

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 70 стр., 52 рисунки, 19 таблиць, 23 джерел.

ВИЛКА, АДАПТЕР, ПРУЖИНА, ДЕМПФЕР, ШТОК, ПОРШЕНЬ,
ТИСК, КОМПРЕСІЯ, ЖОРСТКІСТЬ

Об'єкт дослідження – конструкція вилки перевернутого типу

Мета роботи: розробкою унікальної та конкурентоспроможної велосипедної вилки. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі "Тормозний адаптер".

У роботі було виконано:

- огляд різних конструкцій вилок на ринку;
- конструкторський розрахунок всіх основних вузлів вилки;
- розробка технологічного процесу виготовлення гальмівного адаптера на фрезерно-гравіювальному верстаті з чпу;
- процес виготовлення деталі "Тормозний адаптер", згідно з розробленим технологічним процесом.

Методи дослідження: теоретичний аналіз, комп'ютерне моделювання, аналітичний метод, графічний метод.

REPORT

Explanatory note to the master's project: 70 pages, 52 pictures, 19 tables, 23 sources.

FORK, ADAPTER, SPRING, DAMPER, SHAFT, PISTON, PRESSURE, COMPRESSION, STIFFNESS

The object of research is the construction of an inverted type fork.

Purpose of work: development of a unique and competitive bicycle fork.

Development of the manufacturing process of the "Brake adapter" part.

The following steps are performed during operation:

- an overview of various fork designs on the market;
- design calculation of all main components of the fork;
- development of the manufacturing process of the brake adapter on a CNC milling and engraving machine;
- the manufacturing process of the "Brake adapter" part, according to the developed technological process.

Research methods: theoretical analysis, computer modeling, analytical method, graphic method.

ЗМІСТ

Реферат.....	4
Вступ.....	7
1. Огляд конструкції велосипедних вилок.....	8
2. Розрахунок конструкцій вузлів вилки.....	13
2.1 Повітряна пружина.....	13
2.2 Повітряна камера.....	14
2.3 Негативна пружина.....	18
2.4 Поршень.....	23
2.5 Шток.....	34
2.6 Демпфер.....	38
2.7 Поршень демпфера.....	40
2.8 Шток демпфера.....	42
2.9 Кріплення поршня до штока.....	44
2.10 Ігла демпфера	45
2.11 Принцип роботи демпфера.....	47
2.12 Ноги вилки.....	49
2.13 Вузол штан вилки.....	51
2.14 Дропаут.....	54
2.15 Корона и шток вилки.....	55
3. Процес виготовлення елемента - Гальмівний адаптер.....	57
Висновок.....	68
Список джерел.....	69

ВСТУП

Основними вузлами конструкції велосипеда, що забезпечують комфортну їзду, є: кермо, рама, вилка, амортизатори. З усіх вузлів велосипеда, конструкція вилки забезпечує найбільший вплив на комфорт їзди.

Конструкція вилки включає такі деталі: шток, корона, штани, ноги, дропаут, повітряну пружину, демпфер. Також вилки розрізняються за типами конструкції: прямі та перевернуті.

Конструкція перевернутого типу має такі переваги:

- низький центр важкості;
- підвищену жорсткість;
- ефективність амортизації.

При інтенсивній експлуатації велосипеда часто виникає питання частого обслуговування даного вузла. Збірна конструкція вузла дозволяє прискорити, спростити та здешевити процес ремонту окремих деталей.

Ми пропонуємо унікальну конструкцію вилки перевернутого типу, яка буде конкурентоспроможною на ринку, а також буде простою у виготовленні та з високою ремонтпридатністю, за рахунок: спрощення технологічного процесу виготовлення деталей, вибору оптимальних матеріалів.

1 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ВЕЛОСИПЕДНИХ ВИЛОК

Вилка - це частина передньої підвіски, яка з'єднує переднє колесо велосипеда з рамою. Вона забезпечує комфорт, керованість та безпеку велосипедиста при їзді, а також визначальні характеристики велосипеда в залежності від його призначення.



Рисунок 1.1 - Велосипедная вилка

Вилка виконує кілька важливих функцій:

- амортизація ударів та вібрації: Деякі велосипеди, особливо гірські та шосейні велосипеди, мають вилки з амортизаторами (пневматичними чи пружинними). Амортизація у вилці дозволяє велосипеду краще справлятися з нерівностями та ударами на дорозі, що покращує комфорт та керованість;
- підтримка переднього колеса: Вилка є основною частиною, яка тримає переднє колесо велосипеда. Вона кріпиться до рами велосипеда та забезпечує стійке кріплення переднього колеса, що дозволяє велосипеду рухатися вперед та маневрувати;

- рульова система: Вилка також включає шток, який з'єднується з рульовою системою. Рульова система дозволяє велосипедисту керувати напрямом руху, повертаючи переднє колесо. Вилка забезпечує підтримку та стабільність кермової системи;

- підтримка гальм: Багато вилок також мають кріплення для гальмівних систем. Ці кріплення дозволяють встановлювати гальмівні колодки чи диски, що забезпечує можливість гальмування переднього колеса;

- різноманітність стилів та характеристик: Велосипедні вилки можуть мати різні характеристики та конструкції в залежності від типу велосипеда та призначення. Наприклад, гірські велосипеди можуть мати вилки з більшими ходами та амортизацією для кращої амортизації в грубих умовах, у той час як шосейні велосипеди можуть мати більш жорсткі та легкі вилки для швидкої їзди гладкими дорогами.

Існує кілька типів велосипедних вилок. Кожен тип вилки має свої особливості та переваги, які можуть бути більш-менш відповідними залежно від призначення та стилю їзди велосипеда.

Основні типи вилок та їх переваги:

1. пружинні вилки: У пружинних вилках використовується металева пружина для амортизації ударів та вібрації. Пружини можуть бути різної жорсткості та довжини.

Переваги:

- простота обслуговування: пружинні вилки зазвичай вимагають менше технічного обслуговування і можуть бути довговічнішими;

- доступність: ці вилки часто доступніші за ціною і можуть використовуватись у різних типах велосипедів;

2. повітряні вилки: використовують стиснене повітря замість пружини для амортизації. Тиск повітря може бути налаштований за допомогою насоса.

Переваги:

- регульованість: повітряні вилки дозволяють велосипедистам точно налаштовувати рівень жорсткості та перебіг вилки, що корисно для різних стилів їзди та вагових категорій;
- легка вага: повітряні вилки зазвичай легші, ніж пружинні, що сприяє загальній вазі велосипеда.

Велосипедні вилки можуть бути класифіковані за видом (орієнтацією) на два основні типи: звичайні та перевернуті (інвертовані). Кожен тип має свої переваги та особливості. Розглянемо обидва типи:

1. звичайні вилки: звичайні вилки мають розташування ніг (направляючих) зверху, які кріпляться до корони (верхньої частини вилки), а штани (нижня частина вилки) з'єднані між собою аркою і кріплять колесо і гальмо.

Переваги:

- простота обслуговування: звичайні вилки легше обслуговувати та регулювати;
- доступність: ці вилки найчастіше зустрічаються і дешевші;
- надійність: вони довговічні та надійні при правильному догляді;

2. перевернуті вилки: Перевернуті вилки, як випливає з назви, мають перевернене розташування ніг, що вставляється знизу вилку в штани, а верхня частина вилки кріпиться до рами.

Переваги:

- менша безпружинна вага: перевернуті вилки зазвичай мають меншу безпружинну вагу, що сприяє кращій керованості, плавності і чутливості при їзді;
- жорсткість: Вони можуть бути жорсткішими і здатними справлятися з інтенсивними навантаженнями.



а – звичайна вилка; б – перевернута вилка

Рисунок 1.2 – Зображення велосипедної вилки

Мета дипломного проєкту - проектування вилки перевернутого типу. Дана конструкція є більш популярнішою через більшу специфічність її експлуатації та обслуговування, проте перевернуті вилки (інвертовані вилки) мають кілька характерних переваг, які роблять більш пристосованими для певних видів велосипедів та стилів їзди. Переваги перевернутих вилок:

- покращена керованість та чутливість: Перевернуті вилки забезпечують кращу керованість та точніше ведення велосипеда. Це пов'язано з тим, що нижня частина вилки ближча до переднього колеса, що знижує момент інерції та робить велосипед більш чутливим до зміни напрямку та маневрів. Це особливо важливо для гірських велосипедів, де точність керування відіграє велику роль при спусках та проходженні технічно складних трас;

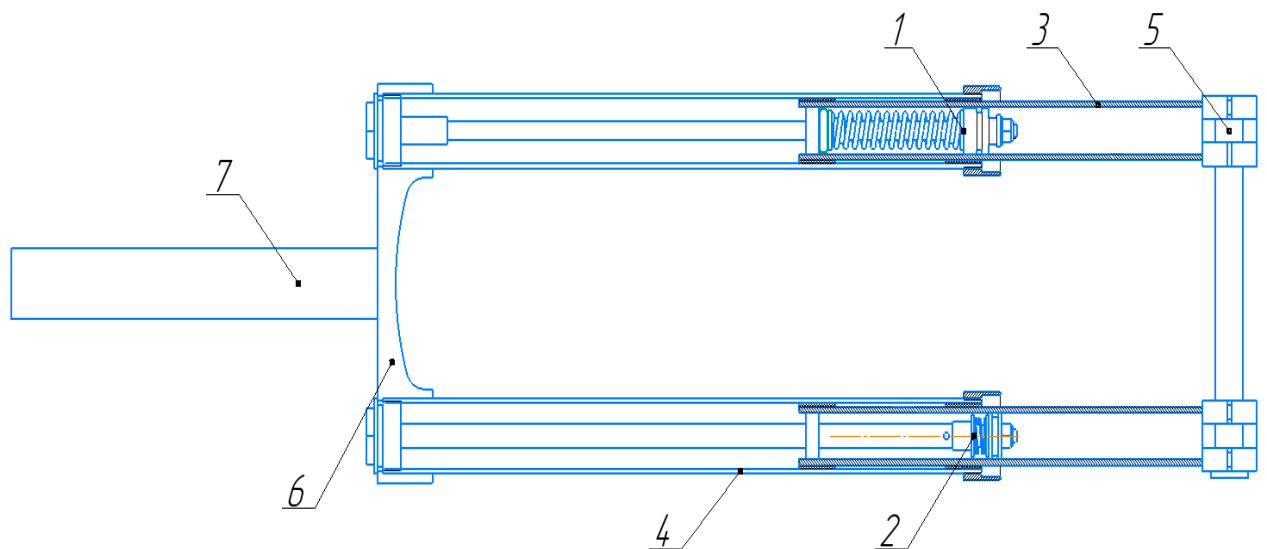
- менша безпружинна вага: Перевернуті вилки зазвичай мають меншу безпружинну вагу, оскільки ноги вилки ближче до переднього колеса. Це

сприяє кращій стійкості при високих швидкостях та легкості при маневруванні. Менша безпружинна вага також означає, що велосипедисту легше піднімати переднє колесо і виконувати трюки;

- велика жорсткість: Перевернуті вилки мають більшу жорсткість та здатні сприймати інтенсивні навантаження. Це корисно для гірських велосипедів та велосипедів для екстриму, де потрібна висока жорсткість для доведення руля з грубими умовами та стрибками;

- просунуті амортизаційні системи: Багато перевернутих вилок оснащені просунутими амортизаційними системами, що дозволяє краще контролювати амортизацію та налаштовувати її під конкретні умови їзди та переваги велосипедиста.

Важливо, що перевернуті вилки можуть бути дорожчими і вимагати більш ретельного обслуговування в порівнянні зі звичайними вилками.

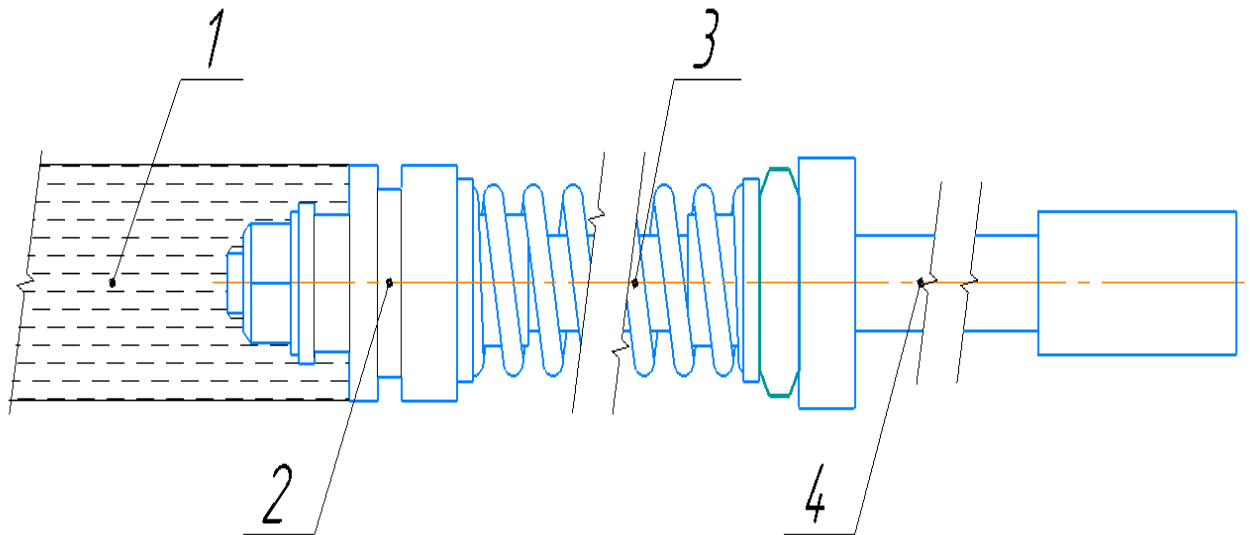


- 1 - повітряна пружина; 2 - масляний демпфер; 3 - ноги; 4 - штани;
5 - дропаути; 6 - корона; 7 - шток

Рисунок 1.3 - Ескіз повітряної вилки

2 РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЙ ВУЗЛІВ ВИЛКИ

2.1 Повітряна пружина



1 - повітряна камера; 2 - поршень; 3 - негативна пружина; 4 – шток

Рисунок 2.1 - Повітряна пружина

Повітряна пружина є основним елементом, що визначає характеристику роботи вилки, а саме залежність жорсткості вилки від її ходу.

Пружина відповідає за такі технологічні параметри роботи вузла:

- стискання та розтискання ходу вилки;
- регулювання жорсткості;
- плавність ходу.

Основним параметром повітряної пружини є тиск усередині основної камери, завдяки якому відбувається налаштування роботи вилки під вагу велосипедиста.

2.2 Повітряна камера

Повітряна камера це область повітряної пружини, в яку закачується необхідний тиск, і всередині якої переміщується поршень із негативною пружиною та штоком.

Повітряна камера має 2 технічні параметри:

- діаметр;
- довжина.

Величина діаметра і вага велосипедиста впливають на величину тиску, що буде закачуватися всередину камери і мають наступну залежність: чим більше діаметр - тим менший тиск; чим менший діаметр - тим більший тиск. Ця залежність представлена рисунку 2.2.

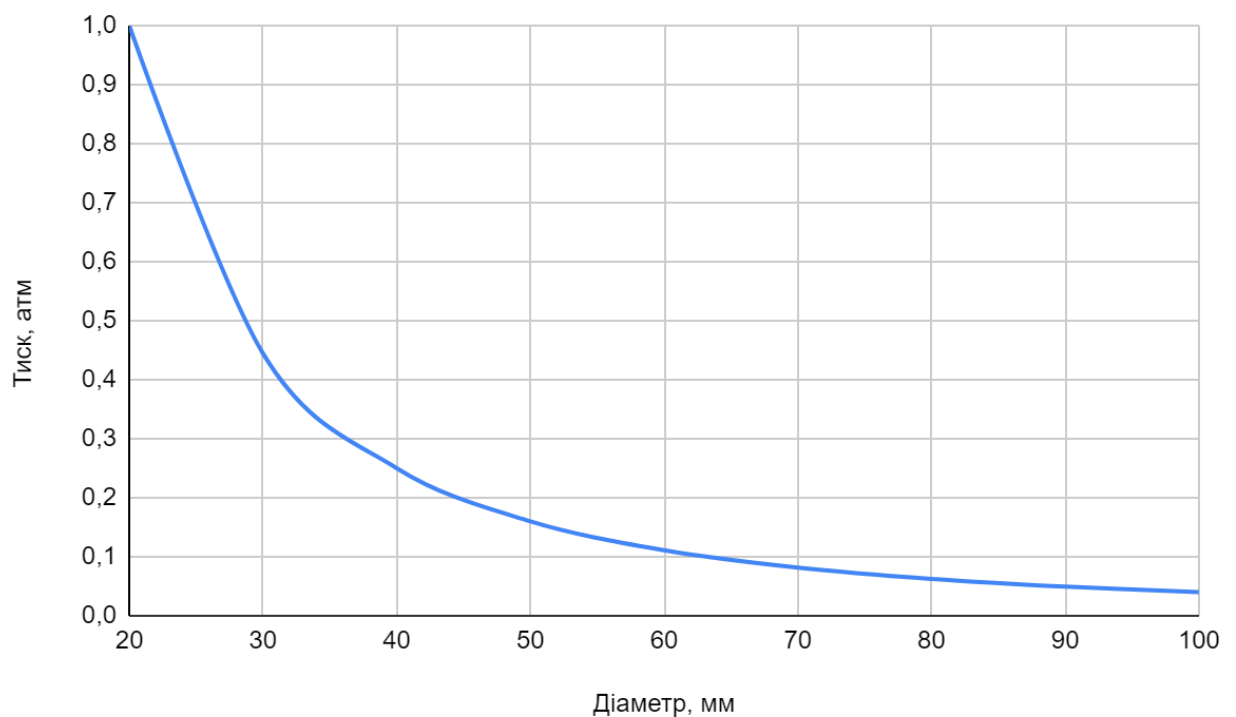


Рисунок 2.2 - графік залежності тиску від діаметр

Довжина визначає залежність ступеня прогресії стиску вилки.

