

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ, ТРАНСПОРТУ ТА АРХІТЕКТУРИ
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

магістра

Освітньо-кваліфікаційний рівень

Напрямок підготовки (спеціальність) 132 «Матеріалознавство. Відновлення та технічний сервіс автомобілів»
Шифр спеціального напрямку підготовки (спеціальності)

на тему: «Дослідження технології ремонту гальмівної системи з призначенням матеріалів деталей знімача барабана з використанням SolidWorks»

Шифр ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ

Виконав: студент 2-го курсу, група МТВАм-22-1


Підпис

М.М. Герета
Ініціали, прізвище

Керівник *к.т.н., доц. каф. ТАМ*


Підпис

О.Ю. Рудик
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри *ТАМ* *д.т.н., проф.*


Підпис

О.В. Диха
Ініціали, прізвище

13 42 _____ 2023 р.

Хмельницький, 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженери, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства


Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки (спеціальність) 132 - Матеріалознавство

Освітньо-професійна програма Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри TAM

 проф., д.т.н. Духа О.В.
2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гереті Миколі Миколайовичу

Прізвище ім'я по батькові

1. Тема проекту (роботи) Дослідження технології ремонту гальмівної системи з призначенням матеріалів деталей знімача барабана з використанням SolidWorks

керівник проекту (роботи) Рудик Олександр Юхимович к.т.н., доцент

Прізвище ім'я по батькові науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 15 серпня 2023 р. № 28 (30)

2. Строк подання студентом проекту на кафедру 10 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно-технологічна документація з розбирання, дефектації, складання і регулювання гальмівної системи.

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

1. Гальмівні системи автомобіля ЗИЛ-5301ВА.

2. Розробка проєкту знімача гальмівного барабана.

3. Вибір матеріалів деталей знімача гальмівного барабана.

4. Комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану деталей знімача гальмівного барабана.

5. Цементация сталі 20.

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

Графічну частину проекту представити у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання приймає

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Прізвище
1	Літературний огляд	30.09.2023	
2	Технологічний розділ	25.10.2023	
3	Дослідницький розділ	15.11.2023	
4	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	22.11.2023	
5	Оформлення презентації магістерської роботи	1.12.2023	
6	Нормоконтроль магістерської роботи	5.12.2023	
7	Підписання розділів. Затвердження дати захисту	10.12.2023	

Студент



Керівник проекту (роботи)



М.М. Герета
Ініціали, прізвище

О.Ю. Рудик
Ініціали, прізвище

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 88 сторінок, кількість рисунків – 60, таблиць – 4, додатків – 2, кількість джерел згідно з переліком посилань – 22.

Об'єкт дослідження: гальмівна система автомобіля ЗИЛ-5301ВА з проектуванням знімача барабана, здійсненням вибору матеріалів його деталей і комп'ютерного моделювання їх напружено-деформованого стану у SolidWorks Simulation.

Мета роботи: провести огляд знімачів гальмівних барабанів, на основі якого спроектувати власний знімач, здійснити вибір матеріалів його деталей, призначити режими термічної обробки і здійснити комп'ютерне моделювання їх напружено-деформованого стану у SolidWorks Simulation.




Результати та їх новизна: проведений огляд знімачів гальмівних барабанів, на основі якого спроектований власний знімач, здійснений вибір матеріалів його деталей з призначенням режимів термічної обробки і здійснене комп'ютерне моделювання їх напружено-деформованого стану у SolidWorks Simulation.

Рекомендації щодо використання результатів роботи: застосовувати спроектований знімач гальмівних барабанів при ремонті гальмівної системи.

Перелік ключових слів: АВТОМОБІЛЬ ЗИЛ-5301ВА, ГАЛЬМІВНА СИСТЕМА, БАРАБАН, ЗНІМАЧ, СТАЛЬ, ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКА, SOLIDWORKS SIMULATION.

Зміст

Вступ	
1 Гальмівні системи автомобіля ЗИЛ-5301ВА	
1.1 Особливості гальм ЗИЛ-5301ВА	
1.2 Гальмівні механізми передніх коліс	
1.3 Гальмівний механізм задніх коліс	
1.4 Розбирання і збирання робочих гальм	
1.5 Регулювання гальм	
1.6 Діагностика гальм автомобіля ЗИЛ-5301ВА	
2 Розробка проєкту знімача гальмівного барабана	
2.1 Короткий огляд знімачів	
2.2 Проєктування власного знімача гальмівного барабана	
3 Вибір матеріалів деталей знімача гальмівного барабана	
4 Комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану деталей знімача гальмівного барабана	
4.1 Інформація про системи інженерних розрахунків та аналізу CAE	
4.2 Основні принципи SWS	
4.2.1 Основні поняття аналізу	
4.2.2 Переваги аналізу	
4.3 Розрахунок захвата знімача гальмівного барабана	
4.4 Розрахунок різьбової втулки знімача гальмівного барабана	
4.5 Розрахунок маточини знімача гальмівного барабана	

ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Герета		
Перевір.		Рудик		
Н. Контр.		Бабак		
Затверд.		Диха		
Дослідження технології ремонту гальмівної системи з призначенням матеріалів деталей знімача барабана з використанням SolidWorks			Лист	Арк.
			4	88
ХНУ ітп.МТВАм-22-1				

Зміст

Вступ	
1 Гальмівні системи автомобіля ЗИЛ-5301ВА	
1.1 Особливості гальм ЗИЛ-5301ВА	
1.2 Гальмівні механізми передніх коліс	
1.3 Гальмівний механізм задніх коліс	
1.4 Розбирання і збирання робочих гальм	
1.5 Регулювання гальм	
1.6 Діагноста гальм автомобіля ЗИЛ-5301ВА	
2 Розробка проєкту знімача гальмівного барабана.....	
2.1 Короткий огляд знімачів	
2.2 Проєктування власного знімача гальмівного барабана	
3 Вибір матеріалів деталей знімача гальмівного барабана	
4 Комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану деталей знімача гальмівного барабана	
4.1 Інформація про системи інженерних розрахунків та аналізу САЕ	
4.2 Основні принципи SWS	
4.2.1 Основні поняття аналізу	
4.2.2 Переваги аналізу	
4.3 Розрахунок захвата знімача гальмівного барабана	
4.4 Розрахунок різьбової втулки знімача гальмівного барабана	
4.5 Розрахунок маточини знімача гальмівного барабана	

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Герета				Дослідження технології ремонту гальмівної системи з призначенням матеріалів деталей знімача барабана з використанням SolidWorks	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Рудик						4	88
Н. Контр.	Бабак					ХНУГр.МТВАм-22-1		
Затверд.	Диха							

5 Цементация сталі 20

5.1 Дослідження міцності цементованих захватів знімача гальмівного барабана.....

Висновки.....

Список використаних джерел

Додатки

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Анотація

Проведений огляд знімачів гальмівних барабанів, на основі якого спроектований власний знімач і здійснений вибір матеріалів його деталей – сталь 20 з нормалізацією.

За допомогою SolidWorks Simulation проведене комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану наступних деталей спроектованого знімача: захвата, різьбової втулки, маточини з відображенням контурних графіків сумарних напружень von Mises, переміщень URES, деформацій ESTRN і запасу міцності FOS.

Встановлено, що працездатність спроектованого знімача гальмівного барабана визначається міцністю захвата. Тому представлена технологія його цементації у твердому карбюризаторі. Аналогічне зміцнення інших деталей знімача призвело до підвищення їх стійкості у 2,46 разів.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Abstract

An inspection of brake drum pullers was carried out, on the basis of which the own puller was designed and the materials of its parts were selected - steel 20 with normalization.

With the help of SolidWorks Simulation, a computer simulation of the stress-strain state of the following parts of the designed puller was carried out: gripper, threaded sleeve, hub with the display of contour graphs of total von Mises stresses, URES displacements, ESTRN deformations and FOS safety margin.

It was established that the efficiency of the designed brake drum puller is determined by the grip strength. Therefore, the technology of its cementation in a solid carburetor is presented. Similar strengthening of other parts of the puller led to an increase in their stability by 2.46 times.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік скорочень

АТЗ – автотранспортні засоби.

ABS – антиблокувальна система гальмування.

ТО – технічне обслуговування.

ТП – технологічний процес.

СТО – станція технічного обслуговування.

C – вуглець.

Si – кремній.

Mn – марганець.

P – фосфор.

S – сірка.

Cr – хром.

Cu – мідь.

Ni – нікель.

ХТО – хіміко-термічна обробка.

АДЗ – аргонодугове зварювання.

РДЗ – ручне дугове зварювання.

КТЗ – контактне точкове зварювання.

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології.

НКТ – наукомісткі комп'ютерні технології.

CAE – Computer Aided Engineering.

MSE – метод скінченних елементів.

FEA – Finite Element Analysis.

ПЗ – програмне забезпечення.

ПК – персональний комп'ютер.

SW – SolidWorks.

SWS – SolidWorks Simulation.

FEA – finite element analysis (аналіз скінченного елементу).

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

FOS – factor of safety (коефіцієнт запасу міцності).

von Mises – критерій максимального напруження по Мізесу.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Актуальність теми. Одним з основних завдань, що стоять перед автомобільним транспортом, є забезпечення безпеки дорожнього руху. Напрямок її рішення – підтримка у справному стані гальмівної системи. Тому розглянуті гальмівні системи автомобіля ЗИЛ-5301ВА – їх особливості, розбирання, збирання і регулювання, діагностика. Проведений огляд знімачів гальмівних барабанів, на основі якого спроектований власний знімач; здійснений вибір матеріалів його деталей і проведено комп'ютерне моделювання їх напружено-деформованого стану.

Новизна роботи. Спроектований знімач гальмівних барабанів, здійснений вибір матеріалів його деталей з відповідною термообробкою, проведено комп'ютерне моделювання їх напружено-деформованого стану.

Достовірність отриманих результатів та обґрунтованість висновків і рекомендацій забезпечена застосуванням сучасних методів досліджень, достатнім об'ємом експериментально-розрахункової частини роботи, використанням комп'ютерної техніки для розв'язання задач.

Результати досліджень були представлені на:

– XXIII Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 20-21 квітня 2023 р.

Можливість використання висновків і рекомендацій у наукових дослідженнях та на практиці. Спроектований знімач гальмівних барабанів, незамінний при роботах з ремонту гальмівної системи. З метою підвищення працездатності знімача наведені режими цементації його деталей.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Гальмівні системи автомобіля ЗИЛ-5301ВА

Одним з основних завдань, що стоять перед автомобільним транспортом, є забезпечення безпеки дорожнього руху. Напрямок її рішення – підтримка у справному стані автомобільних відповідних вузлів та агрегатів.

Велику увагу слід приділяти автомобілям, обладнаним пневмо-гідролічним приводом гальм. Це пов'язано зі складністю конструкцій таких систем, що включають велику кількість пневмовузлів і гідравлічних вузлів гальмівної системи.

Проблема забезпечення безпеки дорожнього руху є однією з найбільш складних і різнопланових. Від її успішного рішення значною мірою залежать функціонування господарських структур, життя і здоров'я населення країни.

У ряді заходів, спрямованих на підвищення безпеки дорожнього руху, важливе місце займає забезпечення високого рівня безпеки АТЗ, які беруть участь в дорожньому русі.

Діюча нині система періодичних технічних оглядів не дозволяє достатньою мірою оцінити стан вузлів і систем автомобіля, які впливають на безпеку руху.

На автомобілі ЗИЛ-5301ВА (шасі для фургонів, кабіна з двома спальними місцями, база 4250 мм) застосовуються [1, 2, 3]:

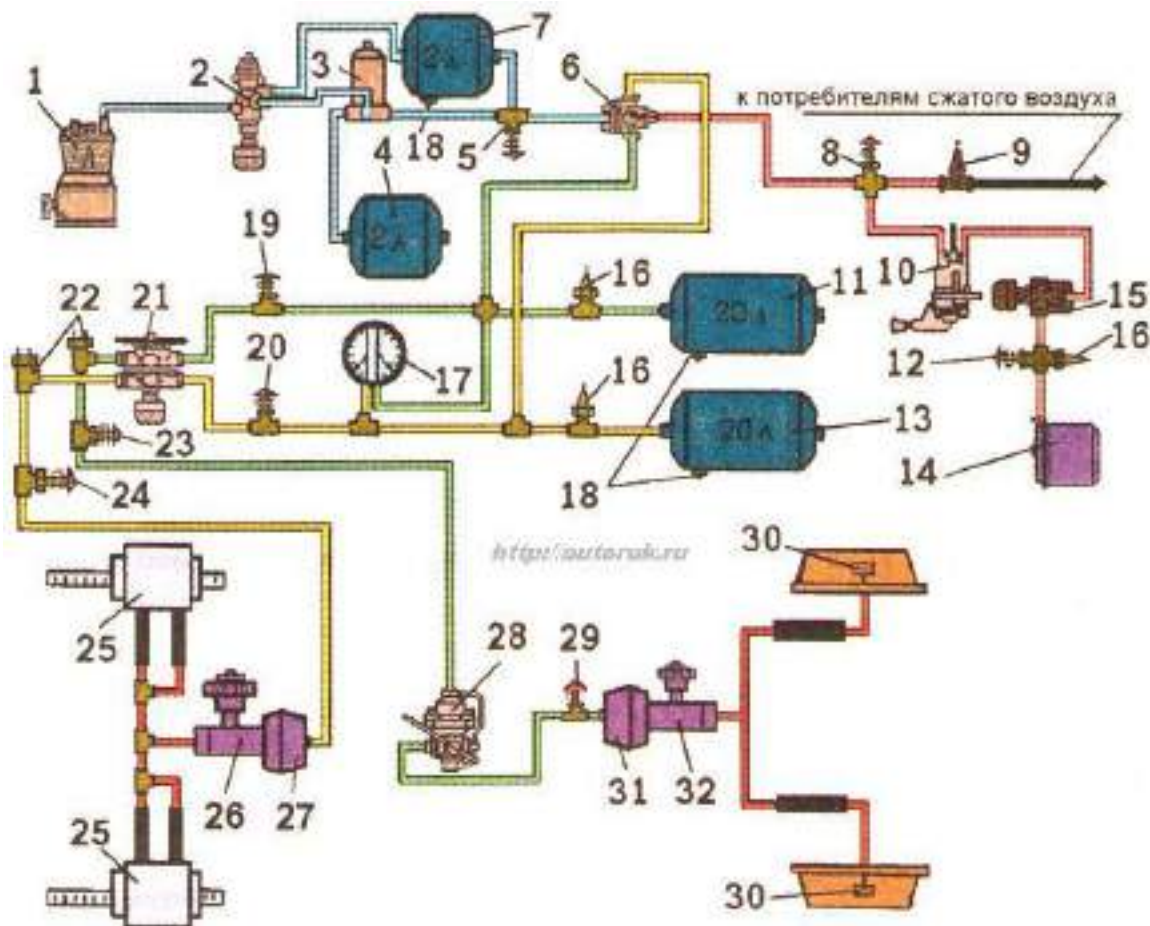
- робоча гальмівна система з двома контурами, діюча на усі колеса;
- запасна гальмівна система, що є частиною робочої і діюча при виході з ладу одного з контурів;
- стоянкова гальмівна система, діюча на задні колеса.

Робоча гальмівна система включає гальмівні механізми передніх і задніх коліс і пневмогідролічний привод. У стоянкову гальмівну систему входять гальмівні механізми задніх коліс з механічним приводом. Управління стоянковим гальмом здійснюється за допомогою пневмосистеми.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1 Особливості гальм ЗИЛ-5301ВА

На автомобілях ЗИЛ-5301ВА встановлений комбінований пневмогідравлічний гальмівний привод з двома незалежними гідравлічним і пневматичним контурами, розділеними по двох контурах (рис. 1.1 – [4]).



1 – компресор; 2 – регулятор тиску пневмоприводу; 3 – вологомасловідділювач; 4 – регенераційний балон; 5, 8, 12, 23, 24, і 29 – клапани контрольного виводу; 6 – потрійний захисний клапан; 7 – компенсаційний балон; 9 – одинарний захисний клапан; 10 – кран стоянкової гальмівної системи; 11 і 13 – повітряні балони; 14 – пружинний енергоакумулятор приводу стоянкової гальмівної системи; 15 – клапан швидкого гальмування; 16 – пневмоелектричні датчики падіння тиску; 17 – двострілковий манометр робочої гальмівної системи; 18 – крани зливу конденсату з повітряних балонів; 21 – двосекційний кран робочої гальмівної системи; 22 – вимикачі сигналу гальмування; 25 – скоба з

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

гідроциліндрами гальма переднього моста; 26 – головний гальмівний циліндр передньої осі; 27 – пневмокамера передньої осі; 28 – регулятор гальмівних сил пневмоприводу; 30 – робочі гідроциліндри гальма заднього мосту; 31 – пневмокамера коліс заднього моста; 32 – головний гальмівний циліндр коліс заднього мосту

Рисунок 1.1 – Схема гальмівного приводу автомобіля ЗИЛ-5301ВА

Блакитна лінія – контур підготовки стислого повітря; жовта лінія – контур гальмівного приводу передньої осі; зелена лінія – контур гальмівного приводу задньої осі; рожева лінія – контур стоянкового гальма; червона лінія – гідропривід робочих гальм.

На автобусах ЗИЛ встановлений комбінований пневмогідравлічний гальмівний привод з двома незалежними гідравлічним і пневматичним контурами і системою АБС, яка встановлюється і на автомобілі ЗИЛ-5301ВА (рис. 1.2).

