

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

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри
_____ Олег ЛЕВЧЕНКО

“ ____ ” _____ 2024 р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»
спеціальності 131 Прикладна механіка**

на тему: Розробка проєкту гідравлічного обладнання для випробування тягово-зчепних пристроїв колісних транспортних засобів категорії В

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-02

_____ Сватовський Максим Андрійович _____ (прізвище, ім'я, по батькові)	_____ (підпис)
--	-------------------

Керівник _____ доцент каф. ПГМ, к.т.н., Зілінський А. І. _____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)	_____ (підпис)
--	-------------------

Консультант <u>з охорони праці</u> _____ (назва розділу)	<u>доц., к.т.н. Зілінський А.І.</u> _____ (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	_____ (підпис)
---	--	-------------------

Консультант з <u>технології машинобудування</u> _____ (назва розділу)	<u>к.т.н., доц. Кореньков В.М.</u> _____ (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	_____ (підпис)
--	---	-------------------

Рецензент _____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)	_____ (підпис)
---	-------------------

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

Студент _____
(підпис)

Київ – 2024 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського» Навчально-науковий механіко-
машинобудівний інститут**

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ Олег Левченко
(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту**

Сватовський Максим Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Розробка проєкту гідравлічного обладнання для випробування тягово-зчепних пристроїв колісних транспортних засобів категорії В,

керівник проєкту Зілінський Андрій Іванович,

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

затверджена наказом по університету від “27” 05 2024 року № 2115-С

2. Термін подання студентом проєкту до 15.06.2024

3. Вихідні дані до проєкту: Хід штоку – 100мм, зусилля 34,3кН, тиск 18МПа, частота коливань до 35Гц.

4. Зміст пояснювальної записки: Розділ 1. Огляд та аналіз основних конструкцій фаркопів та технічних рішень для випробувань, Розділ 2. Розрахунок гідроприводу і вибір схемного рішення, Розділ 3. Технологія виготовлення деталі, Розділ 4. Охорона праці

Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов’язкових креслень, плакатів, презентацій тощо)

Пояснювальна записка, Креслення збірка гідроприводу , Схема гідравлічна принципова, Деталювання гідроприводу, Загальний вигляд стенду ,Специфікація.

Консультанти розділів проекту:

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

1. Дата видачі завдання: 28.03.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання до дипломного проектування	27.03.2024-28.04.2024	Виконав
2	Проходження практики	15.04.2024-19.05.2024	Виконав
3	Розробка проекту	29.04.2024-10.05.2024	Виконав
4	Робота над проектом та виконання креслень	11.05.2024-09.06.2024	Виконав
5	Оформлення дипломного проекту	09.06.2024-16.06.2024	Виконав
6	Доопрацювання проекту	12.06.2024-20.06.2024	Виконав
7	Захист дипломного проекту	20.06.2024-25.06.2024	

Студент

(підпис)

Максим СВАТОВСЬКИЙ
(Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проекту

(підпис)

Андрій ЗІЛІНСЬКИЙ
(Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту**

на тему: Розробка проєкту гідравлічного обладнання для випробування тягово-зчепних
пристроїв колісних транспортних засобів категорії В

Київ – 2024 року

Анотація

Дипломний проєкт присвячений розробці гідравлічного випробувального апарату для фаркопів та складається з чотирьох розділів. Пояснювальна записка має 81 сторінок друкованого тексту, а також в ній представлено 41 рисуноків, 9 таблиць та 6 листів формату А1.

Метою даного проєкту є розробка гідравлічного випробувального апарату для фаркопів колісних транспортних засобів. При написанні бакалаврської роботи проведено аналіз існуючих рішень які використовуються в галузі автомобілебудування.

Зроблено підбір гідравлічного обладнання, проведено гідравлічний розрахунок.

У першому розділі розглянуто основні можливі рішення, проаналізовано їх переваги та проблематику й обрано найкращий варіант відповідно до стандартів.

У другому розділі використавши початкові дані проведено розрахунок гідроциліндра та іншої гідроапаратури з наступним підбором.

У розділі «Технології машинобудування» покроково сплановано технологічний процес виготовлення та обробки штоку гідроциліндра.

У розділі «Охорона праці» зазначено вимоги до робочого місця, а саме до електричної та пожежної безпеки, освітлення, характеристик та мікроклімату приміщення, де було здійснено монтаж установки.

Ключові слова: гідравлічний апарат для випробувань , гідроциліндр, фаркоп, гідравлічний розрахунок, тягово-зчіпний пристрій, автомобіль, колісний транспортний засіб

Annotation

The diploma project is devoted to the development of hydraulic car lift and consists of four chapters. The explanatory note consists of 79 pages of printed text, and it also contains 40 figures, 9 tables, and 6 sheets of format A1.

The aim of this project is to develop a hydraulic testing apparatus for car towbars. When writing a bachelor's thesis, an analysis of existing solutions used in the automotive industry was conducted.

The selection of hydraulic equipment was made, and hydraulic calculations were performed.

In the first chapter, the main possible solutions are considered, their advantages and problems are analyzed, and the best option is selected in accordance with the standards.

In the second section, using the initial data, the calculation of the hydraulic cylinder and other hydraulic equipment was carried out, followed by selection.

In the section "Mechanical Engineering Technologies", the technological process of manufacturing and processing the hydraulic cylinder rod is planned step by step.

The section "Labor Protection" specifies the requirements for the workplace, namely electrical and fire safety, lighting, characteristics and microclimate of the room where the installation was carried out.

Keywords: hydraulic for testing, hydraulic cylinder, tow bar, hydraulic calculation, towing device, car, hitch.

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. Огляд та аналіз основних конструкцій фаркопів та технічних рішень для випробувань	11
1.1. Вимоги до маси вантажу	11
1.1.1. Категорія водіння В	11
1.1.2. Підкатегорія ВЕ	12
1.2. Тягово-зчіпні пристрої.....	13
1.3. Правила ЄЕК ООН №55	15
1.3.1 Перспективи застосування Правил ЄЕК ООН №55 в Україні:	16
1.3.2.Випробування ТЗП згідно з ЄЕК ООН №55	17
1.4 Технічні рішення випробувальних стендів	19
1.4.1 Електромеханічний випробувальний стенд	19
1.4.2 Електрогідравлічні випробувальні стенди	20
1.4.3 Пневматика для випробувань	25
Висновок до розділу 1.....	26
Розділ 2. Розрахунок гідропривода і вибір схемного рішення	27
2.1. Розрахунок гідропривода	29
2.1.1. Визначення розмірів гідроциліндра	29
2.1.2 Визначення розмірів підводящих отворів	31
2.1.3 Визначення об'ємів гідроциліндра.....	33
2.1.4 Вибір робочої рідини.	35

					<i>ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Сватовський М.А.</i>			<i>Зміст</i>		
<i>Провірюв.</i>		<i>Зілінський А.І.</i>					
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затв.</i>							
						<i>Арк.</i>	<i>Аркуш</i>
						<i>7</i>	<i>76</i>
						<i>КПІ ім.Ігоря Сікорського</i>	
						<i>Каф. ПГМ</i>	
						<i>Гр. МА-02</i>	

2.2 Підбір та розрахунок обладнання.....	36
2.2.1 Розрахунок та вибір насоса	36
2.2.2 Розрахунок електродвигуна	36
2.2.3 Розрахунок гідравлічного баку.....	37
2.3 Вибір розмірів трубопроводів.....	45
2.4 Визначення втрат тиску на гідравлічне тертя	47
2.5 Розрахунок товщини стінки гільзи гідроциліндра:	50
Розділ 3 .Технологія виготовлення деталі.....	52
3.1 Завдання на розробку технологічного процесу.....	52
3.2 Заготівельна операція	53
3.3 Розробка маршрутного технологічного процесу	54
3.4 Вибір різального інструменту.....	58
3.4.1 Розрахунок режимів різання	58
Висновок до розділу 3	65
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	65
4.1 Аналіз умов праці.....	66
4.2. Пожежна безпека.....	67
4.3. Електробезпека	68
4.4. Розрахунок освітлення приміщення.....	70
4.5. Захист від шуму.....	72
4.6. Мікроклімат	73
Висновок.....	76
Використана література.....	78

ВСТУП

За даними 2024 року [1], лише за січень-лютий в Україні було зареєстровано майже 10 000 нових легкових автомобілів, 1800 вантажівок та 227 автобусів. З таблиці 1.1 видно, що це на 51% більше, аніж у порівнянні з лютим 2023 року. Така тенденція свідчить про те, що попит на транспортні засоби, а особливо легкові, постійно зростає. В Україні багато підприємців, фермерів, або звичайних робітників що займаються сільським господарством, торгівлею та іншими видами бізнесу, які потребують перевезення вантажу чи товару.

Очевидно, що легкові автомобілі не мають можливості перевозити великогабаритний вантаж в середині кузова. Звичайна людина із середнім доходом не може, або не стане купувати собі мікроавтобус чи вантажівку, щоб перевозити, наприклад, молочні продукти. Проте, за допомогою фаркопу, можна вирішити цю проблему. Фаркопи - це тягово-зчипні пристрої кульового типу, які використовуються для з'єднання транспортних засобів з причепами, трейлерами, сільськогосподарською технікою, багажниками (кріпленнями) для велосипедів та іншими видами вантажів. Варто зауважити, що не всі автомобілі вкомплектовані з заводу фаркопами. Зараз у вільному доступі в продажі безліч пристроїв різних виробників, які не завжди мають сертифікат якості. Людина може придбати такий пристрій окремо, і встановити на свій автомобіль за потреби. Важливо, щоб фаркоп забезпечував безпечне буксирування і функціонування, оскільки несправності, які можуть виникнути під час руху, можуть призвести до втрати контролю над причепом і стати причиною серйозних дорожньо-транспортних пригод. Такі аварії можуть призвести до пошкодження майна, травмування людей, а в деяких випадках і до смерті. Тому, щоб уникнути можливих трагедій, важливо, щоб фаркопи відповідали європейським стандартам безпеки. Вони обов'язково повинні проходити суворі випробування і відповідати технічним вимогам. Тільки так можна гарантувати надійність і безпеку фаркопа.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1 – статистика продажу авто в Україні за 2024 р [1]

Бренд	Берез. 2023	Лют. 2024	Берез. 2024	Різниця з Берез. 2023, +/- %	Різниця з Лют. 2023, +/- %
TOYOTA	648	858	1021	+57,6	+19,0
RENAULT	438	706	955	+118,0	+35,3
SKODA	346	452	452	+30,6	+0,0
VOLKSWAGEN	432	472	444	+2,8	-5,9
BMW	355	234	381	+7,3	+62,8
PEUGEOT	83	348	346	+316,9	-0,6
HYUNDAI	263	176	317	+20,5	+80,1
KIA	61	144	232	+280,3	+61,1
NISSAN	96	244	224	+133,3	-8,2
MAZDA	204	190	206	+1,0	+8,4
SUZUKI	166	188	196	+18,1	+4,3
LEXUS	187	155	185	-1,1	+ 19,4
MERCEDES- BENZ	220	113	176	-20,0	+55,8
BYD	30	166	170	+466,7	+2,4
CITROEN	80	155	159	+98,8	+2,6
GEELY	11	41	117	+963,6	+185,4
AUDI	77	174	110	+42,9	-36,8
HONDA	63	119	91	+44,4	-23,5
VOLVO	68	57	85	+25,0	+49,1
PORSCHE	71	36	78	+9,9	+116,7
LAND ROVER	97	73	77	-20,6	+5,5
DONG FENG	122	53	73	-40,2	+37,7
MITSUBISHI	50	73	71	+42,0	-2,7
CHERY	99	50	69	-30,3	+38,0
MG	40	48	65	+62,5	+35,4
SUBARU	34	41	53	+55,9	+29,3
FORD	15	60	50	+233,3	-16,7
ZEEKR	2	43	46	+	+7,0
OPEL	26	48	34	+30,8	-29,2
FIAT	11	15	26	+136,4	+73,3
Інші	116	118	138	+19,0	+16,9
Разом	4511	5650	6647	+47,4	+17,6

Мета і задачі проекту

Метою бакалаврської роботи є розробка проекту гідравлічного обладнання для випробування тягово-зчепних пристроїв колісних транспортних засобів категорії В

Для реалізації даної мети необхідно було вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз існуючих методів випробування на довговічність. Розглянути можливі конструктивні рішення .
2. Обрати найбільш доцільний вид конструкції за типом механізму для фаркопів легкових автомобілей.
3. Розробка принципової гідравлічної схеми.
4. Провести гідравлічний розрахунок, розрахувати необхідні розміри гідравлічного циліндру, насосної станції та обрати систему для керування
5. Підібрати обладнання відповідно до проведених розрахунків
6. Обрати схемне рішення.
7. Розробка послідовності технологічних операцій виготовлення штока гідроциліндра із заготовки.
8. Виконати проектування об'єкта дослідження.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ОСНОВНИХ КОНСТРУКЦІЙ ФАРКОПІВ ТА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ

1.1. Вимоги до маси вантажу

1.1.1. Категорія водіння В

Категорія водіння В [2] дозволяє керувати транспортними засобами, дозволена максимальна маса яких не перевищує 3500 кілограмів (7700 фунтів), а кількість сидячих місць, крім сидіння водія, — восьми. До цієї категорії входять легкові автомобілі, мікроавтобуси та невеликі

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вантажівки.

З категорією В дозволено перевозити причепа або інші зчіплювальні вантажі. Однак, існують певні обмеження:

- Причеп, який може тягнути транспортний засіб категорії В, має масу не більше 750 кг.
- Якщо маса причепа перевищує 750 кг, сумарна маса автомобіля та причепа не повинна перевищувати 3,500 кг.
- Також важливо, щоб маса причепа не перевищувала масу незавантаженого транспортного засобу.

1.1.2. Підкатегорія ВЕ

Дозволяє керувати транспортними засобами категорії В з причепом, маса якого перевищує 750 кг [2]. При цьому сумарна маса автомобіля і причепа може перевищувати 3,500 кг. Зокрема, водій з категорією ВЕ може керувати транспортним засобом з причепом масою до 3,500 кг.

Особливості категорії ВЕ:

- Водій може тягнути важчі причепа, ніж це дозволено для категорії В.
- Загальна маса транспортного засобу та причепа може досягати 7,000 кг (3,500 кг для автомобіля і 3,500 кг для причепа).
- Максимальна допустима вага причепа для середньостатистичного автомобіля в Україні
- Можна відкрити тільки при наявності стажу від 1 року

Висновки: в підсумку, для безпечного та законного перевезення причепів, водій повинен не лише мати відповідну категорію водіння, але й дотримуватись обмежень щодо ваги причепа, встановлених законодавством та виробником транспортного засобу. При встановленні фаркопу від стороннього виробника, слідкувати за допустимими навантаженнями й не перевищувати

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлені обмеження. Встановлена максимальна вага причепа для категорії В з відкритою підкатегорією Е становить 3500кг. Цю вагу приймаємо як теоретично можливе навантаження для подальших розрахунків і проектування гідравлічного обладнання.

1.2. Тягово-зчіпні пристрої

Тягово-зчіпний пристрій, ТЗП, фаркоп — пристрій для приєднання причепів і напівпричепів до транспортного засобу [4]. Залежно від тоннажу й типу транспортних засобів можуть використовуватися різні види ТЗП. Існує 2 типи фаркопів для легкових автомобілів – європейський та американський.

Американський - являє собою раму, одягнений на неї квадрат із наскрізним отвором (кронштейн) та зчіпну кулю. Таке обладнання не дуже широко використовується в Україні, оскільки для його експлуатації вітчизняних причепів потрібен спеціальний перехідник.



Рисунок 1.1. ТЗП американського типу [4]

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Європейський варіант – традиційний гак із кульовим вузлом. Широко застосовується в Україні та Європі. Бувають з різним діаметром кулі та різними варіантами кріплення до автомобіля.



Рисунок 1.2 – ТЗП європейського типу [4]

Розрізняють три види кріплення фаркопу до автомобіля [4]:

1. Незнімне – фаркоп наглухо приварений до рами. Такий тип кріплення одночасно є найпростішим і найбільш надійним.
2. Умовно-знімна – тут використовується болтове з'єднання. Причіпний пристрій таким способом кріплення легко демонтується за допомогою пари ключів.
3. Знімне – кріплення гака відбувається за допомогою спеціального запірного механізму. Такий спосіб фіксації не вимагає інструменту або спеціальних навичок, встановлення та демонтаж відбуваються максимально швидко

Найпоширенішою зчіпною кулею, за яку кріпиться замок причепа, являється куля класу А, що на рисунку 3. Її стандартний діаметр 50 мм, що є загальноприйнятим стандартом для легкових автомобілів і причепів. Це забезпечує високу сумісність між різними моделями фаркопів і причепів. Саме така куля регламентована правилами ЄЕК ООН №55 [3].