Графік залежності довжини (рисунок 2.3) та діаметра повітряної камери на ступінь прогресії можна розрахувати за допомогою закону Бойля-Маріотта та рівняння стану ідеального газу.

Закон Бойля-Маріотта, який свідчить, що добуток початкового обсягу та початкового тиску дорівнює добутку кінцевого обсягу та кінцевого тиску для ідеального газу:

$$P1 * V1 = P2 * V2 , \quad (2.1)$$

де $V1$ - Початковий обсяг повітря в камері.

$P1$ - Початковий тиск повітря.

$V2$ - Кінцевий обсяг повітря (пневмоциліндр стискається).

$P2$ - Кінцевий тиск повітря.

Об'єм повітря в камері розраховується за формулою для розрахунку об'єму циліндра:

$$V = A * L, \quad (2.2)$$

де V - Об'єм повітря у циліндрі.

A - Площа поперечного перерізу циліндра.

L - Довжина циліндра.

Площа поперечного перерізу розраховується за такою формулою:

$$A = \pi * r^2 \quad (2.3)$$

Для відображення залежності довжини на прогресію, у графіку візьмемо 3 різних довжини повітряної камери, і разом маємо вхідні дані:

Таблиця 2.1 – Вхідні дані розрахунку повітряної пружини

Найменування	Значення
Діаметр	ø20 мм
Хід поршня	100 мм
Початковий тиск	1 атм
Довжина 1	150мм
Довжина 2	200мм
Довжина 3	300мм

Таблиця 2.2 – Розрахунки початкового та кінцевого об'єму повітряної камери

№	V _{поч.}	V _{кін.}
1	47 100 мм ³	15 700 мм ³
2	62 800 мм ³	31 400 мм ³
3	94 200 мм ³	62 800 мм ³

Розрахунки проведенно за формулами (2.2, 2.3) та занесено в таблицю (2.2).

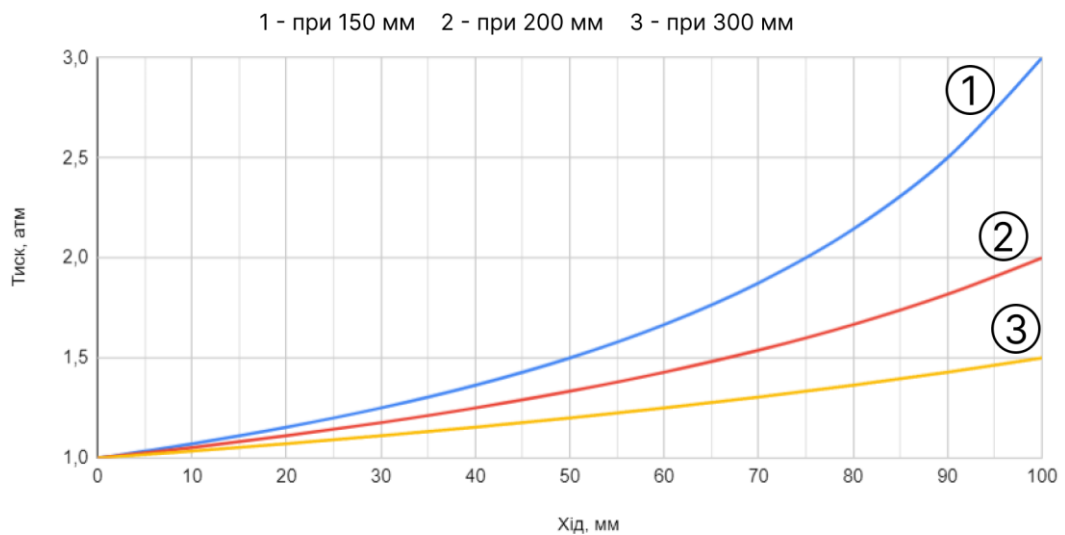


Рисунок 2.3 - Графік залежності тиску від довжини камери

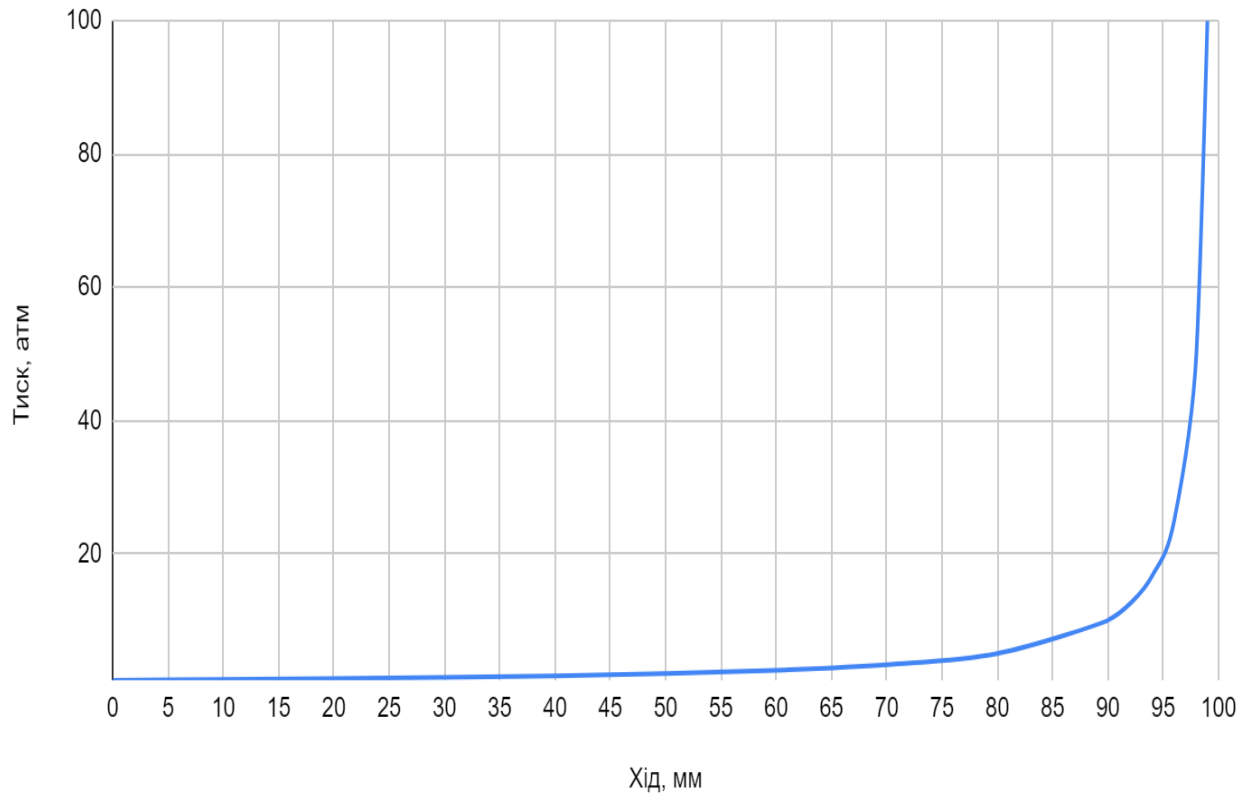


Рисунок 2.4 - Еталонний графік при 100% стисканні камери

З графіків видно, що тиск збільшується в геометричній прогресії при зменшенні обсягу повітря, що залишилося в камері. Зіставивши інформацію з обох графіків видно таку залежність: збільшення довжини камери впливає лінійність характеристики роботи вилки.

Також, з технічного боку необхідно врахувати, що в цьому вузлі відбувається переміщення гумового ущільнення по внутрішній стіні алюмінієвої камери, що призводить до утворення нальоту у вигляді окису алюмінію. Щоб усунути це явище, необхідно наростити тверду оксидну плівку на стінках камери шляхом холодного анодування.

2.3 Негативна пружина

Негативна пружина відповідає за плавний початок роботи вилки та за поглинання енергії при повному розтисканні вилки. Її значення відчутно лише за первинному спрацюванні вилки.

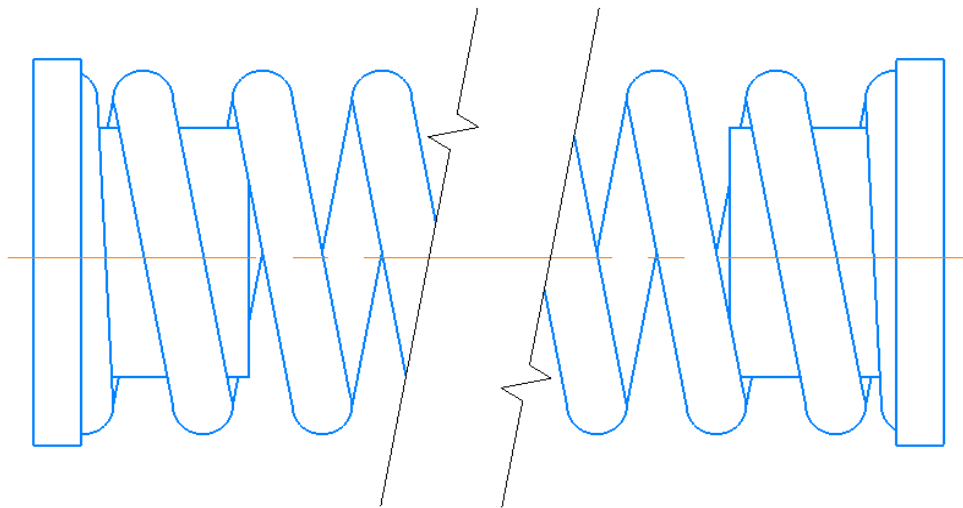


Рисунок 2.5 - Ескіз негативної пружини

На підставі розроблених раніше зразків (кількість 1100 штук) та аналіз даних роботи повітряний пружин, можу усереднити реальний робочий тиск від 8 до 12 атм.

Таблиця 2.3 – Залежність тиску від ваги велосипедиста

Вага, кг	Тиск, атм
60	8
80	10
100	12
120	14

Для розрахунку сили повітряної пружиною, що розвивається, скористаємося законом Гука для газових законів, що описує зв'язок між тиском (P), площею поперечного перерізу (A) і силою (F) в газовому середовищі:

$$F = P * A \quad (2.4)$$

де F - сила, [Н].

P - тиск усередині пневмоциліндра, [Па].

A - площа поперечного перерізу поршня пневмоциліндра, [мм²].

Нижче наведено приклад розрахунку параметрів пружини для наступних вихідних даних (табл. 2.4), дану методику розрахунку можна застосовувати і для інших вихідних даних:

Таблиця 2.4 - Вихідні дані для розрахунку параметрів пружини

Вихідні дані	Значення	Перерахунок даних
Тиск, P	12 атм	1 216 000 Па
Площа поперечного перерізу поршня, A	314 мм ²	0,000314 м ²
Сили, що розвивається повітряною пружиною, F	381 Н	38.8 кг
Діаметр пружини мінімальний, D _{min}	ø11 мм	
Довжина пружини у вільному стані, L _{max}	50 - 70 мм	

При тиску 12 атмосфер та площі поперечного перерізу 314 мм², поршень розвиватиме силу приблизно 38.8 кг.

Таким чином велосипедисту, щоб зрушити вилку хоча б на 1 мм, необхідно докласти зусилля 38.8 кг.

Для компенсації та зменшення цього значення використовується негативна пружина приблизно рівна за силою.

Розрахунок жорсткості пружини відбувається за такою формулою:

$$k = G * d_{\text{пр}}^4 / 8 * n * D_{\text{ср}}^3 \quad (2.5)$$

де, k - коефіцієнт жорсткості

G - модуль зсуву

$d_{\text{пр}}$ - дроту

$D_{\text{ср}}$ - середній діаметр пружини

n - кількість витків

Також потрібно виборі довжини потрібно врахувати, що пружина має L_{max} та L_{min} .

$$L_{\text{min}} = L_{\text{max}} - n * d_{\text{пр}}$$

$$\Delta L = L_{\text{max}} - L_{\text{min}}$$

Після отримання коефіцієнта жорсткості необхідно перевести їх у кг/м і розділити на 1000, щоб отримати кг/мм.

Умовою підбору пружини було, що $D_{\text{min}} = 11$ мм, и $L_{\text{max}} = 50 - 70$ мм, тому що місце всередині повітряної камери дуже обмежено, була знайдена найбільш підходяща пружина, що має наступні параметри (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 - Вихідні дані пружини

Найменування	Значення
Діаметр пружини мінімальний, D_{min}	Ø11 мм

Кінець таблиці 2.5

Діаметр пружини середній, $D_{\text{ср}}$	ø13.5 мм
Діаметр пружини максимальний, D_{max}	ø16 мм
Діаметр дроту, $d_{\text{пр}}$	ø2.5 мм
Довжина пружини у вільному стані, L_{max}	70 мм
Довжина пружини в стисломому стані, L_{min}	35 мм
Крок витків, t	5 мм
Кількість витків, n	14

Також було проведено перевірку розрахованих даних для таких умов: модуль зсуву для пружинної сталі ≈ 78.5 ГПа, то за формулою

$$k = ((78.5 * 10^9) * (2.5 / 1000)^4) / (8 * 14 * (13.5 / 1000)^3) = 11\,127 \text{ Н/м}$$

$$k = 11\,127 * 0,101\,971 = 1\,134 \text{ кг/м}$$

$$k = 1\,134 / 1000 = 1.13 \text{ кг/мм}$$

Перевіряємо:

$$\Delta L = L_{\text{max}} - L_{\text{min}} = 35 \text{ мм}$$

$$F = 35 * 1.13 = 39.55 \text{ кг}$$

$$39.55 \text{ це } 388 \text{ Н}$$

$$P = 388 * 0.000314 = 1\,235\,668 \text{ Па}$$

$$1\,235\,668 \text{ Па це } 12 \text{ атм}$$

Висновок:

Розрахована пружина досить близька за характеристиками до тієї, що була прийнята у вигляді вихідних даних. 38.8 кг проти 39.55 кг.

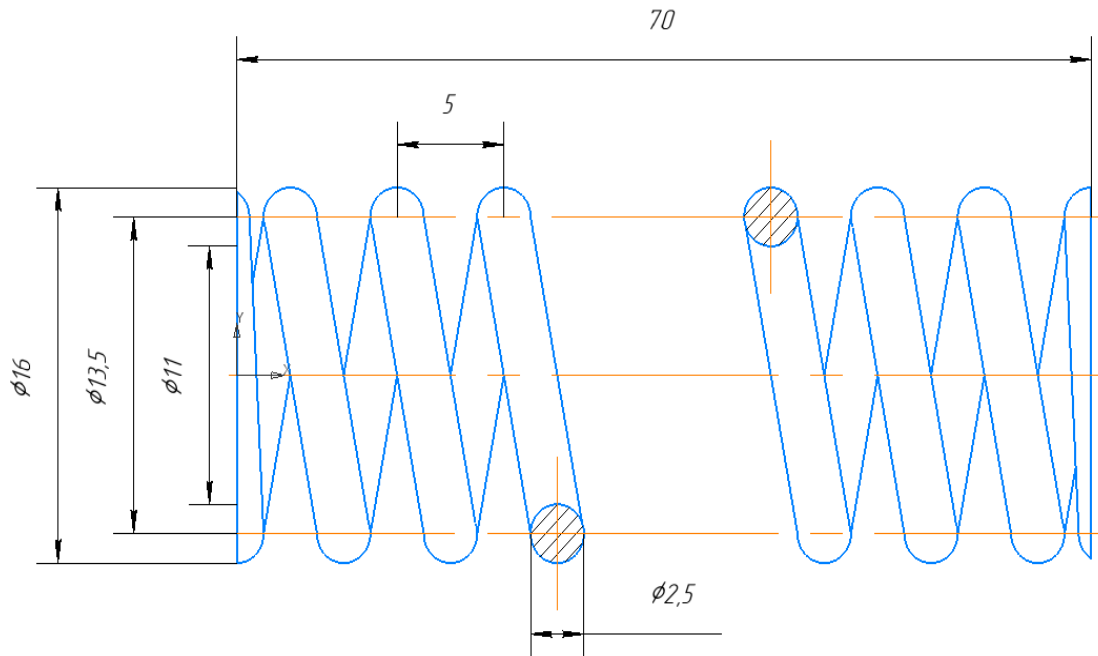


Рисунок 2.6 - креслення негативної пружини

Крім самої пружини необхідно розробити її кріплення щодо поршня та штока. При виборі матеріалу поршня ми робили порівняльну характеристику полімерів. Для кріплення пружини основним параметром буде твердість, і за даною умовою оптимальним варіантом є капролон (поліамід).

У цій кріплення є посадковий розмір під установку пружини. Внутрішній діаметр пружини $\varnothing 11$ мм і т.к капролон ставитись до полімерів, і не є таким щільним як метали, діаметр натягу допустимо $\varnothing 11.1$ мм на довжину 7 мм.

Зовнішній упорний діаметр повинен бути трохи більшим за зовнішній діаметр пружини, пружина $\varnothing 16$ мм, тому даний поясok буде $\varnothing 17$ мм.

Крім цього, ці два кріплення повинні мати отвір під шток. Одна сторона буде зафіксована та нерухома, а друга повинна вільно пересуватися по штоку. Діаметр штока $\varnothing 8$ мм, а діаметр проточки на штоку під установку поршня $\varnothing 8.3$ мм.