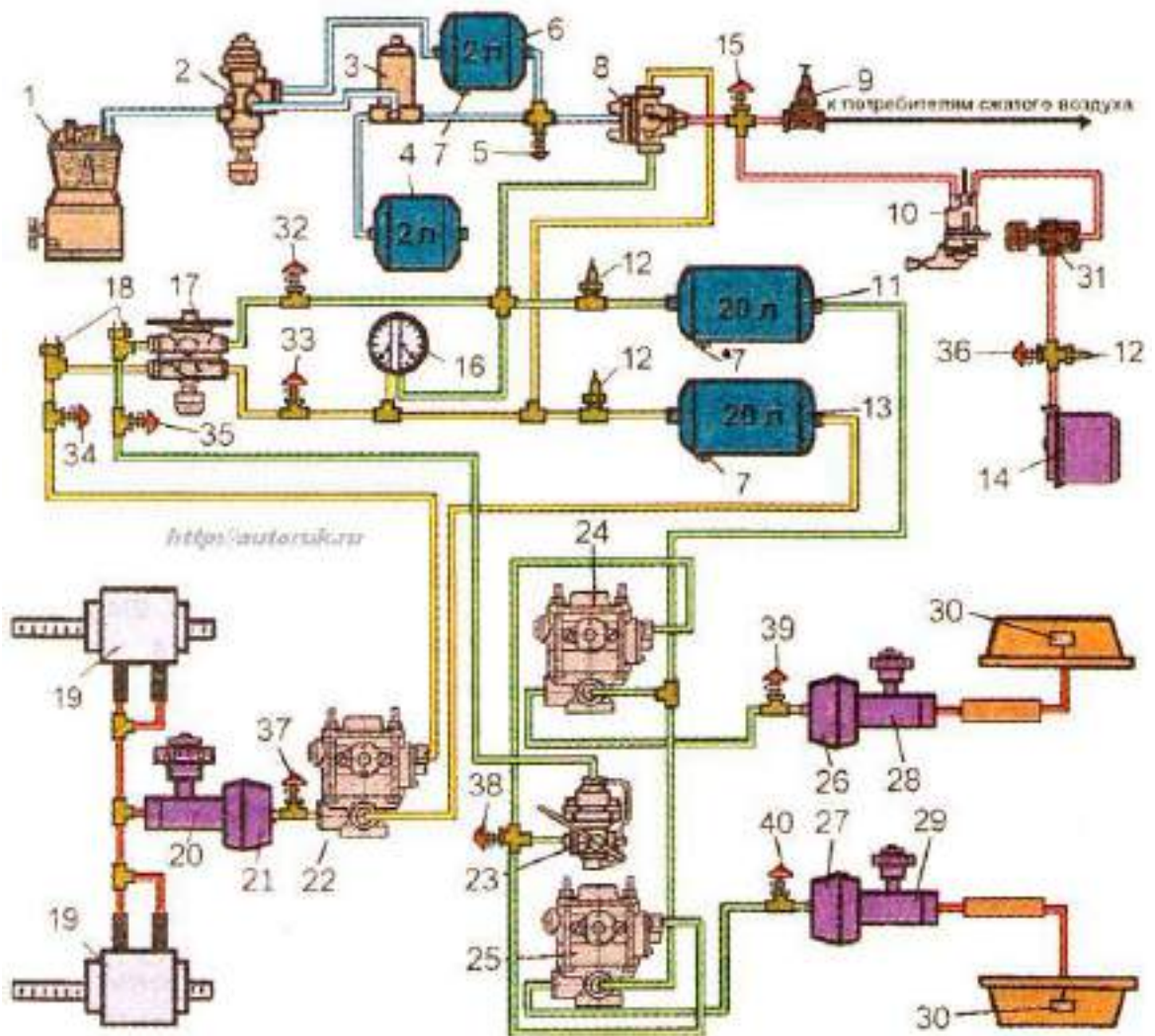
1.2 Гальмівні механізми передніх коліс

Гальмівні механізми передніх коліс дискові, з плаваючою скобою, з автоматичним регулюванням зазору між колодками і диском (рис. 1.3). На кожен колодку діє два гальмівні циліндри. Кожен гальмівний циліндр розміщений у своєму контурі [2].

Супорт 2 кріпиться двома болтами до фланця поворотного кулака. Чавунна скоба 3 може переміщатися відносно супорта по двох напрямних пальцях. У скобі виконано два розточування під циліндри, в яких у спеціальних канавках встановлені гумові кільця ущільнювачів прямокутного перерізу.

У циліндри вставлені сталеві хромовані поршні 8. Від попадання бруду циліндри захищені гумовими ущільненнями. Гальмівні колодки 6 сталеві з фрикційною накладкою із спеціальної безазбестової композиції фіксуються в скобі за допомогою прямої шпильки 4. У скобі від циліндрів виконані канали, в яких встановлені перепускні клапани 9 для вилучення повітря.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – компресор; 2 – регулятор тиску пневмоприводу; 3 – вологомасловідділювач;
 4 – регенераційний балон; 5, 15, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 і 40 – клапани
 контрольного виводу; 6 – компенсаційний балон; 7 – крани зливання
 конденсату; 8 – потрійний захисний клапан; 9 – одинарний захисний клапан; 10
 – кран стоянкової гальмівної системи; 11 і 13 – повітряні балони; 12 –
 пневмоелектричні датчики падіння тиску; 14 – пружинний енергоакумулятор
 приводу стоянкової гальмівної системи; 16 – двострілковий манометр робочої
 гальмівної системи; 17 – двосекційний кран робочої гальмівної системи; 18 –
 вимикачі сигналу гальмування; 19 – скоба з гідроциліндрами гальма переднього
 мосту; 20 – головний гальмівний циліндр передньої осі; 21 – пневмокамера
 передньої осі; 22 – модулятор передньої осі; 23 – регулятор гальмівних сил; 24
 – модулятор правого колеса заднього мосту; 25 – модулятор лівого колеса
 заднього мосту; 26 – пневмокамера правого колеса заднього мосту; 27 –

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

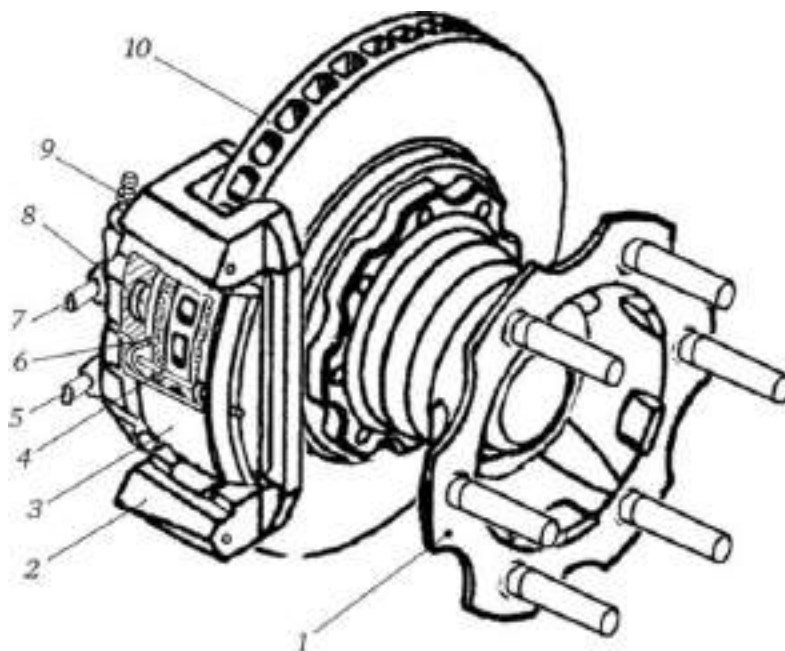
ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ

Арк.

14

пневмокамера правого колеса заднього мосту; 28 – головний гальмівний циліндр правого колеса заднього мосту; 29 – головний гальмівний циліндр лівого колеса заднього мосту; 30 – робочі гідроциліндри гальма заднього мосту; 31 – клапан швидкого гальмування

Рисунок 1.2 – Схема гальмівного приводу автобуса та автомобілів ЗИЛ-5301ВА з ABS



1 – маточина колеса; 2 – супорт гальмівного механізму; 3 – рухома скоба; 4 – шпилька напрямної гальмівних колодок; 5, 7 – трубопроводи підведення гальмівної рідини до циліндрів; 6 – гальмівна колодка з фрикційною накладкою; 8 – поршень гальмівного циліндра; 9 – перепускний клапан прокачування гальм; 10 – гальмівний диск

Рисунок 1.3 – Гальмівний механізм переднього колеса

Гальмівна рідина підводиться до циліндрів по трубопроводах 5 і 7. Гальмівний диск 10 виготовлений з чавуну і кріпиться болтами до маточини 1. У диску зроблені радіальні отвори для походу повітря, завдяки яким здійснюється його охолодження при роботі. При подачі гальмівної рідини в циліндри поршні притискають одну колодку до гальмівного диска. Одночасно скоба переміщається в протилежну сторону і притискає другу колодку до диска з іншого боку. За

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рахунок сил тертя відбувається незначна пружна деформація кілець ущільнювачів в циліндрах.

Після закінчення гальмування кільця ущільнювачів набувають первинної форми і відводять поршні від диска. Завдяки цьому між колодками і диском забезпечується невеликий зазор у межах 0,15 мм. У процесі експлуатації дискові гальмівні механізми не вимагають регулювань. Необхідно тільки стежити за станом гумових ущільнень.

При зносі хоча би однієї колодки до товщини, менше 8 мм, необхідно замінити одночасно усе. Ознакою великого зносу колодок є значне зниження рівня гальмівної рідини у бачку без видимих слідів підтікання.

1.3 Гальмівний механізм задніх коліс

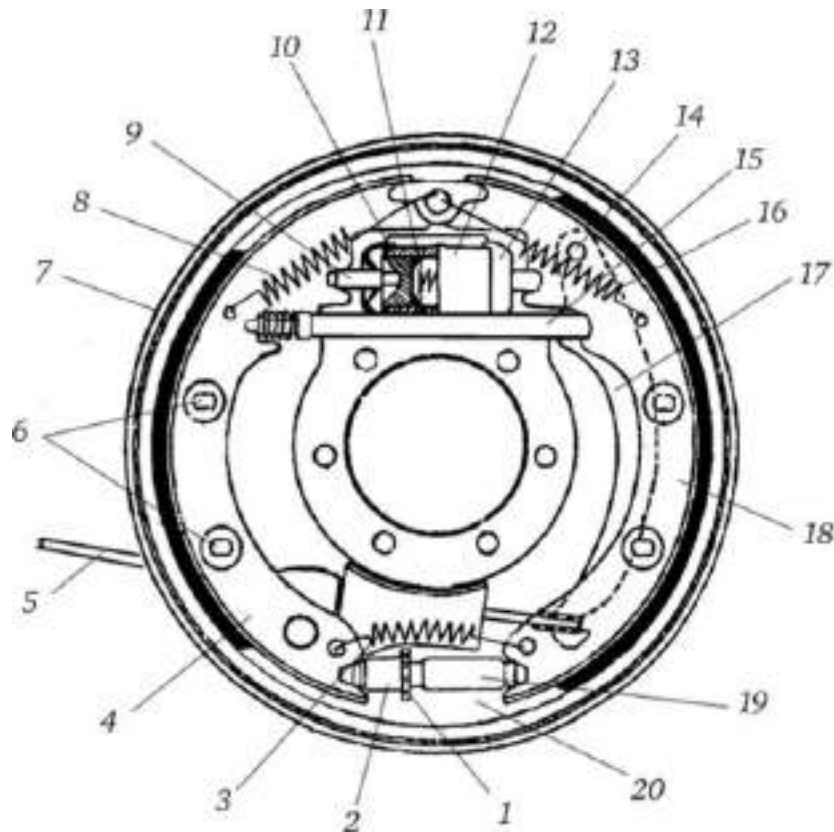
Гальмівний механізм задніх коліс (рис. 1.4) барабанного типу [5].

На гальмівному щиті 20 встановлено дві гальмівні колодки з фрикційними накладками: первинною 4 і вторинною 18. На первинній колодці накладка коротша, ніж на вторинній. Нижній кінець первинної колодки упирається в голівку 2 регулювального гвинта 1, а нижній кінець вторинної – в гайку регулювального гвинта 19. Верхні кінці обох колодок упираються в штовхальники 9 робочого гальмівного циліндра 12 і притягуються один до одного верхніми стяжними пружинами 8 і 16.

Верхня стяжна пружина 8 первинної колодки 4 має більше число витків і менший діаметр дроту. Від зміщення колодки утримуються стержнями 6. Між колодками встановлена планка розпору 15. На вторинній колодці, на осі 14 шарнірно встановлений важіль 17 приводу стоянкового гальма, який сполучений з тросом 5.

Барабан 7 гальмівного механізму встановлюється на маточині колеса і кріпиться болтами. Гальмівний щит кріпиться до фланця, привареного до рукава корпусу заднього мосту.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – регулювальний гвинт; 2 – голівка регулювального гвинта; 3 – нижня стяжна пружина; 4 – первинна гальмівна колодка з фрикційною накладкою; 5 – трос приводу стоянкової гальмівної системи; 6 – стержні кріплення колодок; 7 – гальмівний барабан; 8 – стяжна пружина первинної колодки; 9 – штовхальник колодки; 10 – поршень робочого гальмівного циліндра; 11 – манжета робочого гальмівного циліндра; 12 – робочий гальмівний циліндр; 13 – захисна манжета; 14 – вісь важеля приводу стоянкового гальма; 15 – планка розпору; 16 – пружина вторинної колодки; 17 – важіль приводу стоянкової гальмівної системи; 18 – вторинна гальмівна колодка; 19 – гайка регулювального гвинта; 20 – гальмівний щит

Рисунок 1.4 – Гальмівний механізм заднього колеса

Робочий гальмівний циліндр 12 складається з чавунного корпусу, усередині якого встановлено два поршні 10 з манжетами 11 і пружиною розпору між ними. Циліндр з двох сторін закритий гумовими чохлами 13 від попадання пилу і бруду. З внутрішньої сторони на циліндрі зроблено два отвори: один для підвідного трубопроводу, в інше встановлюється перепускний клапан для вилучення повітря.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При зносі фрикційних накладок необхідно відрегулювати зазор між колодками і барабаном. Для цього потрібно вивісити колесо і широкою викруткою через отвір у нижній частині гальмівного щита обертати за зубчики регулювальний гвинт 1 до загальмовування колеса (не обертається від руки), потім повернути гвинт у зворотний бік до вільного обертання колеса.

1.4 Розбирання і збирання робочих гальм

Розбирання робочих гальм виконується при зніманні коліс і маточин разом з гальмівними дисками [6]. Для зняття гальмівних дисків з маточин коліс потрібно відкрутити болти 1 (рис. 1.5).

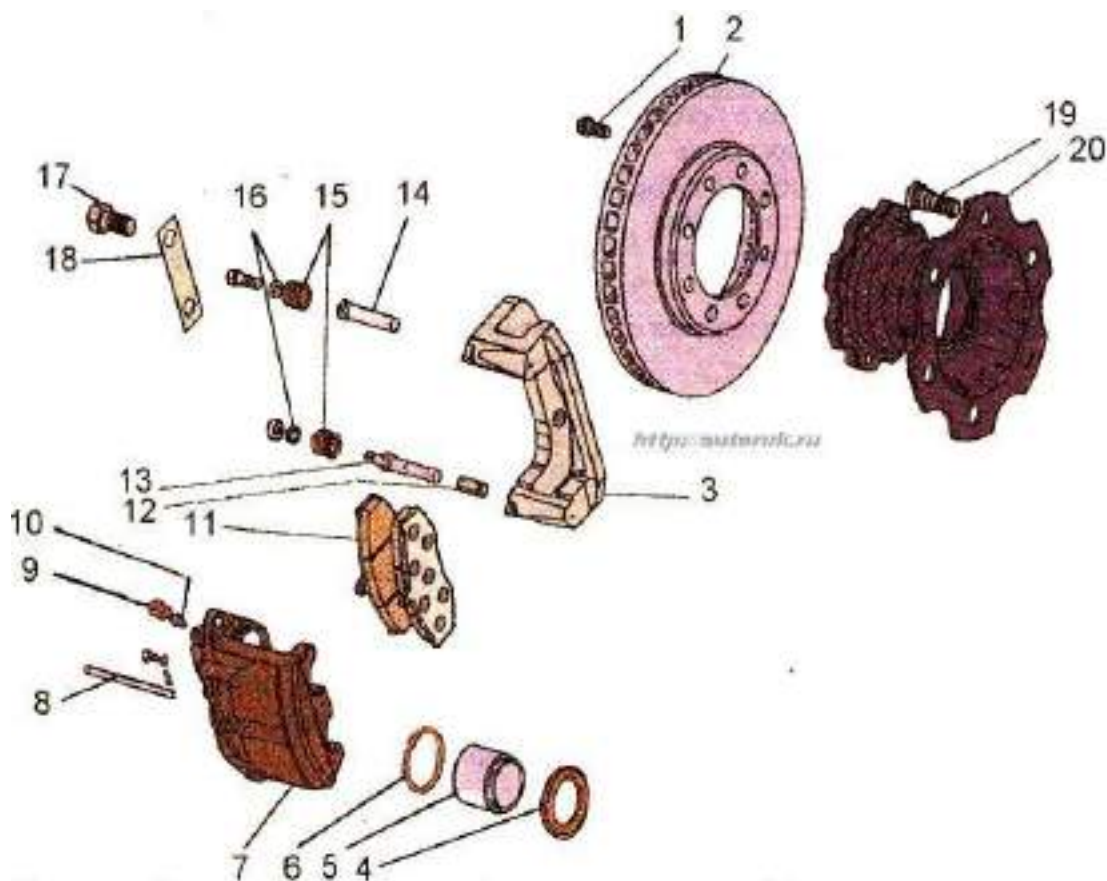
Перед розбиранням плаваючої скоби гальма її потрібно ретельно очистити від бруду і промити, демонтувати з неї хомут кріплення шлангів. Потім потрібно надіти на клапан прокачування 10 гумовий шланг і опустити його кінець в чисту посудину. Відкрутити клапан прокачування на один оберт і, натискаючи на корпус 11 скоб, всувати поршні циліндрів всередину корпусу. При цьому в посудину витече деяка кількість гальмівної рідини.

Для демонтажу гальмівних колодок потрібно вийняти чеку 8 з утримуючого пальця 7 і витягнути палець. Потім, утримуючи спеціальним ключем від провертання верхній направляючий штифт 13, викрутити болт 15 його кріплень до корпусу осі, оберігши від ушкодження гумовий чохол 14 штифта. Підняти (повернути) корпус скоби 11 відносно другого штифта 17 до упору в супорт і вийняти гальмівні колодки 6. Відкрутити гайку 18 кріплень допоміжного штифта 17 і зняти корпус скоби 11. Зняти пилзахисні чохла 5 поршня і обережно, щоб не пошкодити поверхню, виштовхнути поршні 3 з циліндрів, використовуючи для цього стисле повітря. Вийняти кільця ущільнювачів 4 з канавок, не пошкодивши внутрішньої поверхні циліндрів.