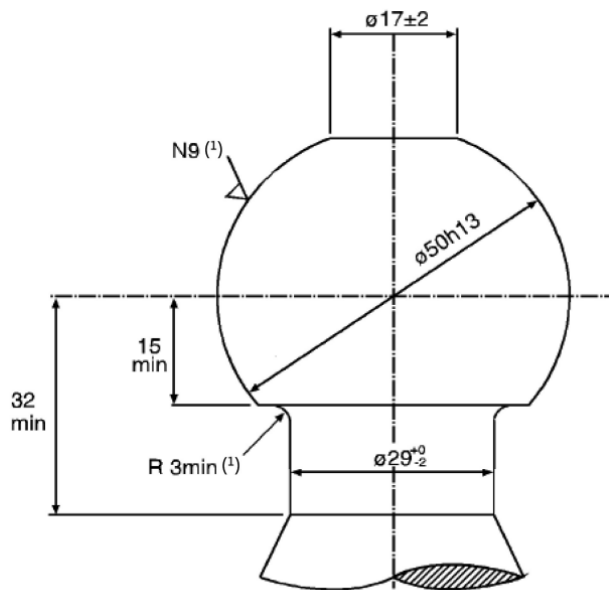


Рисунок 1.3 – Зчіпний шар класу А [3]

Висновки: враховуючи те, що фаркопи мають різні типи кріплення - від незнімних до знімних, а також виготовляються з різних матеріалів, які мають різні характеристики міцності та стійкості до зношування, , необхідно розуміти, що тривалість служби ТЗП, та їх функціональність може відрізнятися. Також важливо враховувати, що дорожні умови можуть створювати додаткове навантаження на фаркопи. Наприклад, нерівності дороги або екстремальні погодні умови можуть збільшити зношування та навантаження на фаркопах, тому перевірка їх на довговічність є важливою для забезпечення безпеки та надійності на дорозі.

1.3. Правила ЄЕК ООН №55

Правила Європейської економічної комісії ООН №55 [3] – це міжнародні стандарти, що регулюють вимоги до механічних зчеплень для буксирування транспортних засобів. Це правила, що встановлюють технічні вимоги до будови, випробувань та маркування сцепних пристроїв, призначених для використання на автопоїздах, що складаються з буксирного ТЗ та причепа або напівпричепа. Ці правила спрямовані на

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення безпеки та надійності зчеплень, що використовуються в автомобілях, вантажівках та причепах.

Особливості Правил ЄЕК ООН №55:

- **Технічні вимоги:** Правила встановлюють детальні технічні вимоги до будови, випробувань та маркування механічних зчіпних пристроїв. Ці вимоги охоплюють такі аспекти, як міцність, надійність, стійкість до корозії, експлуатаційні характеристики та безпека.
- **Уніфікація:** Правила спрямовані на уніфікацію технічних вимог до зчіпних пристроїв в різних країнах. Це полегшує міжнародну торгівлю та сприяє безпеці дорожнього руху на міжнародному рівні.
- **Випробування:** Правила визначають чіткі та стандартизовані методи випробувань, які використовуються для оцінки відповідності зчіпних пристроїв технічним вимогам. Це гарантує, що всі зчіпні пристрої, які відповідають Правилам, мають однаковий рівень якості та безпеки.
- **Маркування:** Правила визначають вимоги до маркування зчіпних пристроїв, що дозволяє легко ідентифікувати їх та переконатися в їх відповідності правилам

1.3.1 Перспективи застосування Правил ЄЕК ООН №55 в Україні:

- **Покращення безпеки дорожнього руху:** Застосування Правил ЄЕК ООН №55 в Україні може призвести до значного покращення безпеки дорожнього руху за рахунок зменшення кількості аварій, пов'язаних з роз'єднанням автопоїздів чи відмовою тягово-зчепного пристрою.
- **Сприяння міжнародній торгівлі:** Використання стандартів ЄЕК ООН може допомогти українським виробникам транспортних засобів стати більш конкурентоспроможними на світовому ринку, оскільки вони будуть відповідати міжнародним вимогам.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Підвищення рівня технічного регулювання: Застосування Правил ЄЕК ООН №55 може сприяти підвищенню рівня технічного регулювання в Україні в сфері виробництва та експлуатації транспортних засобів.

1.3.2.Випробування ТЗП згідно з ЄЕК ООН №55

Випробування проходить наступним чином [3]: в якості випробувального навантаження застосовують змінну силу $F_{hs} = 0.6D$, яка діє під кутом 15° у напрямку руху в середній продольній площині, що проходить через уявну продольну вісь тягача і через центр з'єднувального шкворня.

Для механічних зчепних пристроїв та компонентів, які не призначені для прикладання навантаження вздовж вертикальної осі, цю силу визначають за формулою

$$D = g \cdot \frac{T \cdot R}{T + R} \quad (1.1)$$

де R – це максимальна технічна маса в метричних тоннах причепа, який може бути буксирований за допомогою тягового пристрою;

T – максимальна технічна маса в метричних тоннах транспортного засобу-тягача, на якому має бути встановлена тяговий пристрій;

g – прискорення вільного падіння, припускаємо як $9,81 \text{ м/с}^2$;

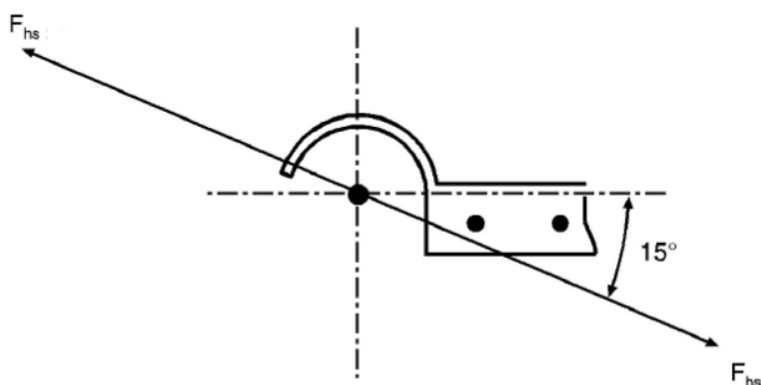


Рисунок 1.4 – Кут прикладання навантаження [3]

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі випробувань згадане навантаження прикладається у синусоїдальному режимі між крайніми значеннями $+D$ і $-D$ протягом $2 \cdot 10^6$ циклів з частотою, що не перевищує 35 Гц. Під час цих випробувань важливо забезпечити, щоб навантаження не призводило до остаточних деформацій, розривів або інших видимих зовнішніх пошкоджень, оскільки це може підірвати надійність і безпеку зчеплення та привести до небезпечних ситуацій на дорозі.

Висновки: важливо зазначити, що випробування мають на меті оцінити міцність і надійність механічних зчепних пристроїв та компонентів. Такий підхід дозволяє забезпечити впевненість в тому, що транспортні засоби, обладнані цими ТЗП, будуть безпечними та надійними під час експлуатації на дорозі. Враховуючи важливість цих випробувань, необхідно дотримуватися встановлених міжнародних стандартів і вимог, щоб забезпечити високу якість і безпеку транспортних засобів для користувачів та всіх учасників дорожнього руху. Проаналізувавши правила Європейської економічної комісії відповідно до обраної категорії транспортних засобів, можна точно сформулювати правила проведення випробування. Згідно вимог потрібно проводити випробування при частоті не перевищуючій 35 Гц, на надійно закріпленому фаркопі, прикладаючи зусилля по синусоїдальному закону у визначених індивідуально для кожного пристрою межах. Зусилля повинно бути прикладене під кутом 15 градусів по відношенню до горизонтальної поздовжньої осі зчіпного шару. Випробування вважається пройденим, якщо пристрій витримав цикл з $2 \cdot 10^6$ повторень прикладання сили. При цьому на пристрої не повинно бути видимих деформацій, розривів, сколів чи будь якого механічного пошкодження.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Технічні рішення випробувальних стендів

1.4.1 Електромеханічний випробувальний стенд



Рисунок 1.5 – Електромеханічний випробувальний стенд [30].

Електромеханічний випробувальний стенд використовує електродвигуни та механічні приводи для створення навантажень на фаркопи.

Принцип роботи можна описати так:

електродвигун 2 генерує крутний момент, який передається через редуктор 3 на ексцентрик. Ексцентрик перетворює обертальний рух на зворотно-поступальний, який використовується для навантаження на фаркоп. ТЗП надійно зафіксовано на тумбах 5, які імітують кріплення до автомобіля. Тензорезисторний датчик 4, розташований між гаком фаркопу та валом який прикладає зусилля, фіксує зміни в матеріалі чи конструкції. Зміна опору датчика пропорційна прикладеному навантаженню.

Дані з датчика записуються та обробляються комп'ютером 1.

Комп'ютер контролює електродвигун, щоб забезпечити задане навантаження на фаркоп. Швидкість, амплітуда та тривалість навантаження можуть бути запрограмовані користувачем. Результати випробувань можуть бути візуалізовані у вигляді графіків, діаграм та таблиць.

Переваги: менша вартість основних компонентів у порівнянні з іншими варіантами обладнання. Простота налаштування та обслуговування. У всьому іншому електропривод поступається гідравліці

Проблематика: дозволяє провести лише динамічні випробування. Розвиває менше зусилля при таких самих розмірах в порівнянні з іншими приводами. Великий знос механічних елементів. Поступається точністю налаштувань. Потреба в перетворенні обертального руху в зворотньо-поступальний.

1.4.2 Електрогідравлічні випробувальні стенди

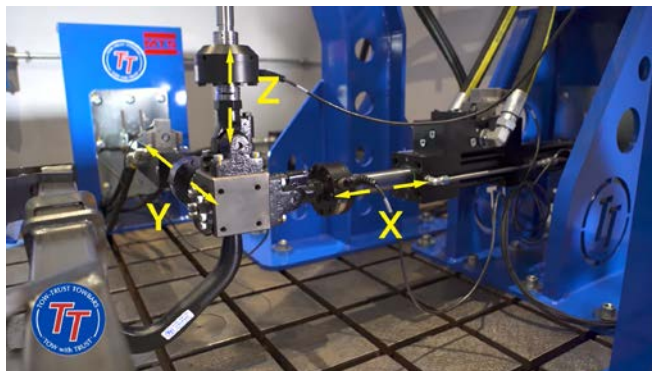


Рисунок 1.6 – Схема гідравлічного стенду [7]

Гідравлічний стенд [7], суть роботи якого заключається в прикладанні навантаження на всі три осі фаркопу, цим самим краще імітуючи причеп.

Принцип роботи даного випробувача можна описати таким чином: робоча рідина-олива подається через насос з резервуару за допомогою електродвигуна через пропорційний розподільник та зворотний клапан в циліндри до поршневої камер. За рахунок цього шток переміщується, прикладаючи навантаження на фаркоп, що встановлено на рамі. Контроль тиску в системі здійснюється манометром. А саме таким чином: редуційний (перепускний) клапан відрегульований на певний тиск. Якщо тиск в системі перевищує нормативний то спрацьовує редуційний клапан, через який надмірний об'єм оливи повертається до баку.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливо зазначити, що частота роботи циліндрів може виставлятися оператором, і час проходження випробування може варіюватись.

На рисунку 1.7. зображено електрогідравлічний випробувальний стенд [8]. Відмінність його від попереднього варіанту в тому, що він спроектований таким чином, щоб фаркоп, який тестується, відразу був закріплений на автомобілі. Таким чином перевіряється не лише фаркоп, а й шасі й кузовні деталі конкретного автомобіля. Принцип роботи залишається таким самим, проте в результаті отримується більше інформації про проведене тестування. Такий варіант виконання доцільно використовувати лише тим виробникам, у яких є можливість забезпечити для випробування потік автомобілів та відповідний асортимент тягово-зчепних пристроїв. Також у чинних правилах проведення тестування фаркопів ЄЕК ООН № 55 не врегламентовані випробування кузовних деталей під час перевірки самого фаркопу. Передбачено що ТЗП буде кріпитись на жорстку конструкції яка забезпечить неподвижне положення і не впливатиме на результат тестування.

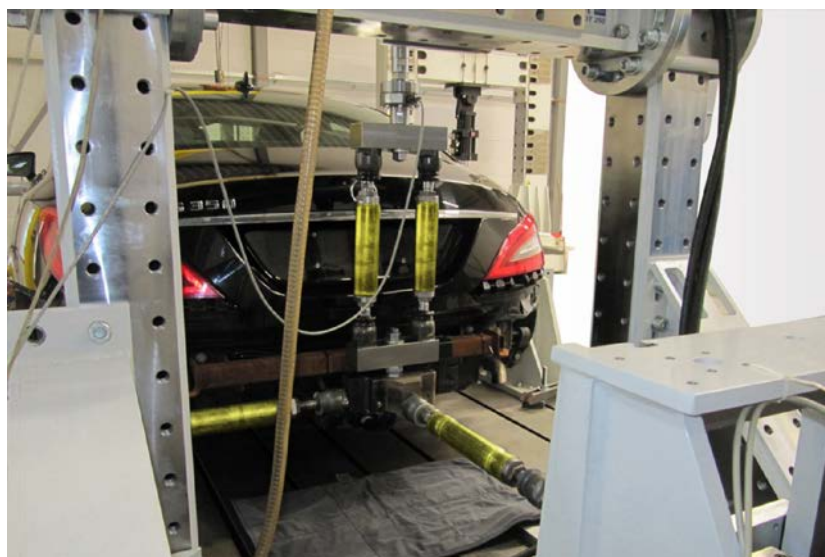


Рисунок 1.7 – Гідравлічний випробувальний стенд з прикладанням навантаження по трьом осям [8]

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також варто звернути увагу на те, що далеко не всі фаркопи можуть сприймати вертикальні навантаження. Це більше притаманно американським ТЗП, на раму якого більш поширені додаткові кріплення для велосипедів, чи додатковий багажник. Звичайні, поширені в Україні, європейські кріюки обмежуються вертикальним навантаженням яке створює сам причеп, і за регламентом не здатні сприймати більше.

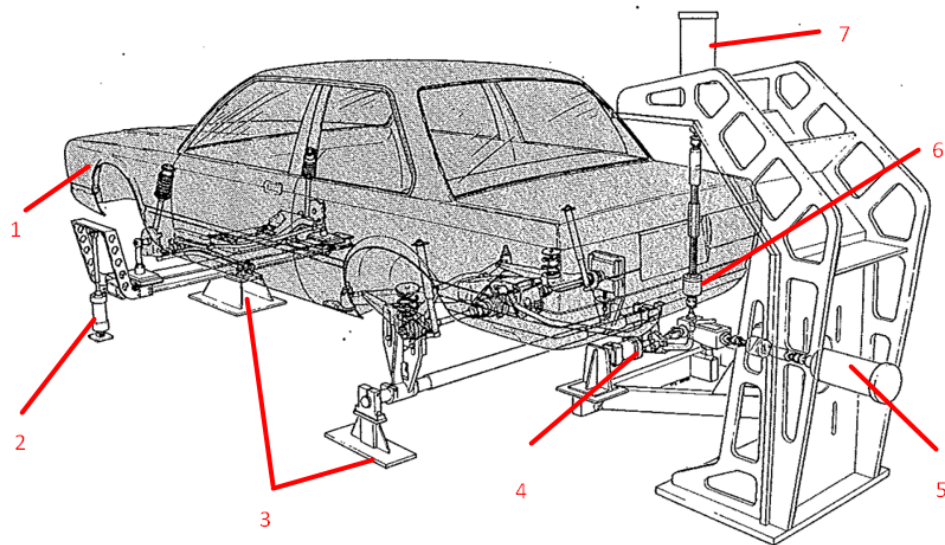


Рисунок 1.8 – Чотирьохкомпонентний гідравлічний випробувальний стенд [9]

Чотирьохкомпонентний випробувальний стенд [9] окрім прикладання зусилля до фаркопу, також прикладає зусилля і до корпусу автомобіля 1 що встановлений на фіксуючих кріпленнях 3, викликаючи кручення. Разом з цим, чотири гідравлічні циліндри 2,4,5,7 можна використати для симауляції найжорсткіших умов водіння та дорожнього покриття. Всі зміни фіксуються тензорезисторними датчиками. На перший погляд цей метод випробувань може забезпечити отримання більш достовірних даних про те, як кузов транспортного засобу з фаркопом буде реагувати на різного роду навантаження. Проте рішення зовсім не популярне.

Недоліки повномаштабних випробувань :

Вартість: цей метод випробувань найдорожчий, оскільки він потребує розробки та придбання спеціального обладнання та роботи кваліфікованого персоналу. Окрім цього, потрібно забезпечити тестовий зразок кузову авто.

Час: а саме час встановлення та калібрування зразків на стенді. Монтаж кузову на випробувальну площадку, підключення обладнання та налаштування це не швидкий процес, що разом з проведенням самого випробування дозволяє перевірити лише дуже обмежену кількість ТЗП.

Такий стенд доцільно використовувати лише серійним виробникам авто, у яких є як власне виробництво фаркопів та інших пристроїв, так і автомобілів.. Розробкою таких стендів та впровадженням їх у виробництві є провідні компанії автовиробників, які працюють разом з дослідницькими інститутами та асоціаціями.