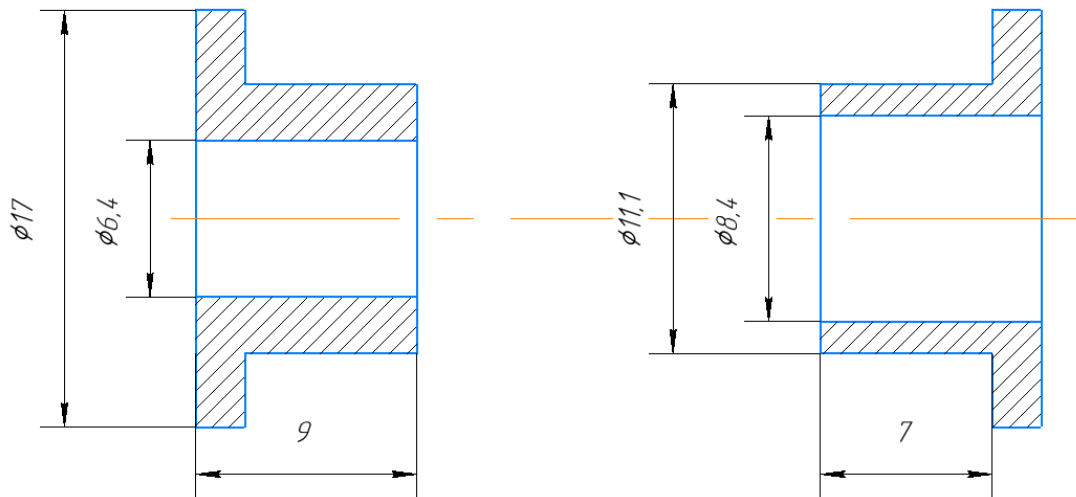


Рисунок 2.7 - креслення кріплення негативної пружини

2.4 Поршень

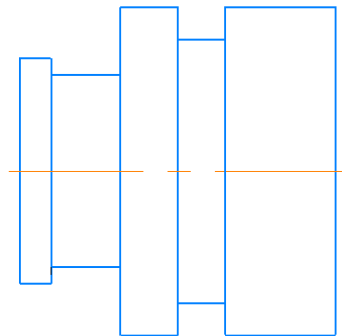


Рисунок 2.8 - Ескіз поршня повітряної пружини

Поршень є найрухливішою і однією з ключових деталей повітряної пружини, які визначають як вилка працюватиме, оскільки саме він відповідає за утримання тиску в повітряній камері. Якщо при виготовленні розміри виходитимуть за допуски, то вилку або заклинить, або вона стравить все повітря і не працюватиме взагалі.

Так як деталь є рухомою, щоб не створювалися задири повітряної камери при можливих осьових відхиленнях під час навантаження, матеріал повинен бути на полімерній основі і по твердості менше твердості поверхні повітряної камери.

На ринку доступні такі основні матеріали:

- поліамід (капролон);
- графітонаповнений поліамід (капролон);
- поліацеталь;
- фторопласт.

Порівняльна характеристик різних матеріалів розглянуто у таблиці (2.6).

Таблиця 2.6 - порівняльна характеристика матеріалів

	Поліамід	Графітний	Поліацеталь	Фторопласт
Коефіцієнт тертя сталі сухий	0,2	0.15	0.25	0.04
Коефіцієнт тертя сталі з мастилом	0.07	0.06	0.07	0.02
Температура експлуатації, °C	100	90	100	260
Температура плавлення, °C	260	220	170	327
Пружність на стиск, ГПа	2	3	2	0.7
Межа плинності, МПа	75	90	60	25
Твердість (HRB)	90	85	100	55
Густина, г/см ³	1.15	1.14	1.41	2.21

Твердість алюмінію марки 6060 - близько 70 HRB.

З порівняльної таблиці можемо зробити висновок, що фторопласт має найкращі антифрикційні властивості та температурний режим експлуатації, проте він є м'яким полімером серед кандидатів.

Однак, початковою умовою при виборі полімеру було те, що його твердість повинна бути меншою за твердість алюмінію, тому цей "недолік"

ставати його і перевагою в даному випадку. Тому вибір матеріалу для виготовлення поршня – фторопласт.

Оскільки деталь виконана з м'якого матеріалу і має бути співвісна, то з технологічної точки зору повинна бути обов'язково виконана за одну установку.

Під час осового переміщення поршня можливі невеликі відхилення під дією навантаження з боку колеса велосипеда, тому необхідно забезпечити зазор, що запобігає заклиненню.

Розраховане відхилення діаметрального розміру при номінальному діаметрі 20мм:

$$D_{\min}=19.6 \text{ мм}$$

$$D_{\max}=19.8 \text{ мм.}$$

Для основного ущільнення використовуватимемо пневматичну манжету виконану за ДСТУ 6678-72.

Умовне позначення манжет:

X – XXX – X, де 1 - тип манжети; 2 - діаметр циліндра або штока в мм;
3 - група гуми

Манжети мають виготовлятися двох типів: 1 – для ущільнення циліндра;
2 – для ущільнення штока.

Внутрішній діаметр циліндра – 20 мм

Умови роботи та матеріал манжет повинні відповідати табл. 2.6

Таблиця 2.7 - характеристика різних типів гуми

Умови роботи		Матеріал манжет	
Робоче середовище	Діапазон температур, °C	Група гуми	Тип каучуку для виготовлення гуми

Кінець таблиці 2.7

Повітря з парами масел чи палива	От -55 до +55*	1	СКН-18 и СКН-26
	От -20 до +150	2	СКФ-26
	От -30 до +100	3	СКН-40
Повітря	От -65 до +100	4	СКМС-10

Виходячи з даних ДСТУ, підходяща манжета буде з 1,2,3 типу гуми, проте найкращий температурний режим групи гуми №2.

Відповідно по стандарту обрано манжету 1 – 020 – 2.

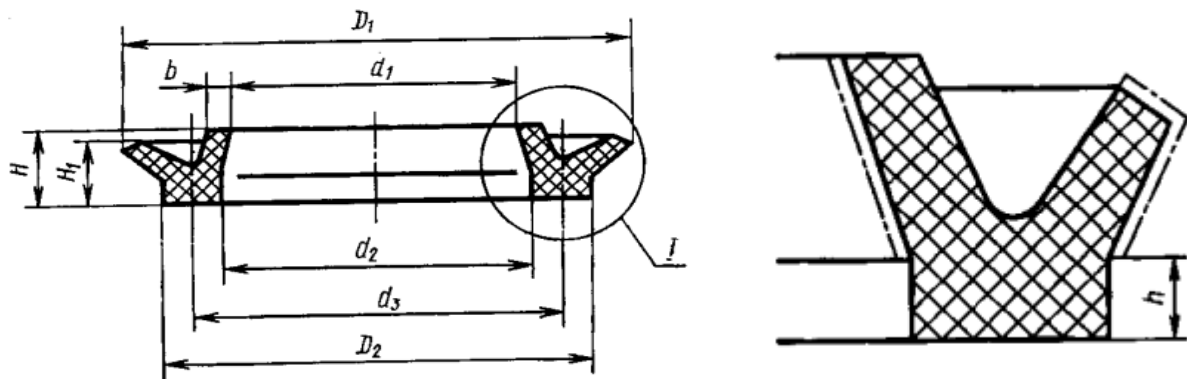


Рисунок 2.9 - Креслення повітряної манжети

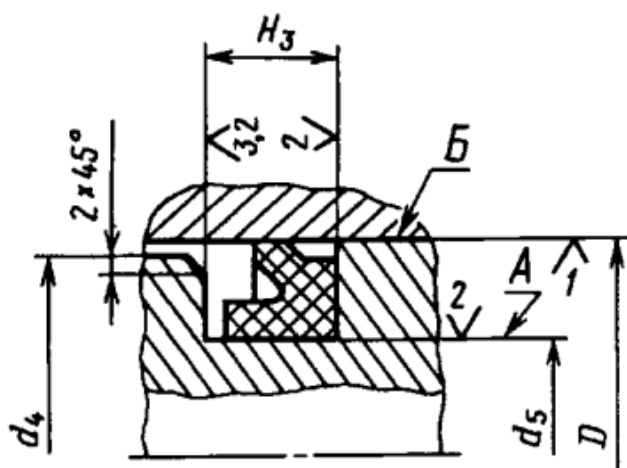
Таблиця 2.8 - Розміри пневматичної манжети

Діаметр циліндра, D	D1		D2		d3	d1		d2	
	ном.	пред. откл.	ном.	пред. откл.		ном.	пред. откл.	ном.	пред. откл.
20	21	±0,3	17,5	±0,3	14,0	9,5	±0,3	10,5	±0,3

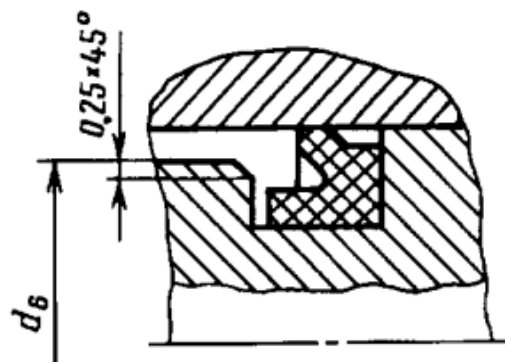
Кінець таблиці 2.8

Діаметр циліндра, D	H		$H1 \pm 0,2$	$H2 \pm 0,15$	$h \pm 0,15$	$b \pm 0,15$	$r \pm 0,1$	$r1 \pm 0,1$
	ном.	пред. откл.						
20	4,0	$\pm 0,3$	3,5	1,7	1,2	1,0	0,5	0,25

Крім розмірів самої манжети необхідно врахувати і розміри канавки.



Виконання 1



Виконання 2

Рисунок 2.10 - Канавка повітряної манжети

Конструкція та розміри канавок під манжети типу 1 (для ущільнення циліндра) повинні відповідати табл. 2.9.

Таблиця 2.9 - Розміри канавок

Діаметр циліндра, D H11-d11	d5 h11	d4 h11	d6 h11	H3 H13
20	11.5	19.4	14.5	4.4

Для манжет типів 1 і 2 при діаметрі циліндрів і штоків до 20 мм поршні та корпуси повинні бути роз'ємні, а можуть бути як роз'ємні, так і не роз'ємні.

Виконання 1 – установка за допомогою конусної оправки.

Виконання 2 – встановлення без застосування оправки.

Для зручності монтажу поршнів рекомендується виготовляти західні конуси в оправках або безпосередньо в циліндрах

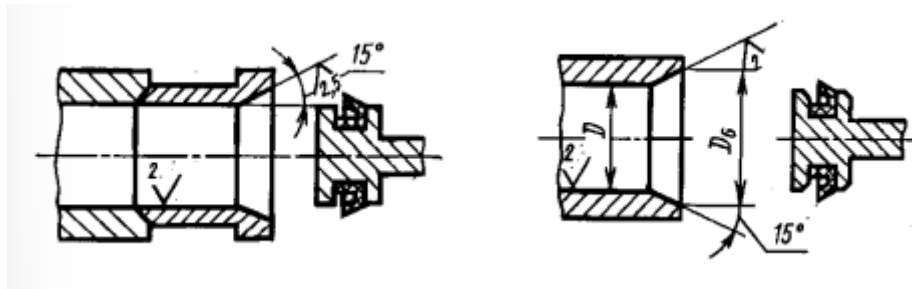


Рисунок 2.11 - Ескіз оправки для встановлення повітряної манжети

Для спрощення установки манжети ми виберемо канавку виконання 2, а також зважимо на необхідність західного конуса в циліндрі в подальшій розробці циліндра.

З даних таблиці розміри такі:

$$d5 = 11.5 \text{ мм}$$

$$d6 = 14.5 \text{ мм}$$

$$H3 = 4.4 \text{ мм}$$

Однак з практичного досвіду було з'ясовано, але розмір $d6$ в 14.5 мм занадто великий, і при встановленні манжети є велика ймовірність, що в ній утворюються тріщини, тому що з табл.1 ми знаємо її внутрішній діаметр ($d2$) всього 10.5 мм, тому необхідно зменшити цей діаметр з 14.5 до 13.5.

Також на поршні буде додаткове ущільнення круглого перерізу згідно з ДСТУ.

Умовне позначення типорозміру кілець за наступною структурою:

XXX – XXX – XX, де

1 - діаметр штока в мм

2 - діаметр циліндра в мм

3 - діаметр перерізу 0.1 мм

Є кілька основних відповідних типорозмірів:

017-020-19

016-020-25

015-020-30

014-020-36

Найбільш відповідним буде типорозмір 016-020-25, так як він є проміжною ланкою між тонким кільцем перерізом 19 і товстим кільцем 30. Перетин 36 має надлишковий діаметр перерізу і послабить поршень за рахунок глибокої та широкої канавки під нього.

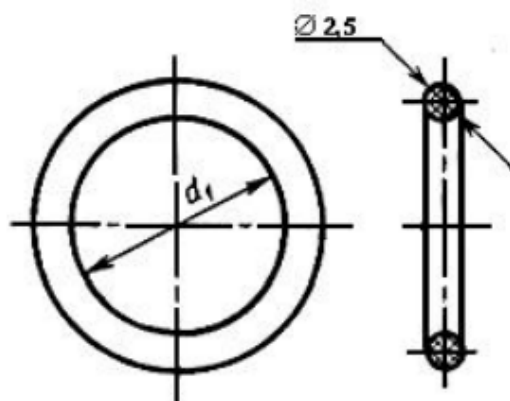


Рисунок 2.12 - креслення ущільнювального кільця

Таблиця 2.10 - Розміри кільця ущільнювача

Типорозмір	d1, мм	
	ном.	пред. откл.
016-020-25	15.6	-0.3

Посадкові місця під кільця з діаметром перерізу 25 мм.

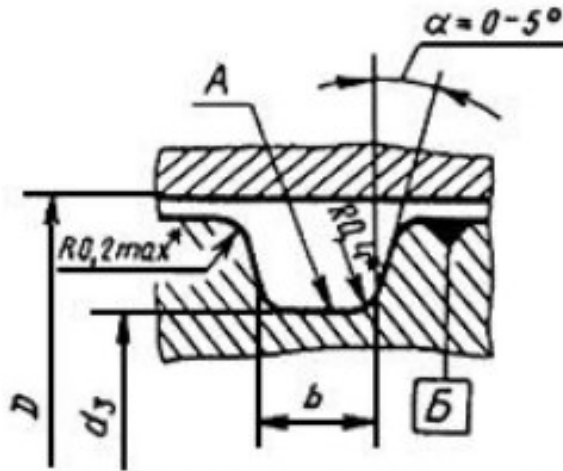


Рисунок 2.13 - Канавки ущільнювального кільця

Таблиця 2.11 - Розміри канавки під кільце ущільнювача

Типорозмір	d	D	Рухоме з'єднання			Нерухоме з'єднання			Радіальне биття поверхні А щодо поверхні Б
			d3	D1	b	d3	D1	b	
016-020-25	16	20	16	20	3.3	16.3	19.7	3.6	0,04

Ущільнення поршень-циліндр рухоме, тому дивимося на значення в колонці рухоме з'єднання.

Однак після серії тестів та експериментів було визначено, що при виготовленні канавки з внутрішнім діаметром 16 мм зовнішній діаметр ущільнення виходить 21 мм, так як $16 + 2.5 + 2.5$ мм.

Ущільнювальний натяг в даному випадку 0.5 мм на радіус, що є надмірним і викликає зайве тертя у вузлі поршень - циліндр, і тому є основна

пневматична манжета в ролі ущільнення, тому прийнято рішення знизити натяг з 0.5 до 0.4 на радіус.

При виготовленні плануються використовувати імпорتنі різці канавки зі змінними пластинками з маркуванням MGEHR.

MGEHR/L□□

Type	(Size)mm							Insert 	Screw 	Wrench 
	W	b	h	L	h1	f	Tmax			
MGEHR/L1616-2	2	16	16	100	16	16	16	MGMN200	M5×16	L3.0
MGEHR/L2020-2	2	20	20	125	20	20	16			L4.0
MGEHR/L1616-3	3	16	16	100	16	16	20	MGMN300 MGGN300 MRMN300	M5×16	L3.0
MGEHR/L2020-3	3	20	20	125	20	20	20			L4.0
MGEHR/L2525-3	3	25	25	150	25	25	20			
MGEHR/L3225-3	4	25	32	170	32	25	20			
MGEHR/L1616-4	4	16	16	100	16	16	20	MGMN400 MGGN400 MRMN400	M5×16	L3.0
MGEHR/L2020-4	4	20	20	125	20	20	20			L4.0
MGEHR/L2525-4	4	25	25	150	25	25	20			
MGEHR/L3232-4	4	32	32	170	32	25	20			
MGEHR/L2020-5	5	20	20	125	20	20	25	MGMN500 MGGN500 MRMN500	M5×16	L4.0
MGEHR/L2525-5	5	25	25	150	25	25	25		M6×18	L5.0
MGEHR/L3232-5	5	32	32	170	32	25	25			
MGEHR/L2525-6	6	25	25	150	25	25	25	MGMN600 MGGN600 MRMN600	M6×18	L5.0
MGEHR/L3232-6	6	32	32	170	32	25	25			

Рисунок 2.14 - Вибір інструменту для канавки кільця ущільнювача

Оскільки виходячи з таблиці можливих розмірів різців виробника ми бачимо, що доступні ширини ріжучої частини 2/3/4/5 мм, то в даному випадку найбільш оптимальним значення ширини канавки буде 3 мм.

Таким чином, розміри канавки ущільнення поршень-циліндра будуть:

$$d_3 = 15.7 - 15.9 \text{ мм}$$

$$b = 3 \text{ мм}$$

Також у поршні є ущільнення типу поршень-шток.

Існує ряд типорозмірів:

Таблиця 2.12 - Типорозміри ущільнювальних кілець

Внутрішній діаметр	Зовнішній діаметр	Переріз
004	008	25
005	009	25
006	010	25
007	011	25
008	012	25

При виборі серед даних типорозмірів оптимальним є 006-010-25, так як посадкова проточка на штоці під поршень буде кріпити його гайкою, і в даному випадку гайки М4 і М5 не володіють достатнім зусиллям кріплення.

Кріплення М7 нестандартне, а М8 займатиме багато місця, тоді як простір усередині камери обмежений.