Очистити і промити деталі гальмівного механізму етиловим гідролізічним спиртом. Особливо ретельно потрібно промити спиртом поршні. Застосування інших рідин для промивання забороняється. Не протираючи деталі, дайте

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

просохнути їм на повітрі, уклавши на чистий глянсовий папір, що не залишає ворсинок.



1 – болт кріплення диску до маточини; 2 – диск гальмівний; 3 – супорт; 4 – захисний чохол поршня; 5 – поршень; 6 – кільце ущільнююче; 7 – корпус скоби; 8 – палець; 9 – ковпачок; 10 – клапан прокачування; 11 – колодка гальмівна; 12 – втулка; 13 – штифт допоміжний; 14 – штифт напрямний; 15 – чохол захисний; 16 – шайба; 17 – болт кріплення супорта; 18 – пластина стопорна; 19 – болт; 20 – маточина переднього колеса

Рисунок 1.5 – Робочі гальма

Перевірити стан усіх деталей робочого гальма. Якщо робоча поверхня поршня пошкоджена або має сліди корозії, слід замінити поршень. При ушкодженні поверхні циліндра потрібно замінити корпус скоби.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поверхня гальмівних дисків має бути гладкою. Подряпини і невеликі задири, що з'являються після нормальної роботи гальм, не є ознакою бракування, але диск з сильними задирами має бути замінений.

У разі неможливості заміни диску, допускається його шліфування у зборі з маточиною. Шліфування повинне виконуватися кваліфікованим персоналом на спеціальному устаткуванні. Відшліфовані поверхні диску повинні мати відхилення від площинної не більше 0,04 мм і від паралельності не більше 0,04 мм і мати шорсткість 0,8 мкм. Биття диску відносно посадкових поверхонь маточини не повинне перевищувати 0,1 мм.

На внутрішньому колі шліфованої поверхні не повинно бути гострої кромки. Обидві сторони диску потрібно шліфувати на однакову величину, але загальне стоншування диску не повинне перевищувати 3 мм.

Перед збиранням гальмівної скоби потрібно виконати наступне:

- змастити робочі поверхні циліндрів і поршнів не вживаною гальмівною рідиною;
- встановити нові кільця ущільнювачів 6 в канавки циліндрів корпусу скоби 7;
- змастити тонким шаром мастила ДТ-1 поверхню циліндрів до канавки;
- обережно, щоб не пошкодити поліровану поверхню, вставити поршні 5 в циліндри відкритим торцем назовні.
- надіти кромки нових захисних чохлаів 15 на поршні 5;
- змастити поршні в зоні чохлаів мастилом ДТ-1;
- надіти вільні кромки захисних чохлаів на циліндри; оглядом потрібно визначити стан штифтів 13 і 14, на поверхні яких не допускається наявність рисок, помітних слідів зносу і ушкодження різьби, пошкоджені штифти замінити;
- видалити втулку 16 допоміжного штифта;
- очистити штифти і отвори під них в супортах і промити їх спиртом;
- встановити корпус скоби 11 на супорт 1;
- надіти на допоміжний штифт 17 нову втулку 16;

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– змастити робочі поверхні штифтів мастилом «Моликот – Сі 7439» або ЦИАТИМ-221 і вставити штифти в отвори супорта 1;

– встановити нові захисні чохла штифтів 14 і закрутити болт кріплення напрямного штифта 13 і гайку 18 допоміжного штифта, оберігаючи захисні чохла від ушкодження;

– встановити на скобу хомут 21 гальмівних шлангів 20, після цього встановити гальмівну скобу на поворотний кулак передньої осі та закріпити його;

– закріпити гальмівні шланги в кронштейні, як показано на рис. 1.5, не допускаючи їх скручування, і приєднати до трубопроводів;

– встановити гальмівні колодки 11 і закріпити їх пальцем 8;

– встановити чеку .

Прокачати гальмівну систему на автомобілі, виконавши наступні операції, маючи на увазі, що гідропривод має два незалежні контури:

– заповнити гальмівну систему гальмівною рідиною «Нева» по ТУ 6-01-1163-78;

– заповнити пневмопривод стислим повітрям;

– натиснути кілька разів на педаль гальма;

– долити рідину у бачки до норми;

– зняти захисний ковпачок клапана прокачування і надіти гумовий або пластмасовий шланг на головку клапана прокачування заднього лівого колісного циліндра; вільний кінець шланга опустити в прозору посудину, частково заповнену гальмівною рідиною;

– відкрити клапан прокачування на один оберт, плавно натиснути на педаль гальма до упору і з невеликим зусиллям закрутити клапан;

– відпустити педаль; повторювати цю операцію з інтервалом в декілька секунд потрібно до тих пір, поки з шланга, опущеного в посудину, не піде гальмівна рідина без бульбашок повітря; при цьому потрібно стежити за рівнем рідини у бачках головного циліндра і поповнювати їх у міру потреби, не допускаючи падіння рівня нижче за нижні поясочки бачків.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після припинення появи бульбашок повітря потрібно затягнути клапан прокачування при натиснутій педалі гальм. Так само потрібно прокачати заднє праве гальмо і обидва передні гальмівні механізми.

Знявши шланг з клапанів прокачування, потрібно ретельно протерти клапан і надіти на їх головки захисні ковпачки. При прокачуванні гідроприводу в його контурах виникає різниця тисків, що зміщує поршень сигнального пристрою, внаслідок чого запалюється сигнальна лампа.

Для приведення сигнального пристрою в початкове положення потрібно відвернути на 1/2 оберти клапан прокачування, заздалегідь знявши з нього захисний ковпачок, і, плавно натискаючи на педаль гальма, добитися того, щоб лампа згасла. Потім, утримуючи педаль в натиснутому положенні, закрутити клапан.

У разі заміни комплекту передніх або задніх гальмівних колодок, а також хоча би одного гальмівного диску, необхідно зробити припрацювання колодок до дисків за наступною методикою:

– зробити тридцять гальмувань середньої інтенсивності від швидкості 90 км/год до 30 км/год. з інтервалом не менше двох кілометрів між гальмуваннями;

– зробити три ефективні гальмування на межі блокування коліс від швидкості 80 км/год. до повної зупинки з мінімальним інтервалом між гальмуваннями.

Після заміни і припрацювання колодок необхідно перевірити дію гальм в дорожніх умовах.

На деталях гальм не допускаються сколи і тріщини. Ушкодження різьби допускається не > 2-х ниток. Знос гальмівних накладок допускається до рівня 1,5 мм до голівок заклепок [6].

При зносі деталей гальм понад допустимі розміри зношені деталі підлягають заміні.

Погнутість щита гальм рекомендується усувати правкою. При більшій погнутості щита потрібно замінити.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При складанні гальмівного механізму задніх коліс усі операції потрібно виконати в послідовності, зворотному розбиранню. При цьому потрібно мати на увазі: не можна міняти місцями положення вторинної і первинної колодок і пружин колодок.

Первинна гальмівна колодка відрізняється від вторинною пружиною, яка має більшу кількість витків і менший діаметр дроту. При зносі тільки однієї гальмівної колодки задніх коліс слід замінити усі чотири колодки заднього гальма. При збиранні опорні поверхні втулок та осей потрібно змастити тонким шаром мастила.

При необхідності можна замінити гальмівні накладки на колодках, приклеївши нові. Для забезпечення надійного склеювання фрикційних накладок з колодками гальма потрібно виконати наступні умови: приклеювання робити клеєм марки ВС-10Т ДСТУ 22345-77. Колодки гальма перед приклеюванням накладок мають бути очищені механічною обробкою від слідів старих накладок, за умови збереження геометричної форми згідно з кресленням.

Після механічної обробки колодок не допускається забруднення підготовленої поверхні пилом, маслом та іншими речовинами, що ослабляють клейове з'єднання.

На внутрішній поверхні накладок потрібно видалити глясовий шар при обов'язковому збереженні геометричних розмірів виробу. Нерівності, тріщини, сліди мастила і забруднення поверхні не допускаються.

На чисті, знежирені поверхні колодок і накладок наноситься кистю рівномірний шар клею з розрахунку (1,5-2) г на 100 см² площі. Після нанесення клею деталі мають бути підсушені на повітрі не менше 15 хв. і не більше 90 хв. при температурі не < 15 °С. Торкатися руками до поверхні, яка намазана клеєм, не допускається.

Склеювання деталей потрібно робити в спеціальному пристосуванні, що забезпечує правильне відносне положення накладки і колодки і з притиском накладки до колодки зусиллям 49-78 Н/см².

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Склеювання деталей повинне відбуватися в сушарні печі при температурі 180 °С впродовж 120 хв., без урахування часу прогрівання печі до вказаної температури.

Після приклеювання накладок виріб потрібно перевірити на відсутність тріщин, сколов, перекосу, відсутність зазору між накладкою і колодкою, відповідність кресленню. Міцність клейового з'єднання повинна відповідати ДСТУ 6312-93. Руйнівне зусилля має бути не < 100 Н/см².

1.5 Регулювання гальм

При зносі фрикційних накладок регулюють зазор між накладкою колодки і барабаном з періодичністю 4000 км пробігу [6]. Для регулювання виконують наступне:

- вимкнути стоянкове гальмо;
- підняти задні колеса;
- вийняти пружинні заглушки з щитів задніх гальм;
- через отвір в гальмівному щиті спеціальною лопаткою (чи широкою викруткою) обертати зірочку регульовального гвинта (на лівому гальмі від низу до верху; на правому – у зворотному напрямі), розвівши колодки до гальмування колеса (не провертати від руки). Обертаючи зірочку у зворотному напрямі, забезпечити вільне обертання колеса, вставити пружинні заглушки.

1.6 Діагностика гальм автомобіля ЗИЛ-5301ВА

Перевірка робочої гальмівної системи здійснюється на роликовому гальмівному стенді при працюючому двигуні [7]. Споряджений автобус (автомобіль) з водієм встановлюється по черзі передньою і задньою віссю на ролики стенду.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ролики стенду не мають бути замаслені, шини мають бути сухими. Якщо величина опору прокручуванню перевищує дані, наведені у табл. 1.1, то слід перевірити:

Таблиця 1.1 – Параметри передніх і задніх коліс

Параметр	Передні колеса	Задні колеса
Опір прокручуванню коліс без гальмування, Н	Не > 480	Не > 490
Гальмівна сила, Н	Не < 7840 при максимальному ході педалі	Не < 5880 при максимальному ході педалі
Різниця гальмівних сил на колесах однієї осі, %	Не > 20	Не > 20
Час спрацьовування (час досягнення максимальної гальмівної сили при різкому натисненні на педаль гальм), з 75%	Не > 0,6	Не > 0,6

- для передніх коліс – роботу гальмівних скоб;
- для задніх коліс – гальмівні механізми.

Діагностику стану і працездатність апаратів пневматичного приводу можна визначити за показами контрольного манометра, підключеного до контрольних виводів, встановлених на автомобілі. Діагностування здійснюється шляхом порівняння показів манометра і норм, наведених в табл. 1.1 (цю роботу потрібно проводити кваліфікованим фахівцем).

Перед перевіркою заповнюють пневматичний привод стислим повітрям до моменту відключення компресора, тобто до моменту спрацьовування регулятора тиску пневмоприводу, коли тиск у системі, контрольований по штатному двострілковому манометру, перестає рости. Недостатня величина гальмівної сили вказує на несправність гальмівної системи. У цьому випадку усувають несправність і повторюють перевірку на стенді.

Для забезпечення нормальної роботи системи пневматичного гальмівного приводу необхідно при ТО відкривати спускові крани в повітряних балонах і

перевіряти наявність конденсату. Його наявність у балонах служить ознакою виходу з ладу вологомасловідділювача і необхідності відновлення його працездатності. При нормально працюючому вологомасловідділювачі конденсату у балонах практично не повинно бути.

Перевіряти пружинний енергоакумулятор на герметичність необхідно за наявності стислого повітря у контурі приводу стоянкової гальмівної системи. Витоків повітря бути не повинно. Перед виїздом необхідно переконатися, що тиск в системі не нижче 0,5 МПа.

Під час руху тиск в пневматичній системі приводу гальмівних механізмів має бути в межах (0,65-0,80) МПа. Можна допускати тільки короточасне зниження тиску при частих повторних гальмуваннях. Щоб уникнути повного витрачєннї повітря при частих гальмуваннях, забороняється зупиняти двигун на довгих спусках.

Підвищення тиску в системі $> 0,8$ МПа свідчить про несправність регулятора тиску пневмоприводу або розвантажувального пристрою, а понад 1,35 МПа, крім того – про несправність запобіжного клапана регулятора тиску пневмоприводу. В цьому випадку необхідно негайно усунути несправності.

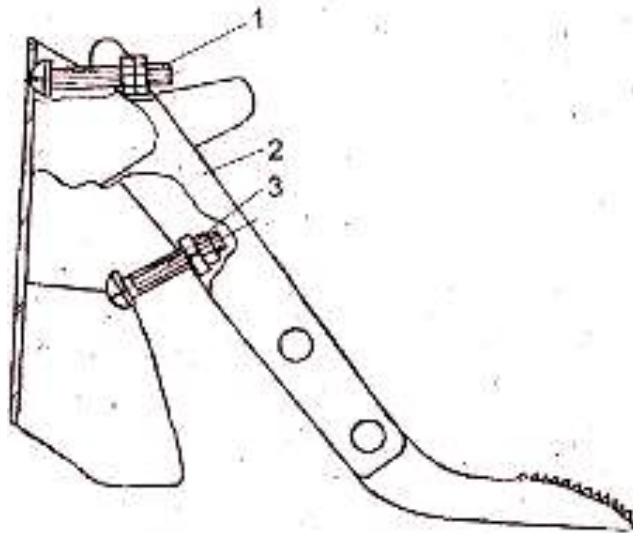
При вільному положєннї педалі при непрацюючому двигуні зниження тиску в гальмівній системі за показами шкал манометра не повинне перевищувати 0,05 МПа упродовж 30 хв. і 0,05 МПа упродовж 15 хв. при включених органах управління. Швидке падіння тиску в пневматичній системі при зупинці двигуна вказує на підвищений витік повітря з системи. Місце сильного витіку повітря з системи може бути визначене на слух. Невеликий витік може бути визначений за допомогою мильної емульсії. Витік повітря через з'єднання усувають, підтягуючи сполучну арматуру.

Якщо привід гальмівного крану відрегульований правильно, то повний хід педалі робочої гальмівної системи визначається лінійкою при натисненні на педаль і повинен складати (105-115) мм. При повному натисненні педаль не повинна упиратися у підлогу кабіни.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гальмівна сила повинна зростати плавно, пропорційно силі на педалі. Регулювання здійснюють двома регулювальними гвинтами, укрученими в педаль в наступній послідовності:

- відпустити гайку кріплення осі ролика і контргайку регулювального гвинта;
- поворотом осі ролика добитися, щоб при прикладенні до педалі зусилля (500-600) Н зазор між підлогою і педаллю був не < 10 мм, а тиск повітря в двопорожнинній гальмівній камері порівнявся з тиском в повітряних балонах; у цьому положенні вивернути регулювальний гвинт 3 (рис. 1.6) до упору в кронштейн педалі.



1 і 3 – регулювальні гвинти; 2 – педаль гальма

Рисунок 1.6 – Регулювання педалі гальма

Обертанням регулювального гвинта 1 добитися, щоб при відпущеній педалі зазор між роликом і штовхальником був не $> 0,3$ мм. Після цього закріпити положення осі ролика і регулювальних гвинтів 1 і 3 їх гайками.

Важливим чинником справної роботи гідравлічного гальмівного приводу є ретельний огляд усіх трубопроводів і з'єднань [7].

При проведенні ТО необхідно визначити:

- наявність вм'ятин і тріщин на трубопроводах, поява яких не допускається;

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- наявність слідів зіткнення гумових шлангів з мінеральними маслами і мастилами, що руйнують гуму;
- відсутність здуття на шлангах, що з'являються при натисненні на педаль гальма, за наявності яких шланги потрібно замінити;
- цілісність скоб кріплення трубопроводів;
- зруйновані скоби потрібно замінити;
- відсутність витоку рідини з штуцерів; при її наявності необхідно затягнути гайки повністю, не допускаючи деформації трубопроводів.

За наявності щонайменших сумнівів у працездатності деталей приводу, їх слід замінити.

Причинами виходу з ладу головного гальмівного циліндра є:

- знос або втрата еластичності манжет;
- знос робочих поверхонь циліндра і поршнів;
- розбухання манжет від попадання в систему мінеральних масел;
- засмічення компенсаційних отворів.

При розбуханні манжет відбувається, як правило, нерозгальмування автомобіля через перекриття передніми манжетами компенсаційних отворів.

Для визначення цієї несправності досить від'єднати трубки від головного гальмівного циліндра. Якщо після витікання рідини з робочих порожнин текти припиняється і рівень у бачку не зменшується, то компенсаційні отвори перекриті манжетами або засмітилися.

Регулятори тиску встановлені в гідравлічному приводі до механізмів задніх гальм і кріпляться на лонжеронах рами в задній частині автомобіля і ТО не потребують.

Для перевірки регуляторів потрібно виконати наступне:

- викрутити регульовальний болт з натискного важеля, заздалегідь відкрутивши контргайку;
- зробити контрольне гальмування автомобіля без навантаження на сухій горизонтальній ділянці дороги з асфальтовим або бетонним покриттям.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гальмування потрібно проводити на швидкості 50-60 км/год., плавно збільшуючи силу на гальмівну педаль до появи блокування коліс однієї з осей. Якщо в процесі гальмування відзначається випереджаюче блокування задніх коліс, то регулятори слід відремонтувати або замінити.

Перевірка сигнального пристрою гідроприводу проводиться при підозрі на його несправність, установці нового сигнального пристрою і при кожному прокачуванні гідроприводу.