Через те, що такі стенди можуть випробовувати різні фаркопи, які можуть витримувати різні тягові зусилля, конкретних технічних характеристик приводів немає. Випробувальні стенди не поширені, і використовуються лише у виробників автомобілів чи самих ТЗП. Проте зрозуміло, що гідроциліндр розвиватиме навантаження не менше ніж максимальне дозволене тягове зусилля на фаркоп який проходить перевірку. Величина такого зусилля може змінюватись відповідно до категорії транспортного засобу який тестується. Для категорії В максимальною вагою причепа може бути до 3500 кг, тому гідравлічний циліндр повинен бути розрахований таким чином, щоб в разі потреби забезпечувати повне прикладання потрібного навантаження.

Гідравлічний прес можна використовувати як стенд для перевірки фаркопів [10]. Призначені вони для виконання статичних тестів, коли фаркоп фіксується у певному положенні, а потім застосовується статичне навантаження для вимірювання його міцності та інших механічних властивостей.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						23
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.9 – Статичні випробування за допомогою гідравлічного пресу [10]

Це випробування саме на статичне осьове навантаження, засноване на максимальній тяговій здатності автомобіля. Слід зазначити, що саме по собі статичне випробування на випробувальній рамі (або стенді) не дає жодних знань про вплив робочого циклу на втому фаркопа чи зчіпного пристрою або негативний вплив буксирувальних навантажень на шасі або кузов автомобіля. За Проходження випробувань лише статичними навантаженнями було актуально, коли конструкції авто та фаркопів значно відрізнялись від тих які використовуються зараз. Слід з обережністю купувати будь-який продукт, який пройшов лише статичні випробування на випробувальній рамі, адже це може призвести до серйозних пошкоджень автомобіля. Однак варто зазначити, що результат статичних випробувань може бути доповненням до динамічних випробувань.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.3 Пневматика для випробувань

Пневматична система за способом прикладання зусилля майже повністю відповідає гідравлічним варіантам, проте таке рішення майже не використовується. Пов'язано це з тим, що пневматика розвиває набагато менше навантаження ніж гідравліка при однакових розмірах приводу. Пневматичні системи можуть бути менш стабільними та менш прогнозованими у навантаженні через їхню схильність до змін обсягу повітряного газу. Це може призвести до нестабільності у забезпеченні постійної сили чи тиску, особливо в умовах зміни температури або інших зовнішніх факторів. Такі зміни можуть ускладнювати точне контролювання навантаження та впливати на надійність тестування фаркопів на довговічність. Тому перевагу віддають гідроциліндрам, і майже не використовують пневматичні. Пневматику доцільно використовувати для перевірки, наприклад, гумових виробів, пластмас, або виробів з матеріалу що має обмеження щодо середовища [11]. Як ми бачимо, на рисунку 1.10 показано випробувальний стенд який використовують для випробування пластмас та гумових виробів. Можна сказати, що за рахунок того, що повітря добре стискається, і викликає нелінійність прикладення зусилля, на пневматичний циліндр не можливо встановити динамометричну скобу або тензорезисторний датчик. Адже при виході за межі заданого навантаження дослід автоматично повинен зупинятись. Тому такий варіант технічного рішення нам не підходить.

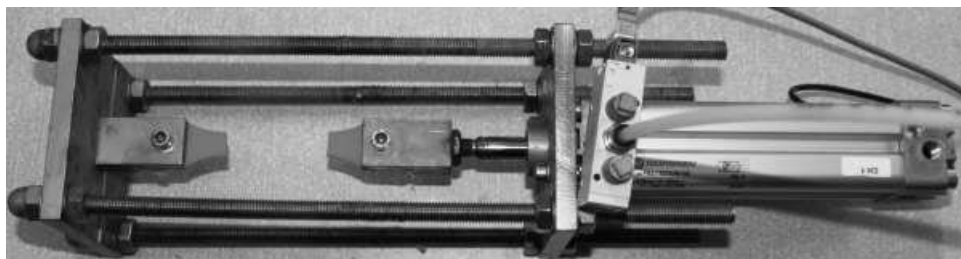


Рисунок 1.10 – Випробувальний апарат для гумових та пластмасових виробів [11]

Переваги: Головна перевага пневматики – це її чистота. Оскільки використовується стиснене повітря замість електрики чи гідравлічної оливи в якості передачі зусилля, системи зазвичай не створюють іскор. Також відсутність рідини дозволяє пневматичним приводам працювати у галузях в яких гігієна або безпека має критичне значення.

Проблематика: Основна проблема полягає в тому, що пневматичний циліндр не може розвинути потрібне нам навантаження при невеликих розмірах в порівнянні з гідравлікою. Також при високих тисках пневматика починає вести себе не зовсім передбачувано, за рахунок можливості повітря добре стискатись.

Висновок до розділу 1: У розділі номер 1 було проведено аналіз можливих конструкцій випробувальних стендів із застосуванням механічних, електрогідравлічних та електропневматичних засобів. Розглянувши стандарт випробувань прийнятим у Європі. Провівши аналіз можна сказати, що найкращим варіантом виявилось використання електрогідравліки. Враховуючи чинні правила випробувань ТЗП транспортних засобів, та прийнявши умови для створення такого стенду як наближені до звичайних лабораторних, було прийнято рішення почати проектування нового стенду з прикладанням горизонтального поздовжнього зусилля для встановлення у лабораторії. Це обумовлено низкою переваг:

1. Досить низька вартість обладнання
2. Відповідність вимогам ЄЕК ООН №55
3. Можливість проведення статичних та динамічних випробувань
4. Невеликі витрати на обслуговування
5. Доступність.
6. Швидкість монтажу
7. Легкість налаштування

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ГІДРОПРИВОДА І ВИБІР СХЕМНОГО РІШЕННЯ

Початкові данні з завдання, необхідні для розрахунку розмірів основного гідроциліндра.

Корисне зусилля основного циліндра:

$$P = 35\text{кН} = 35000\text{Н};$$

Робочий тиск основного циліндра:

$$p = 18\text{МПа} = 18000000\text{Па};$$

Довжина ходу основного циліндра:

$$l = 100\text{мм} = 0.1\text{м};$$

Частота обертання електродвигуна:

$$n = 1500 \text{ об/хв};$$

Коефіцієнт відношення площ обираємо з стандартних значень для циліндра з нормальним діаметром штока.

$$\psi = 1.33$$

Механічний ККД вибираємо для гідроциліндра рівним:

$$\eta_m = 0.95$$

Основну операцію яку виконує робочий орган це прикладання

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зусилля в двох напрямках вздовж горизонтальної осі до піддослідного зразка . Максимальний робочий тиск в системі приймаємо $p = 18$ Мпа (180 бар). Приводом гідросистеми слугує асинхронний електродвигун.

За допомогою програмного середовища FluidSim спробуємо зібрати гідравлічну схему з електричним керуванням пропорційного розподільника.

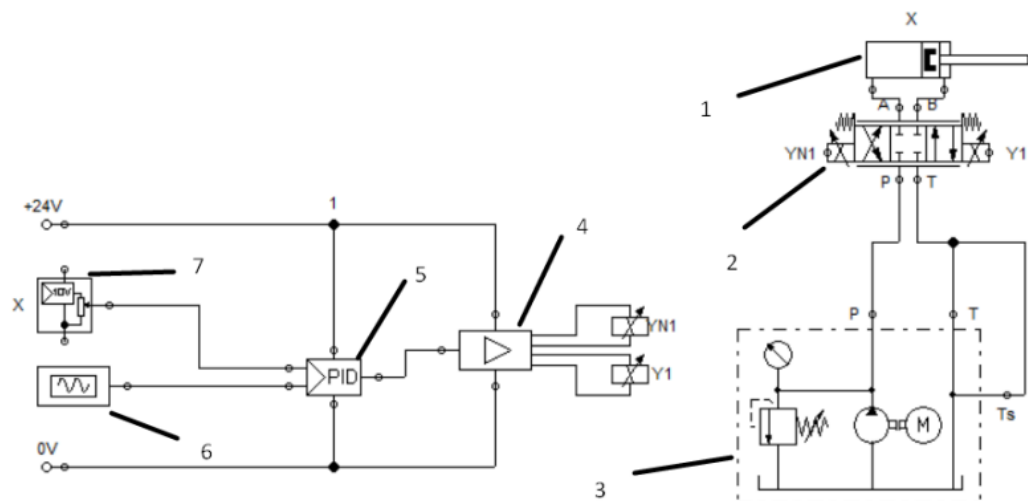


Рисунок 2.1 – Спрощена принципова схема керування пропорційним розподільником

- де 1 – гідроциліндр;
 2 – пропорційний розподільник 4/3;
 3 – насосна станція;
 4 – пропорційний підсилювач;
 5 – ПД-регулятор;
 6 – генератор сигналу;
 7 – енкодер;

Налаштувавши на 10 Гц та запустивши систему можна побачити результат прикладання сили на графіку залежності у середовищі FluidSim

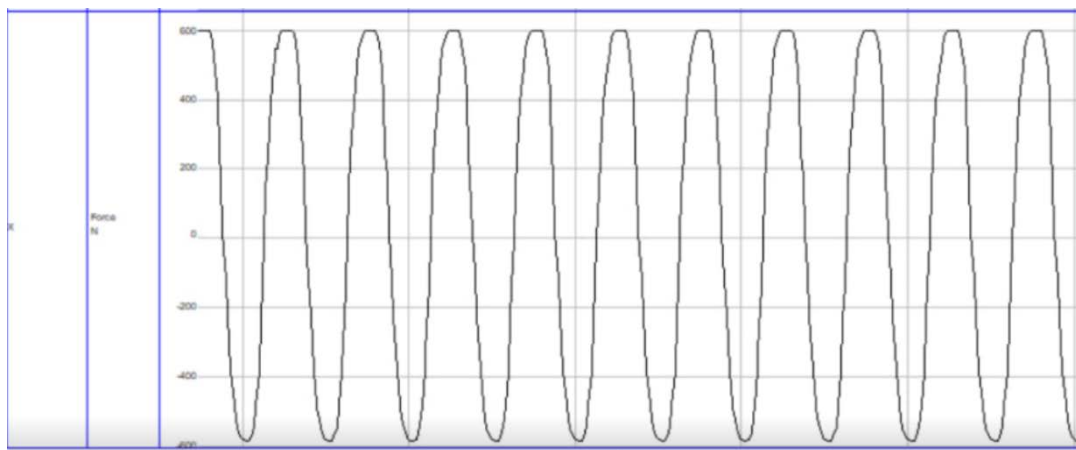


Рисунок 2.2 – Графік прикладання зусилля частотою 10 Гц

Система зможе прикладати зусилля по синусоїдальному закону завдяки системі керування пропорційним розподільником . Керування розподільником 2 у програмному середовищі можливе завдяки пропорційному підсилювачу 4, на який буде надходити запрограмований сигнал з генератора сигналу 6 з потрібною частотою і формою. Енкодер 7 перетворює механічний рух у цифровий сигнал і передає його у ПД-регулятор 5, який коригує помилку між баженими значеннями і фактичними.

2.1. Розрахунок гідропривода

2.1.1. Визначення розмірів гідроциліндра

Внутрішній діаметр гідроциліндра Ц1 визначаємо за формулою [6]:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi(p_1 - \frac{p_2}{\psi})\eta_M}}, \quad (2.1)$$

де D – внутрішній діаметр гільзи;

p_1 – тиск в напірній лінії;

p_2 – тиск в зливній лінії;

ψ – коефіцієнт відношення площ;

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						29
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

η_M – механічний ККД гідроциліндра;

P – корисне зусилля основного циліндра;

p – робочий тиск основного циліндра;

d – діаметр штока.

Коефіцієнт відношення площ приймаємо $\psi = 1,33$. Механічний ККД гідроциліндра $\eta_M = 0,95$.

При розрахунку попередньо приймаємо:

$$p_1 = 18 \text{ МПа} = 18000000 \text{ Па}$$

$$p_2 = 0.5 \text{ МПа} = 500000 \text{ Па}$$

Отже, підставивши значення у формулу 2.1, внутрішній діаметр становить :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 34323.275}{3.1416 (18000000 - 500000 / 1,33) 0.95}} = 0,0568 \text{ м}$$

Розрахунковий діаметр гідроциліндра округляють до найближчого по ДСТУ 12447-80. Приймаємо за основним рядом значень.

$$D = 0,063 \text{ м} = 63 \text{ мм}$$

Визначаємо діаметр штока зі співвідношення [6]

$$d = D \sqrt{1 - \frac{1}{\psi}} \quad (2.2)$$

де D – внутрішній діаметр гільзи;

ψ – коефіцієнт відношення площ;

d – діаметр штока.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши отримане значення діаметру гідравлічного циліндра у формулу 2.2 отримуємо розрахункове значення діаметру штоку

$$d = D \sqrt{1 - \frac{1}{\psi}} = 0.063 \sqrt{1 - \frac{1}{1.33}} = 0,0313814\text{м} = 31,3\text{мм}$$

Вибираємо найближче значення згідно стандартних по ДСТУ12447-80. Згідно Держстандарту вибираємо діаметр штоку рівним 32 мм.

$$d = 0,032\text{м} = 32\text{мм}$$

2.1.2 Визначення розмірів підводящих отворів

Визначаємо діаметр підводящих отворів основного циліндра за формулою [6]:

$$d_{1,п} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{1,маx}}{\pi v_p}} \quad (2.3)$$

де $d_{1,п}$ – діаметр підводящих отворів основного циліндра;

$Q_{1,маx}$ – максимальна витрата рідини через прохідний отвір основного циліндра;

v_p – середня швидкість руху рідини.

Визначаємо максимальну витрату для основного циліндра.

Площа поршневої порожнини основного циліндра:

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (2.4)$$

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши значення отримаємо:

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.1416 \cdot 0.063^2}{4} = 0,00311725 \text{ м}^2 = 31,17 \text{ см}^2$$

Максимальна витрата рідини через прохідний отвір основного циліндра:

Середню швидкість приймаємо:

$$v_{\text{ш}} = 0.05 \text{ м/с}$$

Розраховуємо максимальну витрату за формулою:

$$Q_{1\text{max}} = F_1 \cdot v_{\text{ш}} \quad (2.5)$$

Отримуємо:

$$Q_{1\text{max}} = 0,00311725 \cdot 0.05 = 0.0001558625 \text{ м}^3/\text{с} = 9.35175 \text{ л/хв}$$

Середню швидкість прямивання рідини ,м/с, приймаємо :

$$v_p = 5 \text{ м/с}$$

Визначимо діаметр підводящих отворів за формулою 2.3:

$$d_{1,\text{п}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{1,\text{max}}}{\pi v_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0001558625}{3.1416 \cdot 5}} = 0.0063 \text{ м} = 6,3 \text{ мм}$$

Отримане значення округляємо до найближчого по Держстандарту 8732-78 і Держстандарту 8734-75.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						32
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{1,\Pi} = 6\text{мм} = 0.006\text{м}$$

Визначені розміри циліндрів.

Визначені розміри основного циліндра внутрішній діаметр гільзи:

$$D = 63\text{мм} = 0.063\text{м}$$

Діаметр штока:

$$d = 32\text{мм} = 0.032\text{м}$$

Діаметр підводящих отворів основного циліндра:

$$d_{1,\Pi} = 6\text{мм} = 0.006\text{м}$$

2.1.3 Визначення об'ємів гідроциліндра

Визначаємо площі робочих порожнин основного і допоміжного циліндрів [6].

Площа поршневої порожнини основного циліндра за формулою 2.4:

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.1416 \cdot 0.063^2}{4} = 0,00311725\text{м}^2 = 31,17 \text{ см}^2$$

Площа штокової порожнини основного циліндра:

$$f_1 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \quad (2.6)$$

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						33
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши значення отримуємо:

$$f_1 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = \frac{3.1416 \cdot (0.063^2 - 0.032^2)}{4} = 0.002313 \text{ м}^2$$

Визначення об'єму поршневої порожнини гідравлічного циліндру, значення одразу домножаємо на 1000 щоб перевести в літри:

$$V_{\pi} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l = 0.00311725 \cdot 0.1 = 0,311725 \quad (2.7)$$

Визначення об'єму штокової порожнини:

$$V_{\text{шт}} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot l = 0.002313 \cdot 0,1 = 0,2313 \quad (2.8)$$

Обчислимо дійсне зусилля при виштовхуванні та втягуванні гідроциліндрів [6]

При виштовхуванні:

$$p_1 = P \cdot F_1 = 18 \cdot 10^6 \cdot 0.00311725 = 56110,5 \text{ Н} = 5721 \text{ кг} \quad (2.9)$$

де: P – робочий тиск системи;

S_1 – площа поршня;

При втягуванні:

$$p_2 = P \cdot F_2 = 18 \cdot 10^6 \cdot 0.002313 = 41634 \text{ Н} = 4245 \text{ кг}$$

де P – робочий тиск системи;

S_2 – площа штока.