Таблиця 2.13 - Розміри канавки під обране ущільнення

Типорозмір	d	D	Рухоме з'єднання			Нерухоме з'єднання			Радіальне биття поверхні А щодо поверхні Б
			d3	D1	b	d3	D1	b	
006-010-25	06	10	6	10	3.3	6.3	9.7	3.6	0,04

Ущільнення поршень-шток нерухоме, тому дивимося значення в колонці “нерухоме з'єднання”.

Виходячи з даних таблиці виходить, що діаметр штока під посадку ущільнення поршня повинен бути 6.3 мм, а внутрішній діаметр у відповідь в поршні 9.7 мм, і 3.6 мм по довжині під ущільнення.

Виходячи з усіх даних креслення поршня виходить таким

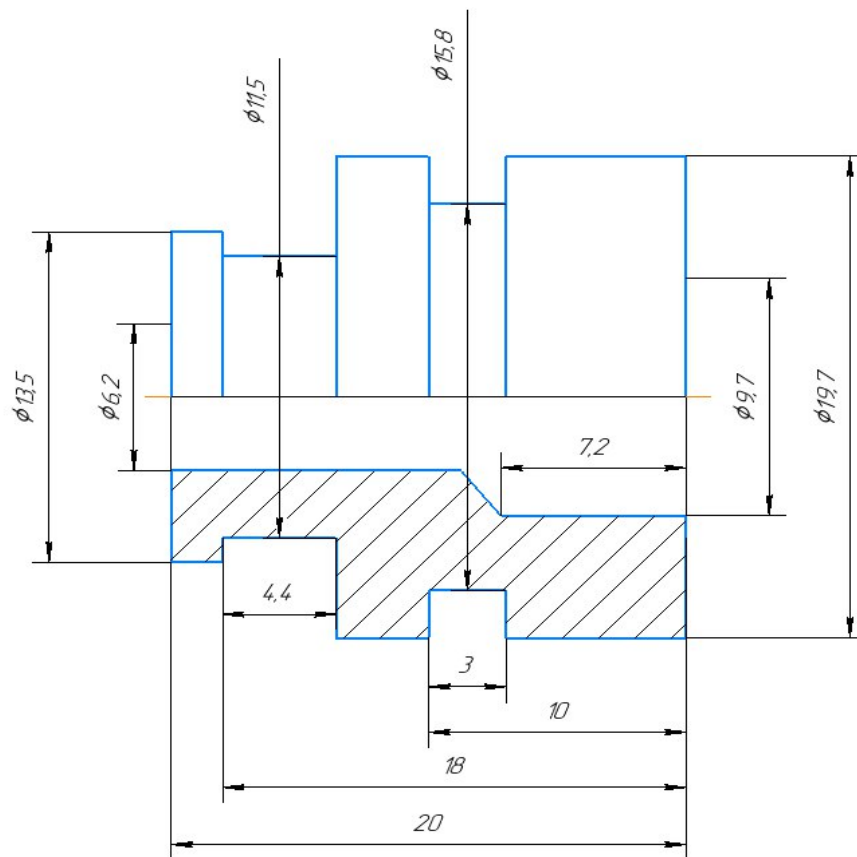


Рисунок 2.15 - креслення поршня

2.5 Шток

Шток відповідає за передачу вектора руху при стисканні та розтисканні вилки на поршень, наводячи таким чином вилку в русі.

Шток є одним із найпростіших елементів, тому що по суті є валом певної товщини і має ряд властивостей:

- матеріал;
- діаметр;
- довжина;
- проточка під кріплення поршня;
- кріплення для фіксації у короні.

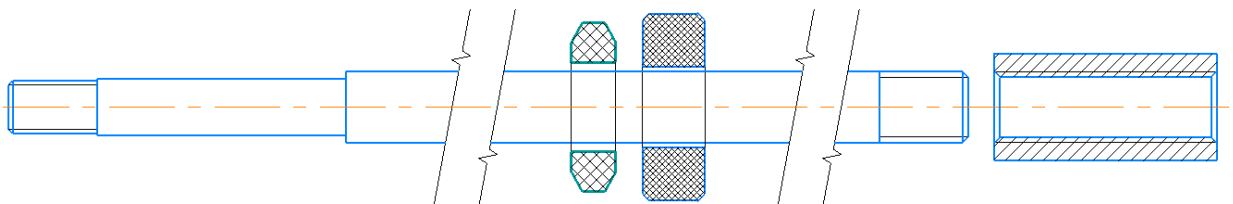


Рисунок 2.16 - Ескіз штока

У вилці дуже важливим фактором є вага, тому найкращим матеріалом у співвідношенні твердість/міцність/вага є алюміній.

На ринку існують 4 основні сплави:

- АД31 (6060);
- В95 (7075);
- Д16 (2024);
- АМГ/АМЦ.

Сплави серії АМг/АМц ставляться більше до ливарних сплавів і погано підходять до механічної обробки через свої пластичні властивості та надмірне налипання на інструмент під час обробки.

Сплави серії АД31 мають середні показники при механічній обробці на токарних верстатах, але відмінно підходять для подальшої гальванічної обробки.

Сплави серії Д16 мають відмінні показники при механічній обробці, але можуть викликати труднощі при подальшому анодуванні.

Авіаційні алюміній серії В95 мають хороші показники при механічній обробці і при гальванічній обробці, проте їх основний недолік це ціна і дефіцит необхідних розмірів заготовок на ринку.

Виходячи з цієї інформації оптимальними є 2 сплави - АД31 і Д16.

Так як внутрішній діаметр повітряної камери невеликий - всього 20 мм, то чим менший діаметр штока, тим більше місця залишається для інших компонентів.

На ринку доступні дані діаметри прутка - $\varnothing 6$ мм, $\varnothing 8$ мм, $\varnothing 10$ мм тощо.

Діаметр 6 мм має надмірно низьку поперечну жорсткість.

Діаметр 10 мм має достатню, навіть надмірну жорсткість.

Діаметр 8 мм має оптимальні показники поздовжньої та поперечної жорсткості і при цьому займає мінімальний простір усередині камери.

На шток з одного боку кріпиться поршень і негативна пружина, а з іншого - різьбова втулка, через яку шток притягується до верхньої заглушки вилки в короні.

Розрахунок довжини та діаметра проточки під кріплення поршня.

Поршень має довжину 20 мм.

Довжина кріплення негативної пружини 9 мм.

Довжина гайки 6мм.

Між гайкою та поршнем шайба шириною 1 мм.

Таким чином, мінімальна довжина під проточку 36 мм, але рекомендується залишати пару мм виступу від гайки, тому довжина проточки 38 мм.

При розрахунку розмірів статичного ущільнення шток-поршень було визначено, що діаметр під ущільнення $\varnothing 6.3$ мм.

З зворотного боку для зручності розбирання, техобслуговування та складання виробу в ролі кріплення будуть використовуватися болти м8, і для можливості використання їх на штоку $\varnothing 8$ мм необхідно використовувати різьбовий перехідник з внутрішнім різьбленням, який з одного боку накручуватиме на шток, а з іншого буде різьбленням для болта м8.

Достатньо 10 мм різьблення на штоку для надійного кріплення, і 15 мм запасу під болт. Таким чином, довжина виходить 25 мм.

Також необхідний будь-який упор, щоб складальний вузол поршень - пружина - шток не вискочив з ноги. В ролі матеріалу використовуватимемо також фторопласт 4. Внутрішній діаметр не має значного впливу, тому можемо розробляти під $\varnothing 9$ мм та довжиною 7 мм. Зовнішній діаметр дорівнює діаметру проточки всередині ноги під стопорне кільце $\varnothing 21$ мм міну 0.4 мм на діаметр.

Однак в даній конструкції можливий звук від дотику негативної пружини і упору, тому для його усунення необхідно використовувати гумовий відбійник з внутрішнім розміром трохи більше діаметра штока, і зовнішнім діаметром менше внутрішнього діаметра трубки, і під дані розміри ідеально підходить гумове кільце МУВП к1 з розмірами $\varnothing 10$ мм - $\varnothing 19$ мм - 5 мм.

Крім механічної обробки також необхідно піддати шток гальванічній обробці, тому алюміній схильний до утворення нальоту при терті з іншими матеріалами, а також щоб підвищити його поверхневу твердість від будь-яких подряпин, задир.

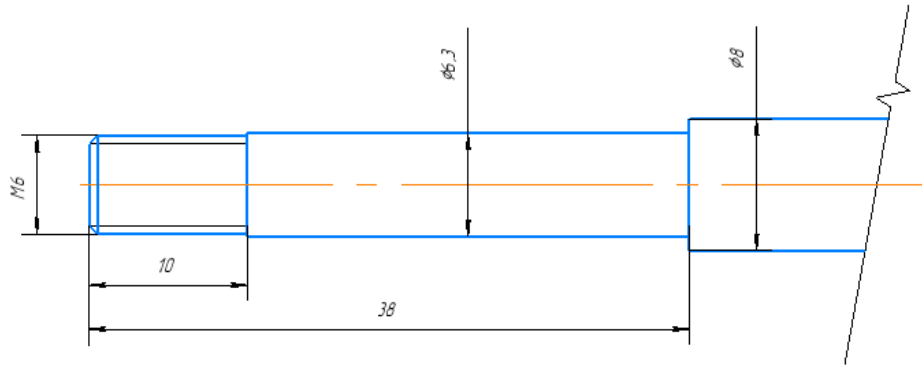


Рисунок 2.17 - Креслення лівого краю штока

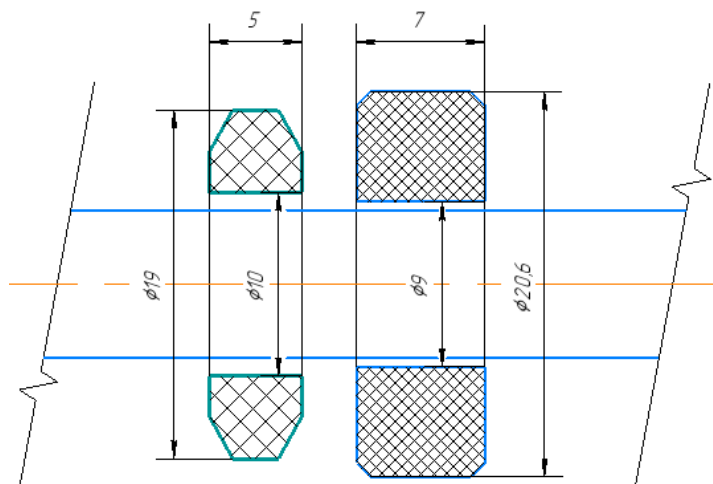


Рисунок 2.18 - Креслення прямої штока

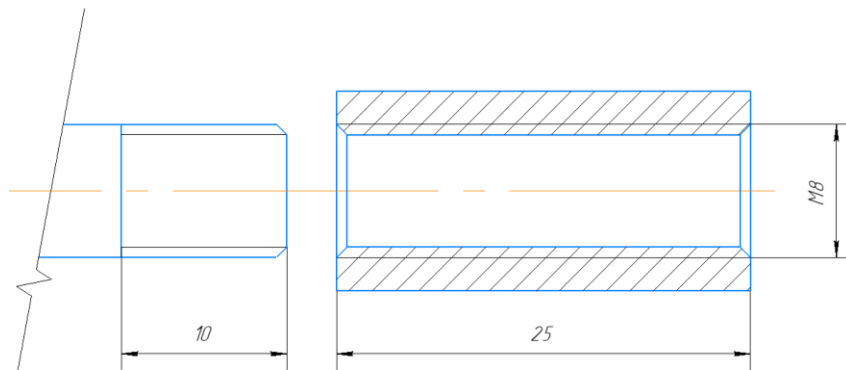


Рисунок 2.19 - Креслення правого краю штока

2.6 Демпфер

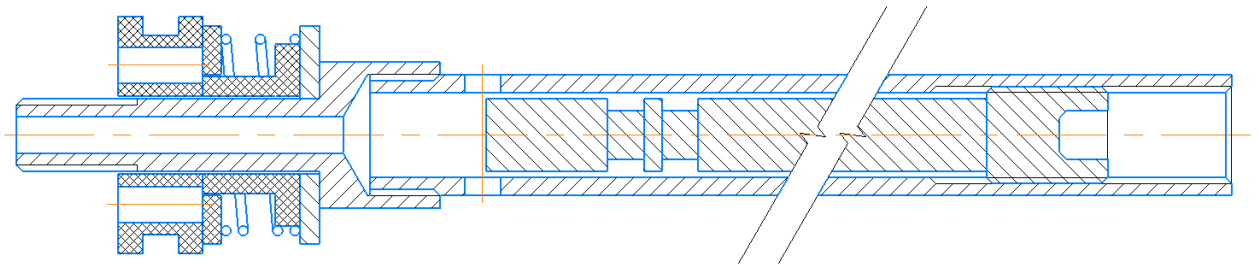


Рисунок 2.20 - Ескіз демпфера

Демпфер у велосипеді використовується для амортизації ударів та вібрації, які виникають при їзді нерівною місцевістю або при попаданні в велосипед колесом у ями, каміння та інші перешкоди на дорозі. Він виконує кілька важливих функцій:

1. поліпшення комфорту: демпфер поглинає удари та вібрації, що робить їзду велосипедом комфортнішим. Це особливо важливо при довгих поїздках або їзді нерівними дорогами;

2. поліпшення зчеплення: демпфер допомагає велосипеду покращити зчеплення з дорогою, оскільки зменшує вертикальні сили, що передаються на колеса при проходженні нерівностей. Це підвищує стійкість та безпеку їзди.

Ключовим параметром демпфера велосипеда є його налаштування чи регулювання. Демпфери зазвичай мають кілька налаштувань, що дозволяють користувачеві підлаштувати їхню роботу під свої індивідуальні уподобання та умови їзди. Ці параметри можуть включати:

- жорсткість: цей параметр дозволяє встановити початкову напругу або силу, необхідну для стиснення демпфера. Це впливає на чутливість демпфера до нерівностей дороги або повного блокування вилки;

- швидкість стиснення: цей параметр регулює, наскільки швидко демпфер стискається при проходженні нерівностей. Можна встановити, наскільки

швидко демпфер реагує на удари, що впливає на комфорт та зчеплення велосипеда;

- швидкість відскоку: цей параметр визначає швидкість, з якою демпфер повертається у вихідне положення після стиснення. Регулювання швидкості відскоку важливе для управління стабільністю велосипеда та запобігання "перескоку" при їзді нерівною місцевістю.

Також швидкість стиснення поділяється на низькошвидкісну компресію і високошвидкісну компресію - це дві різні налаштування демпфера, які контролюють, як швидко демпфер стискується у відповідь на різні типи впливів.

- низькошвидкісна компресія (Low-Speed Compression): цей параметр керує швидкістю стиснення демпфера у відповідь на повільні та рівномірні сили, такі як стиснення демпфера при плавній їзді асфальтом або при їзді рівними ділянками. Регулювання низькошвидкісної компресії може допомогти вам покращити комфорт при їзді та зчеплення велосипеда з дорогою в цих умовах;

- високошвидкісна компресія (High-Speed Compression): цей параметр керує швидкістю стиснення демпфера у відповідь на швидкі та інтенсивні сили, такі як удари та нерівності на дорозі, наприклад, при проходженні корінного каміння або стрибках з велосипедом. Регулювання високошвидкісної компресії дозволяє амортизатору краще справлятися з такими впливами та запобігати "пробиванню" або втраті зчеплення колеса з дорогою внаслідок сильних ударів.

Демпфер складається з кількох ключових вузлів та компонентів, які спільно забезпечують його функціонування. Основні вузли демпфера включають:

- поршень : поршень у демпфері переміщається всередині циліндра та регулює потік олії всередині;

- олія: олія служить для мастила та амортизації руху поршня всередині циліндра. Тип та характеристики олії можуть різнитися у різних демпферах;

- клапани: клапани в демпфері контролюють потік олії через поршень та циліндр. У цій конструкції вони регулюють як низькошвидкісний відскок;
- регулювальні елементи: демпфери часто мають регулювальні елементи, такі як ручки або регулювальні гвинти, за допомогою яких можна налаштовувати низькошвидкісну та високошвидкісну компресію та декомпресію, а також інші параметри роботи амортизатора;
- шток: шток разом з поршнем рухається всередині циліндра, і цей рух контролюється внутрішніми механізмами та вентилями демпфера, щоб забезпечити амортизацію та регулювання швидкості стиснення та розширення.

2.7 Поршень демпфера

Поршень має важливе значення для роботи демпфера, оскільки контролює потік олії всередині, що в свою чергу впливає на амортизацію ударів та вібрацій.

На поршні є спеціальні отвори для протоки олії, а також шайба та пружина.

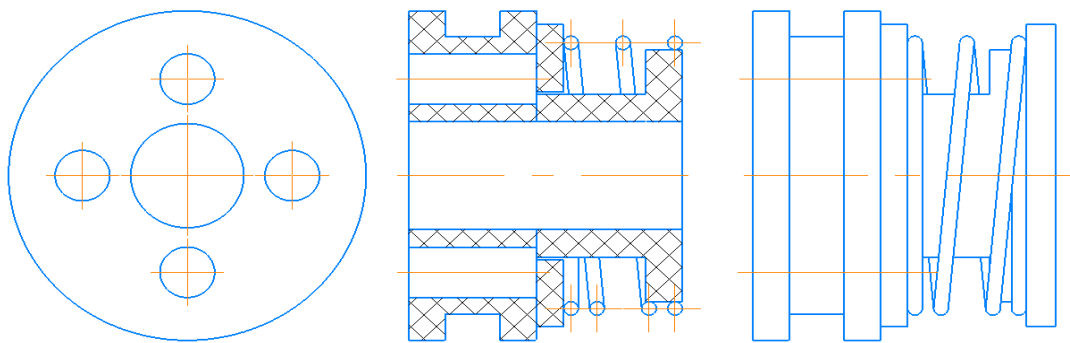


Рисунок 2.21 - ескіз поршня демпфера

Послідовність роботи клапана наступна:

- у напрямку, де клапан повинен бути відкритий, тиск рідини перевищує силу пружини, і відкривається шайба, дозволяючи рідині вільно пройти через клапан;
- у напрямку, де клапан повинен бути закритий, шайба блокується, упираючись у поршень і тим самим закриваючи клапан і запобігаючи зворотному потоку рідини цими каналами.