Для перевірки правильності роботи сигнального пристрою необхідно виконати наступне:

- переконатися в справності лампи сигналізатора несправності гальмівної системи;
- зняти захисний ковпачок з клапана прокачування будь-якої скоби переднього гальма і надіти на його головку гумовий шланг; вільний кінець шланга опустити в прозору посудину;
- відкрити клапан прокачування на 1 оберт; включити прилади, заповнити систему пневмоприводу стислим повітрям;
- плавно натиснути на педаль робочих гальм до упору і закрутити клапан; відпустити педаль; в процесі натиснення на педаль повинен спалахнути сигналізатор;
- при закритих клапанах прокачування повторно натиснути на гальмівну педаль; при цьому лампа сигналізатора повинна згаснути і при наступних натисненнях на педаль не спалахувати знову;
- вимкнути прилади;
- зняти шланг з клапана прокачування і ретельно протерти клапан;
- надіти захисний ковпачок на головку клапана.

Якщо при проведенні вказаних операцій лампа сигналізатора не спалахує, то необхідно сигнальний пристрій відремонтувати або замінити.

Перевірка пристрою контролю рівня гальмівної рідини у бачках головного гальмівного циліндра проводиться в наступному порядку:

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– включити прилади; перевірити справність лампи сигналізатора несправності гальмівної системи;

– по черзі натиснути на стержні поплавців у бачках головного циліндра, імітуючи пониження рівня рідини.

Загоряння лампи свідчить про справність пристрою.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Розробка проекту знімача гальмівного барабана

Знімачі відносяться до найпоширенішого виду пристосувань, які доводиться проектувати інженерам-автомобілістам. Знімачі широко використовуються при проведенні ТО і ремонту автомобілів, а багато розбірно-складальних операцій просто немислимі без їх застосування [8].

2.1 Короткий огляд знімачів

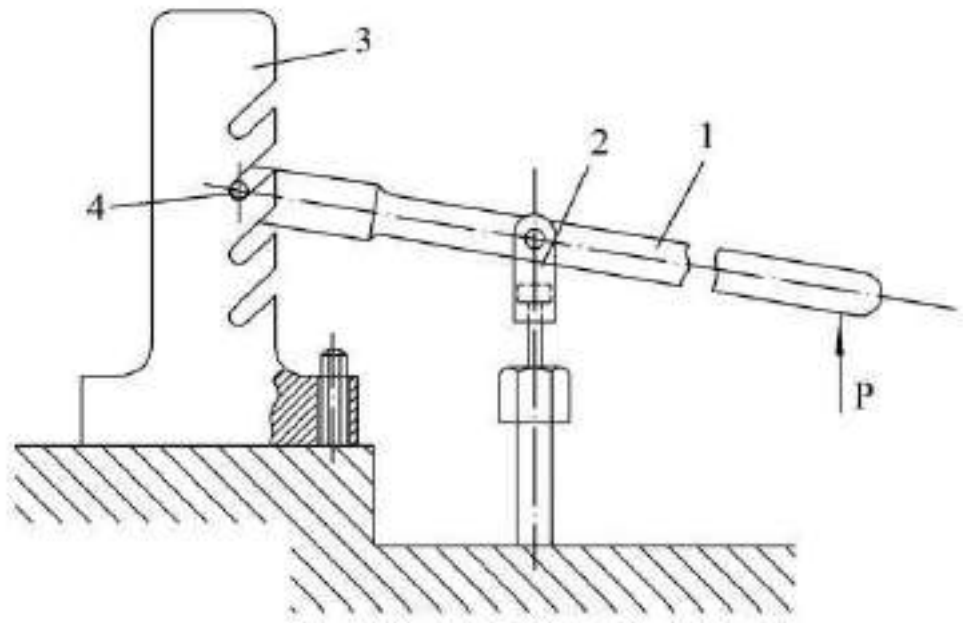
Для демонтажу деталей, змонтованих із зусиллям, можна використовувати молот із зубилом, кувалду і важіль, але є вірогідність ушкодження деталей і механізму, травматизму персоналу і неможливості повторного використання знятих частин. Потрібні значні сили, особливо, якщо деталь заіржавіла або давно не знімалася та окислювалася. Оптимальним буде використання знімачів [9].

Знімачі – величезна група механізмів, призначених для монтажу і демонтажу різних деталей. Їх сила дії на деталь, що знімається, коливається від декількох кілограм до сотень тон. Робота з ними зручна, відрізняється підвищеною безпекою для людини і механізму. Загалом, знімачі складаються із захоплюючих лапок, механізму фіксації і підйому деталі. Незамінні на СТО, при будь-яких роботах по розбиранню-складанню різноманітних механізмів. Дозволяють знімати підшипники, втулки, муфти та ін. без ушкоджень.

Знімачі підрозділяються на важільні та гвинтові [8]. У важільних знімачах основним елементів конструкції є важіль 1-го або 2-го роду, що дозволяє при відповідному відношенні плечей збільшити силу тяги у декілька разів. Схема такого знімача, вживаного, наприклад, при знятті стяжних болтів картера, наведена на рис. 2.1.

Знімач складається з важеля 1, підвіски 2 для кріплення болта і упорної стійки 3. Останню встановлюють на якій-небудь площині картера і, якщо потрібно, закріплюють болтом або шпилькою.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



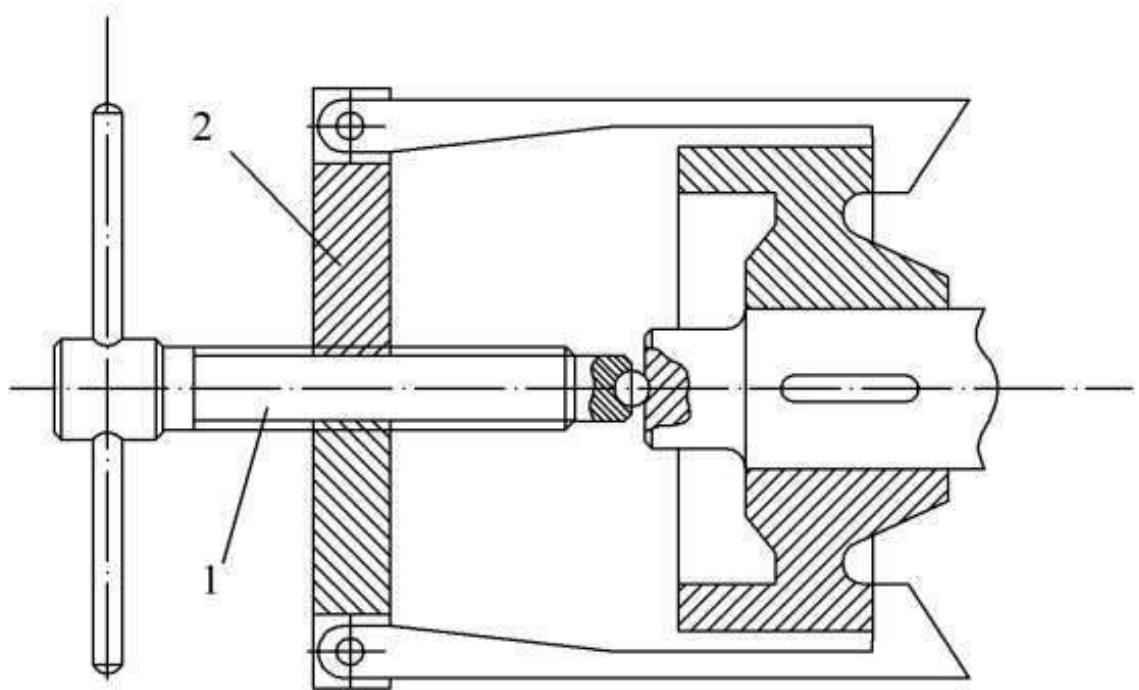
1 – важіль; 2 – підвіска; 3 – стійка; 4 – вісь

Рисунок 2.1 – Важільний знімач

Важіль 1 гойдається відносно осі валика 4, який закладається в канавку стійки 3. Для збільшення ходу підвіски 2 у стойці 3 роблять декілька однакових канавок. Такі знімачі дуже прості за конструкцією, але створюють порівняно невеликі сили, яких у ряді випадків може виявитися недостатньо для випресування деталі. Крім того, оскільки підвіска рухається по траєкторії кола, виникають бічні сили, які перекошують знімаючу деталь. Через вказані недоліки важільні знімачі не знайшли широкого поширення і надалі розглядатися не будуть.

Гвинтові знімачі мають безліч різноманітних конструкцій. Основною деталлю такого знімача є силовий гвинт 1 (рис. 2.2), укручений в траверсу 2, яка тим або іншим способом пов'язана з деталлю, що демонтується. При вкрученні гвинт упирається в торець іншої деталі, в даному випадку – валу, і переміщає траверсу знімача, стягуючи одну деталь з іншої.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – гвинт силовий; 2 – траверса

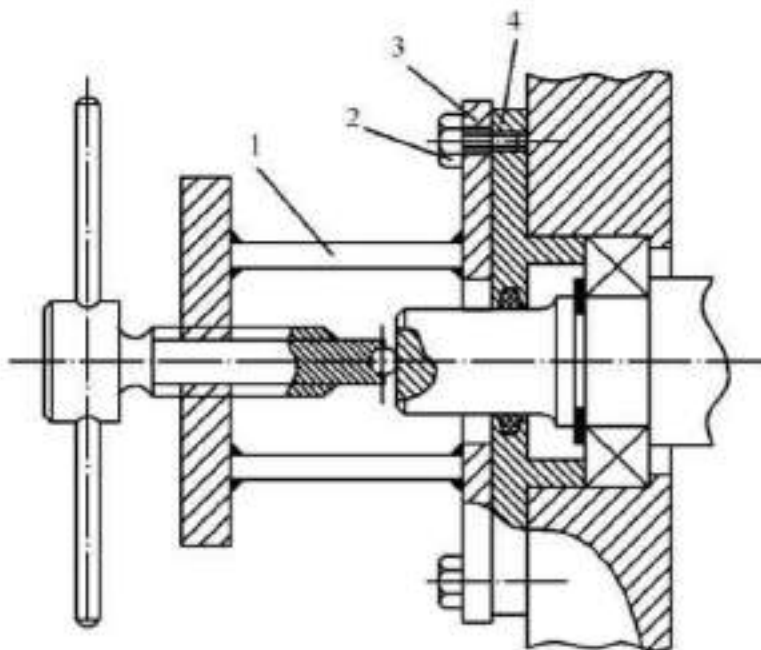
Рисунок 2.2 – Гвинтовий знімач

За способом закріплення на деталі, що демонтується, знімачі можуть бути розділені на наступні основні типи:

- закріплювані на шпильках або болтах деталі або вузла, що знімається;
- нагвинчувані (чи угвинчувані) на різьбу деталі, що знімається;
- з фрикційним затиском деталі, захоплюючи деталь за зовнішню або внутрішню циліндричні поверхні стягуючі деталь за рахунок сили тертя між знімачем і деталлю, що знімається;
- із захватом деталі або з упором у неї.

Знімачі, які закріплюються на шпильках або болтах деталі (рис. 2.3), що знімається, мають у нижній своїй частині кільце з отворами для шпильок або болтів. На кінці цих шпильок нагвинчується декілька гайок, які і передають деталі тягову силу знімача.

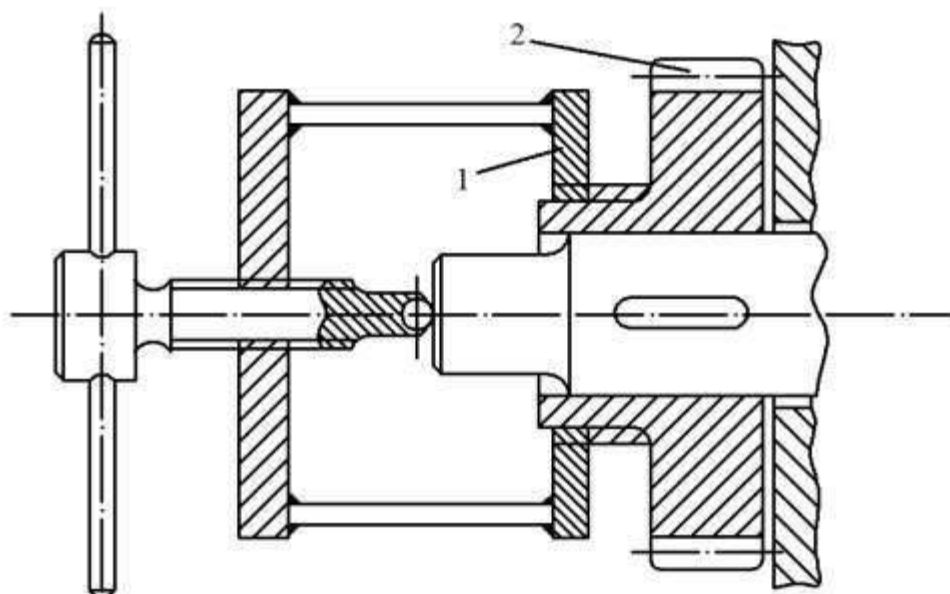
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



1 – знімач; 2 – болт; 3 – кільце знімача; 4 – деталь, яка знімається

Рисунок 2.3 – Гвинтовий знімач, закріплений на деталі, що знімається

Нагвинчувані знімачі (рис. 2.4) застосовують тоді, коли на деталях є різьба, іноді спеціально передбачена для знімання деталі, як, наприклад, на маховиках, шестернях, кришках тощо. Принцип дії знімача зрозумілий з рис. 2.4.



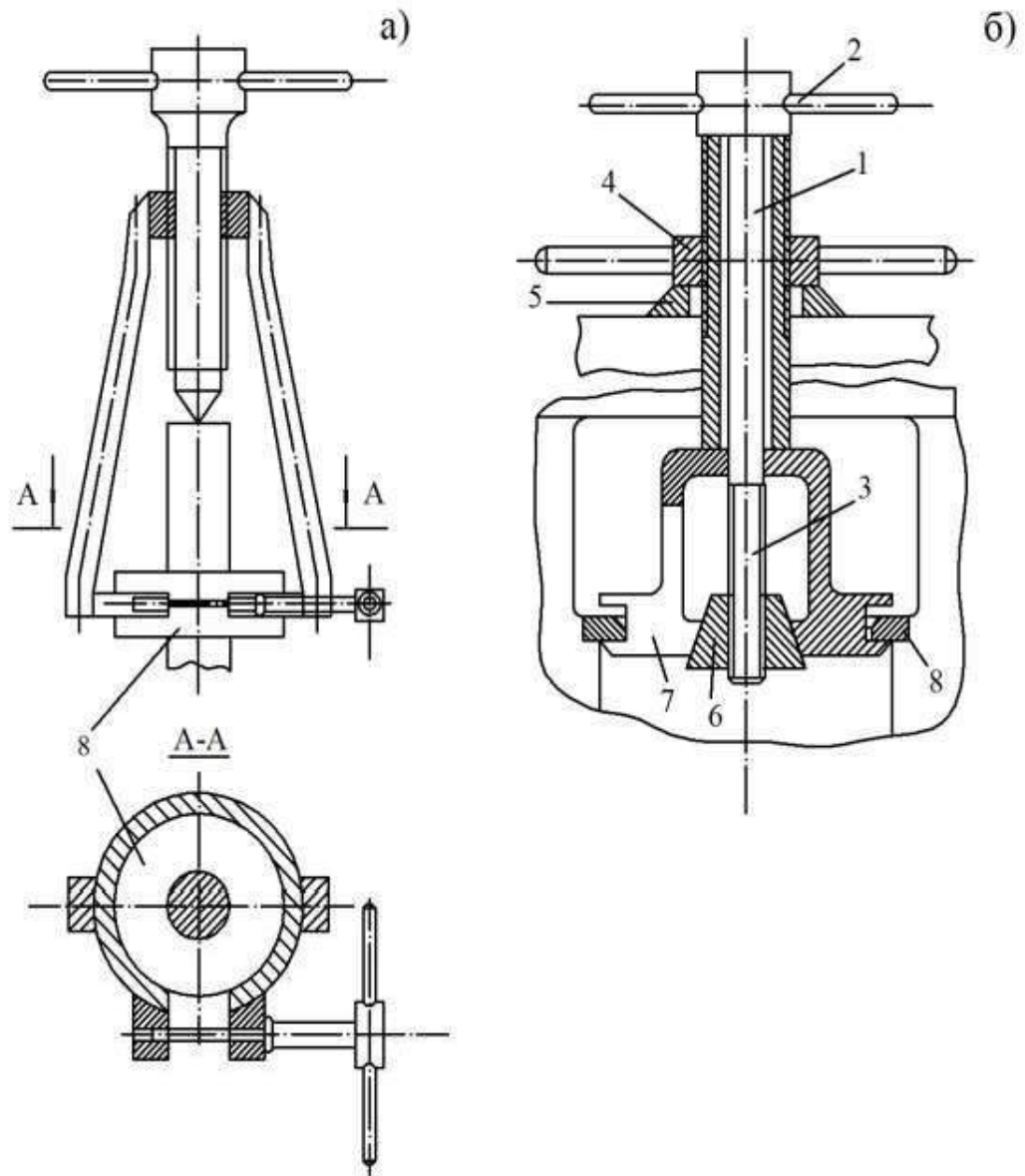
1 – кільце знімача з різьбою; 2 – деталь, яка знімається

Рисунок 2.4 – Нагвинчуваний знімач

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Знімачі з фрикційним затиском деталі, у свою чергу, можуть бути розділені на дві групи:

- маючі у своїй нижній частині розрізне кільце (рис. 2.5, а), яке з невеликим зазором надівається на деталь, що знімається, і стискується спеціальним гвинтом;
- маючі розрізну пружну деталь (цангу).



1 – гвинт-штанга; 2 – вороток; 3 – кінцевик; 4 – гайка; 5 – опорна планка; 6 – конус; 7 – цанга; 8 – деталь, яка знімається

Рисунок 2.5 – Знімач з розрізним кільцем (а) і з цанговим захватом (б)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Один з цангових знімачів, призначений для випресування сідла клапана двигуна, наведений на рис. 2.5, б. Він складається з гвинта-штанги 1 з вороток 2 і кінцевиком 3, гайки 4, опорної планки 5, конуса 6 і розрізної цанги 7.