За вихідними значеннями які ми отримали в результаті розрахунку, можна сказати, що потрібне нам максимальне навантаження у 35 кН (3500кг) є допустимим для даного гідравлічного циліндру.

2.1.4 Вибір робочої рідини.

Гідравлічна рідина є невід'ємною складовою гідросистем та відіграє ключову роль у функціонуванні системи. Правильний вибір рідини важливий для забезпечення оптимальної працездатності гідросистеми та попередження можливих проблем зі зносом та корозією. Щоб виконати правильний вибір рідини, потрібно звернути увагу що в даній системі максимальний тиск може досягати $p = 18$ МПа, і розвивати зусилля до 34,4 кН і присутня висока швидкість роботи. Така система відноситься до систем з середнім робочим тиском.

В такому випадку можна обрати оливу Hydralube HLP 46 [12]. Дана мінеральна олива спеціально може застосовуватись у гідросистемах, що працюють в умовах розвивання високих навантажень, тисків, температур та швидкостей.

До переваг даної оливи можна віднести:

- Висока стійкість до окислення і термічна стабільність
- Використання спеціальних присадок для зменшення тертя та зносу
- Ефективний захист від утворення іржі та пошкодження компонентів
- Гарна фільтрованість
- Стабільність характеристик при високому тиску
- Сумісність з матеріалами ущільнень та герметиками.

Дана олива рекомендована для застосування гідравлічних системах як і стаціонарного типу, так і для мобільних систем. Характеристики оливи наведені в таблиці 2.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2 – характеристика оливи Hydralube HLP 46 [12]

Назва параметру	Показник
Точка застигання	-27 °C
Темп. точка спалаху	> 232 °C
Густина при 20°C, г/см ³ , не більше	0,874
В'язкість кінематична при 40°C, мм ² /с	> 45,8
Індекс в'язкості	>102

2.2 Підбір та розрахунок обладнання

2.2.1 Розрахунок та вибір насоса

Визначимо необхідну подачу насоса для забезпечення заданого часу виштовхування [6]:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot v \cdot 60 = \frac{\pi \cdot 6,3^2}{4} \cdot 5 \cdot 60 = 9,351 \text{ л/хв} \quad (2.10)$$

Розрахуємо значення об'єму робочої камери насоса:

$$q = \frac{Q}{n} = \frac{9,351}{1500} = 6,23 \text{ см}^3 \quad (2.11)$$

Отримавши значення витрати та об'єму камери, здійснюємо підбір насосу.

2.2.2 Розрахунок електродвигуна

Обчислимо необхідну потужність для системи, врахувавши дійсний об'єм камери насоса, який беремо з технічних характеристик самого насосу

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{p \cdot q \cdot n}{\eta} \quad (2.12)$$

де: p – робочий тиск системи;

q – об'єм робочої камери насоса;

n – частота обертання валу двигуна;

η – коефіцієнт витрати насоса, $\eta = 0.85 \dots 0.95$, приймаємо $\eta = 0.9$;

$$N = \frac{p \cdot q \cdot n}{\eta} = \frac{18 \cdot 10^6 \cdot 6,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1500}{0,9 \cdot 60} = 3,141 \text{ кВт}$$

2.2.3 Розрахунок гідравлічного баку.

Відповідно до рекомендацій по проектуванню гідропривода, гідравлічний бак має мати об'єм 2-3 подачі насосу.

$$V_6 = 2 \cdot Q_{1\max} = 2 \cdot 9.3 = 18.6 \quad (2.13)$$

Виконавши розрахунок елементів, можемо виконати підбір необхідних комплектуючих станції та підбір самої насосної станції яка зможе забезпечити наступні характеристики:

- Об'єм робочої камери насосу – 6.23 см³;
- Номінальний робочий тиск – 18 Мпа;
- Подача насосу при частоті 1500 об/хв – 9.35 л/хв;
- Потужність насосу – 3.1 кВт

Для даного завдання потрібно обрати насосну станцію, яка має бути вкомплектована фільтрами на двох лініях. Якщо їх немає, то потрібно докомплектувати. Також необхідно обрати гідравлічний пропорційний розподільник, який зможе забезпечити необхідну витрату та тиск, та блок керування до нього.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пропорційний гідророзподільник BFW-023C23024VK4

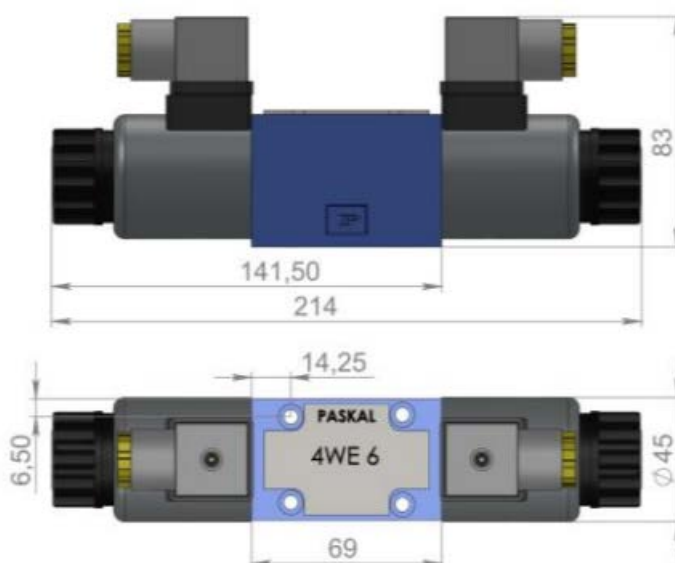


Рисунок 2.3 – Гідравлічний розподільник з пропорційним керуванням [13]

Як зазначено в каталозі [13] пропорційних розподільників компанії «Гідропневмосистеми» : “ Гідророзподільники BFW прямої дії з пропорційним управлінням і монтажною поверхнею по ISO 4401. Клапан призначений для управління витратою і напрямком потоку рідини виконавчих механізмів. Переміщення золотника прямо пропорційно току, що подається котушку розподільника. Клапаном можна управляти безпосередньо через блок живлення з регулятором струму або за допомогою відповідних електронних блоків управління для використання всіх можливостей клапана. ”

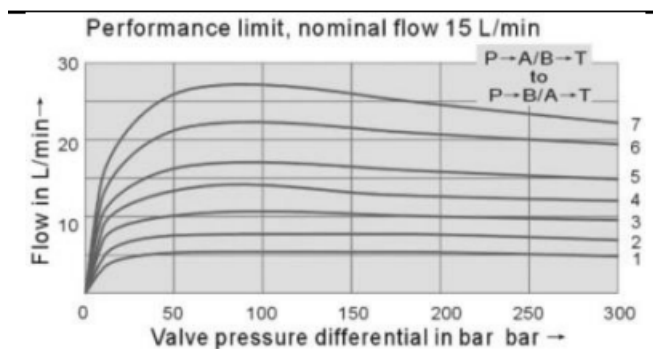


Рисунок 2.4 – Графік залежності витрати і тиску від відсотку відкриття клапану

Параметри гідророзподільника наведено в таблиці 3

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3 – характеристика гідророзподільника [13]

Макс. тиск (бар)	Канал Р, А, В	315
	Канал Т	210
Максимальна витрата (л/хв)		Ду 6 -7, 15, 30 л/хв.
Робоча температура робочої рідини (°C)		-15 до +80
В'язкість робочої рідини (мм/с)		2,8 до 300
Тип керування		Пропорційне електромагнітне

Мультифункціональний пристрій введення-виведення NI USB-6008



Рисунок 2.5 – Зовнішній модуль USB-6008 [18,19]

USB-6008 [18,19] - це пристрій збору даних, який підключається до комп'ютера за допомогою інтерфейсу USB з повною швидкістю передачі даних. Він містить восьми каналів для введення аналогових сигналів (AI), два канали для генерації аналогових сигналів (AO), 12 каналів для цифрового введення/виведення (DIO) і 32-розрядний лічильник. Зовнішній модуль USB-6008 дозволяє виконувати прості завдання: реєстрація даних, вимірювання за допомогою переносних пристроїв та проведення навчальних експериментів у лабораторії. Конструкційно USB-6008 у пластиковому корпусі, має невелику вагу. Лінії датчиків та сигнальні лінії легко підключаються до пристрою за допомогою гвинтових клем. Встановлений драйвер та утиліта конфігурування спрощують процес налаштування та вимірювань.

Насосна станція Parker D52.7T3OPHKO

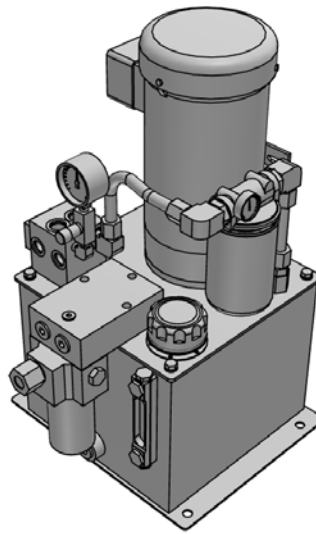


Рисунок 2.6 – Насосна станція [15]

Дана насосна станція [15,20] може забезпечити витрату 10.2 л/хв та тиск до 21 Мпа, що задовільняє наші потреби. Об'єм баку складає 20 л. Під час роботи гідравлічного обладнання можливе відшарування дрібних частинок. Так як випробування проходитиме тривалий час, необхідно забезпечити чистоту рідини. Через особливі вимоги до чистоти робочої рідини в системі, насосну станцію додатково необхідно забезпечити фільтрами на напірній та зливній лінії, а також фільтром на всмоктування. Така кількість фільтрів необхідна, тому що розподільник чутливий до забруднення рідини, що може вплинути на результат випробування, а також термін служби пристроїв. Також, якщо перестане працювати якийсь з фільтрів, залишаться два інших, які зможуть гарантувати фільтрування рідини в робочих умовах якийсь час. В системі присутні манометри, які показують тиск в напірній та зливній лініях. На корпусі гідравлічного баку змонтовано датчик температури, який показує актуальну температуру робочої рідини.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фільтр всмоктувальний STR25 02BG1M90P01



Рисунок 2.7 – фільтр всмоктувальний [31]

Встановлюється перед самим насосом, для грубого очищення оливи перед нагнітанням рідини у систему. Матеріал – металева сітка або просочена бумага з фільтрацією 25 мкм. Робоча температура $-25^{\circ}\text{C} \dots 100^{\circ}\text{C}$. Для більшої ефективності всмоктування фільтр змонтують повністю зануреним в рідину.

Фільтр зливної лінії Parker 12AT10C



Рисунок 2.8 – фільтр зливної лінії [16]

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цей фільтр [16] призначений для надійного очищення рідини після завершення всіх процесів. Встановлюючись перед зливом оливи в бак, він працює при мінімальному тиску, оскільки розміщений на кінці магістралі. Ступінь фільтрації 10 мкм. Тиск до 1.2 МПа при пропускній здатності до 45 л/хв. Матеріал просочений мікрокартон або фіброволокно.

Фільтр напірний FMP 065 1 A 03

Гідравлічний напірний фільтр [14] призначений для індивідуального захисту гідравлічного розподільника або всієї гідравлічної системи від забруднення рідини відповідно до міжнародного стандарту ISO 4406. Даний фільтр використовує змінні фільтруючі елементи з різним ступенем фільтрації в залежності від потреби. Високоякісні матеріали забезпечують тривалий термін служби фільтру. Завдяки змінним фільтруючим елементам можливо легко проводити тех.обслуговування. Пропускна здатність 56 л/хв при максимальному тиску до 42 МПа. Ступінь фільтрації 10 мкм.



Рисунок 2.9 – фільтр напірної лінії [14]

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цифровий індикатор SHAHE GS-5301



Рисунок 2.10 – цифровий індикатор [17]

Індикатор цифровий Shahe GS-5301. Як зазначено дистриб'ютором [17]: "це вимірювальний прилад, призначений для абсолютних та відносних вимірювань. Він використовується для контролю відхилень від заданої геометричної форми деталі, а також взаємного розташування поверхонь у галузях промисловості, що потребують дуже високої точності виготовлення. На робочому кінці вимірювального стрижня знаходиться твердосплавна куля в змінній оправі, яка дотикається до вимірювальної деталі. Механізм індикатора має зворотну пружину, закріплену між корпусом індикатора та стрижнем. Ця пружина створює вимірювальне зусилля на стрижні.

Таблиця 4. – Технічні характеристики індикатора цифрового

Діапазон вимірювань, мм	0 – 12,7
Найменша ціна поділки, мм	0,001
Похибка, мм	+0,003
Зусилля опору пружини, Н	2,2

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуючи обраний цифровий індикатор можливо забезпечити визначення прикладеного зусилля до фаркопу. Працює це таким чином: між штоком та фаркопом змонтована динамометрична скоба, яка сконструйована таким чином, що прикладене зусилля деформує її за лінійною залежністю. Цифровий індикатор фіксує деформації скоби, та передає інформацію до програмного забезпечення, в якому за допомогою тарувальних коефіцієнтів вдається визначити прикладене навантаження. Результат обчислень виводиться на панель програми, та може використовуватися для керування пропорційним розподільником. Для втілення цієї ідеї потрібно пропонується скористатись програмним забезпеченням NI LabView.

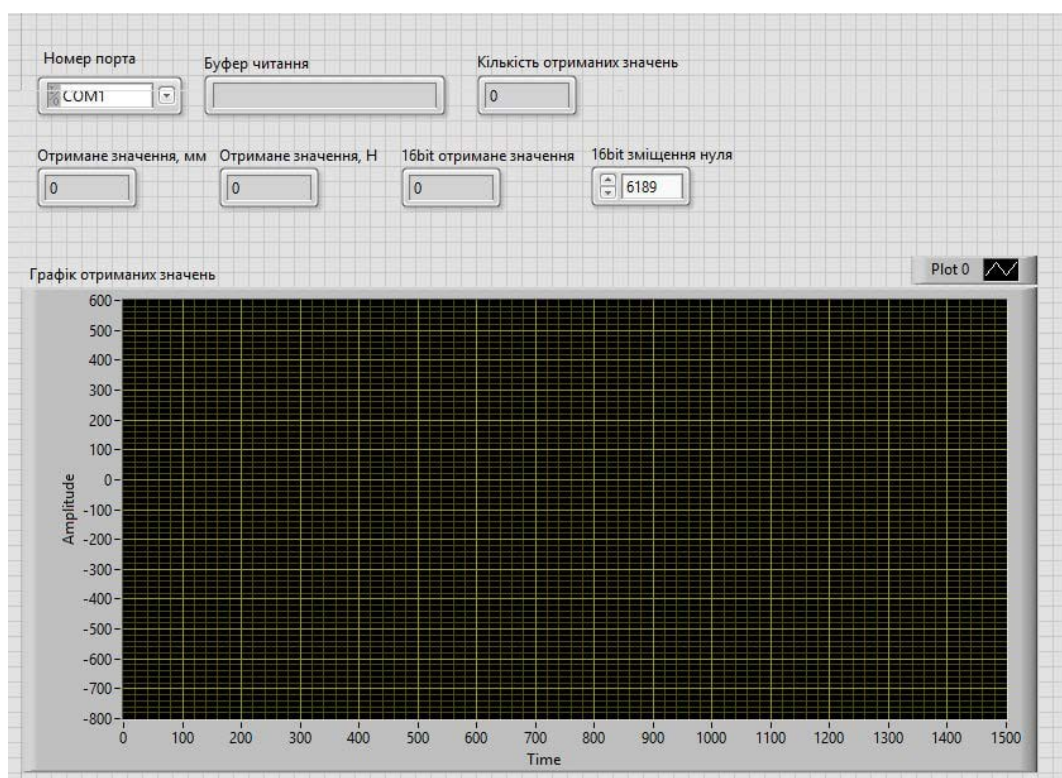


Рисунок 2.11 – панель виводу даних NI LabView

Блок-діаграма, на якій зображена програма, що забезпечить необхідні нам вимірювання в програмному середовищі NI LabView:

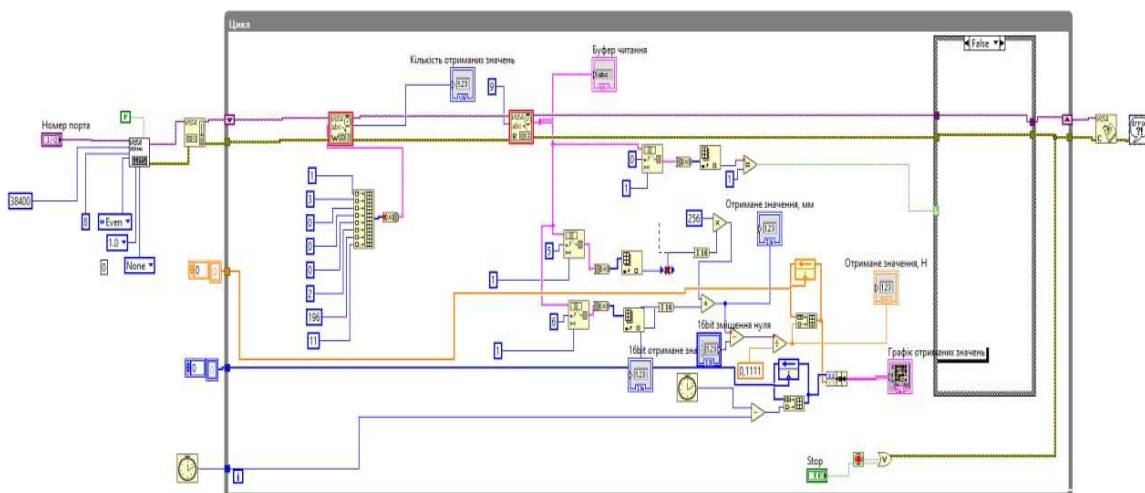


Рисунок 2.12 – блок-діаграма програми в NI LabView

2.3 Вибір розмірів трубопроводів

Визначимо внутрішній діаметр труби для напірної і зливної ліній кожного з циліндрів за формулою :

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * Q_T}{\pi * v_{cp}}} \quad (2.14)$$

де d_T – внутрішній діаметр трубопроводу;

Q_T – витрата рідини на ділянці, що розраховується;

v_{cp} – середня швидкість руху рідини.