Цей механізм дозволяє створити односторонній клапан, який регулює потік рідини в одному напрямку, забезпечуючи контроль та безпеку у системі.

Вимоги до поршня:

- поршень повинен бути встановлений на кріплення вільної посадки з невеликими зазором, і зафіксований зверху гайкою М6;
- лінійні розміри повинні бути мінімально доступні, проте із збереженням товщини стінки в 2 мм по обидва боки від ущільнення;
- зазор між внутрішньою стінкою циліндра та зовнішнім діаметром поршня 0.3 мм на діаметр;
- на поршні є канавка під кільце ущільнювача перерізом $\varnothing 2$ мм;
- 4 отвори $\varnothing 3$ мм з торця повинні бути присутніми для достатньої пропускної спроможності перетікання олії;
- у ролі матеріалу оптимальне використання фторопласту 4 через його прекрасні антифрикційні властивості.

Відповідно до вище перерахованих вимог креслення поршня виглядає наступним чином (рис. 2.22).

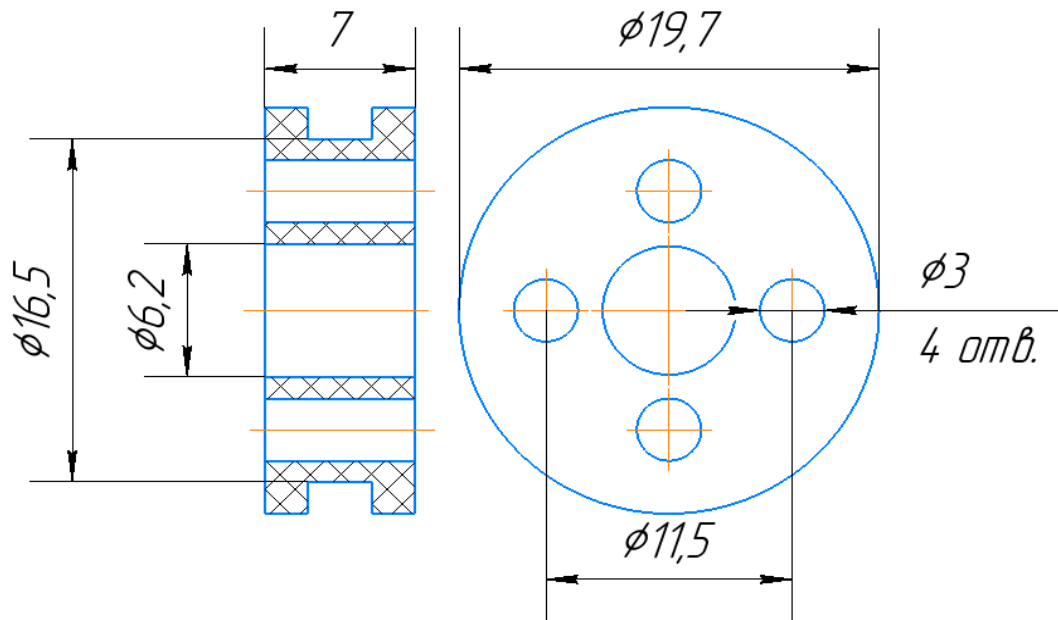


Рисунок 2.22 - Креслення поршня демпфера

2.8 Шток демпфера

Шток є частиною амортизатора, яка з'єднується з поршнем і переміщається всередині циліндра для керування потоком олії та амортизації ударів та вібрацій при їзді на велосипеді.

На штоку є перепускний отвір, призначений для регулювання швидкості перетікання масла при зворотному ході поршня.

Усередині поршня знаходиться регулювальна голка, яка переміщаючись по різьбленні, відкриває і перекриває перепускний отвір на штоку.

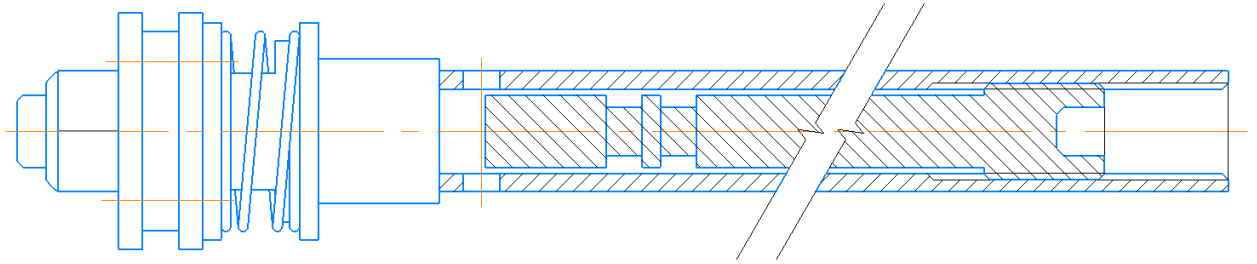


Рисунок 2.23 - Ескіз штока демпфера

Вимоги до штоку:

- шток повинен бути виконаний з алюмінієвої трубки і мати внутрішній діаметр більше ніж 6 мм, для подальшої установки регулювальної голки, а зовнішній діаметр повинен бути $\varnothing 10$ мм, і для цих цілей ідеально підходить трубка з розмірами $\varnothing 10 - \varnothing 7$ з товщиною стінки 1.5 мм;
- з одного боку присутня різьблення м8 під регулювання голки та кріпильний гвинт, довжиною 30 мм;
- на звороті повинні бути різьби м10х1 під кріплення поршня, довжиною 5 мм;
- отвір $\varnothing 3$ мм повинен бути просвердлений на відстані 10 мм від краю штока з різьбленням м10х1;
- поверхня штока повинна бути покрита оксидною плівкою для підвищеної поверхневої твердості і стійкості на стирання.

Відповідно до вище перерахованих вимог креслення поршня виглядає наступним чином (рис. 2.24).

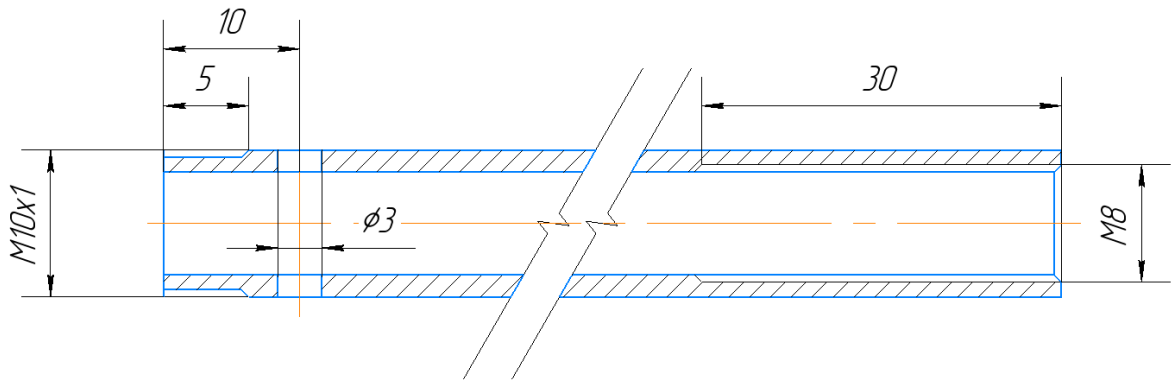


Рисунок 2.24 - Креслення штока демпфера

2.9 Кріплення поршня до штока

Між штоком і поршнем є адаптер, що з'єднує поршень із клапаном та шток із регулювальною голкою.

Адаптер складається з таких конструкційних особливостей:

1. зовнішнє різьблення М6 для кріплення гайки: дане різьблення служить для кріплення гайки, яке фіксує поршень до упору $\varnothing 12$ мм;
2. внутрішнє різьблення М10х1 для закручування на шток: це внутрішнє різьблення призначене для з'єднання адаптера зі штоком демпфера;
3. отвори діаметром $\varnothing 3$ мм для протоки олії: ці отвори служать для протоки олії всередині амортизатора. Протікання масла через отвори є частиною системи демпфування, дозволяючи регулювати характеристики амортизатора.

Відповідно до вище перерахованих вимог креслення адаптера має наступний вигляд (рис. 2.25).

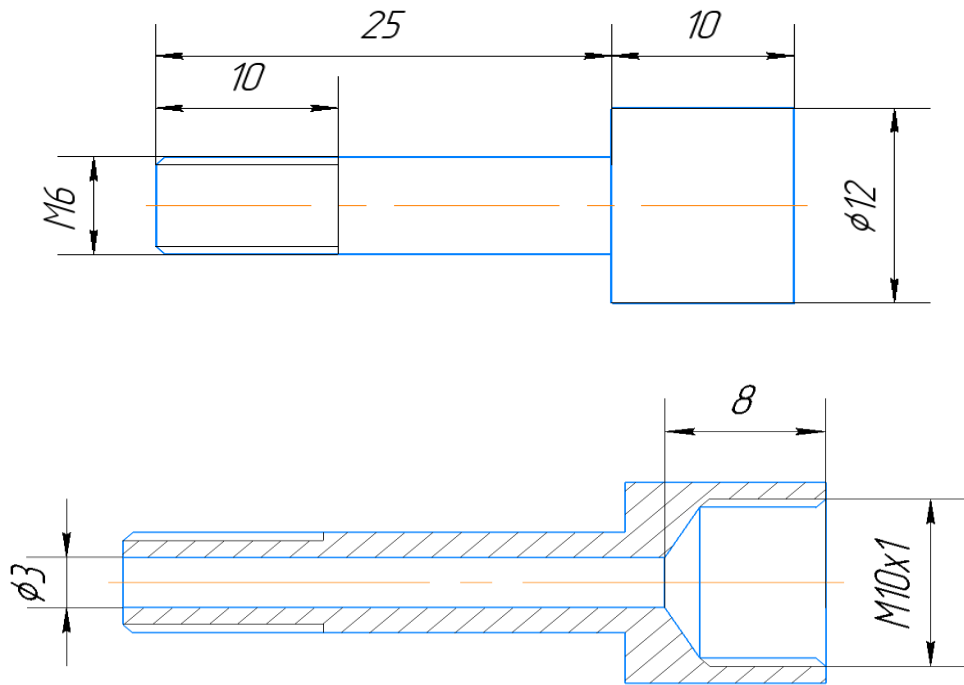


Рисунок 2.25 - Креслення кріплення поршня до штока

2.10 Ігла демпфера

Регулювальна голка всередині штока амортизатора служить для налаштування характеристик амортизації, а саме контролю швидкості відскоку (розширення) амортизатора після стиснення.

Його зовнішній діаметр повинен бути лише трохи менше внутрішнього діаметру штока, щоб щільніше перекривати перетікання масла в крайньому положенні. Оптимальний зазор 0,05 мм на діаметр.

На самій голці присутні 2 канавки під кільця ущільнювача 004-007-19, з внутрішнім діаметром $\varnothing 4$ мм, і шириною канавки 2.5 мм.

На звороті є різьблення м8, довжиною 10 мм, і внутрішній шестигранник на 4, для переміщення голки всередині штока.

Відповідно до вище перерахованих вимог креслення адаптера має наступний вигляд (рис.2.26).

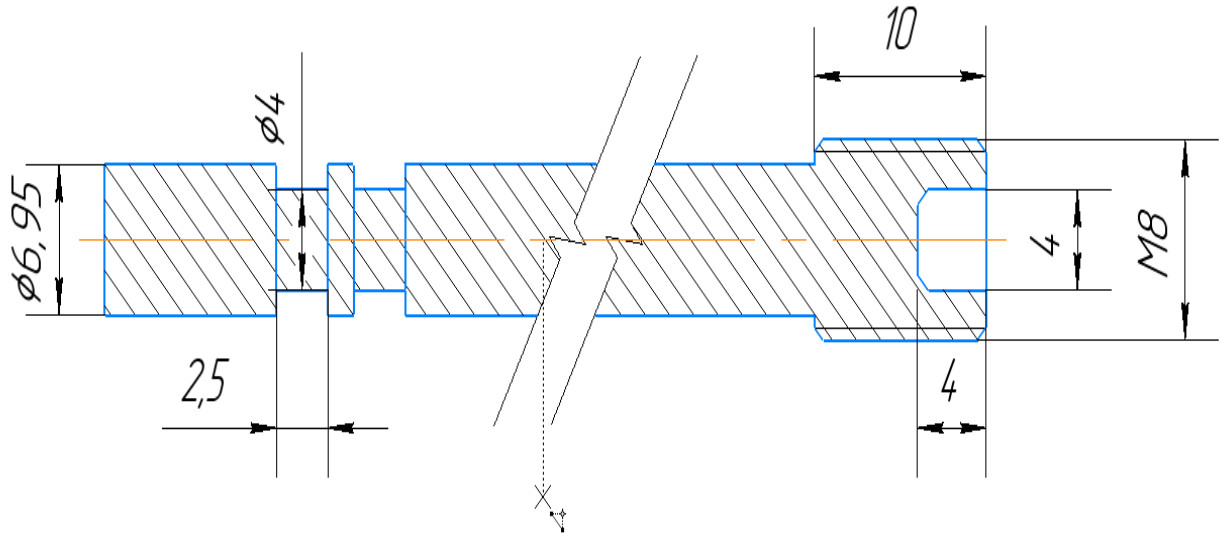


Рисунок 2.26 - Креслення голки демпфера

2.11 Принцип роботи демпфера

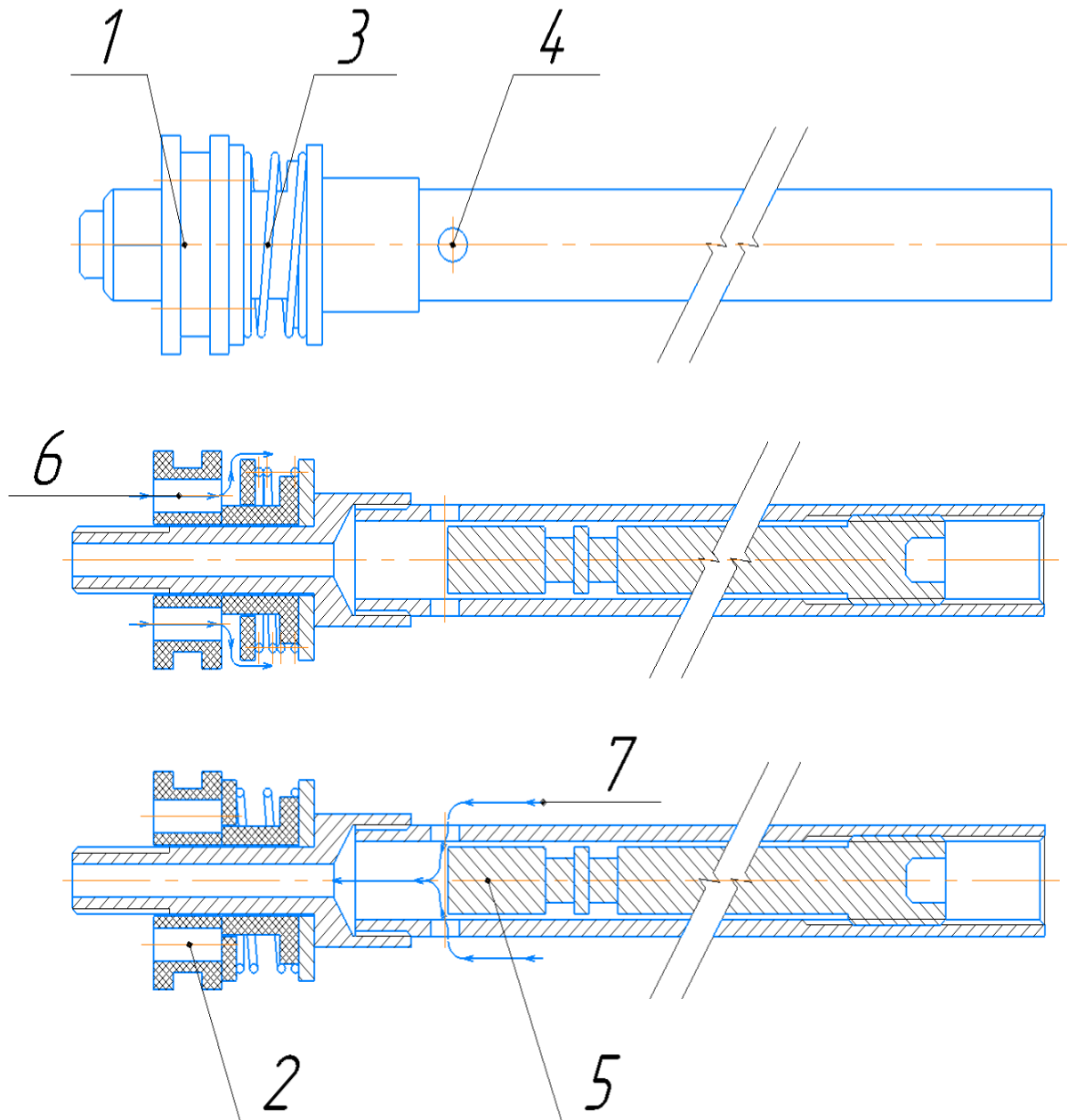


Рисунок 2.27 - ескіз принципу роботи демпфера

1. Поршень: поршень є частиною, що рухається, яка переміщується всередині циліндра. Він має отвори (канали), через які проходить олія при стисканні вилки;

2. клапани з однією дією: у цьому випадку, у нас є чотири клапани з однією дією на поршні. ці клапани є отворами, через які масло може вільно проходити в одному напрямку (коли вилка стискається), але блокують потік масла в зворотному напрямку (при зворотному ході вилки);

3. шайба та пружинка: шайба та пружинка застосовуються, щоб забезпечити односторонню роботу клапанів. Коли вилка стискається, масло долає опір пружини і піднімає шайбу, дозволяючи маслу проходити через отвори поршні. У зворотному русі, коли олія намагається повернутися в інший бік, шайба закривається під тиском пружини, блокуючи потік олії;

4. перепускний отвір на штоку: перепускний отвір на штоку служить для регулювання швидкості протікання масла при розтисканні вилки. Воно дозволяє олії повертатися в циліндр із певною швидкістю після стиснення вилки;

5. голка: голка є регульовальним елементом, який дозволяє налаштовувати розмір отвору або каналу перепуску на штоку. Шляхом обертання голки всередині штока можна збільшувати або зменшувати розмір отвору, що впливає швидкість відскоку вилки. Голка надає можливість користувачам налаштовувати амортизатор відповідно до їх уподобань та умов катання;

6. вільний потік олії при стисканні вилки;

7. зворотній регульований хід олії при розтисканні вилки.