Для випресування сідла знімача вводять всередину циліндра так, щоб цанга 7 увійшла до отвору сідла, а планка 5 лягла на торець гільзи циліндра або на фланець блоку. Обертанням гвинта 1 досягається переміщення конуса 6 вгору, що викликає розтиск цанги і захват сідла за його внутрішню циліндричну поверхню. Випресування сідла здійснюється обертанням гайки 4.

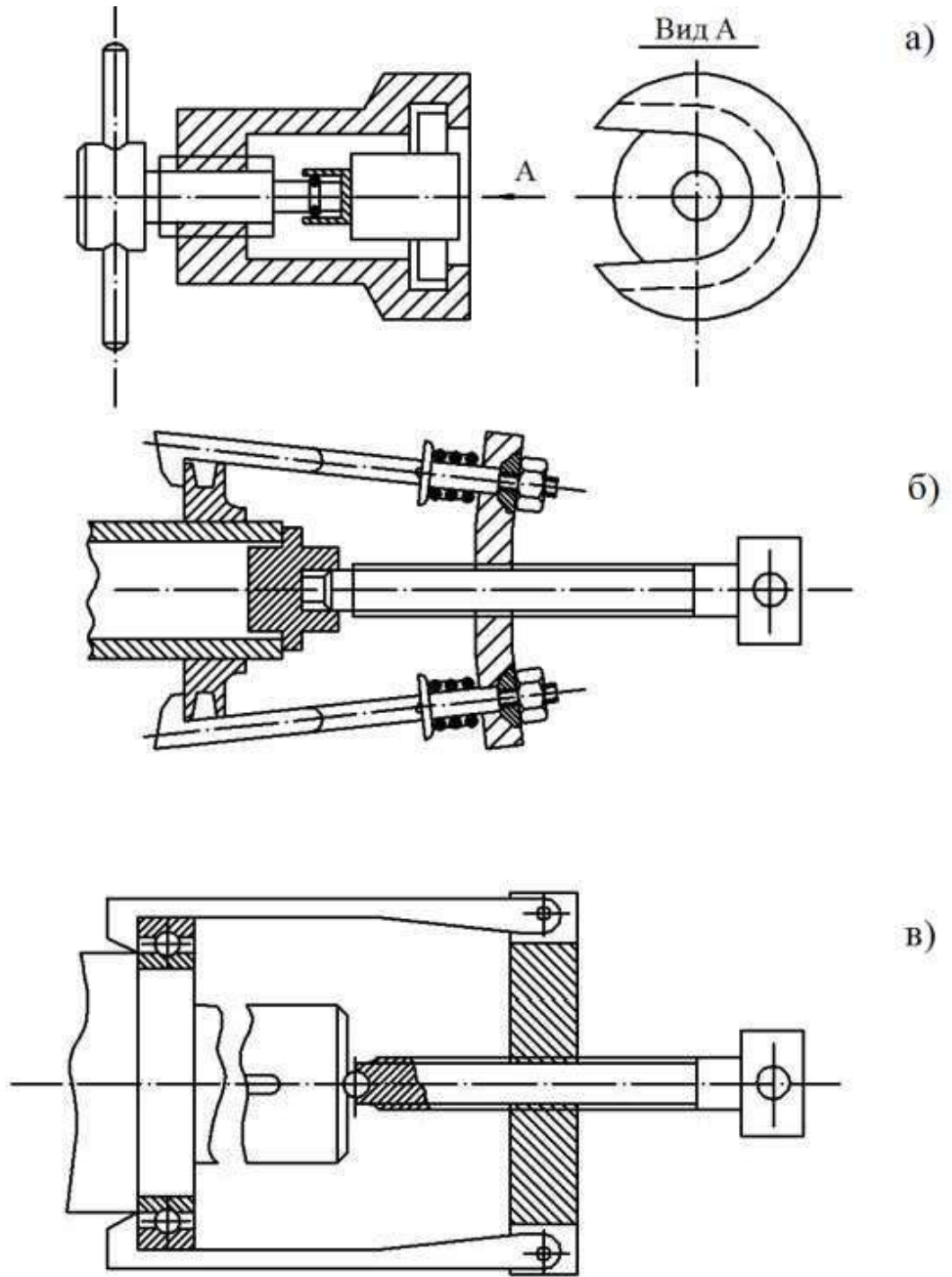
Знімачі із захватом деталі або з упором в неї – найпоширеніші. Захват деталі може здійснюватися корпусом знімача або лапками (рис. 2.6). У першому випадку в корпусі (рис. 2.6, а) виконано відповідне гніздо для деталі. Знімач підводиться збоку і після того, як вісь силового гвинта розташується по осі деталі, що знімається, обертанням гвинта здійснюють випресування.

Найчастіше захват деталі проводиться 2-ма, 3-ма або великою кількістю лапок або тяг. Іноді лапки кріпляться на корпусі знімача жорстко – за допомогою зварювання, заклепок або туго насаджених осей. Такі конструкції називаються знімачами з постійним розведенням. Частіше лапки з'єднуються з корпусом шарнірно і можуть відхилятися на деякий кут (рис. 2.6, б, в), Це розсувні знімачі.

У деяких конструкціях знімачів лапки після їх надягання утримуються від мимовільного розходження спеціальним кільцем або хомутиком. Іноді лапки утримуються у зімкнутому стані особливими важелями, які приводяться в дію від знімного гвинта або траверси.

На рис. 2.7 наведений такий знімач, лапки 1 якого шарнірно сполучені з планкою 2, а тягою 3 з траверсою 4. Планки і траверси мають, відповідно, праву і ліву різьбу, в які укручена втулка 6. При обертанні цієї втулки воротком 5 планка і траверси зближуються або розходяться, викликаючи переміщення кінців лапок. Сила випресування створюється гвинтом 7.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а – із захватом деталі корпусом знімача; б, в – із захватим деталі лапками

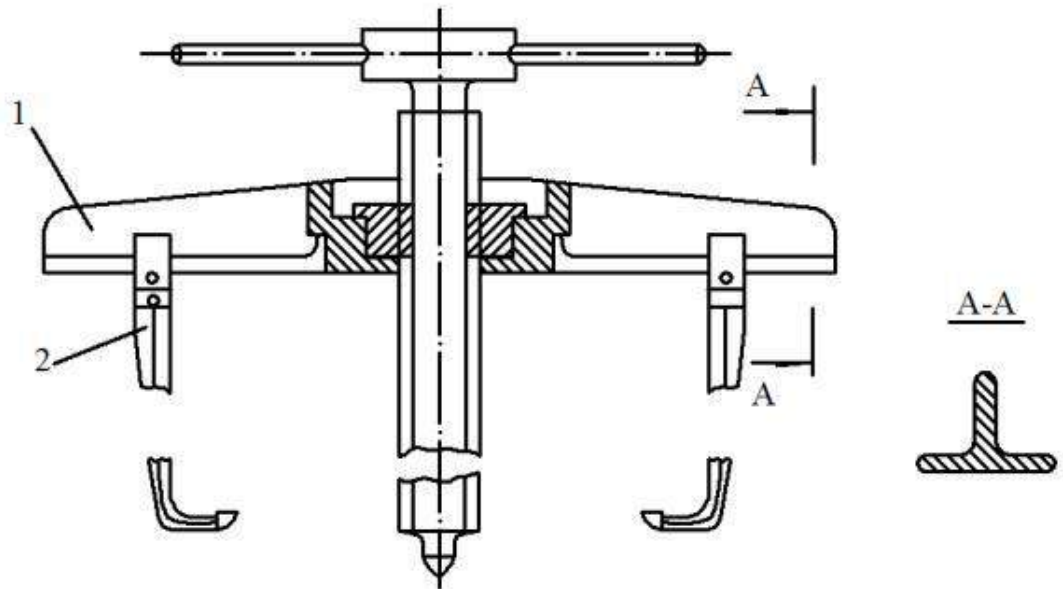
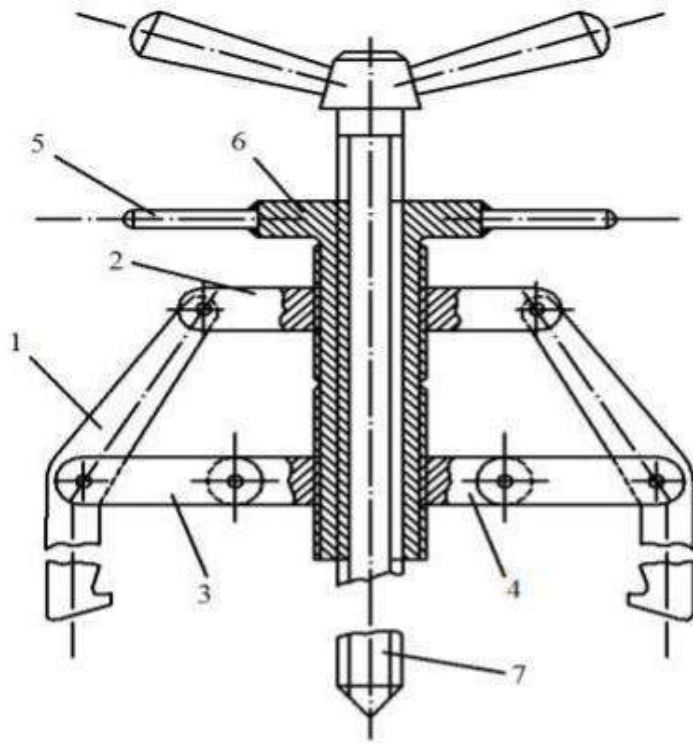
Рисунок 2.6 – Гвинтові упорні знімачі

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ

Арк.

37



1 – лапка; 2 – планка; 3 – тяга; 4 – траверса; 5 – вороток; 6 – втулка; 7 – гвинт

Рисунок 2.7 – Універсальний знімач

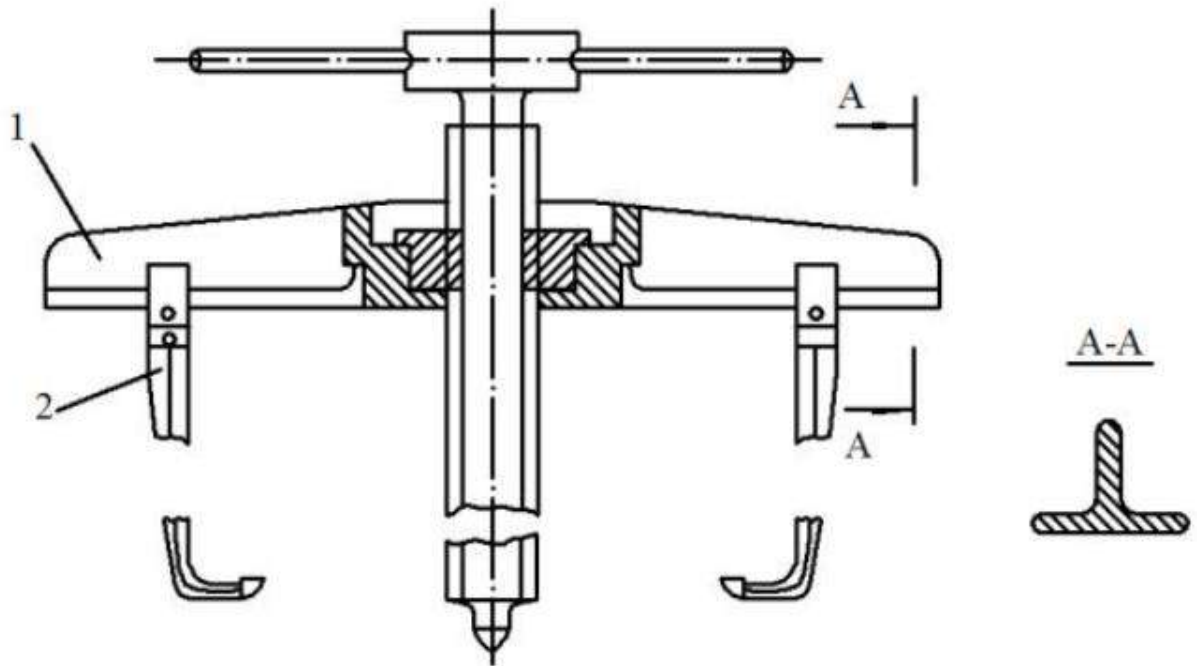
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ

Арк.

38

Для умов дрібносерійного виробництва, а також для робіт з ремонту агрегатів та устаткування, зручно користуватися 2-х трилапчастими знімачами з розсувними по Т-подібній планці змінними лапками (рис. 2.8).



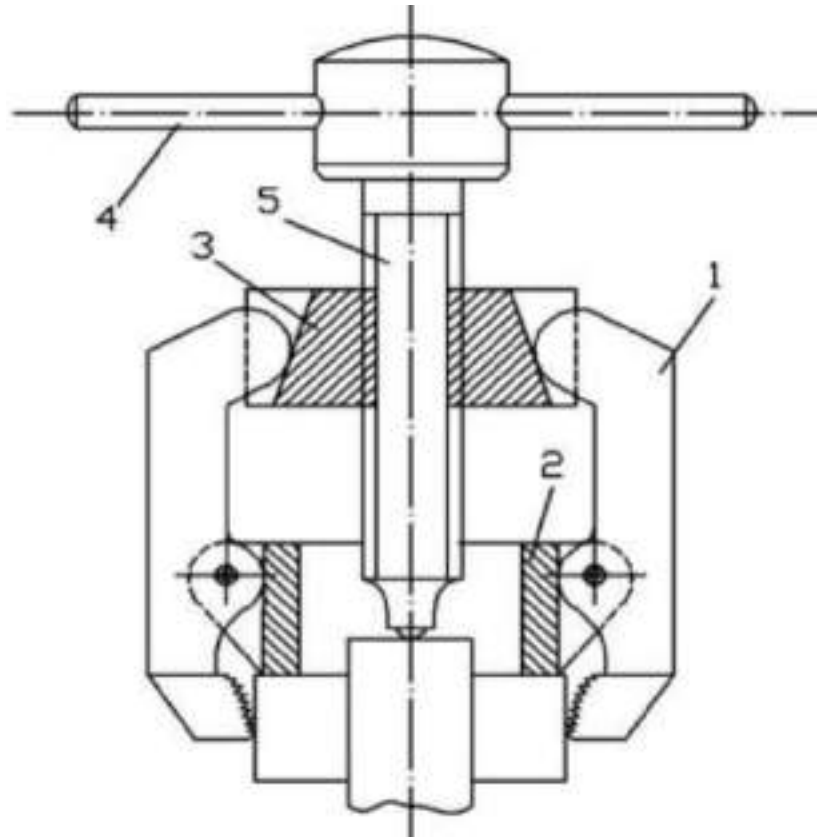
1 – планка; 2 – розсувна лапка

Рисунок 2.8 – Знімач з Т-подібною планкою

У тих випадках, коли демонтовану деталь не передбачається використовувати повторно, затискне пристосування знімача забезпечують спеціальними губками з дрібними зубцями, які вриваються в деталь. Внаслідок цього сила зчеплення між губками і деталлю, що знімається, значно зростає.

Конструкція одного з таких знімачів наведена на рис. 2.9. При обертанні воротка 4 гайка 3, переміщаючись по гвинту 5 вгору, спочатку розводить верхні кінці важелів 1 і затискає деталь. При подальшому обертанні гвинта гайка тягне важелі з хомутом 2 за собою і знімає деталь.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – важіль; 2 – хомут; 3 – гайка; 4 – вороток; 5 – гвинт

Рисунок 2.9 – Знімач із затиском

Для розпресування деталей при розбиранні механізмів можуть знадобитися знімачі інших конструкцій. Усю різноманітність можливих схем і конструкцій знімачів передбачити неможливо. Більше того, користуватися при конструюванні загальними рекомендаціями потрібно обережно, оскільки для кожного конкретного випадку, як правило, може бути спроектовані декілька варіантів знімачів.

Критично оцінити переваги і недоліки кожного з них і вибрати раціональну схему – серйозне творче завдання. Наприклад, вимагається сконструювати пристосування для випресування втулки з глухого отвору. Для цієї мети можна використати схеми деяких розглянутих раніше знімачів. Але як здійснити захват втулки? Ймовірно, для утримання втулки при її випресуванні може бути використана розтискна цанга з фрикційним захватом або розсувні кулачки з насічкою. Крім того, якщо втулка запресована так, що між нижнім торцем втулки

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і днищем отвору є зазор, захопити втулку можна за її торець з боку днища. Силова частина пристосування в усіх цих випадках може бути виконана у вигляді гвинта або важеля.

Якщо поверхня отвору втулки досить гладка, для її випресування можна застосувати гідростатичний принцип. У цьому випадку всередину втулки наливається мастило, а в отвір вводиться плунжер з манжетним ущільненням. Тиском на цей плунжер або ударом по ньому підвищують гідростатичний тиск рідини, за рахунок чого робиться випресування втулки.

Для випресування втулок невеликого діаметру можна застосувати конічний гвинт з рукояткою. Захвати втулки здійснюється у цьому випадку за рахунок укручення гвинта у втулку.

У продажу є наступні знімачі гальмівних барабанів: рис. 2.10 – 2.13.



Рисунок 2.10 – Знімач гальмівного барабана [10]

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.11 – Знімач гальмівного барабана універсальний 100-115ММ [11]



Рисунок 2.12 – Знімач гальмівного барабана BGS Diy 7682 [12]

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Рисунок 2.13 – Універсальний знімач для гальмівних дисків і барабанів
YATO YT-0602 [13]**

2.2 Проектування власного знімача гальмівного барабана

Так як вартість розглянутих знімачів коливається від 1500 грн. до 6000 грн., проектуємо власний знімач гальмівного барабана (рис. Б1).

Три захвати (поз. 1 на рис. Б1) закріплено на маточині (поз. 3 на рис. Б1) за допомогою 3-х болтів М6 (поз. 5 на рис. Б1) так, що можливе їх переміщення у радіальному напрямі. Різьбова втулка (поз. 2 на рис. Б1) ослаблена. Знімач надівається на барабан, центруємо його по виступаючому поясоцку півосі і, зсунувши захвати до центру, охоплюємо ними закраїну барабана. Різьбовою втулкою притискаємо захвати до маточини. Обертаючи воротком гвинт (поз. 4 на рис. Б1), який опирається у піввісь, спресовуємо барабан.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Вибір матеріалів деталей знімача гальмівного барабана

Для виготовлення деталей знімача гальмівного барабана приймаємо сталь 20 [14, 15]. Її аналоги: сталь 15, сталь 25.