Після цього за визначеним стандартним розміром трубопроводу знайдемо дійсну швидкість рідини за формулою:

$$v_p = \frac{4 * Q_T}{\pi * d_T^2} \quad (2.15)$$

де d_T – внутрішній діаметр трубопроводу;

Q_T – витрата рідини на ділянці, що розраховується;

v_p – дійсна швидкість руху рідини.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк. 45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Трубопроводи розраховуємо за максимальною витратою. Середню швидкість руху рідини приймаємо з стандартних значень.

$$Q_T = 0.001558625 \text{ м}^3/\text{с} = 9,351 \text{ л/хв}$$

Для напірної лінії:

Середня швидкість руху рідини:

$$v_{\text{ср}} = 4.5 \text{ м/с}$$

Внутрішній діаметр труби.

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * 0.0001558625}{3,1416 * 4.5}} = 0,0066 \text{ м} = 6,6 \text{ мм}$$

Округляємо до найближчого значення по Держстандарту 8732-78 і Держстандарту 8734-75 [6]:

$$d_T = 6 \text{ мм}$$

За прийнятим діаметром визначаємо дійсну швидкість рідини.

$$v_p = \frac{4 * 0.0001558625}{3,1416 * 0,006^2} = 5.5 \text{ м/с}$$

Дійсна швидкість знаходиться в діапазоні швидкостей, прийнятих для напірних ліній.

$$3 \text{ м/с} \leq 5.5 \text{ м/с} \leq 6 \text{ м/с}$$

Для зливної лінії.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						46
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середня швидкість руху рідини:

$$v_{cp} = 2,2 \text{ м/с}$$

Внутрішній діаметр труби:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * 0.0001558625}{3,1416 * 2.2}} = 0,0094 \text{ м} = 9.4 \text{ мм}$$

Округляємо до найближчого значення по Держстандарту 8732-78 і

Держстандарту 8734-75 $d_T = 10 \text{ мм}$

Визначаємо дійсну швидкість.

$$v_p = \frac{4 * 0.0001558625}{3,14 * 0,01^2} = 1.9 \text{ м/с}$$

Дійсна швидкість входить в діапазон швидкостей, прийнятих для зливних ліній.

$$1.4 \text{ м/с} \leq 1.9 \text{ м/с} \leq 2.2 \text{ м/с}$$

2.4 Визначення втрат тиску на гідравлічне тертя

Гідравлічні втрати [6] в гідролініях складаються з втрат на гідравлічне тертя Δp_T , втрат у місцевих опорах Δp_M і втрат у гідроапаратах Δp_G

Визначимо втрати на гідравлічне тертя Δp_T за формулою.

$$\Delta p_T = \frac{0,5 * \lambda \cdot l \cdot \rho \cdot v_p^2}{d_T} \quad (2.16)$$

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де d_T – внутрішній діаметр трубопроводу;

Δp_T – втрат на гідравлічне тертя;

λ – коефіцієнт тертя;

v_p – дійсна швидкість руху рідини;

l – довжина ходу основного циліндра;

ρ – густина оливи.

З характеристик підібраної оливи беремо значення ρ та ν .

Густина:

$$\rho = 0,874 \text{ г/см}^3 = 874 \text{ кг/м}^3$$

Кінематична в'язкість рідини:

$$\nu = 45,8 \text{ мм}^2/\text{с} = 0.0458 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$$

Втрати на гідравлічне тертя Δp_T в напірній лінії Ц1.

Довжина трубопроводу:

$$l_T = 2,5 \text{ м}$$

Внутрішній діаметр трубопроводу:

$$d_T = 6 \text{ мм}$$

Дійсна швидкість руху рідини:

$$v_p = 5.5 \text{ м/с}$$

Розраховуємо число Рейнольдса:

$$Re = \frac{v_p * d_T}{\nu} = \frac{5.5 * 0.006}{0.0458 * 10^{-3}} = 720.52 \quad (2.17)$$

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки $Re < 2300$, коефіцієнт тертя визначаємо за формулою :

$$\lambda = \frac{75}{Re} = \frac{75}{720.52} = 0.104091 \quad (2.18)$$

Підставляємо отримані значення у формулу 2.16:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 * \lambda * l * \rho * v_p^2}{d_T} = \frac{0.5 * 0.104091 * 2.5 * 874 * 5.5^2}{0.006} = 573335.4 \text{ Па}$$

Втрати на гідравлічне тертя Δp_T в зливній лінії Ц1.

Довжина трубопроводу:

$$l_T = 2,5 \text{ м}$$

Внутрішній діаметр трубопроводу:

$$d_T = 10 \text{ мм}$$

Дійсна швидкість руху рідини:

$$v_p = 1.9 \text{ м/с}$$

Розраховуємо число Рейнольдса:

$$Re = \frac{v_p * d_T}{\nu} = \frac{1.9 * 0.01}{0.0458 * 10^{-3}} = 414.84$$

Оскільки $Re < 2300$, коефіцієнт тертя визначаємо за формулою:

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						49
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda = \frac{75}{Re} = \frac{75}{414.84} = 0.180793$$

Втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 * \lambda \cdot l \cdot \rho \cdot v_p^2}{d_T} = \frac{0.5 * 0.180793 * 2.5 * 874 * 1.9^2}{0.01} = 71303.4 \text{ Па}$$

2.5 Розрахунок товщини стінки гільзи гідроциліндра:

Використаємо формулу для визначення товщини стінки циліндричних резервуарів і труб, що знаходяться під дією внутрішнього тиску.

А саме формулу для розрахунку тонкостінних циліндрів і труб з в'язких матеріалів:

$$S = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\frac{\sigma_{\text{доп}}}{\sigma_{\text{доп}} - 1,73p}} - 1 \right) \quad (2.19)$$

де D – внутрішній діаметр;

$\sigma_{\text{доп}}$ – 154 МПа;

P – робочий тиск.

Товстостінні циліндри розраховують по формулах, що впливають з чотирьох теорій тривкості в залежності від характеристик матеріалів.

$$S = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\frac{\sigma_{\text{доп}}}{\sigma_{\text{доп}} - 1,73p}} - 1 \right) = S = \frac{63 \text{ мм}}{2} \left(\sqrt{\frac{154 \text{ МПа}}{154 \text{ МПа} - 1,73 * 18 \text{ МПа}}} - 1 \right) = 3.76 \text{ мм}$$

Товщину стінки приймаємо 4 мм.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний вигляд спроектованого стенду

Провівши необхідні гідравлічні розрахунки та визначившись з обладнанням, можна зобразити загальний вигляд стенду у CAD-системі SolidWorks.

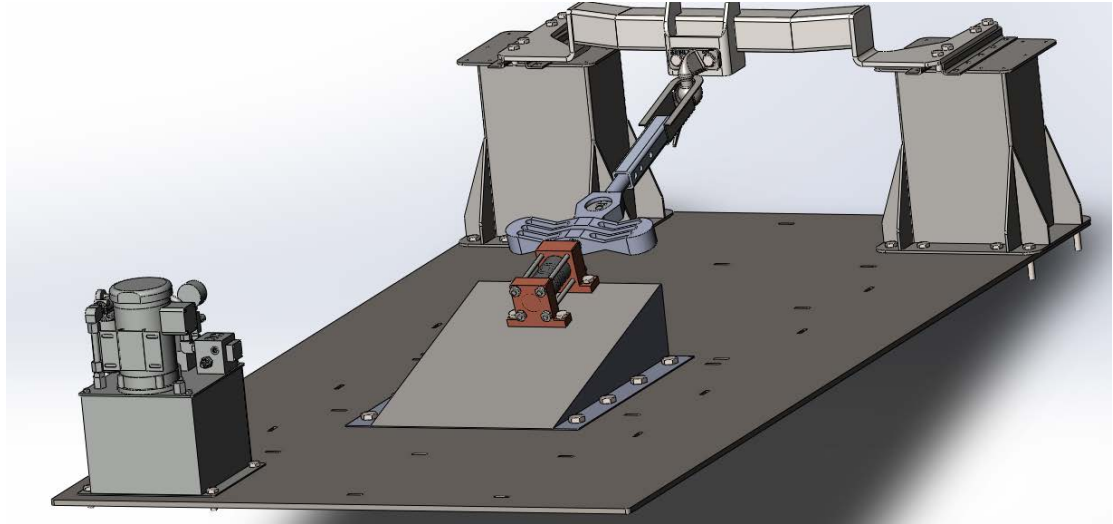


Рисунок 2.13 – Загальний вигляд

Процес роботи можна описати так: насосна станція забезпечує необхідну витрату та тиск. Робоча рідина потрапляє у гідравлічний циліндр і штовхає поршень з штоком, в наслідок чого зусилля прикладається до тягово-зчіпного пристрою. За рахунок наявного в системі пропорційного гідравлічного розподільника, здійснюється регулювання відкриття розподільника відповідно до заданої напруги. Це дозволяє задати необхідний згідно регламенту режим роботи циліндру. Управління пропорційним розподільником відбувається завдяки зовнішньому мультифункціональному модулю USB-6008. Відслідковування та контроль прикладеного навантаження можливий завдяки цифровому індикатору та динамометричної скоби. За допомогою тарувальних коефіцієнтів стає можливим з лінійних деформацій скоби визначити прикладене навантаження. Результати роботи збираються у вигляді графіків та таблиць для подальшого аналізу.'

РОЗДІЛ 3 .ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.

3.1 Завдання на розробку технологічного процесу

Завданням для розробки технології створення деталі є створення штоку гідроциліндру. Завдяки штоку відбувається перетворення енергії рідини на механічну роботу, яка потрібна для проведення випробування. Також на шток повинна кріпитись динамометрична скоба яка необхідна для проведення випробувань.

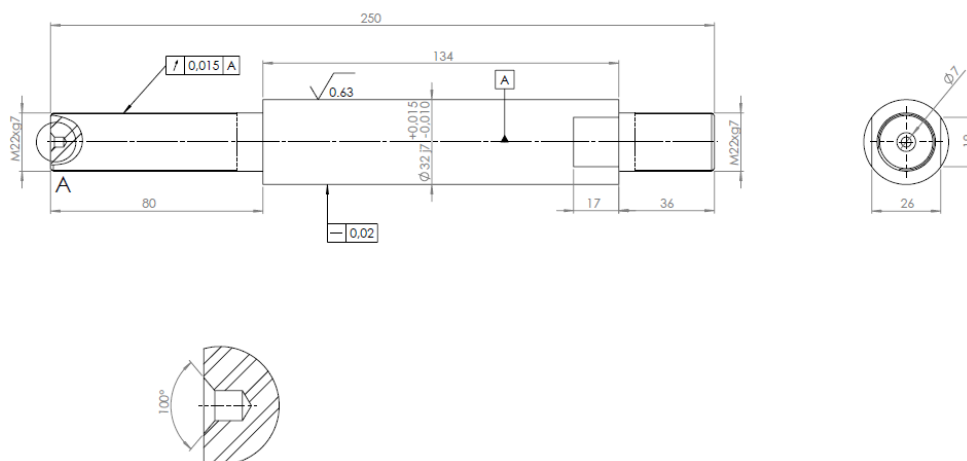


Рисунок 3.1 – Ескіз деталі «Шток»

Вибір матеріалу та розміри заготовки

Розміри деталі: $D_{\max} = 32$ мм, $l = 250$ мм. При обробці даної деталі необхідно забезпечити симетричність та паралельність центрових отворів розташованих на торцях.

Центрувальний отвір має бути виконаний за стандартом ДСТУ ISO 2540:2018.

Поверхня штоку має мати шорсткість 0.6мкм. Найточніші розміри деталі Ø32j7, поверхні обробляються по 6 квалітету

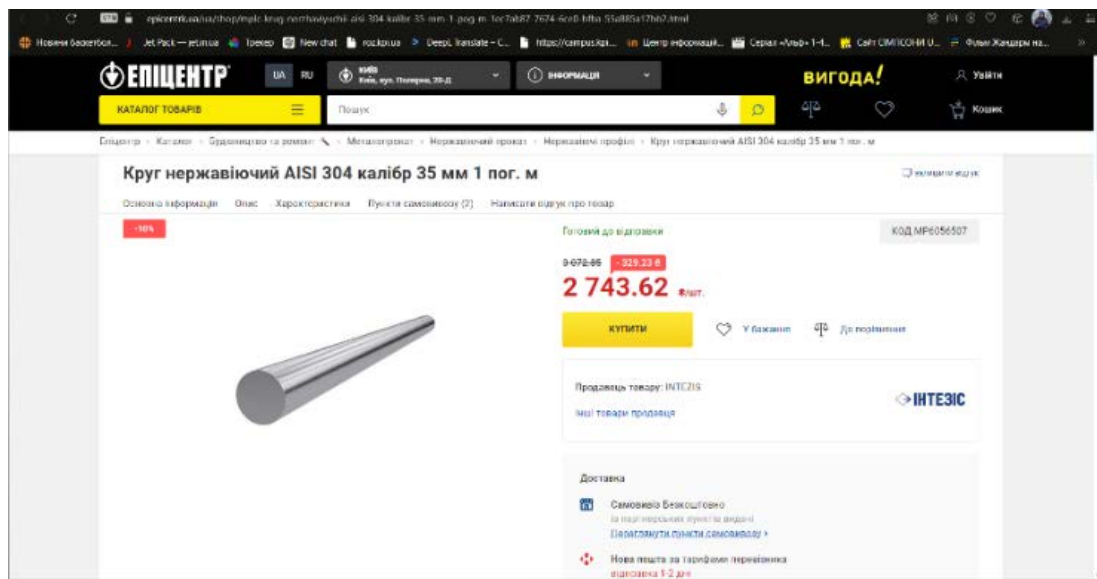
В якості матеріалу обираємо нержавіючу сталь AISI 304.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

3.2 Заготівельна операція

При виборі методу отримання заготовки в першу чергу враховують матеріал деталі, тип виробництва, якість поверхонь заготовки та її точність, а також можливості наявного обладнання. Як заготовку обрано профіль – круг з нержавіючої сталі AISI 304 35мм.

Розрахункова вартість вантажу вагою 15,6 кг з доставкою = 2831 грн



Вартість доставки

Орієнтовна вартість перевезення.

Розрахункова вартість доставки

Послуга	Сума
Вартість перевезення	153.00 ... 223.00грн
• Адреса-Адреса	223.00 грн
• Адреса-Відділення	188.00 грн
• Відділення-Відділення	153.00 грн
• Відділення-Адреса	188.00 грн

* Остаточна вартість перевезення може відрізнятись від розрахованої

Разом: 153.00 ... 223.00грн *
У тому числі ПДВ

Не втрачайте час

Оформіть заявку на виклик кур'єра

Оформіть накладну для передачі відправлення

Виклик кур'єра

Мобільний додаток

АБО

В особистому кабінеті

Зверніть увагу! При створенні накладної з відправкою з "Адреси" заявка на Виклик кур'єра створюється автоматично

Терміни доставки

Рисунок 3.2 – розрахунок вартості замовлення

3.3 Розробка маршрутного технологічного процесу

Конструкцію деталі можна розділити на сукупність типових геометричних фігур, які об'єднані загальним службовим призначенням деталі. Типовими елементами конструкції є: циліндричні внутрішні поверхні та сукупність площин. Практикою машинобудівного виробництва накопичено виробничий досвід технологічних послідовностей оброблення типових поверхонь для забезпечення заданої точності розмірів і параметрів шорсткості робочих поверхонь [21-24].

Для опису маршруту оброблення деталі необхідно ідентифікувати поверхні (Рисунок 3.3).