Як результат, ця конструкція забезпечує односторонню дію демпфера, який контролює амортизацію при стиску вилки, а також регулює швидкість відскоку при розширенні вилки. Перепускний отвір на штоку дозволяє налаштовувати характеристики відскоку відповідно до ваших уподобань та умов їзди.

2.12 Ноги вилки

Ноги - рухливий елемент вилки, який передає вектор навантаження від колеса іншим вузлам вилки. Ноги відповідають за те, наскільки плавно працюватиме вилка. Основні вимоги до них:

- паралельність;
- циліндричність;
- низька шорсткість;
- анодована поверхня.

Вузол нога складається з наступних конструкційних особливостей:

1. зовнішній діаметр $\varnothing 25\text{мм}$;
2. внутрішній діаметр $\varnothing 20\text{мм}$;
3. розточування $\varnothing 21\text{мм}$ під установку напрямних повітряної пружини та демпфера;
4. паз $\varnothing 22\text{мм}$ для встановлення стопорного кільця;
5. різьблення M21.5x1.5 для фіксації нижньої заглушки;
6. розточування $\varnothing 22\text{мм}$ під посадку кільця ущільнювача з боку нижньої заглушки.

Відповідно до ДСТУ щодо підбору розмірів внутрішніх стопорних кілець на діаметр $\varnothing 21\text{мм}$ маємо такі розміри:

Таблиця 2.14 - Розміри стопорного кільця

d1	s	d4	a max	b	d2	m	n	d5 min
21	1	22,5	4,2	2,4	22	1,1	1,5	2

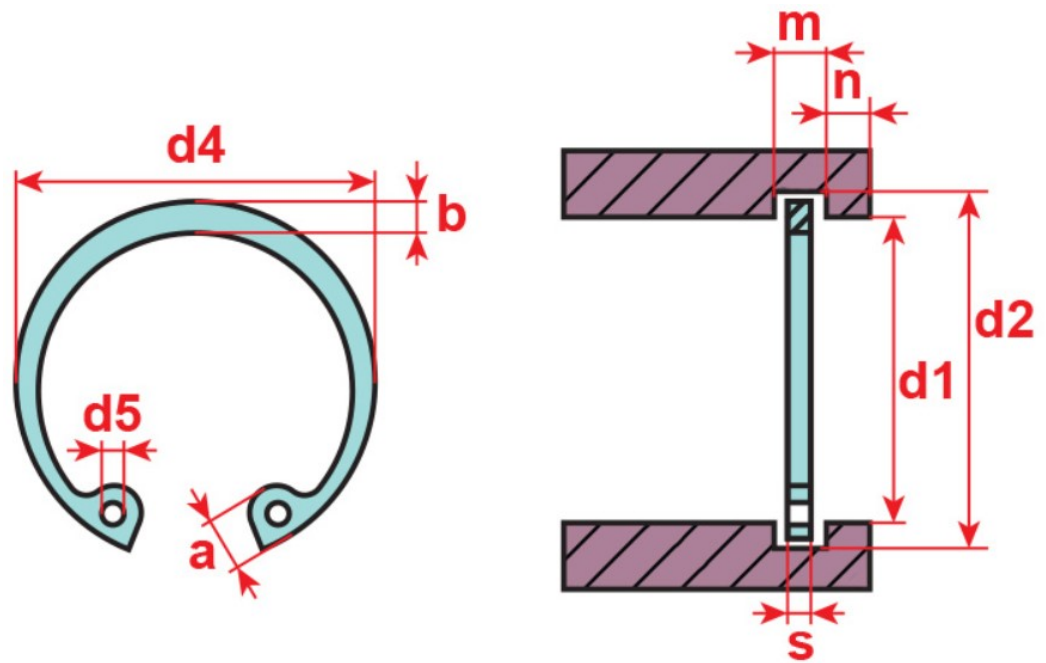


Рисунок 2.28 - Креслення стопорного кільця

Відповідно до вище перерахованих вимог креслення ноги має наступний вигляд (рис. 2.29):

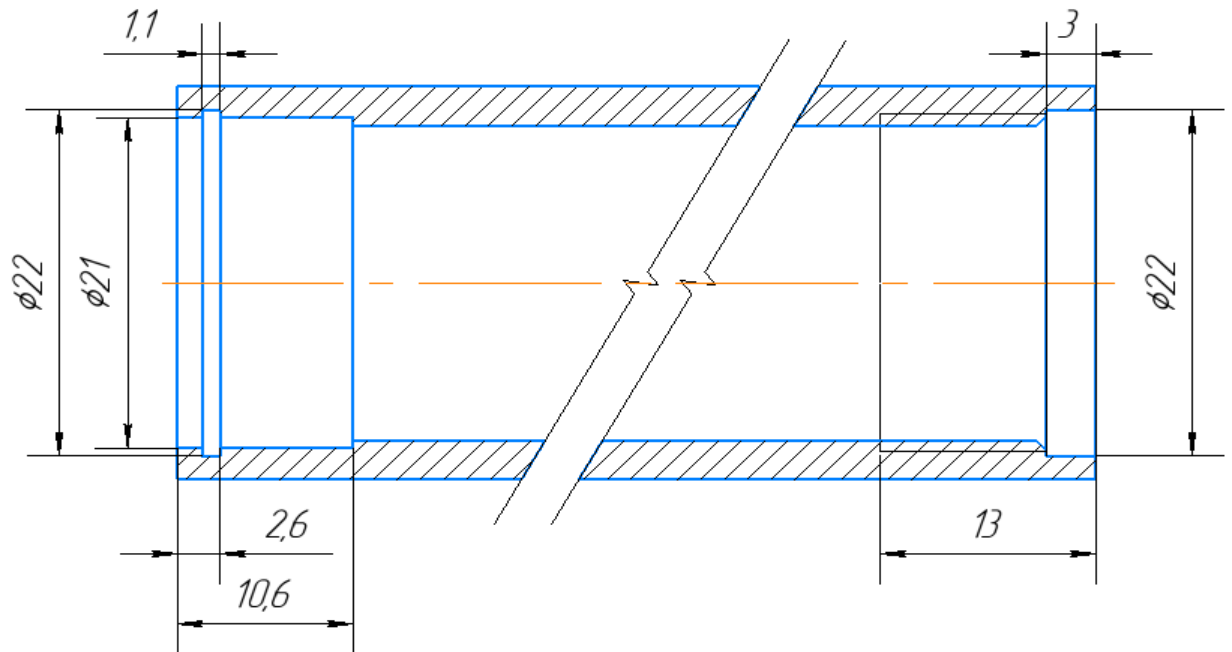


Рисунок 2.29 - Креслення ноги вилки

2.13 Вузол штани вилки

Вузол штани – це великий нерухомий елемент вилки, який є зовнішнім захисним корпусом. Штани відповідають за те, наскільки жорстка та міцна буде вилка. Основні вимоги до них:

- паралельність;
- циліндричність;
- анодована поверхня.

Вузол штани складається з наступних конструкційних особливостей:

1. зовнішній діаметр $\varnothing 32\text{мм}$;
2. внутрішній діаметр $\varnothing 28\text{мм}$;
3. внутрішнє різьблення $M30 \times 1.5$ під кріплення верхньої заглушки;
4. зовнішнє різьблення $M32 \times 1.5$ для кріплення корпусу манжети.

Відповідно до вище перерахованих вимог креслення штанів має наступний вигляд (рис.2.30):

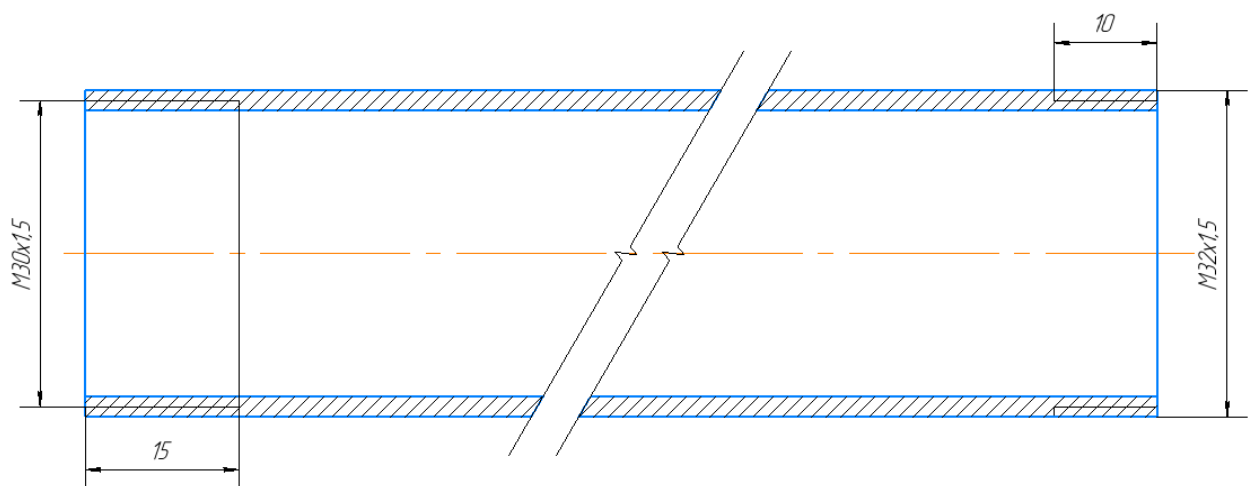


Рисунок 2.30 - Креслення штанів вилки

Також, вузол штани включає деталь "корпус манжети", призначеної для запобігання попаданню бруду всередину вилки і деталь "верхня заглушка".

Корпус манжети складається з таких конструкційних особливостей:

1. зовнішній діаметр $\varnothing 38\text{мм}$;
2. внутрішній діаметр $\varnothing 30.5\text{мм}$;
3. внутрішнє різьблення M32x1.5 для фіксації на штанах вилки;
4. внутрішнє розточування $\varnothing 35$ на глибину 10 мм для встановлення манжети.

Відповідно до вище перерахованих вимог креслення корпусу манжети має наступний вигляд (рис.2.31):

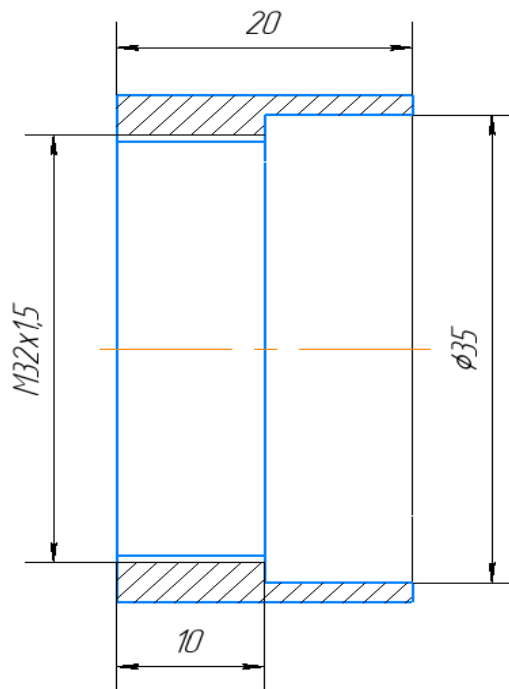


Рисунок 2.31 - Креслення корпусу манжети

Верхня заглушка складається з наступних конструкційних особливостей:

1. зовнішній шестигранник на 24 мм висотою 4 мм;
2. зовнішній діаметр пояса 32 мм, довжиною 2 мм;
3. різьблення M30x1.5;

2.14 Дропаут

Дропаут - це нижня частина вилки, в яку кріпиться вісь колеса та гальмівний адаптер з гальмом.

Дропаут має основний отвір $\varnothing 25$ мм, в який встановлюється нога вилки та стягується двома різьбленнями М6 з торця.

З передньої частини є отвір $\varnothing 15$ мм, який встановлюється вісь, і перпендикулярно цьому отвору є 2 різьби М6 для стягуючого затиску.

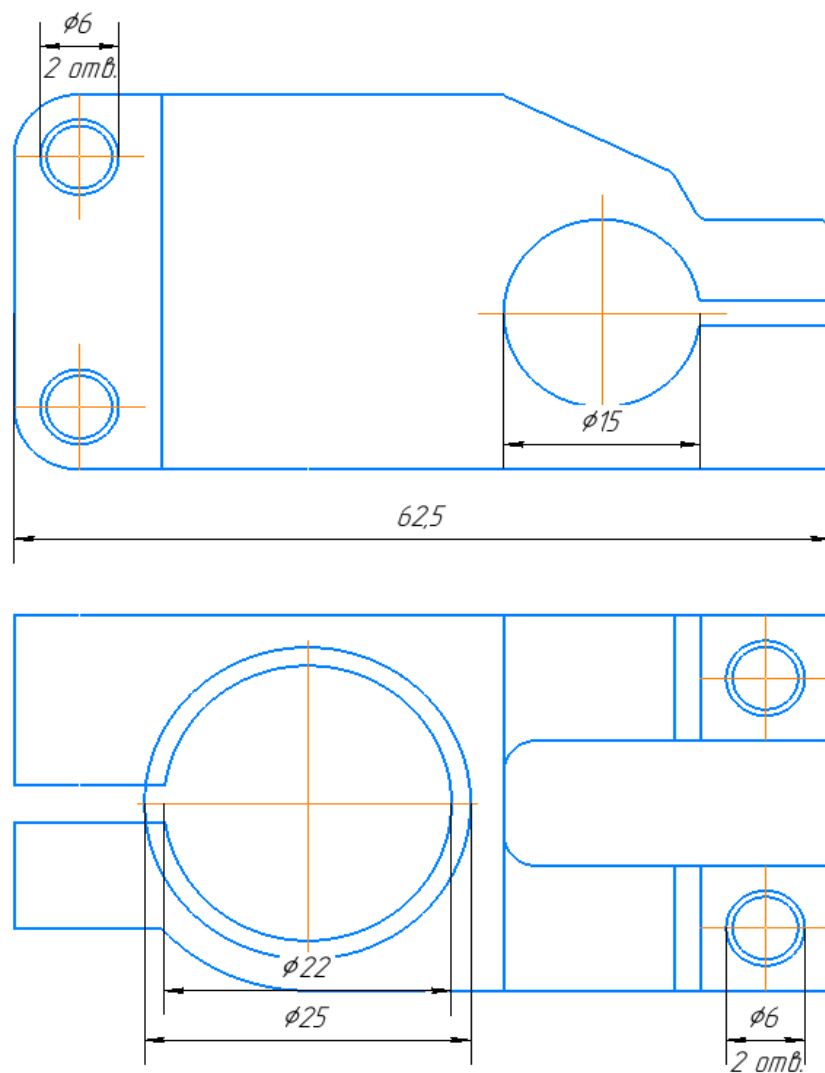


Рисунок 2.34 - Креслення дропаутів

2.15 Корона и шток вилки

Корона - це вузол вилки, що з'єднує ліву і праву частину вилки воедино, і передає управління рухом вилкою через шток на кермо велосипеда.

Корона складається з таких конструкційних особливостей:

1. два основні отвори $\varnothing 32$ мм для запресування штанів вилки;
2. два упорні пояски $\varnothing 30$ мм;
3. відстань між основними отворами 130 мм;
4. отвір $\varnothing 30$ мм по центру корони для запресування штока.

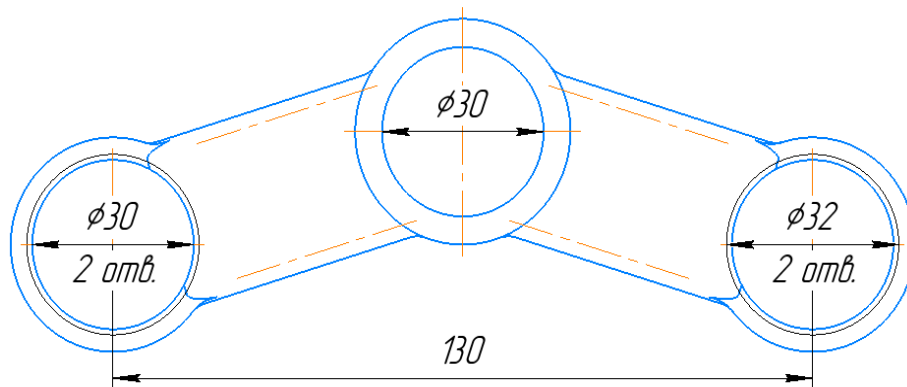


Рисунок 2.35 - креслення корони вилки

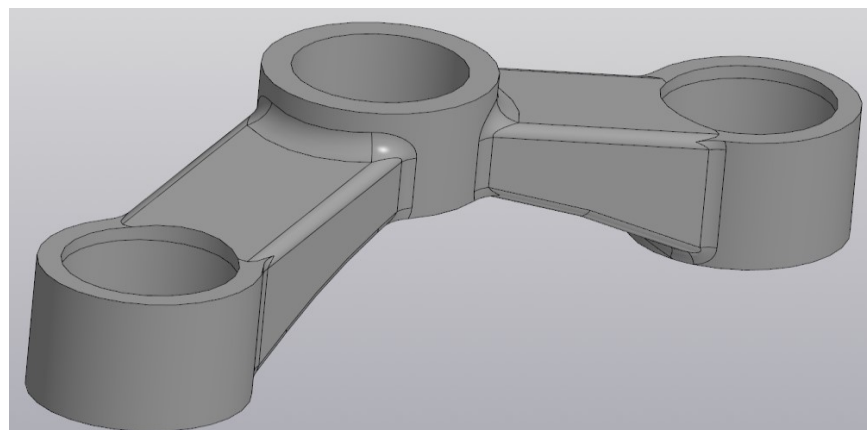


Рисунок 2.36 – 3D модель корони вилки

Шток є елементом вилки, який передає обертання від керма до вилки, і тим самим визначає напрямки руху всього велосипеда.