Сталь 20 – нелегована конструкційна вуглецева якісна; її застосовують для виготовлення металоконструкцій і виробів, які працюють при температурі від -40 до 450°C. Гарячекатаний і кований сортовий прокат зі сталі 20 випускають за стандартами ДСТУ 7809 і ГОСТ 1050.

Хімічний склад (у %) сталі 20 у відповідності з ДСТУ 7809 наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад (у %) сталі 20 у відповідності з ДСТУ 7809

C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni
0.17-0.24	0.17-0.37	0.35-0.65	≤0.035	≤0.040	≤0.25	≤0.30	≤0.3

Механічні властивості сталі 20 після нормалізації наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Механічні властивості сталі 20 після нормалізації

Межа плинності, Н/мм ² , не менше	Межа міцності, Н/мм ² , не менше	Мінімальне відносне подовження, %	Відносне звуження, %
245	410	25	55

Сталь 20 використовують у будівництві, машинобудуванні, виробництві деталей різного призначення. Її у вигляді листового та сортового прокату використовують для виготовлення зварних конструкцій, трубопроводів, вкладишів підшипників та іншої продукції. Осі вали, черв'яки, шестерні, зірочки, шпинделі, шпильки, пальці та інші вироби зі сталі 20 після ХТО (азотування, цементация, нітроцементация тощо) отримують високу поверхневу твердість і зносостійкість при невисокій міцності серцевини.

Зарубіжні аналоги сталі 20 наведено у табл. 3.3.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Зарубіжні аналоги сталі 20

США	1023, 1020, 1024, G10230, G10200, M1020, H10200, M1023
Японія	S20CK, S20C, STKM12A, S22C, STKM13B, STKM12A-S, STB410, STKM13B-W
Євросоюз	C22, C20E2C, C22E, 2C22, 1.1151
Китай	20Z, 20G, 20R, 20
Швеція	1450
Австралія	M1020, 1020
Швейцарія	Ck22
Пд. Корея	SM20CK, SM20C, SM22C

Зварювання сталі 20 проходить без обмежень, крім деталей після ХТО. Способи зварювання стандартні: АДЗ, РДЗ, КТЗ, зварювання під флюсом і газовим захистом.

Для деталей гальмівного барабана приймаємо нормалізацію за таким режимом:

- нагрівання садки до $t = 890 \text{ }^\circ\text{C}$;
- витримка протягом (10-20) хв.;
- охолодження на повітрі.

4 Комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану деталей гальмівного барабана

4.1 Інформація про системи інженерних розрахунків та аналізу САЕ

Швидкий та інтенсивний розвиток ІКТ, НКТ, нанотехнологій сприяє кардинальній зміні характеру конкуренції і дозволяє «перестрибнути» десятиліття економічної та технологічної еволюції.

САЕ-системи – це системи автоматизації інженерних розрахунків. За допомогою (у рамках) САЕ-систем розробляють і застосовують раціональні математичні моделі, які мають високий рівень адекватності реальним об'єктам і реальним фізико-механічним процесам, виконують ефективне рішення багатовимірних дослідницьких і промислових задач, що описуються нестационарними нелінійними диференціальними рівняннями у просторових областях складної форми. Для ефективного вирішення цих задач застосовують, як правило, різноманітні варіанти сучасного, потужного та універсального чисельного методу – методу скінченних елементів (МСЕ, FEA).

МСЕ, у першу чергу, застосовують для ефективного вирішення задач механіки твердого деформованого тіла, статички, коливань, стійкості, динаміки і міцності машин, конструкцій, приладів, апаратури, установок і споруд, тобто усього спектру продуктів і виробів, які випускаються різними галузями промисловості. За допомогою різних варіантів МСЕ ефективно вирішують наступні задачі:

- механіки конструкцій, теплообміну, електромагнетизму та акустики;
- будівельної механіки;
- технологічної механіки (у першу чергу, задачі пластичної обробки металів, зварювання і термообробки, лиття металів, пластмас під тиском);
- механіки контактної взаємодії та руйнування;
- механіки композитів і композитних структур.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Головні причини буму в області САЕ – це швидкий ріст обчислювальної потужності комп'ютерів і визнання ролі комп'ютерного моделювання для підвищення якості продукції, прискорення випуску нових виробів і зниження витрат на розробку. Впродовж тривалого часу підприємства скептично відносилися до систем САЕ, вважаючи результати традиційних методик розрахунку точнішими. Проте, росте число проєктів, зобов'язаних своїм успіхом застосуванню САЕ, а у виробничників розширюється досвід роботи з новими технологіями. Крім того, САЕ-продукти стають зручніше в експлуатації.

Величезне значення має і те, що вдосконалення аналітичного ПЗ супроводжується зниженням вартості та підвищенням доступності високопродуктивних комп'ютерів, оскільки інженерні розрахунки вимагають великої обчислювальної потужності. Раніше для них були потрібні потужні сервери та спеціалізовані робочі станції, а тепер досить настільних ПК. Більше того, ті розрахунки, які раніше вимагали декількох днів або тижнів, тепер виконуються за пару годин.

У системах інженерних розрахунків і аналізу САЕ центральне місце займають програми моделювання полів фізичних величин, передусім це програми аналізу міцності за МСЕ. До лідерів програм САЕ можна віднести програмний комплекс SW та його додаток SWS.

4.2 Основні принципи SWS

SWS – це система аналізу конструкцій, повністю інтегрована з SW. SWS забезпечує аналіз напружень, втрати стійкості, оптимізації, а також частотний і термічний аналіз на одному екрані. Оснащений швидкими вирішальними програмами, SWS дає можливість швидко вирішувати великі завдання, використовуючи ПК. SWS поставляється декількома пакетами для задоволення аналітичних потреб. Він укорочує час збуту, економлячи час і зусилля при пошуку оптимального рішення [16-18].

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.1 Основні поняття аналізу

Програмне забезпечення використовує МСЕ [19].

МСЕ – це чисельний метод аналізу технічних конструкцій. МСЕ прийнятий як стандартний метод аналізу завдяки його універсальності та придатності для роботи на ПК. МСЕ ділить модель на багато малих частин простих форм (рис. 4.1), які називають елементами, ефективно замінюючи складне завдання декількома простими, які необхідно вирішити спільно.

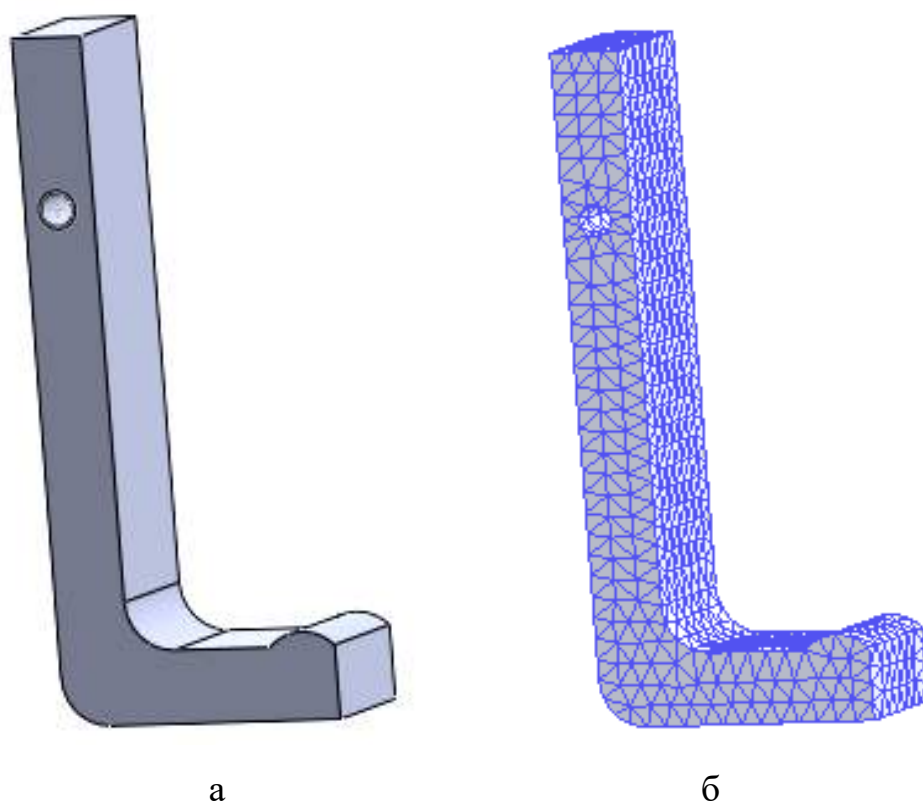


Рисунок 4.1 – Перетворення деталі : а – модель деталі; б – модель, розділена на дрібні частини (елементи)

Елементи мають загальні точки (вузли). Процес ділення моделі на малі частини називається створенням сітки. Поведінка кожного елемента по усіх можливих сценаріях опори і навантаження добре відома. МСЕ використовує елементи різних форм.

Реакція у будь-якій точці елемента інтерполюється з реакції вузлів елементів (рис. 4.2). Кожен вузол повністю описується рядом параметрів, залежних від типу аналізу та використовуваного елемента. Наприклад, температура вузла повністю описує його реакцію в термічному аналізі. Для розрахунків конструкції реакція вузла представляється, в цілому, трьома переміщеннями і трьома обертаннями. Вони називаються ступенями свободи.

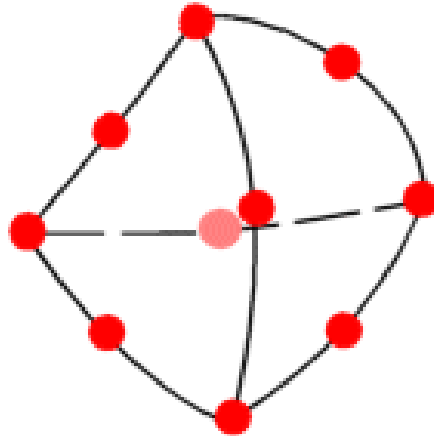


Рисунок 4.2 – Тетраедральний елемент (червоні точки є вузлами; кромки елементів можуть бути зігнутими або прямими)

ПЗ розробляє рівняння, яке керує поведінкою кожного елемента, враховуючи його з'єднання з іншими елементами. Ці рівняння зв'язують реакцію з відомими властивостями матеріалу, обмеженнями та навантаженнями. Далі програма упорядковує рівняння у велику систему спільних алгебраїчних рівнянь і знаходить невідомі. Наприклад, для розрахунку напруження вирішальна програма знаходить переміщення у кожному вузлі, а потім обчислює деформації та кінцеве напруження.

ПЗ пропонує наступні типи досліджень:

- статичні дослідження (чи дослідження напруження); обчислюються переміщення, сили реакції, навантаження, напруження і розподіл запасу міцності; матеріал руйнується там, де навантаження перевищили певний рівень; обчислення коефіцієнта запасу міцності базується на одному з чотирьох критеріїв міцності; статичні дослідження дозволяють уникнути руйнування, викликаного високим напруженням (коефіцієнт запасу міцності менше одиниці означає руйнування

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріалу; великий коефіцієнт запасу міцності в суміжній області свідчить про низьке напруження і про те, що, очевидно, можна вилучити деяку кількість матеріалу з цієї області);

– частотні дослідження (тіло, виведене зі стану спокою, починає коливатися на певних частотах, так званих власних або резонансних частотах; найнижча власна частота називається основною частотою; при кожній власній частоті тіло набуває певної форми, яка називається формою коливань; при частотному аналізі розраховуються власні частоти та асоційовані форми коливань); теоретично, у тіла існує невизначена кількість форм (мод); при АСЕ теоретично існує стільки форм (мод), скільки ступенів свободи; у більшості випадків враховується тільки декілька мод; надмірні реакції виникають тоді, коли на тіло впливає динамічне навантаження і воно вібрує на одній з власних частот; це явище називається резонансом; наприклад, машина з незбалансованими колесами сильно тремтить на певній швидкості через резонанс; трясіння зменшується або зникає на інших швидкостях; можна навести інший приклад, коли від сильного звуку, наприклад голоси оперного співака, виникає тріщина в склі; частотний аналіз може допомогти уникнути руйнування, викликаного надмірним напруженням, обумовленим резонансом; він також надає дані для вирішення задач по динамічних реакціях:

– динамічні дослідження (обчислюються реакції моделі, викликані навантаженнями, прикладеними несподівано, або такі, що змінюються з часом чи за частотою); лінійні динамічні дослідження базуються на частотних дослідженнях; програмне забезпечення розраховує реакцію моделі за допомогою складання впливів кожної моди на середовище навантаження; у більшості випадків, тільки нижні моди вносять значний вклад у реакцію; вплив моди залежить від частотного спектру навантаження, величини, напрямку, тривалості і місця розташування; мета динамічного аналізу включає: (а) розробку конструктивної та механічної системи для роботи без руйнування в динамічному середовищі і (б) скорочення впливу вібрації;

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– дослідження втрати стійкості (втрата стійкості пов'язана з миттєвими великими переміщеннями, викликаними осьовими навантаженнями; тонкі конструкції, схильні до дії осьових навантажень, можуть вийти з ладу в результаті втрати стійкості на рівнях навантаження менших, ніж потрібні для виникнення руйнування матеріалу); втрата стійкості може з'явитися при різних режимах під впливом різних рівнів навантаження; у багатьох випадках, тільки найнижче критичне подовжнє навантаження є інтересом; дослідження втрати стійкості може допомогти запобігти руйнуванню внаслідок втрати стійкості;

– термічні дослідження підраховують температури, градієнт температури і тепловий потік на основі тепловиділення, теплопровідності, конвекції та умов випромінювання; ці дослідження можуть допомогти уникнути небажаних термічних умов: наприклад, перегрівання і плавлення;

– дослідження проєктування (оптимізаційні дослідження проєктування автоматизують пошук оптимальної конструкції, заснованої на геометричних розробках; програма оснащена технологією для швидкого виявлення трендів і визначення оптимального рішення з використанням мінімальної кількості прогонів;) оптимізаційні дослідження проєктування вимагають визначення наступного: а) мети дослідження (наприклад, мінімальна кількість використовуваного матеріалу; б) розрахункових параметрів (наприклад, розмірів, які можуть змінюватися із заданням їх діапазону; в) обмеження (необхідно задати умови, яким повинна відповідати оптимальна конструкція; наприклад, можна зажадати, щоб складове напруження не перевищувало певного значення і частота власних коливань була у рамках встановленого діапазону);

– нелінійні дослідження (коли допущення лінійного статичного аналізу не можна застосувати, можна використовувати нелінійні дослідження для вирішення завдання); основними джерелами нелінійності є: великі переміщення, нелінійні властивості матеріалу і контакт; нелінійні дослідження підраховують коефіцієнт зміщення, сили реакції, навантаження і напруження при зміні рівня навантажень по наростаючій, а також обмеження; у разі, якщо інерцією і силою демпфування не можна нехтувати, можна використати нелінійний динамічний аналіз; рішення

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нелінійної задачі вимагає набагато більше часу і ресурсів, чим рішення подібного лінійного статичного дослідження; принцип незалежності дії сил не застосовний для нелінійних досліджень; наприклад, якщо прикладення сили F_1 викликає напруження S_1 , а прикладення сили F_2 викликає напруження S_2 в точці, то прикладення обох сил не обов'язково викличе напруження (S_1+S_2) у цій точці, як у випадку для лінійних досліджень; нелінійні дослідження можуть допомогти визначити поведінку конструкції за межами статичних обмежень і досліджень втрати стійкості;

– дослідження на ударне навантаження(за допомогою вправ випробувань на ударне навантаження можна оцінити ефект падіння конструкції на твердому підлогу; окрім сили тяжіння, вказується висота скидання або швидкість під час удару); програма вирішує динамічну задачу у вигляді тимчасової залежності, використовуючи експліцитні методи інтеграції; експліцитні методи – швидкі, але вимагають використання малих тимчасових інкрементів; завдяки великій кількості інформації параметри аналізу можна генерувати, програма зберігає результати в певний час і у визначеному місці відповідно до інструкції, заданої перед запуском аналізу; після завершення аналізу можна побудувати епюри та графіки переміщень, швидкостей, прискорення, навантажень і напруження;

– дослідження втоми матеріалів (операції застосування повторюваних навантажень та їх послаблення з часом призводять до послаблення об'єктів, навіть якщо індуковане напруження набагато менше, ніж допустимі обмеження навантаження; кількість циклів, яка потрібна для втомного руйнування у місці розташування, залежить від матеріалу і коливань напруження; інформація для певного матеріалу забезпечується S-N кривою, яка показує кількість циклів, що викликає руйнування

на різних рівнях напруження; дослідження втоми визначають термін служби об'єкту, заснованому на подіях втоми матеріалів і кривих S-N.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.2 Переваги аналізу

Після побудови моделі необхідно упевнитися, що вона ефективно працює, провівши експлуатаційне тестування. За відсутності інструментів аналізу справжнє завдання може бути вирішене тільки за рахунок виконання дорогих і витратних за часом циклів розробки виробу, які включають наступні етапи:

- побудова моделі і дослідного зразка конструкції;
- експлуатаційне випробування дослідного зразка;
- оцінка результатів експлуатаційних випробувань;
- зміна конструкції на основі результатів експлуатаційних випробувань (цей процес триває до отримання задовільного рішення).

За допомогою аналізу можна виконати наступні завдання:

- зменшити вартість моделі за рахунок проведенні її випробування на ПК замість дорогих експлуатаційних випробувань;
- скоротити час, необхідний для представлення продуктів на ринок, шляхом зменшення кількості циклів розробки виробу;
- поліпшити вироби за допомогою швидкої перевірки відразу великої кількості концепцій і сценаріїв перед ухваленням остаточного рішення, тим самим надаючи додатковий час на обдумування нових конструкцій.