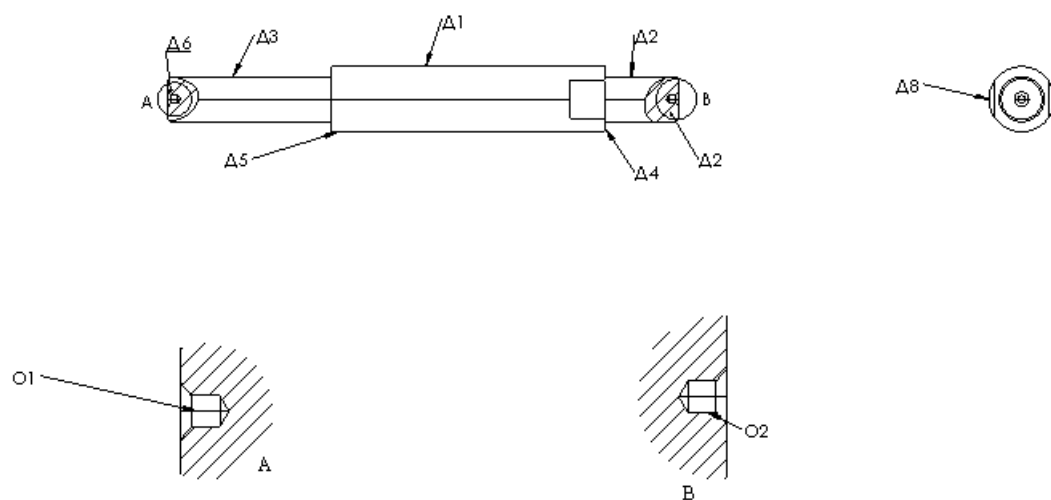


Рисунок 3.3 – Нумерація поверхонь деталі

Таблиця 3.1 – Типові технологічні послідовності оброблення поверхонь деталі

Назва	Характеристики якості поверхонь за креслеником	Типова технологічна		Характеристики якості поверхонь після оброблення

	Точність розмірів ІТ	Параметр шорсткості Ra, мкм	послідовність оброблення поверхні	Точність розмірів ІТ	Параметр шорсткості
Д6 Д7	6	6,3	Відрізання Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	6 6	6,3 6,3
О1 О2	6	6,3	Центрування	6	6,3
Д1	JS5	0,63	Точіння чорнове Точіння чистове Кругле шліфування	6 JS5 JS5	6.3 0.63 0.63
Д2	0,6	0,63	Точіння чорнове Точіння чистове Нарізання різьби	0,6	0,63
Д3	6	6,3	Точіння чорнове Точіння чистове Нарізання різьби	6	6.3
Д4	6	6,3	Точіння чорнове Точіння чистове	6	6,3
Д5	6	6,3	Точіння чорнове Точіння чистове	6 6	6.3 6.3
Д8	6	6,3	Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	6	6,3

Операція 01. Використовуємо різець

Операція виконується на токарно-фрезерному верстаті з ЧПК – HAAS SL 30-ID16903 [5]

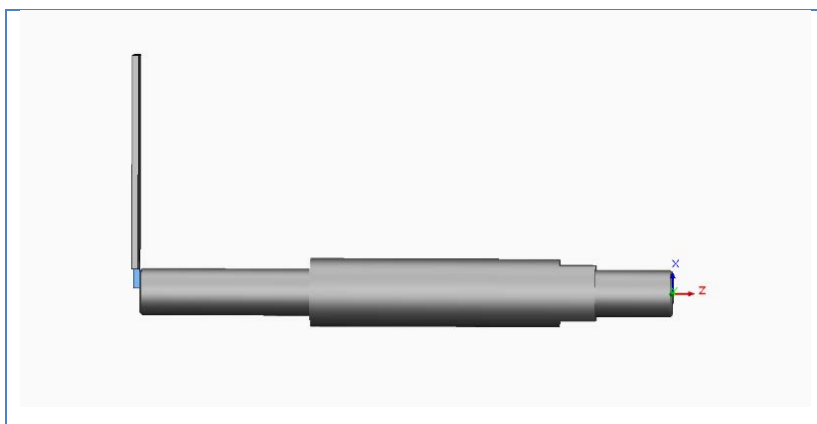


Рисунок 3.4 – Операція точіння

Операція 02. Використовуємо свердло

Операція виконується на токарно-фрезерному верстаті з ЧПК – HAAS SL 30-ID16903

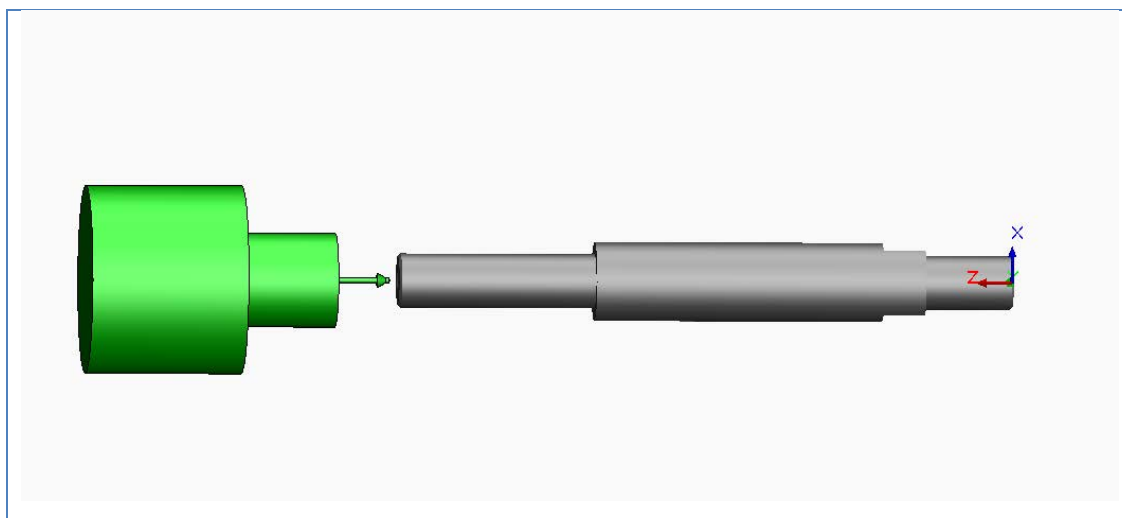


Рисунок 3.5 – Операція свердління

Операція 3. Використовуємо різець

Операція виконується на токарно-фрезерному верстаті з ЧПК – HAAS SL 30-ID16903

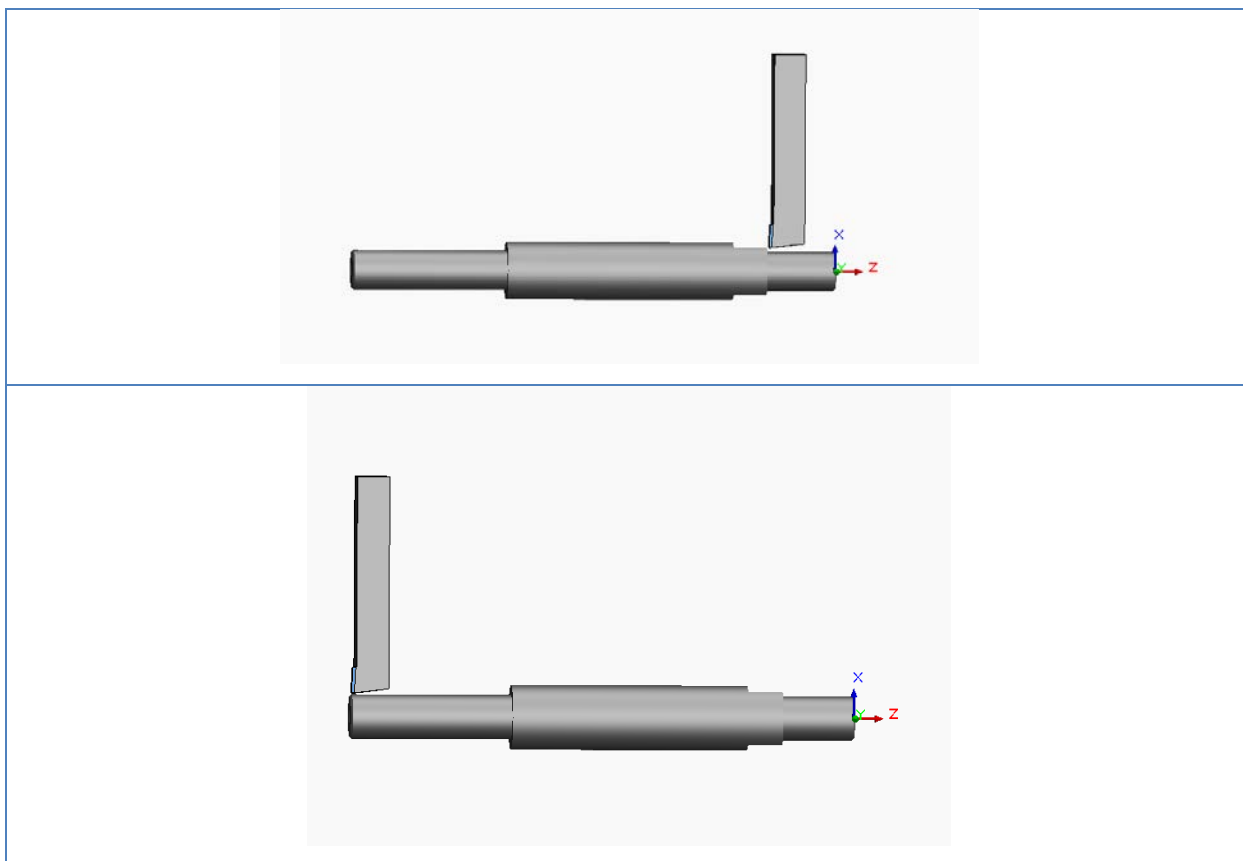


Рисунок 3.6 – Операція точіння

Операція 4. Використовуємо різець

Операція виконується на токарно-фрезерному верстаті з ЧПК – HAAS SL 30-ID16903

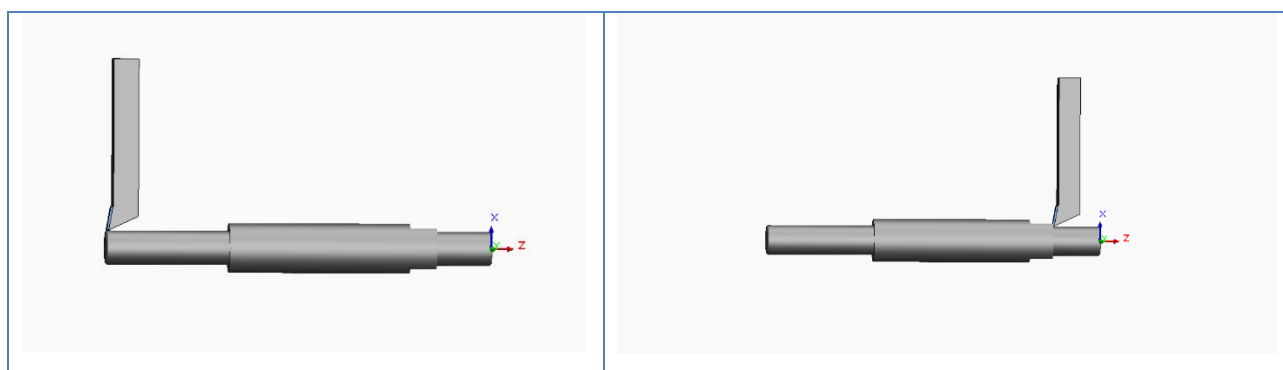


Рисунок 3.7 – Операція точіння

Операція 5. Використовуємо фрезу

Токарно-фрезерний верстат з ЧПК – HAAS SL 30-ID16903

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						57
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

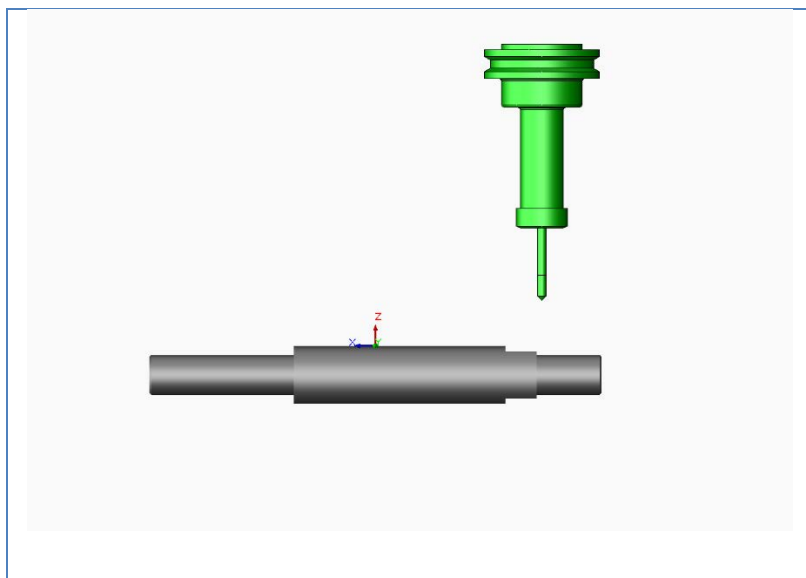


Рисунок 3.8 – Операція фрезервання

Операція 6. Використовуємо шліфувальний верстат

Bernardo URS 500 N (05-1370) на круглошліфувальному верстаті проводимо шліфування поверхні штоку для забезпечення радіального биття та шорсткості відповідно до ескізу.



Рисунок 3.9 – Круглошліфувальний верстат

3.4 Вибір різального інструменту.

3.4.1 Розрахунок режимів різання

Визначаємо режими різання за каталогами та рекомендаціями наданими виробниками інструментів [27,28,29]:

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

material	● very well suited ○ well suited	steel	stainless steel	cast iron	titanium alloys	superalloys Fe/NiCo-based	aluminium	copper	graphite	hardened steel
		< 700 N/mm ² < 1000 N/mm ² < 1400 N/mm ²	ferrite/martens. austenitic duplex	GG/GTS GGG		< 30 HRc ≥ 30 HRc	< 8 % Si ≥ 8 % Si	Cu-alloy	GRP/CFR/fiberglass	< 55 HRc ≥ 55 HRc
		60-80 50-60 25-40	20-30 20-30 15-25	50-60 35-50	20-30 20-25 20-25	100-150 70-90 70-90	20-35			

D k12 mm	D1 h6 mm	L mm	L1 mm	Feed f steel < 1000 N/mm ² mm/rev	art.no.	€
1	3.15	31.5	1.3 - 1.7	0.06	100501 0100	34,40
1.25	3.15	31.5	1.6 - 2.0	0.06	100501 0125	34,40
1.6	4	35.5	2.0 - 2.6	0.06	100501 0160	36,10
2	5	40	2.5 - 3.1	0.06	100501 0200	40,30
2.5	6.3	45	3.1 - 3.8	0.06	100501 0250	45,30
3.15	8	50	3.9 - 4.6	0.07	100501 0315	54,80
4	10	56	5.0 - 5.9	0.07	100501 0400	65,50



Рисунок 3.10 – Сверло центрувальне A4

Фреза торцева 100мм

Mfwn90 100r-7t

В наявності
Код: 0400105

2 735 ₴

[Купити](#)

+380932027187

Умови повернення: повернення товару протягом 14 днів за домовленістю
[Детальніше](#)

Умови оплати та доставки

Графік роботи

Адреса та контакти

Рисунок 3.11 – Фреза торцева 100 мм

Mclnr 4040r19 різець токарний прохідний



Рисунок 3.12 – Різець токарний прохідний

Різець токарний різьбовий SER 3232 P16C для наружної різьби АККО

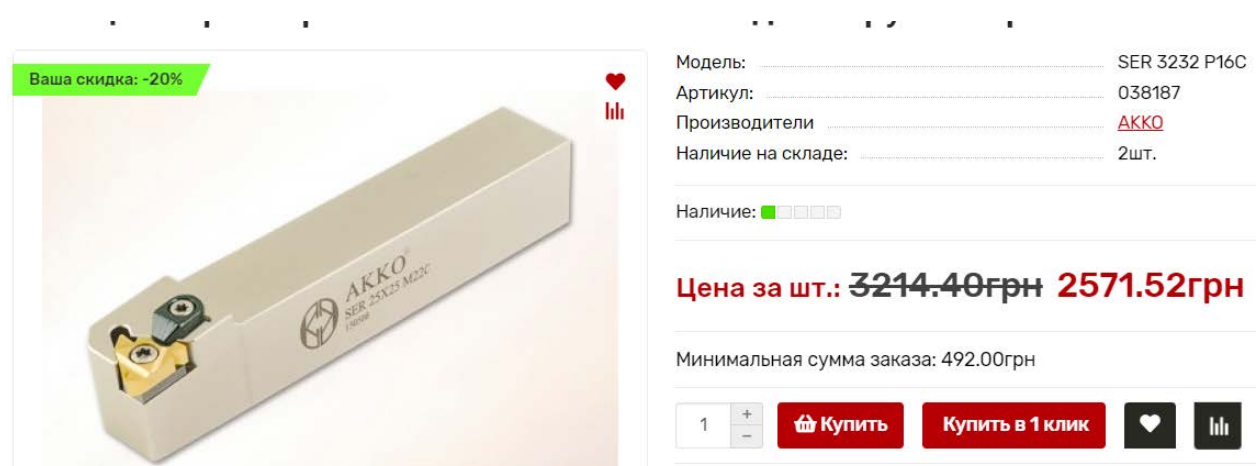


Рисунок 3.13 – Різець токарний різьбовий

Фреза кінцева D6 L60-25-3T

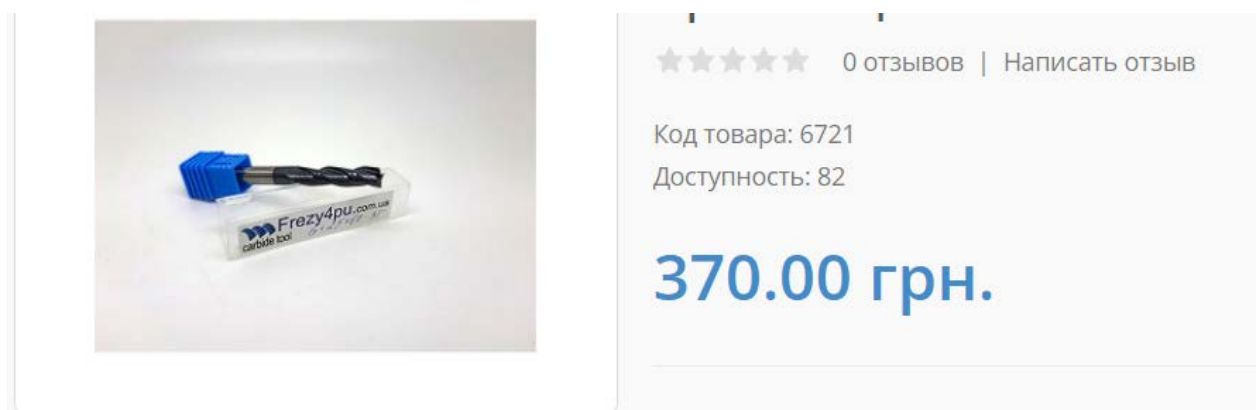


Рисунок 3.14 – Фреза кінцева

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк. 60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зручності, всі дані заносимо у звітну таблицю.

