норенко						Аркцих	Аркцих	1
Перев.	Кухар								
Т. контр.									
Н. контр.	Кухар	Поліамід ПА6 блоковий Б сарт I			НТУ "ДП", ММФ, 133м-17-1				
Затв.	Заболотний	ТУ 6-05-898-87			НТУ "ДП", ММФ, 133м-17-1				
		Копіяваб			Формат А4				



Зам. н/б №		Підп. та дата		Лист		Маса		Масштаб	
1 Н14, h14, ± IT 14/2				ГМІПД.18.09.ГМ-100.00.003					
Зняв	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Ущільнення		1,2	12	
Розроб.	Норенко						Аркцих	Аркцих	1
Перев.	Кухар								
Т. контр.									
Н. контр.	Кухар	Поліамід ПА6 блоковий Б сарт I			НТУ "ДП", ММФ, 133м-17-1				
Затв.	Заболотний	ТУ 6-05-898-87			НТУ "ДП", ММФ, 133м-17-1				
		Копіяваб			Формат А4				