4.3 Розрахунок захвата знімача гальмівного барабана

У сконструйованому знімачі гальмівного барабана (рис. 4.3) найвідповідальніша деталь — захват (поз. 1 на рис. Б1, рис. Б2), кінець якого закінчується гачком, що закріплює спресований барабан. Захвати знімача працюють в умовах складного опору розтягування і згинання, тобто в умовах ексцентричного розтягування. Тому їх виготовляють з великим запасом міцності, щоб виключити деформацію в роботі.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому задача дослідження – визначення максимальної сили, яку при заданому коефіцієнті запасу міцності $n = 5$ можна прикласти до захвата спроектованого знімача при прослабленій (недокрученій) різьбовій втулці 2 (рис. Б1).

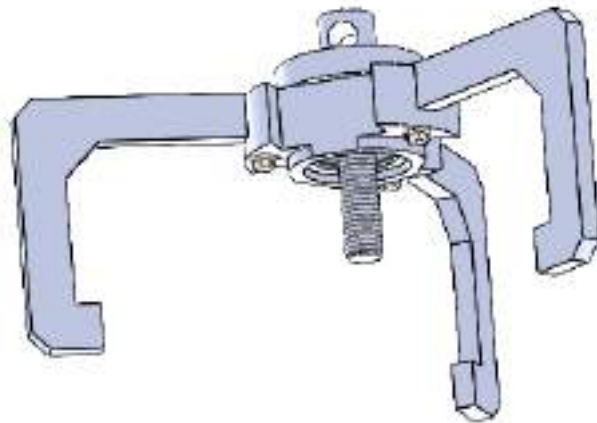
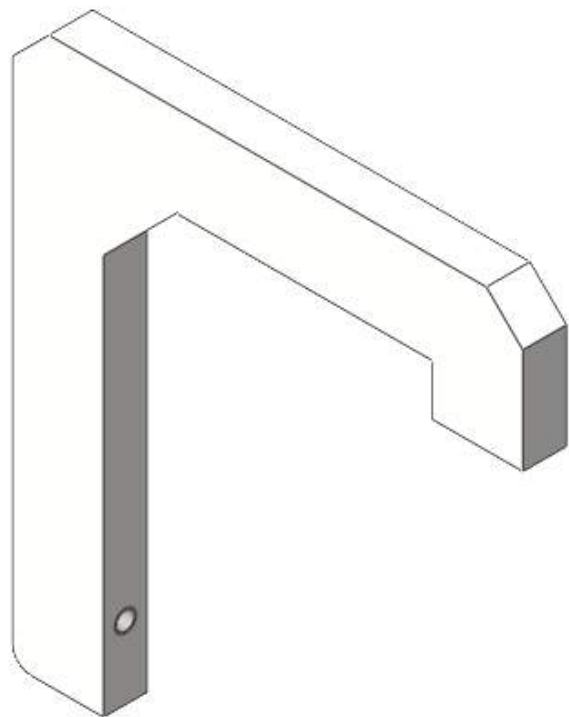
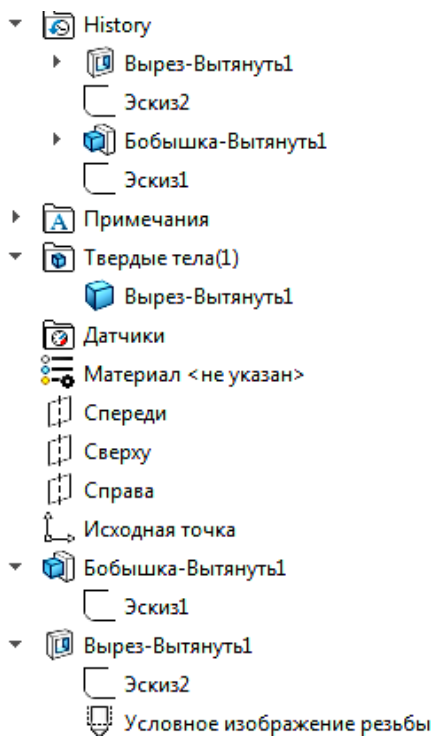


Рисунок 4.3 – Знімач гальмівного барабана, побудований у SW

Загальна методика побудови твердотільної моделі захвата у SW наведена на рис. 4.4.



а

б

Рисунок 4.3 – Загальна методика побудови в SW твердотільної моделі захвата (а) і сама модель (б)

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Інформація про модель захвата наведена на рис. 4.4.


Твердые тела			
Имя и ссылки документа	Рассматривается как	Объемные свойства	Путь документа/Дата изменения
Вырез-Вытянуты1 	Твердое тело	Масса:0.67447 kg Объем:8.61393e-005 m³ Плотность:7830 kg/m³ Масса:6.60981 N	D:\Zahvat\Zahvat.SLDPRT

Рисунок 4.4 – Інформація про модель захвата

Застосовуємо до моделі захвата програмний модуль SWS: Вибираємо статичний аналіз, як тип дослідження його напружено-деформованого стану (рис. 4.5).

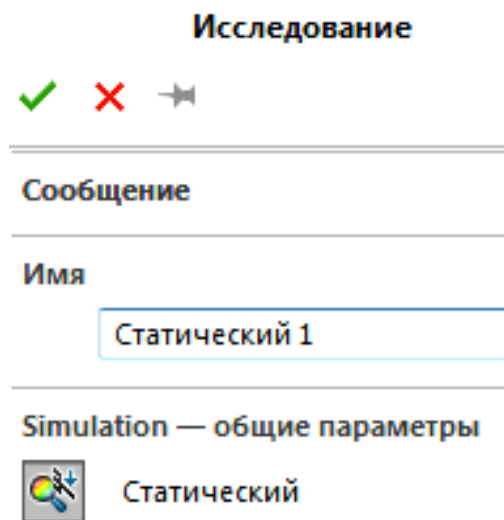


Рисунок 4.5 – Вибір типу дослідження напружено-деформованого стану моделі захвата


Вибираємо з бібліотеки SW матеріал, з якого виготовлений захват – сталь 20 ДЕСТ 535-88 (рис. 4.6).

Ссылка на модель	Свойства	Компоненты
	Имя: Сталь 20 ДСТУ 7809	Твердое тело 1 (Вырез-Вытянуть1){Zahvat}
	Тип модели: Линейный Упругий Изотропный	
	Критерий прочности по умолчанию: максимальное напряжение von Mises	
	Предел текучести: $2.5e+008 \text{ N/m}^2$	
	Предел прочности при растяжении: $4.3e+008 \text{ N/m}^2$	
	Модуль упругости: $2.05e+011 \text{ N/m}^2$	
	Коэффициент Пуассона: 0.29	
	Массовая плотность: 7830 kg/m^3	
	Модуль сдвига: $7.9e+010 \text{ N/m}^2$	
	Коэффициент теплового расширения: $1.11e-005 /\text{Kelvin}$	
Данные кривой: N/A		

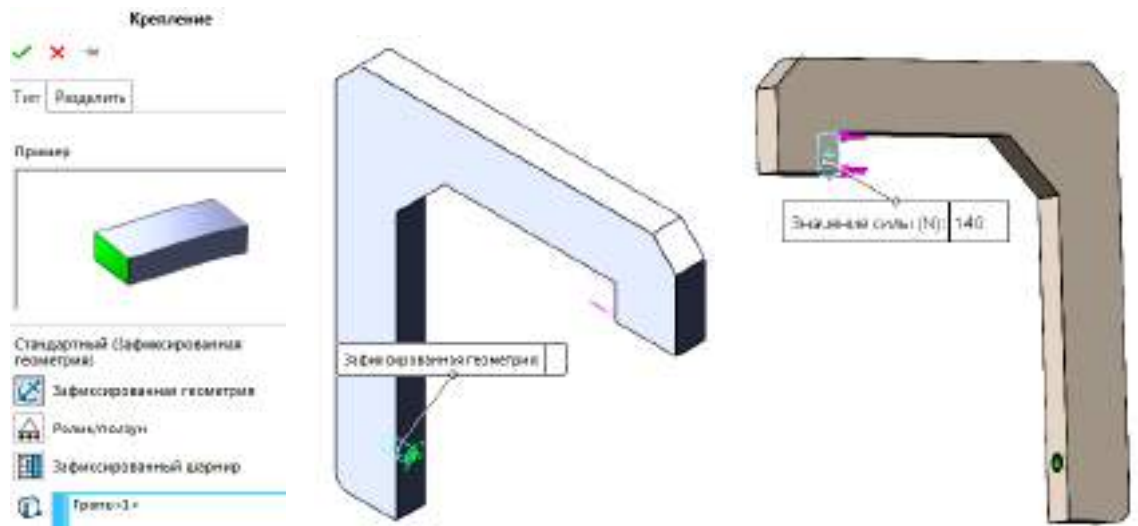
Рисунок 4.6 – Задання моделі захвата властивостей сталі 20

Вибираємо місця закріплення моделі захвата (у даному дослідженні – зафіксована геометрія) та прикладаємо до неї зовнішні навантаження (рис. 4.7).

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления		
Зафиксированный-1		Объекты: 1 грани Тип: Зафиксированная геометрия		
Результирующие силы				
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила реакции(N)	-139,994	0,00439453	0,0156593	139,994
Реактивный момент(N.m)	0	0	0	0

Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные
Сила-1		Объекты: 1 грани Тип: Приложить нормальную силу Значение: 140 N

а



б

Рисунок 4.7 – Закріплення моделі захвата (а) та формування картини навантажень (б)

Створюємо сітку на моделі захвата (рис. 4.8).

Информация о сетке

Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки:	Выкл
Включить автоциклы сетки:	Выкл
Точки Якобиана	4 Точки
Размер элемента	4.41776 mm
Допуск	0.220888 mm
Качество сетки	Высокая

Информация о сетке - Детализация

Всего узлов	13208
Всего элементов	7957
Максимальное соотношение сторон	5.4826
% элементов с соотношением сторон < 3	99.5
% элементов с соотношением сторон > 10	0
% искаженных элементов (Якобиан)	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss):	00:00:07

а



б

Рисунок 4.8 – Параметри сітки (а) та її відображення (б) на моделі захвата

Розрахунками визначені результуючі сили та моменти реакції, діючі на захват (рис. 4.9). Наступні етапи розрахунку захвата у SWS такі:

Результирующие силы

Силы реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	-139.994	0.00439453	0.0156593	139.994

Моменты реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	0	0	0	0

Рисунок 4.9 – Результуючі сили та моменти реакції, діючі на захват

– побудова матриці жорсткості і проведення синтезу скінченно-елементної моделі захвата з її окремих елементів (при урахуванні умов закріплення захвата у вузлових точках);

– розв’язок одержаної системи алгебраїчних рівнянь і визначення компонентів напружено-деформованого стану (рис. 4.10–4.13).

Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	9248 N/m ² Узел: 12438	4.991e+007 N/m ² Узел: 10

а

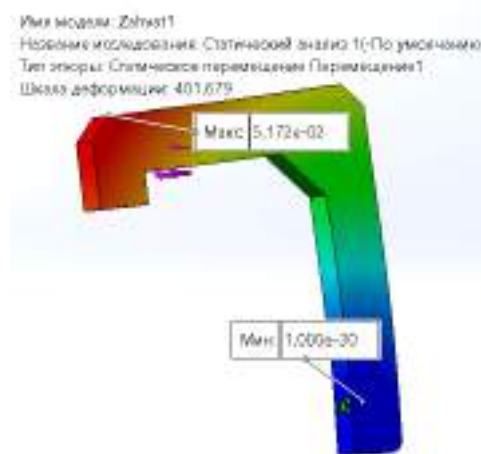


б

Рисунок 4.10 – Результаты розрахунку (а) і контурний графік сумарних напружень von Mises моделі захвата (б)

Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0 mm Узел: 1	0,0517201 mm Узел: 164

а



б

Рисунок 4.11 – Результаты розрахунку (а) і контурний графік сумарних переміщень URES моделі захвата (б)

Имя	Тип	Мин	Макс
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	1,98804e-008 Элемент: 5536	0,000195761 Элемент: 3891

а

Имя модели: Zshvat1
 Название исследования: Статический анализ T(-По умолчанию-)
 Тип опоры: Статическая деформация Деформация1
 Шкала деформации: 401,679



б

Рисунок 4.12 – Результаты расчета (а) и контурный график суммарных деформаций ESTRN модели захвата (б)

Имя	Тип	Мин	Макс
Запас прочности1	Авто	5,0095 Узел: 10	26817.7 Узел: 12438

а

Имя модели: Zshvat1
 Название исследования: Статический анализ T(-По умолчанию-)
 Тип опоры: Запас прочности Запас прочности1
 Критерий: Авто
 Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 5



б

Рисунок 4.13 – Результаты расчета (а) и контурный график запаса прочности FOS модели захвата (б)

Встановлено, що максимальні напруження і деформації виникають у різьбовому отворі захвата (рис. 4.10, 4.12). При заданому коефіцієнті запасу

міцності $n = 5$ [9, 20] максимальне зусилля, яке можна прикласти до захвата, складає 140 Н.

4.4 Розрахунок різьбової втулки знімача гальмівного барабана

Різьбова втулка (поз. 2 на рис. Б1, рис. Б3) – наступна деталь знімача гальмівного барабана, яка потребує перевірки міцності.

Загальна методика побудови твердотільної моделі різьбової втулки у SW наведена на рис. 4.14.

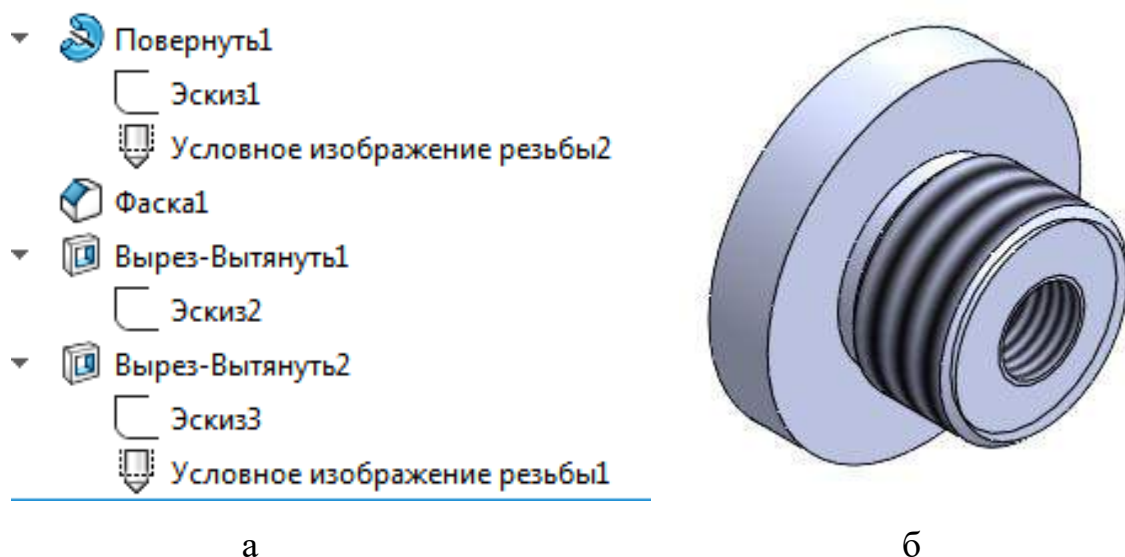


Рисунок 4.14 – Загальна методика побудови в SW твердотільної моделі різьбової втулки (а) і сама модель (б)

Інформація про модель різьбової втулки наведена на рис. 4.15.

Твердые тела			
Имя и ссылки документа	Рассматривается как	Объемные свойства	Путь документа/Дата изменения
Вырез-Вытянуть2 	Твердое тело	Масса: 0.752728 kg Объем: 9.61338e-05 m ³ Плотность: 7830 kg/m ³ Масса: 7.37673 N	D:\VtulkaRizbova.SLDPRТ

Рисунок 4.15 – Інформація про модель різьбової втулки

Застосовуємо до моделі різьбової втулки програмний модуль SWS: вибираємо статичний аналіз, як тип дослідження його напружено-деформованого стану (рис. 4.5).

Вибираємо з бібліотеки SW матеріал, з якого виготовлений захват – сталь 20 ДЕСТ 535-88 (рис. 4.6).


Вибираємо місця закріплення моделі різьбової втулки (у даному дослідженні – зафіксована геометрія) та прикладаємо до неї зовнішні навантаження (рис. 4.16).

Нагрузки и крепления

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления
Зафиксированный-1		Объекты: 1 грани Тип: Зафиксированная геометрия

Результирующие силы

Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила реакции(N)	420.023	0.0145656	-0.0164408	420.023
Реактивный момент(N.m)	0	0	0	0

Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные
Сила-1		Объекты: 1 грани Справочный: Грань: 1 > Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, 420 N

Крепление

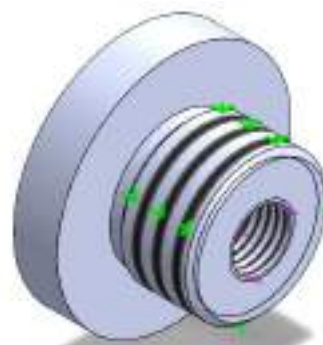
✓ ✗ ⇄

Тип: Разделить

Пример

Стандартный (Зафиксированная геометрия)

- Зафиксированная геометрия
- Рефлектор
- Зафиксированный цилиндр
- Грань: 1 >



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

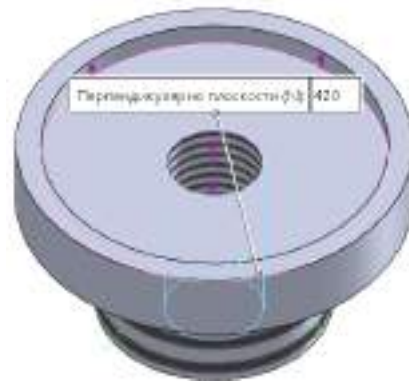
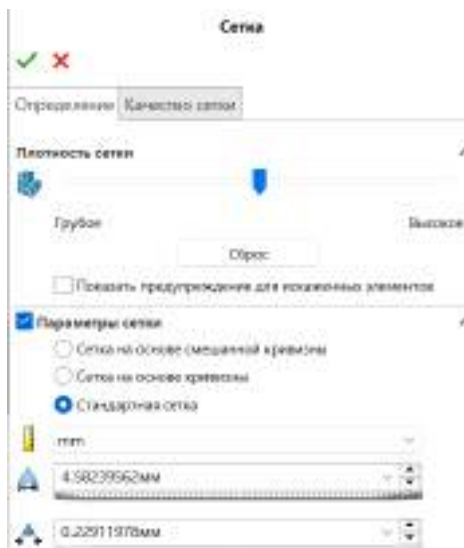


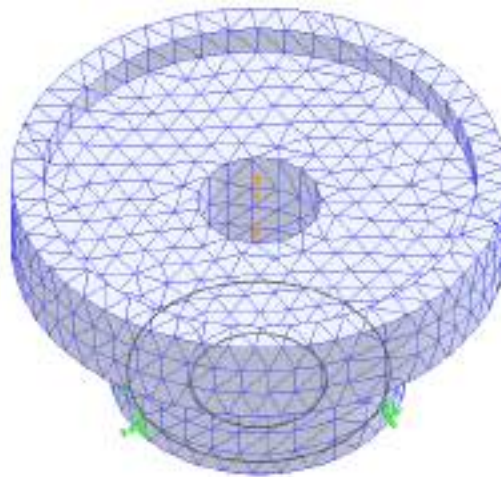
Рисунок 4.16 – Закріплення моделі різьбової втулки та формування картини навантажень

Створюємо сітку на моделі різьбової втулки (рис. 4.17).