Таблиця 3.2 – Режими різання рекомендовані виробниками інструментів.

Операція	Поверхня	Інструмент	Глибина різання	Подача	Частота обертання	Швидкість різання
			h [мм]	F [мм/об]	N [об/хв]	V [м/хв]
01	Д6	Фреза торцева D=100мм MFWN90 100R-7T	1	0.3	600	190
	Д7	Фреза торцева D=100мм MFWN90 100R-7T	1	0.3	600	190
02	О1	Сверло центрувальне А4 1005010400 atorn	6	0.07	3000	30
	О2	Сверло центрувальне А4 1005010400 atorn	6	0.07	3000	30
03/04	Д1	Різець токарний прохідний MCLNR 4040R19	2	0,4	2200	150

	Д3	Різець токарний прохідний MCLNR 4040R19	6	0,4	2300	150
	Д2	Різець токарний прохідний MCLNR 4040R19	6	0,4	2300	150
	Д4	Різець токарний прохідний MCLNR 4040R19	6	0,4	2300	150
	Д5	Різець токарний прохідний MCLNR 4040R19	6	0,4	2300	150
	Д6	Різець токарний прохідний MCLNR 4040R19	20	0,4	2700	150
	Д7	Різець токарний прохідний MCLNR 4040R19	20	0,4	2700	150

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ		Арк.
							62
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

05	ДЗ Д2	Різець для нанесення різьби SER 3232 P16C	0.8	0.1	650	60
06	Д8	Фреза кінцева однозахідна D6 L60/25-3T	1	0.3	700	190

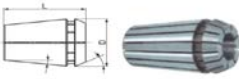
3.5 Оснащення операцій

Для реалізації технологічно процесу було обрано за каталогами інструментальні, верстатні та вимірювальні пристрої [27,28,29].
Проводимо підбір цанги для фрез, свердл з доступних каталогів :

ER collets, Ø µm

DIN 45496

• Collet of 1 mm (for ER 1, 0.5 mm for clamping diameters of 1 to 2 mm)
• Tolerances according to DIN 45496



Individual	Ø	ER 11 Ø1000 D = 11.5 mm L = 10 mm	ER 16 Ø1250 D = 17 mm L = 17 mm	ER 25 Ø1500 D = 25 mm L = 25 mm	ER 32 Ø1750 D = 32 mm L = 32 mm	ER 40 Ø2000 D = 40 mm L = 40 mm	ER 50 Ø2500 D = 50 mm L = 50 mm
1	1	433010 0010 12.50	433011 0010 15.90	433012 0010 16.70			
1.5	1.5	433010 0015 17.20					
2	2	433010 0020 17.50	433011 0020 15.90	433012 0020 16.70			
2.5	2.5	433010 0025 17.50					
3	3	433010 0030 17.50	433011 0030 15.90	433012 0030 16.70	433014 0030 17.10	433015 0030 17.10	
3.5	3.5	433010 0035 17.50					
4	4	433010 0040 17.50	433011 0040 15.90	433012 0040 16.70	433014 0040 17.10	433015 0040 17.10	
4.5	4.5	433010 0045 17.50					
5	5	433010 0050 17.50	433011 0050 15.90	433012 0050 16.70	433014 0050 17.10	433015 0050 17.10	
5.5	5.5	433010 0055 17.50					
6	6	433010 0060 17.50	433011 0060 15.90	433012 0060 16.70	433014 0060 17.10	433015 0060 17.10	
6.5	6.5	433010 0065 17.50					
7	7	433010 0070 17.50	433011 0070 15.90	433012 0070 16.70	433014 0070 17.10	433015 0070 17.10	
8	8	433010 0080 17.50	433011 0080 15.90	433012 0080 16.70	433014 0080 17.10	433015 0080 17.10	
9	9	433010 0090 17.50	433011 0090 15.90	433012 0090 16.70	433014 0090 17.10	433015 0090 17.10	
10	10	433010 0100 17.50	433011 0100 15.90	433012 0100 16.70	433014 0100 17.10	433015 0100 17.10	
11	11	433010 0110 17.50	433011 0110 16.70	433012 0110 17.10	433014 0110 17.10	433015 0110 17.10	
12	12	433010 0120 17.50	433011 0120 16.70	433012 0120 17.10	433014 0120 17.10	433015 0120 17.10	
13	13	433010 0130 17.50	433011 0130 16.70	433012 0130 17.10	433014 0130 17.10	433015 0130 17.10	
14	14	433010 0140 17.50	433011 0140 16.70	433012 0140 17.10	433014 0140 17.10	433015 0140 17.10	
15	15	433010 0150 17.50	433011 0150 16.70	433012 0150 17.10	433014 0150 17.10	433015 0150 17.10	
16	16	433010 0160 17.50	433011 0160 16.70	433012 0160 17.10	433014 0160 17.10	433015 0160 17.10	
17	17	433010 0170 17.50	433011 0170 16.70	433012 0170 17.10	433014 0170 17.10	433015 0170 17.10	

Рисунок 3.14 – Цанги для фрез

Вимірювальні пристрої

Штангенциркуль



198 пользователей
Сегодня просматривали товар

✓ Есть в наличии

Ширина:
150 мм 200 мм

1 365 грн

+68 бонусов

Купить

Рисунок 3.15 – Штангенциркуль

		Сватовський М.А.				ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
							63
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Мікрометр



Мікрометр цифровий KM-2133-50 / 0.001 (25-50 мм) у водозахищеному металевому корпусі IP 65

5 670 ₴

Показати оптові ціни ▾

В наявності | Оптом і в роздріб | Код: 00-00000948

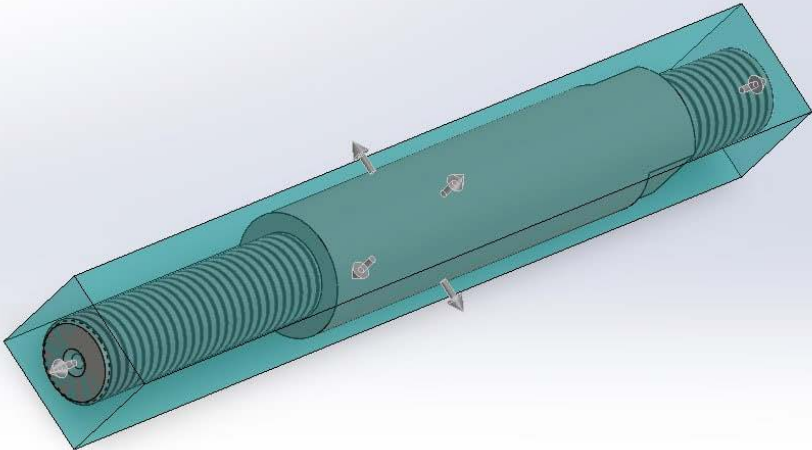
Купити






+380 (63) 307-15-04
Олексій - замовлення, сервіс

Рисунок 3.16 – Мікрометр



Метод

Механическая обработка ▾

Шаблон

machiningtemplate_default(englishstan ▾

Запуск редактора шаблона...

Материал

Категория:
Сталь ▾

Имя:
AISI 304 ▾

Указать материал

Стоимость материала:
9.80 USD/фунт

масса: 4.52 фунт

Тело заготовки

Тип:
параллелепипед ▾

☐ Ввод определенного размера

X: 1.26 дюйм

Y: 1.26 дюйм

Приблизительная себестоимо...

152.98 USD/Деталь

Сравнение

Текущий **152.98 USD**

Предыдущий 152.98 USD

Разбивка

Материал:	[44.25 USD]	29%
Изготовление:	[108.73 USD]	71%

Рисунок 3.17 – Розрахункова вартість виготовлення деталі

		Сватовський М.А.		
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ

Арк.

64

Висновок до розділу 3: В даному розділі розроблено технологічний процес оброблення деталі «Шток», який реалізується на 1-му токарно-фрезерному верстаті, та 2-му шліфувальному верстатах. Операції виготовлення деталі виконуються послідовно на токарно-фрезерному верстаті, після чого деталь переходить на шліфувальний верстат, щоб довести деталь до кінцевого вигляду. Сумарний час виготовлення однієї деталі становить близько 30 хв.

Приблизна ціна виготовлення деталі без врахування закупівлі верстату та інструменту = 153\$. З врахуванням всього обладнання ціна становить близько 80 000\$.

Технологічний процес реалізовано в CAM-системі SOLIDWORKS CAM у відповідності до загальних рекомендацій.

Використання одного токарно-фрезерного верстату для декількох різних операцій дозволяє оптимізувати час виготовлення деталі. В , розроблений технологічний процес покращує конкурентоспроможність виробництва та забезпечує задоволення вимог замовника.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці — це система заходів і положень, які охоплюють правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та медичні аспекти. Її метою є забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини під час виконання праці. Темою дипломного проекту є «Розробка проекту гідравлічного обладнання для випробування ТЗП», тому у даному розділі я провів аналіз небезпечних факторів які можуть виникнути під час лабораторних випробувань.

В цьому розділі проведено аналіз негативних та потенційно небезпечних чинників, які можуть впливати на робоче місце під час проведення дипломного проектування. Проектування здійснюється у гуртожитку, у кімнаті блоку, на ПК. У даному розділі розглядаються наступні небезпечні фактори:

		Сватовський М.А.			<i>ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						65
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- мікроклімат;
- освітлення приміщення;
- пожежна безпека;
- електробезпека.

4.1 Аналіз умов праці

Робота з випробувальним апаратом може викликати ряд небезпек та ризиків, зокрема:

1. Ризик травматизму через важке обладнання: Гідравлічний стенд може містити великі та важкі компоненти, які можуть призвести до травматичних ушкоджень, якщо вони не правильно використовуються або необережно обробляються.

2. Небезпека розриву гідравлічних шлангів або витоку рідини: Під високим тиском гідравлічна рідина може бути дуже небезпечною. Розрив шлангу або витік може спричинити серйозні травми або відкрити шлях до пожежі.

3. Ризик ушкодження електричних компонентів: Гідравлічний стенд має електричні компоненти, такі як електричні мотори або керуючі панелі, існує ризик ураження електричним струмом.

4. Небезпека біля рухомих елементів: При використанні пристроїв з механічними частинами, які можуть рухатися або стискуватися, існує ризик стиснення або затискування рук чи інших частин тіла.

5. Взаємодія з іншими працівниками: Чіткі комунікаційні протоколи та знання правил безпеки є важливими для уникнення нещасних випадків.

6. Ризик розриву або деформації елемента під час випробувань: Під час навантаження на елементи фаркопів може виникнути небезпека розриву або деформації внаслідок недоліків у конструкції, матеріалу або використання неправильних параметрів випробування.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Пожежна безпека

Пожежна безпека – це стан об'єкта, при якому ризик виникнення та поширення пожежі, а також її негативний вплив на людей та матеріальні цінності, мінімізується або виключається.

Згідно причинам та об'єктам гасіння пожежі, для місця розташування, що проектується буде застосовуватись ручний вуглекислотний вогнегасник ОУ-5 (застосовується для гасіння пожежі, під час загорання різних матеріалів, речовин або електричних установок під напругою. В деяких випадках для гасіння пожежі застосовують волок та пісок. Принцип дії вогнегасника ОУ-5 полягає в наступному: відбувається викидання субстанції вуглекислоти, що робить на поверхні палаючого об'єкта вуглекислотну плівку, це блокує джерело пожежі від проникнення кисню.

Лабораторія, де буде знаходитися та працювати стенд не є вибухонебезпечною. Згідно з класифікацією приміщень і установок за ПУЕ тип виконання електрообладнання – захищене від потрапляння бризків відповідності за класом приміщення та прямого контакту з людьми .

Таблиця 4.1 – Параметри межі стійкості та граничного розповсюдження

Будівельні конструкції	Мінімальна межа стійкості, ч	Мінімальне граничне розповсюдження, см
Несучі стіни	2.5	0.5
Колони	2.5	0.5
Сходові площадки	1	0.5
Ферми та балки	0.5	0.5

Для приміщень категорії "Д" вогнестійкість будівлі та відстань до найближчого евакуаційного виходу не обмежується. Ширина евакуаційних дверей залежить від кількості людей на 1 м ширини входу і має бути не менше 0,8 м. Дана будівля має четвертий рівень вогнестійкості. Отже, максимально допустима площа

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						67
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверху між протипожежними стінами становить 26 м², а максимальна допустима відстань від робочого місця до найближчого евакуаційного виходу складає 100 м.

Ті матеріали та речовини, які застосовуються в розробленому технологічному процесі з точки зору пожежної безпеки є пожежонебезпечними, через робочу рідину, яка знаходиться у гідросистемі. Тому біля даного крану обов'язково повинен розташовуватися вогнегасник. Крім того, можливі мінімальні витоки рідини назовні.

4.3. Електробезпека

Електробезпека – це система певних технічних та організаційних засобів та заходів, які забезпечують захистом людей від впливу електричного струму.

Відповідно до ПУЕ, приміщення за небезпекою отримання електричних травм поділяються на три категорії:

1. з підвищеною небезпекою;
2. без підвищеної небезпеки;
3. особливо небезпечні.

При короткочасному впливі (0,1 - 0,5 с) струм порядку 100 мА не буде викликати фібриляції серця. Але якщо збільшити тривалість впливу до 1 секунди, то це може призвести до смертельного результату. Зі зменшенням тривалості впливу електричного струму значення допустимих для людини збільшується в рази. Наприклад, при зміні часу впливу струму від 1 до 0,1 секунди струм зростає майже в 16 разів .

Для захисту від ураження електричним струмом у робочій зоні передбачені такі захисні заходи :

1. ізолювання частини обладнання під напругою;
2. частини обладнання під напругою розмістити на недоступних висотах для людини;
3. виконування вимог техніки безпеки під час ремонту обладнання;

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. не допускати до ремонту не підготовлений персонал;
5. вивішувати попереджувальні таблички під час проведення ремонтних робіт.

Для мережі з напругою до 1000 В використовують заземлення.

Заземлення - це спеціальне електричне з'єднання з додатковим захисним проводом металевих частин обладнання без дії на них струму, що можуть виявитись під напругою, при необхідності. Принцип дії полягає у тому, що відбувається перетворення замикання мережі на корпус електроустановки в однофазне коротке замикання (тобто замикання між фазою та нульовим робочим провідником) для раптового збільшення величини сили струму, що здатна призвести до спрацювання захисного пристрою (під час якого перегорають запобіжники або приводяться в дію автоматичні вимикачі) і відповідне автоматичне відімкнення пошкодженої системи від мережі живлення .