Шток складається з наступних конструкційних особливостей:

1. основний зовнішній діаметр стандарту 1.125" - $\varnothing 28.6$ мм під кріплення керма;
2. діаметр $\varnothing 30$ мм під запресування в корону;
3. завзятий поясок $\varnothing 35$ мм;
4. внутрішній наскрізний діаметр $\varnothing 24$ мм;
5. загальна довжина штока 288 мм.

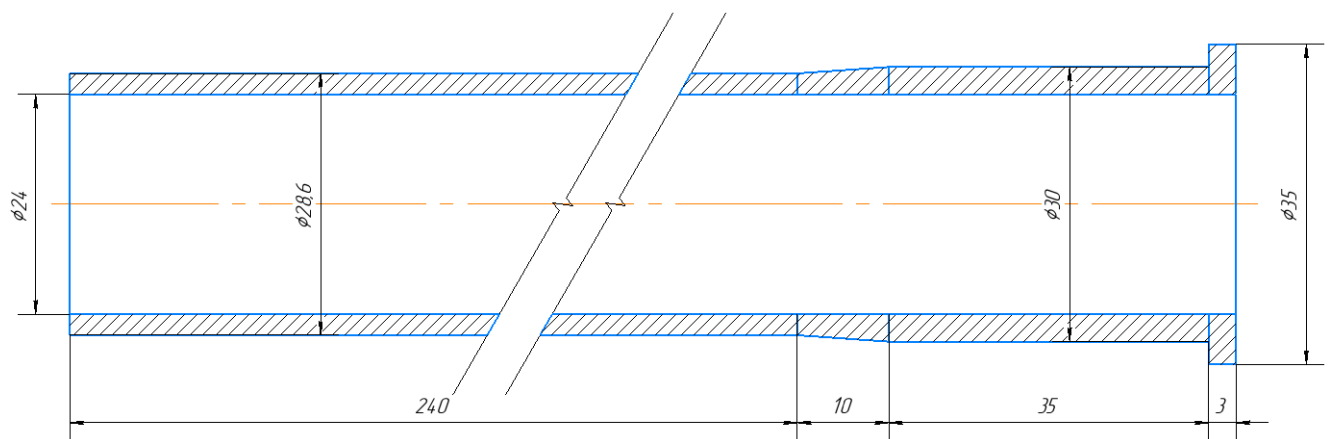


Рисунок 2.37 - Креслення штока вилки

3 ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТА - ГАЛЬМІВНИЙ АДАПТЕР

Гальмівний адаптер призначений для фіксації гальма до кріплення колеса.

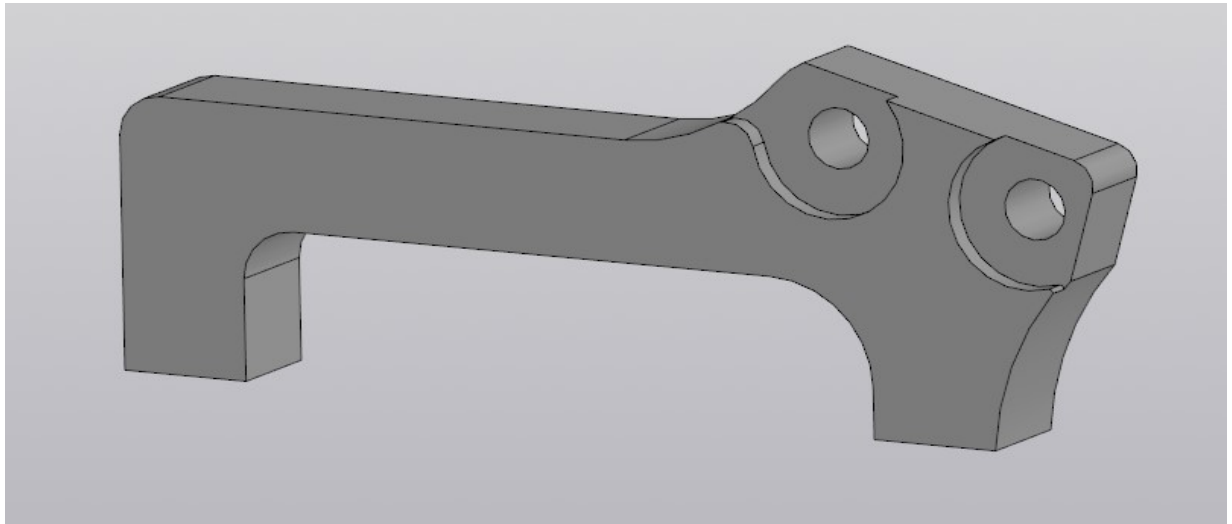


Рисунок 3.1 - 3д модель гальмівного адаптера

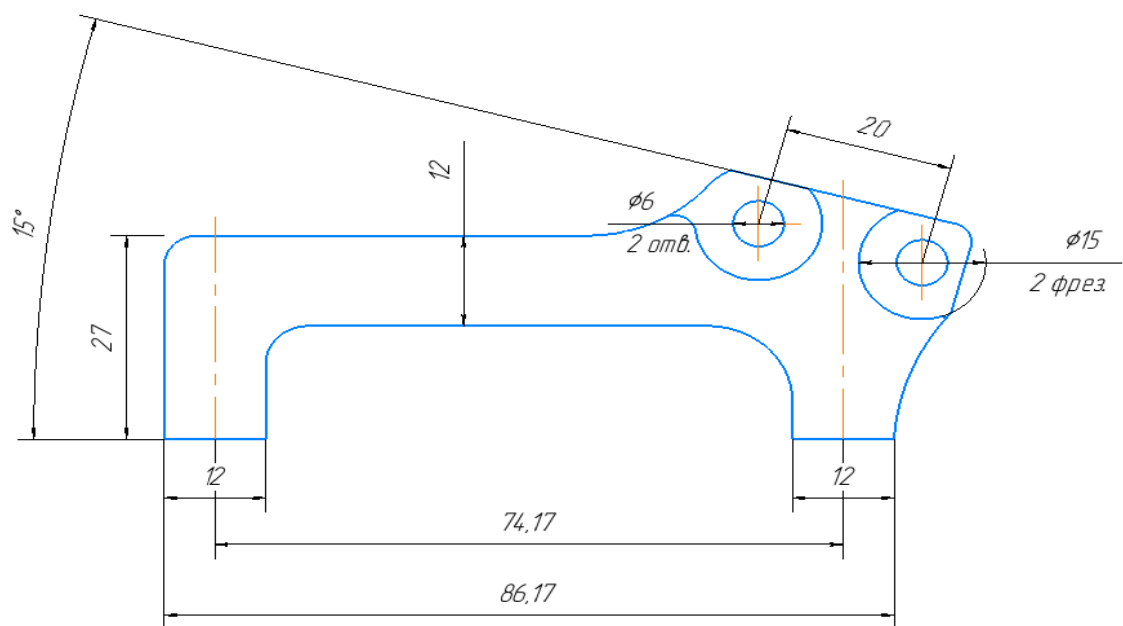


Рисунок 3.2 - креслення гальмівного адаптера

Деталь має 2 отвори $\varnothing 6$ на відстані 20 мм один від одного — під кріпильні гвинти М6 для притягування до кріплення колеса.

А також 2 різьблення М6 з торця деталі для безпосереднього кріплення гідравлічного гальма під ротор 160 мм.

Деталь проектувалася з урахуванням відповідності даним геометричним розмірам:

Таблиця 3.1 - вхідні параметри під час проектування гальмівного адаптера

Найменування	Значення, мм
Радіус від осі колеса до найближчого різьблення М6	65.19
Радіус від осі колеса до дальнього різьблення М6	107.68
Зміщення осі найближчого різьблення від осі колеса	12.43
Відстань між двома кріпленнями	74.17

Деталь відчуває одні й найбільші навантаження під час експлуатації, а також є критично важливою, тому матеріал повинен мати достатню твердість і міцність.

Оптимальним матеріалом для даної деталі можна віднести алюмінієві сплави серії 2024 або 7075, аналоги д16т і в95т.

Внаслідок того, що деталь має високі вимоги до точності, найкращим варіантом для її виготовлення буде фрезерний верстат з ЧПУ.

У ході даної дипломної роботи було виготовлено пробну деталь для вивчення особливостей фрезерування на верстатах з ЧПУ та розуміння фіксації заготовки до столу. Надалі деталь оброблятиметься партіями у спеціалізованих майстернях для подальшої установки на вилку.

Проектування моделі здійснювалось у програмі SolidWorks.

Написання керуючої програми у Carvesco.

Фрезерування на верстаті Woodpecker серії CP1208.

У ролі матеріалу для опрацювання фрезерування навчальної деталі використовувався поліамід-6 (капролон).

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики гравірувально-фрезерного верстата Woodpecker серії Camaro CP1208

Найменування	Розміри
Шпіндель	2200W
Швидкість шпинделя	24000 об/хв
Точність повторюваності	$\pm 0,02$ мм
Робоче поле	1200x800 мм
Висота по Z	110 мм
Максимальна швидкість переміщень	7.2 м/хв
Зовнішні розміри	1790x1670x1400 мм
Вага	380 кг

Також до особливостей можна віднести такі додаькові особливості (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - додаткові особливості верстата

наявність USB 2.0, робота з флеш-носієм, Ethernet;
управління мінікомп'ютером, що базується на DSC процесорі 931;
приймає керуючі програми у G-кодах;
підтримка обробки кривих другого порядку;

Кінець таблиці 3.3

початок обробки макету з будь-якої позиції у файлі;
пам'ять старт/стоп позиції;
надійна механічна конструкція ШВП виробництва Німеччини, відсутність ремінних та зубчастих передач;
інверторна схема підключення шпинделя;
регулювання оборотів та лінійних подач у процесі обробки;
функція програмування прискорень;
надійний захист елементів руху від влучення стружки.



Рисунок 3.3 - фрезерний верстат з ЧПУ Camargo CP1208

Описания процедуры действия для написания управляющей программы в Carvesco:

1. Було задано розмірне поле з розмірами 100x40 мм та розміщенням системи координат у правому верхньому куті для зручності подальшої роботи;
2. Була імпортована модель з Компаса 3д, а потім повернена таким чином, щоб кріпильна площина під болти м6 з торця деталі була паралельна до осі X при подальшій обробці;
3. У ході обговорення з Сергієм Віталійовичем варіантів кріплення заготовки до столу фрезерного верстата, було вирішено про моделювання двох додаткових площин з розмірами 30x9 мм і 30x11 мм під прихвати, а також 2 перемички з розмірами 4x4x3 мм для запобігання відриву деталей;
4. Були встановлені режими обробки згідно з вибраним різальним інструментом з урахуванням матеріалу заготовки;
5. Була проведена симуляція, потім програма обробки була експортована на зовнішній носій для подальшого підключення до верстата.

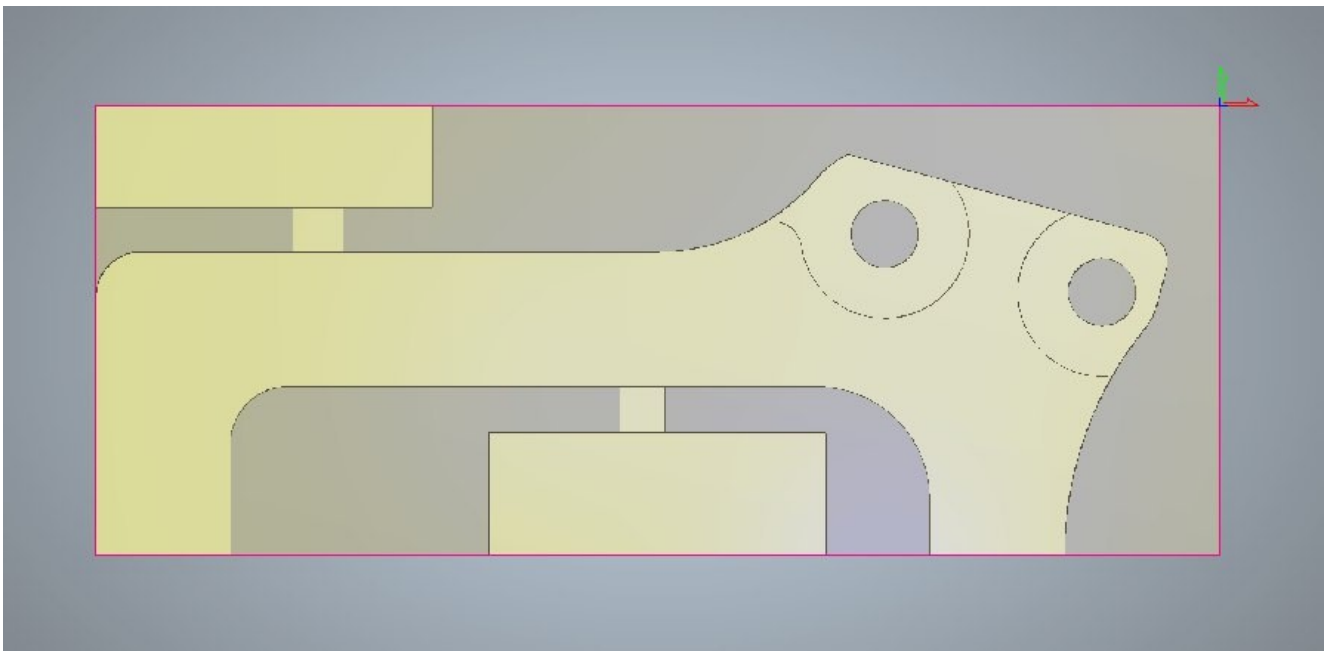


Рисунок 3.4 - Візуалізація моделі у керуючій програмі

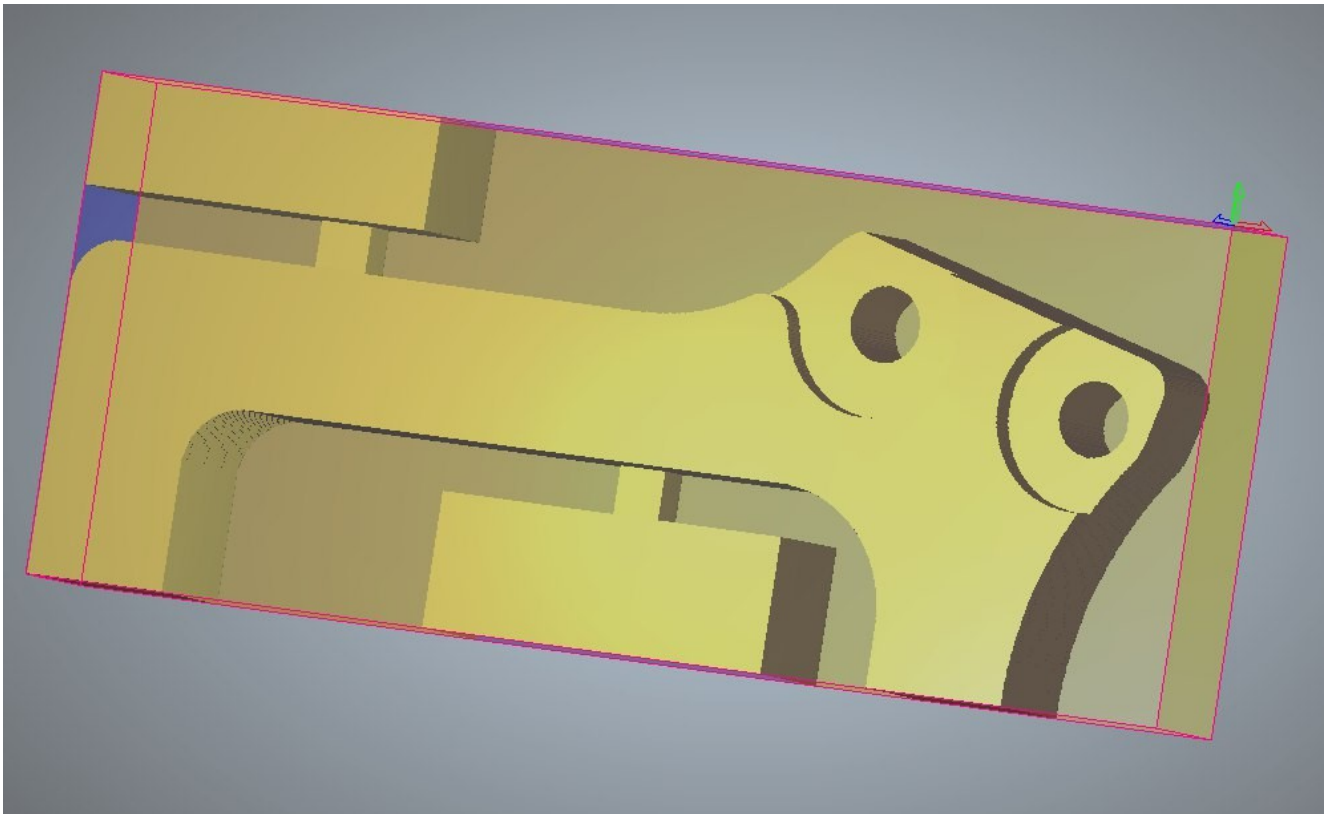


Рисунок 3.5 - Візуалізація моделі у керуючій програмі

Програмні режими обробки були задані:

- чернова обробка Z;
- растрова стратегія обробки з фінішним обходом траєкторії;
- похило врізання.