Крім заземлення обладнання для захисту від ураження електричним струмом розроблені наступні заходи:

1. безпечна робота електроустановок;
2. освітлювальна проводка відкрита;
3. силова проводка укладена в металевих трубах під підлогою;
4. забезпечення недоступності неізовльованих частин під струмом, що досягається застосуванням стаціонарних огорож, розташуванням струмопостачальних частин на висоті, що є недосяжною для людини знаходиться і в неприступних місцях;
5. застосування малих напруг до 36 В;
6. контроль ізоляції більше 220 В;
7. покриття струмопровідних частин та відділення від інших частин спеціальним шаром діелектрика, який забезпечує протікання струму в необхідному напрямі.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4. Розрахунок освітлення приміщення

Значення світла без впливу на здоров'я людини під час роботи. Освітлення займає дуже важливу роль у житті людини, приблизно 85 - 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому використання освітлення у достатній кількості має важливе значення для правильного виконання всіх видів робіт. Наявність світла є біологічним фактором розвитку людського організму, та умовою при роботі зорового аналізатора.

День і ніч визначають біологічний ритм. Тому недостатня освітленість або надмірна кількість світла змінюють рівень збудженості центральної нервової системи, відповідно активність усіх процесів життєдіяльності змінюється. Існує багато відомих випадків, коли через погане освітлення були травми, через що людина може загинути або стати інвалідом.

За походженням світло - видиме випромінювання електромагнітних хвиль. Виробниче освітлення може бути трьох видів залежно від джерела світла:

1. штучне - здійснюється штучними джерелами світла, призначені для освітлення приміщень у темні години доби, або таких, що не мають природного освітлення.

2. природне - це пряме або відбите світло сонця, що освітлює приміщення через отвори (вікна, двері, і тд) в зовнішніх конструкціях.

3. сполучене - одночасне поєднання і природного, і штучного освітлення.

Зазвичай використовується сполучене освітлення.

Проведемо наступний розрахунок.

Вихідні дані:

1. висота освітлювального приміщення – 3 м;

2. площа, на яке потрапляє світло у приміщенні – 50 м² ;

3. відношення довжини між висотою розташування та центрами освітлювачів, що діє на робочу поверхню $L/H_p=1,4$;

4. коефіцієнт освітлюваності 1,1.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						70
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно для розрахунку рівномірного освітлення на горизонтальній робочій поверхні основним методом світлового потоку є відбивання від стелі та стін. Потік світла при люмінесцентних лампах розраховується за наступною формулою :

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100 \cdot E_{\text{н}} \cdot S \cdot Z \cdot K_3}{N \cdot \eta} \quad (4.1)$$

де $E_{\text{н}} = 150$ лк – нормативна освітлюваність;

$S = 50 \text{ м}^2$ – площа приміщення, яка освітлюється;

$Z = 1,1$ – коефіцієнт освітлюваності для люмінесцентних ламп;

$K_3 = 1,5$ – коефіцієнт запасу, що враховує запилення приміщення, що призводить до зменшення світлового потоку лампи в процесі експлуатації;

$N = 15$ кількість освітлювачів у приміщенні, яка приймається виходячи з крокового розташування ламп, площі приміщення та довжини між ними;

$\eta = 0,83$ – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, який залежить від:

1. ККД та кривої розподілення сили світла освітлювача;
2. коефіцієнта відбиття потоку від стелі $\rho_{\text{п}} = 70\%$;
3. коефіцієнта відбиття потоку від стін $\rho_{\text{с}} = 50\%$;
4. висоти знаходження освітлювачів та показника приміщення i :

$$i = \frac{A \cdot B}{H(A + B)} \quad (4.2)$$

де A і B – розміри приміщення: $A = 10 \text{ м}$; $B = 5 \text{ м}$, $H_{\text{р}} = 4,5 \text{ м}$.

Тоді за формулою 4.2:

$$i = \frac{10 \cdot 5}{4.5(10 + 5)} = 0.7$$

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді підставивши значення у формулу 4.1 отримаємо:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100 \cdot 150 \cdot 50 \cdot 1.1 \cdot 1.5}{15 \cdot 83} = 993 \text{ лм}$$

Підрахувавши світловий потік лампи, підбираємо найближчу стандартну лампу та визначаємо електричну потужність всієї освітлювальної системи (таблиця 4.2);

Таблиця 4.2 – Характеристика люмінесцентних ламп

Назва лампи	Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт
Люмінесцентна газорозрядна лампа ЛД-80	1000	68

Допустиме відхилення потоку вибраної лампи від розрахованої складає від 10% до 20%, в іншому випадку застосовують інакшу кількість освітлювачів .

4.5. Захист від шуму

Шум – небажана, неприємна сукупність звуків, що заважає сприйняттю корисних звукових сигналів, основними характеристиками звукових коливань є амплітуда звукового частота (f, Гц) та тиск (p, Па).

Звуковий тиск – різниця між середнім тиском у певному середовищі при відсутності звуку та миттєвим значенням повного тиску у цьому середовищі при наявності звуку. Поширення звукового поля – це перенос енергії, що може бути визначена інтенсивністю звуку J (Вт/м²). Інтенсивність звуку і звуковий тиск у вільному звуковому полі зв’язані між собою таким співвідношенням :

$$J = p^2 / \rho \cdot C \quad (4.3)$$

де J – інтенсивність звуку, Вт/м² ;

ρ – густина середовища, кг/м³ ;

p – звуковий тиск, Па;

C – швидкість звукової хвилі у певному середовищі, м / с.

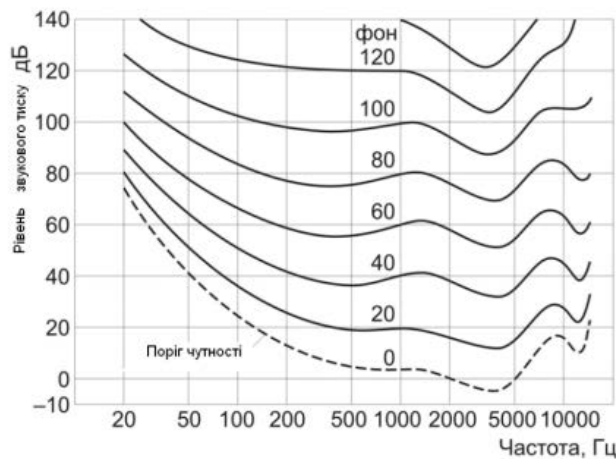


Рисунок 4.1 – Залежність рівня гучності від звукового тиску й частоти у певному середовищі.

Звукоізоляція від шуму різного роду у приміщенні забезпечується за допомогою будівельних матеріалів – бетону, цегли, залізобетону, фанери, скла, та деяких інших. У якості звукоізолюючих матеріалів, застосовують у конструкціях будівель плити зі скляного та мінерального волокна, гуму, м'які плити з деревних стружок, тощо.

У робочому приміщенні шумовий фон є допустимим, якщо він не впливає на виконання роботи. Навушники складаються з двох півсферичних пластмасових корпусів з спеціальними пристроями для звукопоглинання та з ультратонкого скловолокна та забезпечені ущільнювальними прокладками.

4.6. Мікроклімат

Для створення потрібних параметрів мікроклімату у приміщенні застосовується система вентиляції. Вентиляція приміщення досягається видаленням з них нагрітого та забрудненого повітря і подачею чистого .

Таблиця 4.3. – Параметри мікроклімату

Період року	Температура, °C			Відносна вологість, %	
	Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Фактична
		Верхня межа	Нижня межа		
Холодний	23-25	25	23	40-60	45
Теплий	20-23	23	20	40-60	45

Температура приміщення дорівнює в середньому 23 градуси °C , при відносній вологості повітря 45 %.

Всі потрібні показники мікроклімату у приміщенні в холодний та теплий період року знаходяться в діапазоні оптимальних значень, відповідають вимогам згідно ДСТУ 3.3.6.042-99, тому мікроклімат приміщення є сприятливим для праці .

Висновки згідно охорони праці:

У цьому розділі детально розглянуто умови та безпеку праці в приміщенні, призначеному для розміщення нового крану. В ході розрахунків освітлення з'ясувалося, що природного світла в кімнаті недостатньо для забезпечення нормальних робочих умов. У зв'язку з цим було вирішено використовувати змішане освітлення, яке включає 15 ламп ДНАО-140. Це рішення дозволяє підтримувати оптимальний рівень освітленості, необхідний для безпечної та ефективної роботи.

Після проведення аналізу пожежної безпеки було встановлено, що речовини та матеріали, які використовуються для роботи даного крану, є пожежонебезпечними. У зв'язку з цим було прийнято рішення про встановлення окремого вогнегасника поруч із краном. Також необхідно забезпечити спеціальне покриття для вбирання можливих витоків рідини із системи, що додатково знижує ризик виникнення пожежонебезпечних ситуацій.

Крім того, було перевірено всі аспекти електробезпеки, щоб забезпечити захист працівників від можливих електричних ризиків. Усі вимоги

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						74
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електробезпеки були повністю дотримані, включаючи належне заземлення обладнання та встановлення захисних пристроїв.

Таким чином, у процесі підготовки приміщення для розміщення стенду було враховано всі ключові аспекти безпеки праці, що дозволяє створити безпечні та комфортні умови для роботи персоналу.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

На основі проведеного дослідження різних приводів в якості випробувальних стендів, було прийнято електрогідравлічний привід у системі. На підставі цього було здійснено розрахунок гідроприводу, а також проведено підбір необхідного обладнання для функціонування системи. Враховуючи це все, та технологію виготовлення деталі й вимоги до охорони праці, було представлено випробувальний електрогідравлічний стенд для випробувань тягово-зчіпних пристроїв колісних транспортних засобів категорії В.

Під час аналізу існуючих рішень, враховувались також всі вимоги до проведення самого випробування згідно з чинним законодавством України та Європи. У рамках дипломного проєкту було вирішено керуватись умовами, наближеними до лабораторних. Такий підхід забезпечить можливість встановлення спроектованого обладнання.

Для проведення коректного підбору необхідного обладнання, було проведено розрахунок гідроприводу та компонентів гідравлічної системи. Особливої уваги потребує гідравлічний пропорційний розподільник. Для забезпечення його роботи та підвищення надійності було обрано систему з фільтрів, які зможуть гарантувати необхідну чистоту рідини. Для керування розподільником було обрано рішення використовувати мультифункціональний пристрій введення-виведення, який безпосередньо можна підключити до комп'ютера. Для правильного функціонування роботи було розроблено програмний код у середовищі LabView.

Охорона праці має фундаментальне значення у дипломній роботі, оскільки вона передбачає роботу з механічними та електричними компонентами людей – операторів, безпечна робота для яких обов'язково повинна бути забезпечена. В системі присутні компоненти, що можуть становити потенційну небезпеку для оператора. Робота розглядає принципи

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпеки, встановлює норми електробезпеки та пожежної безпеки, а також розробляє заходи для забезпечення безпеки під час використання обладнання. Також надаються рекомендації щодо мікроклімату, освітленості.

Саме оптимально–правильний вибір матеріалу деталі та процесів обробки визначає точність, якість і надійність виробу. Враховуючи вимоги до проекту, було розроблено технологічну послідовність операцій виготовлення штоку гідравлічного циліндру, особливістю якого є забезпечення надійного та точного з'єднання з динамометричною скобою.

У результаті дипломного проектування було розроблено виробувальний стенд, який дозволить перевіряти фаркопи на витривалість відповідно до міжнародних вимог в Україні. Впровадження такої перевірки позитивно позначиться на конкурентоспроможності українських виробників на внутрішньому ринку та у світі.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використана література

1. Статистика продажів автомобілів у лютому 2024 [Електронний ресурс] //УкрАвтопром – Режим доступу до ресурсу:
<https://ukrautoprom.com.ua/statystyka-prodazhiv-avtomobiliv-u-lyutomu-2024..>
2. Категорії транспортних засобів [Електронний ресурс] // Головний сервісний центр МВС – Режим доступу до ресурсу:
<https://riv.hsc.gov.ua/poslugi/yaki-isnuyut-kategoriyi-transportnih-zasobiv-za-yakimi-gromadyani-mozhut-buti-dopushheni-do-keruvannya>.
3. Regulation No 55 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE). // Official Journal of the European Union. – 2010. – С. 5–50.
4. Фаркопи: основні види та особливості встановлення [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу:
https://www.avtoradosti.com.ua/ua/news/01_2023/1036.html.
5. Токарно-фрезерний станок з ЧПУ Haas SL 30-ID16903 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://vitcompany.com.ua/stanki/tokarnye-stanki/tokarno-frezernye-stanki-s-chpu/tokarno-frezernyy-standok-s-chpu-haas-sl-30-id16903.html>.
6. Методичні вказівки до курсового проекту за курсом "ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄМНИХ ГІДРОПРИВОДІВ" для студентів з фаху "ГІДРАВЛІЧНІ І ПНЕВМАТИЧНІ МАШИНИ." – Київ: НТУУ "КПІ", 2008. – 80 с. – (2008).
7. Tow-Trust Towbars - Carlos Towbar Testing [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.youtube.com/watch?v=mr0Otk6tc>.
8. TOW HITCH TEST RIGS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cfm-schiller.de/en/test-rig-technology/tow-hitch-test-rigs/>.
9. The Trailer Coupling a Neglected Sub-System by H.G. Naundorf and K.P. Weibel, BMW AG/Munich, Fed. Rep. of Germany. – 1989. – С. 13–20.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. TESTING OF TOW BALLS, TOW BARS AND COUPLINGS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.melbtest.com.au/fatigue-testing/tow-ball-testing-tow-bar-testing-and-couplings-testing/>.
11. Fatigue of rubber and plastic materials [Електронний ресурс] / Jenny Cooper, Andrew Hulme. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/292047198_Fatigue_of_rubber_and_plastic_materials.
12. Олива гідравлічна Hydralube HLP 46 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://swd-rheinol.com.ua/uk/product/olyva-gidravlichna-hydralube-hlp-46>
13. Пропорційний гідророзподільник BFW-03-3C2-60-2X-24V-K4A1 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://paskal.ua/ua/product/proporcionalnuj-gidroraspreditel-bfw-03-3c2-60-2x-24v-k4a1_500.html
14. High Pressure Filters [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ph.parker.com/dk/en/product/high-pressure-filters-15p-30p-series/15p110qbm3kg121>.
15. Hydraulic Power Units D, H, and V-Pak Series, 2021. – 46 с. – (Parker Hannifin Corporation).
16. 12AT/50AT Series Spin-On Filters. // Parker Hydraulic & Fuel Filtration Division. – 2021. – С. 14.
17. Індикатор цифровий SHAHE GS-5301 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://thermolab.net.ua/ua/p800743728-indikator-tsifrovoj-shahe.html>.
18. USB-6008 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ni.com/en-us/support/model.usb-6008.html>.
19. MULTIFUNCTION I/O DEVICE USB-6008 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ni.com/en-us/support/model.usb-6008.html>.
20. Hydraulic Pump and Power Systems D-Pak Low Profile Series – 14249 Industrial Parkway Marysville, OH 43040 USA: Parker Hannifin Corporation.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю. В.
Технологія машинобудування. Підручник.: Житомир, ЖДТУ – 2005. – 835 с.
22. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: навчально-методичний посібник/О.У. Захаркін.– Суми: Вид-во СумДУ, 2004. – 98 с
23. Технологія обробки на верстатах з ЧПК : навч. посіб. для студ. машинобуд. спец. вищ. техн. навч. закл. / Гевко Б. М. [та ін.] ; Терноп. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя, Каф. технології машинобуд. та автомобілів. - Т. : Крок, 2014. - 131 с. : табл., рис. - Бібліогр.: с. 126-128. - 300 прим. - ISBN 978-617-692-168-4
24. Технологічне обладнання з ЧПК: механізми і оснащення : навч. посіб. для студентів ВНЗ напрямів підгот. 050502- "Інженерна механіка" та 050503 - "Машинобудування" / Ю. М. Кузнецов [та ін.]. - Київ ; Кременчук : Точка, 2014. - 499 с. : рис, табл. - Бібліогр.: с. 487-492. - ISBN 978-617-669-149-5
25. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛУ «ОХОРОНА ПРАЦІ» В ДИПЛОМНИХ РОБОТАХ ДЛЯ СТУДЕНТІВ БАКАЛАВРІВ ІНЖЕНЕРНИХ НАПРЯМКІВ НАВЧАННЯ – Київ: НТУУ "КПІ", 2014.
26. Охорона праці та цивільний захист: Підручник / О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, В. В. Зацарний, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська, за ред. О. Г. Левченка. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, «Основа», 2019. – 472 с
27. Різальний інструмент [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://abplanalp.ua>.
28. Kyocera cutting tools [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://global.kyocera.com/>.
29. Sandvik metal-cutting tools and services [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/about-us>.
30. Перевірка фаркопів [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.youtube.com/watch?v=9QbRCe-1bhU>.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

31.Всмоктувальний фільтр STR0651BG1M90P01 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://hydrostandart.in.ua/ua/goods/vsachuchiy-filtr-str-25-lmin/>.

		Сватовський М.А.			ДПБ.МА0217.01.00.00 ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		