Параметри обробки інструменту наступні та наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - параметри обробки для інструментів

Найменування	Значення
Кінцева фреза	3 мм
Крок усунення	1.2 мм - 40% від діаметра;

Кінець таблиці 3.4

Крок по Z	2 мм
Робоча подача	76 мм/сек
Подача врізання	50 мм/сек
Частота обробки	14000 об/хв
Похило врізання	кут 10° та максимальна довжина 10 мм

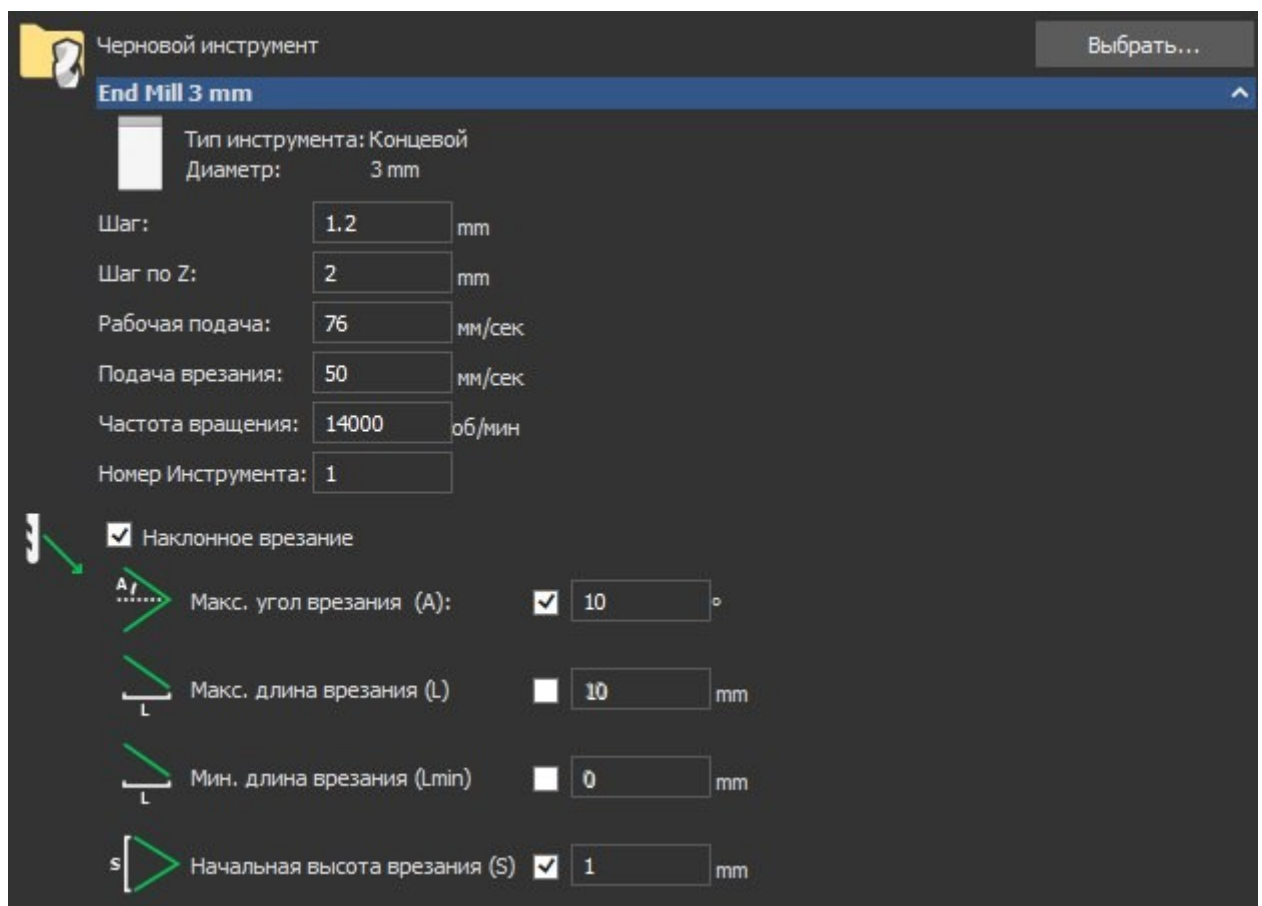


Рисунок 3.6 - Параметры обработки чорнового інструменту, які задаються у програмі

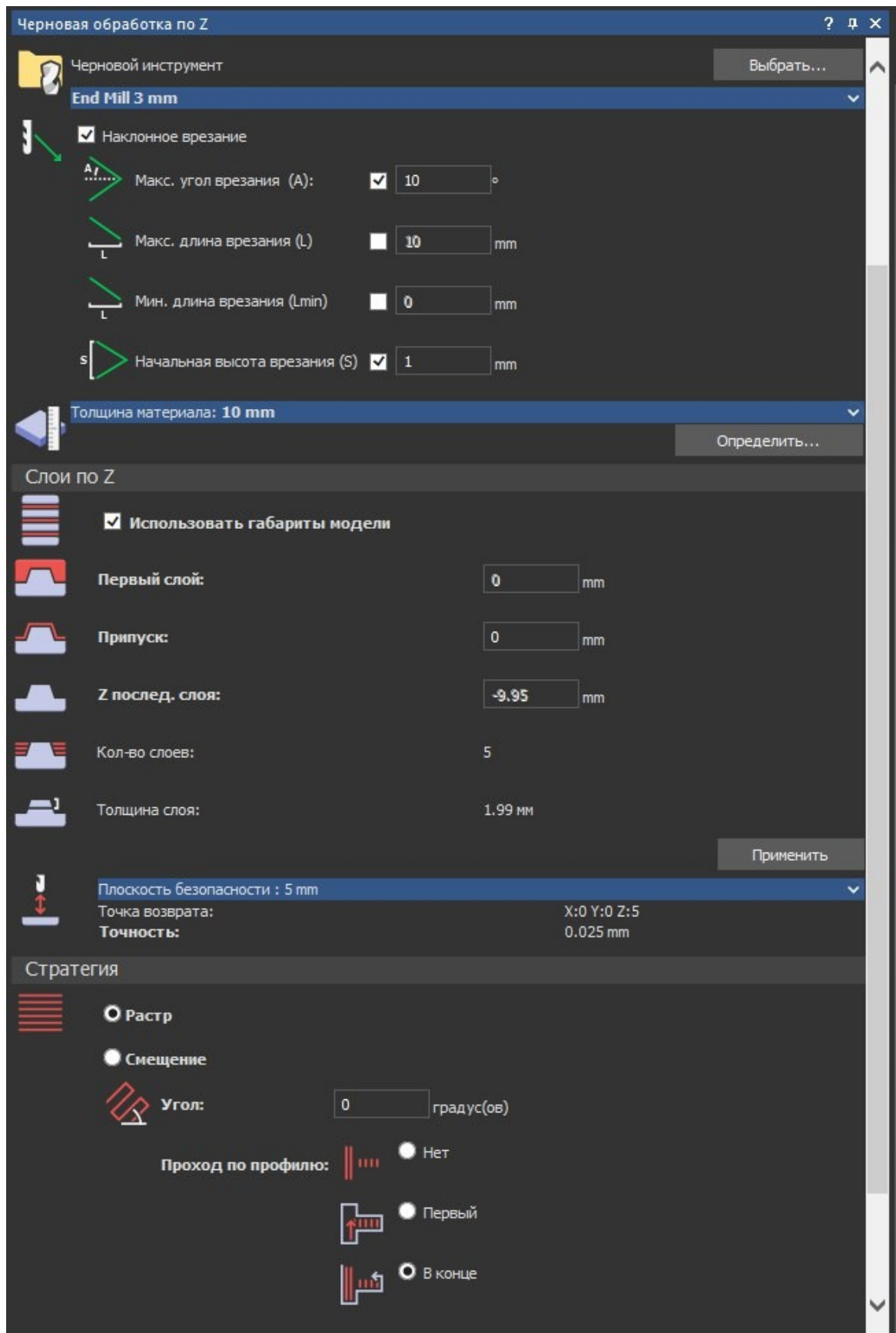


Рисунок 3.7 – Параметры черновой обработки, які задаються у програмі

Найменування різального інструменту - Фреза із пластику A2LX D3*115*L45*20° UA. Характеристики наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - характеристики різального інструменту

Найменування	Значення
Діаметр хвостовика	3 мм
Довжина ріжучої частини	15 мм
Кут нахилу спіралі	20°
Довжина фрези	45 мм
Твердість HRC	60
Кількість ножів	2

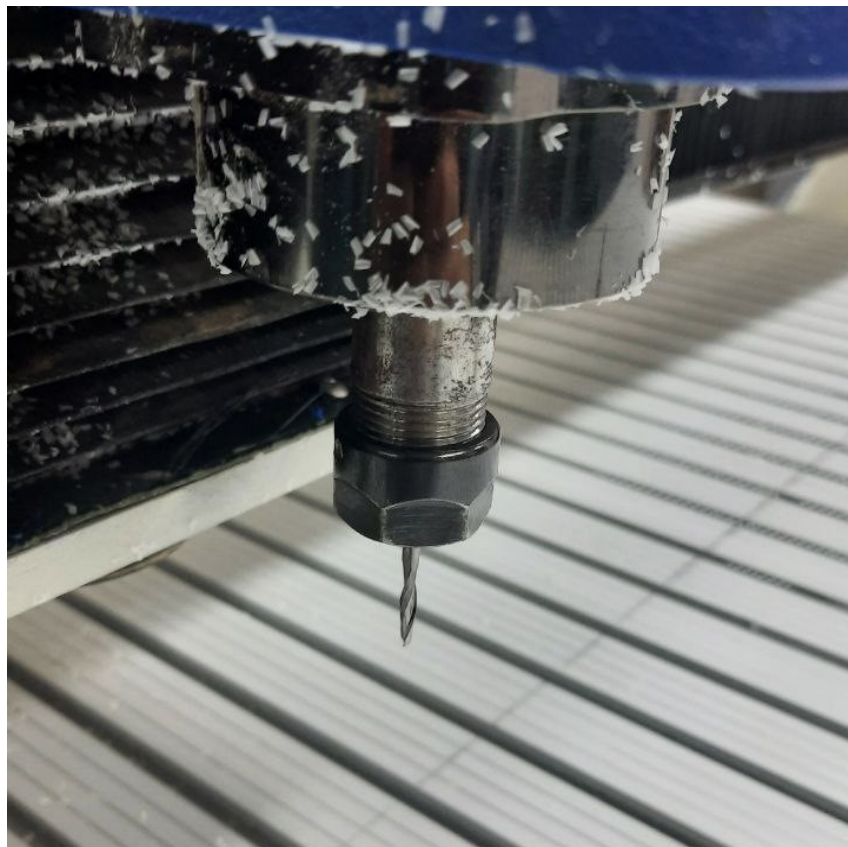


Рисунок 3.8 - Шпиндель фрезерного верстата з ЧПУ

У ролі заготовки був обраний прямокутний брусок з поліаміду-6 з розмірами деталі, що трохи перевищують розміри 100x40 мм.



Рисунок 3.9 - Заготовка з поліаміду під фрезерування

Після проведення всіх підготовчих етапів заготівля була закріплена притисками на столі верстата, було проведено обнулення системи координат верстата з урахуванням розташування системи координат у керуючій програмі та запущено процес обробки.



Рисунок 3.10 - Елементи керування фрезерного верстата з ЧПУ

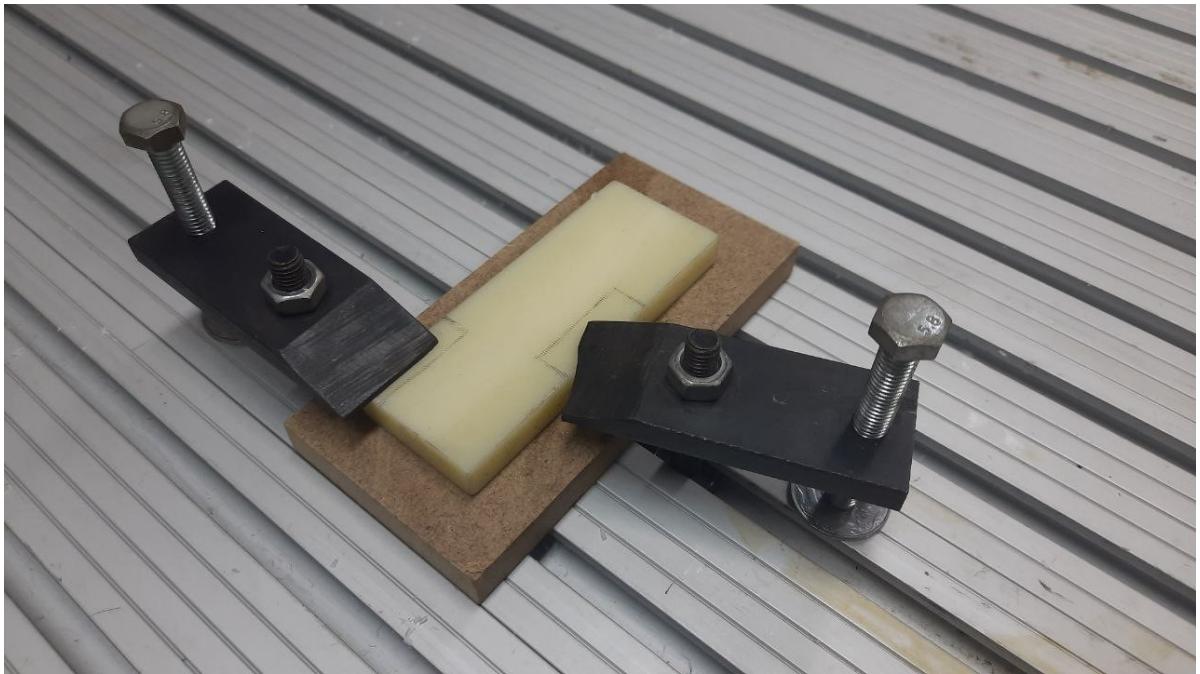


Рисунок 3.11 - Закріплена заготовка під фрезерування

Після завершення процесу обробки ми отримали деталь, що відповідає заявленим розмірам.



Рисунок 3.12 - Кінцева деталь після фрезерування

ВИСНОВОК

У ході дипломної роботи було розроблено:

- конструкцію вилки перевернутого типу;
- проведено конструкторський розрахунок деталей вилки;
- проведено аналіз та запропоновано матеріали для виготовлення деталей вузла;
- виконав практичну частину розробки технологічного процесу для виготовлення гальмівного адаптера на гравірувально-фрезерному станції Woodpecker серії Camaro CP1208.

Виконані розрахунки дозволяють виготовити вузол за допомогою універсальних верстатів, що зменшує собівартість вузла та полегшує його обслуговування.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Berto, Frank J. "The Dancing Chain: History and Development of the Derailleur Bicycle." Van der Plas Publications, 2005.
2. Brown, Sheldon. "Sheldon Brown's Bicycle Technical Info." Available online: <https://www.sheldonbrown.com/>
3. Hadland, Tony, and Pinkerton, Hans-Erhard. "It's in the Bag! A History in Outline of Portable Cycles in the UK." The Folding Society, 2005.
4. O'Connor, Richard. "Bicycle Design: An Illustrated History." MIT Press, 2014.
5. Sutherland, Howard. "Sutherland's Handbook for Bicycle Mechanics." Sutherland Publications, 2000.
6. Wilson, David Gordon. "Bicycling Science." MIT Press, 2004.
7. Andrews, Richard. "The Complete Guide to Bicycle Maintenance and Repair." Rodale Books, 2005.
8. Cossins, Peter. "The Science of the Tour de France: Training secrets of the world's best cyclists." Bloomsbury Sport, 2016.
9. Grant, Richard. "The Bicycle Wheel." Rivendell Bicycle Works, 1993.
10. Herlihy, David V. "Bicycle: The History." Yale University Press, 2004.
11. Marsh, Julian. "Steel is Real: The Story of a Gear." Isola Press, 2020.
12. Международный союз велосипедистов (UCI). "Технический регламент по велоспорту". Доступно онлайн: <https://www.uci.org/>
13. Sprockel, Johannes. "Bicycles: How It Works." Wiley, 2018.
14. Жуйков, А. И. "Техническое обслуживание и ремонт велосипедов." Физкультура и спорт, 1985.
15. Федерация Велосипедного Туризма Украины. "Стандарты безопасности при организации велотуров." Доступно онлайн: <http://velotourism.org.ua/>
16. Wilson, David Gordon. "Bicycling Science." MIT Press, 2004.

17. Воробьев, В. И. "Велосипед: устройство, эксплуатация, ремонт." Физкультура и спорт, 1983.
18. Кондратьев, А. Л. "Техника велосипедного спорта." Физкультура и спорт, 1989.
19. Барабанов, А. В. "Велосипеды." Физкультура и спорт, 1983.
20. [Электронный ресурс]. <http://www.st-d.com.ua/files/g6678.pdf>
21. [Электронный ресурс].
https://sopromat.xyz/calculators?name=raschet_pruzhin
22. [Электронный ресурс].
<https://plastinfo.ru/content/file/gosts/24fd56b18758.pdf>
23. [Электронный ресурс].
https://veliki.com.ua/news/kak_nastroit_vilku_velosipeda.htm