Сетка Детализация	
Путь исследования	Статический 2* (-Поумо
Детализация/Тип сетки	Сетка на твердом теле
Использовать разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки	Выкл
Включить автооткрытия сетки	Выкл
Точки Якобиана для сетки высокого качества	4 точек
Размер элемента	4.5824 mm
Допуск	0.22912 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	12543
Всего элементов	7771
Максимальное соотношение сторон	5.4031
Процент элементов с соотношением сторон < 8	99.8
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0
Процент искаженных элементов	0
Число искаженных элементов	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:00:00

а



б

Рисунок 4.17 – Параметры сетки (а) та її відображення (б) на моделі різьбової втулки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розрахунками визначені результуючі сили та моменти реакції, діючі на різьбову втулку (рис. 4.18). Наступні етапи розрахунку різьбової втулки у SWS:

Результирующие силы					
Силы реакции					
Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	420.023	0.0145656	-0.0164408	420.023

Моменты реакции					
Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	0	0	0	0

Рисунок 4.18 – Результиручі сили та моменти реакції, діючі на різьбову втулку

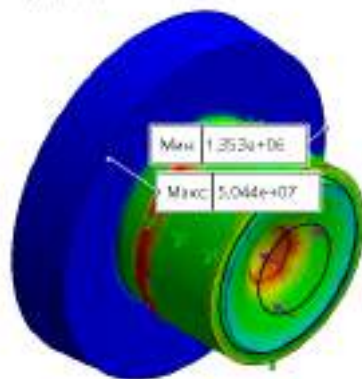
– побудова матриці жорсткості і проведення синтезу скінченно-елементної моделі різьбової втулки з її окремих елементів (при урахуванні умов закріплення захвата у вузлових точках);

– розв’язок одержаної системи алгебраїчних рівнянь і визначення компонентів напружено-деформованого стану моделі різьбової втулки (рис. 4.19–4.22).

Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	1,353e+06N/m ² Узел: 273	5,044e+07N/m ² Узел: 12069

а

Имя модели: VtukaRibov1
 Название исследования: Статический 2D-Поверхностно-
 Тип элторов: Статический узловые напряжения Напряжение1
 Шкала деформации: 1.85158



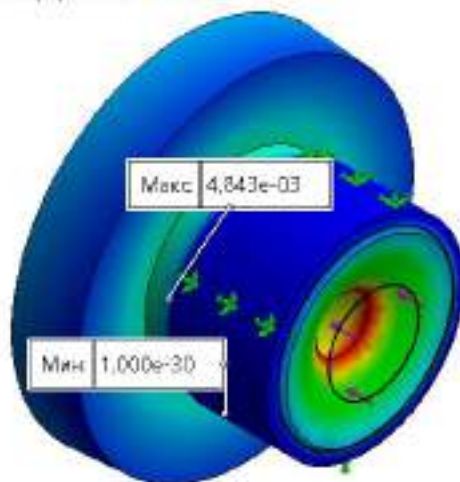
б

Рисунок 4.19 – Результати розрахунку (а) і контурний графік сумарних напружень von Mises моделі різьбової втулки (б)

Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0,000e+00mm Узел: 178	4,843e-03mm Узел: 5

а

Имя модели: VtulkaRizbova1
 Название исследования: Статический 2(-По умолчанию-)
 Тип опоры: Статическое перемещение Перемещение1
 Шкала деформации: 1.85158



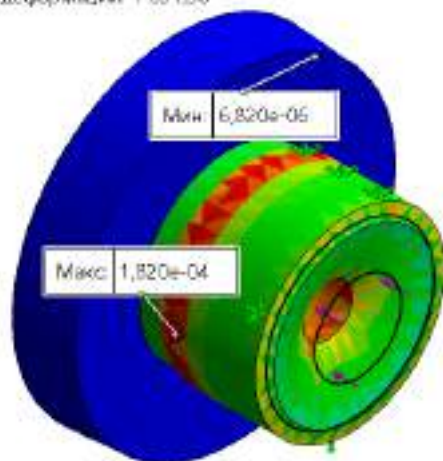
б

Рисунок 4.20 – Результаты розрахунку (а) і контурний графік сумарних переміщень URES моделі різьбової втулки (б)

Имя	Тип	Мин	Макс
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	6,820e-06 Элемент: 3926	1,820e-04 Элемент: 6633

а

Имя модели: VtulkaRizbova1
 Название исследования: Статический 2(-По умолчанию-)
 Тип опоры: Статическая деформация Деформация1
 Шкала деформации: 1.85158



б

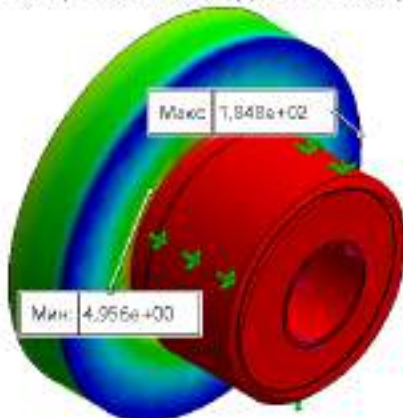
Рисунок 4.21 – Результаты розрахунку (а) і контурний графік сумарних деформацій ESTRN моделі різьбової втулки (б)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Имя	Тип	Мин	Макс
Запас прочности1	Авто	4,956e+00 Узел: 12069	1,848e+02 Узел: 273

а

Имя модели: Vtulkayidvova1
 Название исследования: Статический 2(-По умолчанию-)
 Тип опоры: Запас прочности Запас прочности1
 Критерий: Авто
 Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 5



б

Рисунок 4.22 – Результати розрахунку (а) і контурний графік запасу міцності FOS моделі різьбової втулки (б)

Встановлено, що максимальні напруження і деформації виникають у різьбовому отворі різьбової втулки (рис. 4.10, 4.12). Мінімальний коефіцієнт запасу міцності складає $n = 4,956$ при навантаженні у 420 Н (рис. 4.16).

4.5 Розрахунок маточини знімача гальмівного барабана

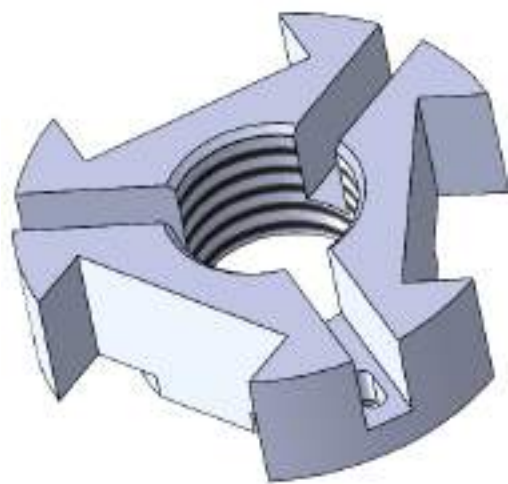
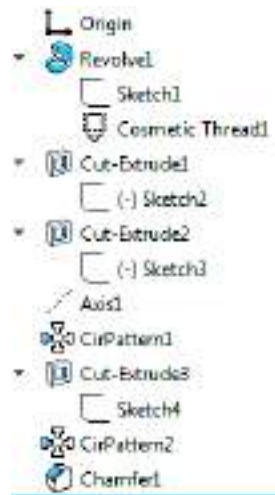
Маточина (поз. 3 на рис. Б1, рис. Б4) – наступна деталь знімача гальмівного барабана, для якої перевіряємо працездатність.

Загальна методика побудови твердотільної моделі маточини у SW наведена на рис. 4.23.

Переходимо у SWS і розпочинаємо нове дослідження, а саме – статичне (рис. 4.24).

Інформація про модель маточини представлена рисунком 4.25.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а

б

Рисунок 4.23 – Загальна методика побудови в SW твердотільної моделі маточини (а) та сама її модель (б)

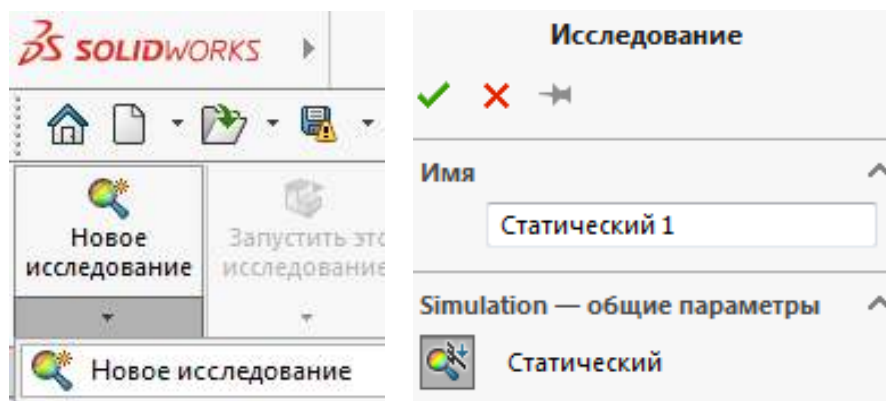


Рисунок 4.24 – Вибір типу нового дослідження у вікні SWS

Твердые тела			
Имя и ссылки документа	Рассматривается как	Объемные свойства	Путь документа/Дата изменения
Chamfer1 	Твердое тело	Масса: 1,34741 kg Объем: 0,000172083 m ³ Плотность: 7 830 kg/m ³ Масса: 13,2046 N	D:\MatochynaSW\Matochy na.SLDPRT


Рисунок 4.25 – Інформація про модель маточини

Вибираємо з бібліотеки SW матеріал, з якого виготовлена маточина – сталь 20 ДЕСТ 535-88 (рис. 4.6).

Вибираємо місця закріплення моделі маточини (у даному дослідженні – зафіксована геометрія – приймаємо початкове положення) та прикладаємо до неї зовнішні навантаження (рис. 4.26) – за умови заданого коефіцієнта запасу міцності $n = 5$.

Нагрузки и крепления

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления		
Зафиксированный-1		Объекты: 1 грани Тип: Зафиксированная геометрия		
Результирующие силы				
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила реакции(N)	174,005	-0,00270653	-0,00952148	174,005
Реактивный момент(N.m)	0	0	0	0



Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные
Сила-1		Объекты: 1 грани Справочный: Грань: 1 > Тип: Приложить силу Значения: ---; ---: 174 N

Крепление

Тип: Разделить

Стандартный (Зафиксированная геометрия)

- Зафиксированная геометрия
- Ролик/ползун
- Зафиксированный шарнир
- Грань: 1 >

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

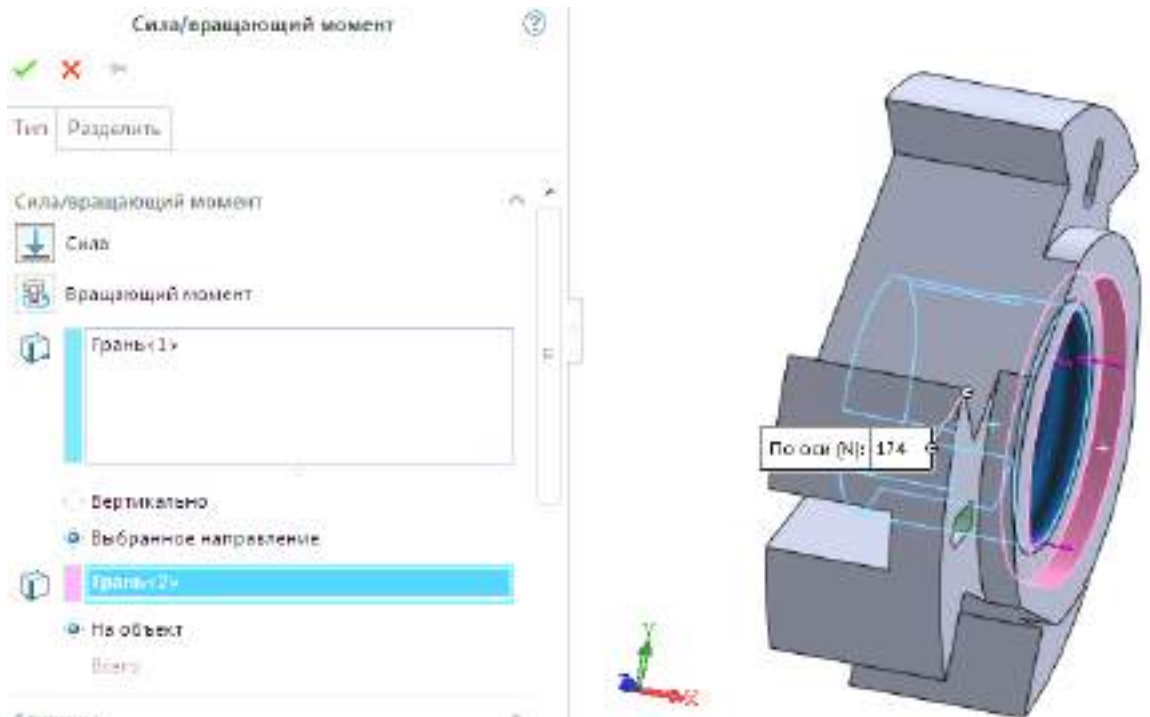
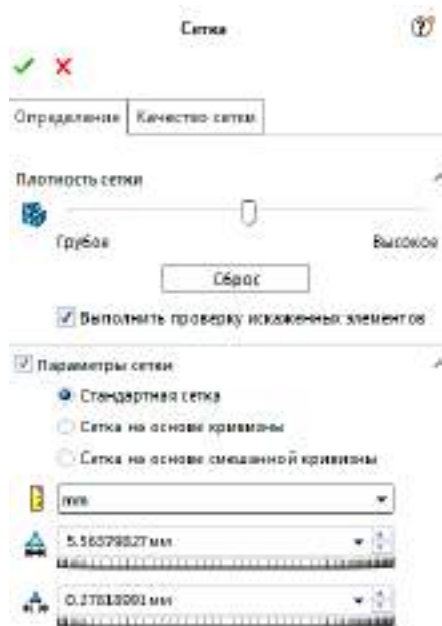


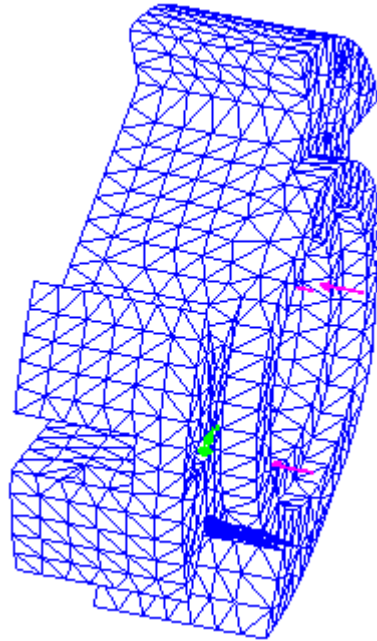
Рисунок 4.26 – Закріплення моделі маточини та формування картини діючих на неї навантажень

Створюємо сітку на моделі маточини (рис. 4.27).



Сетка Детализация	
Имя исследования	Статический 1 (-Default-)
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки	Выкл
Включить автоциклы сетки	Выкл
Точки Якобиана для сетки высокого качества	4 точек
Размер элемента	5,5638 mm
Допуск	0,27819 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	13030
Всего элементов	7609
Максимальное соотношение сторон	6,7662
Процент элементов с соотношением сторон < 3	98,8
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0
Процент искаженных элементов	0
Число искаженных элементов	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:00:05

а



б

Рисунок 4.27 – Параметры сетки (а) та її відображення (б) на моделі маточини

Розрахунками визначені результуючі сили та моменти реакції, діючі на маточину (рис. 4.28).

Результирующие силы

Силы реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	174,005	-0,00270653	-0,00952148	174,005

Моменты реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	0	0	0	0

Силы свободных тел

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	0,0191021	0,00773048	-0,020153	0,0288235

Моменты свободных тел

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	0	0	0	1e-33

Рисунок 4.28 – Результирующие силы та моменти реакції, діючі на маточину

Запускаємо програму SWS на розрахунок. Для цього у ній вибираємо команду «Запустити це дослідження» (рис. 4.29).

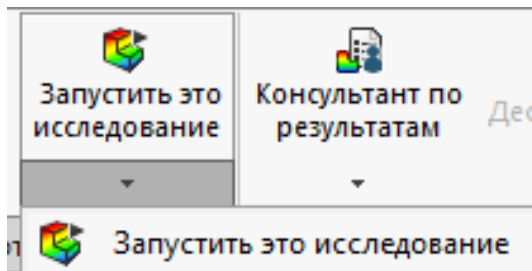


Рисунок 4.29 – Запуск програми SWS на розрахунок моделі маточини

У папці «Результати» дерева дослідження доступні наступні види результатів аналізу (рис. 4.30):

- напруження Von Mises (рис. 4.31);
- результуюче переміщення URES (рис. 4.32);
- еквівалентна деформація ESTRN (рис. 4.33);
- запас міцності FOS (рис. 4.34).

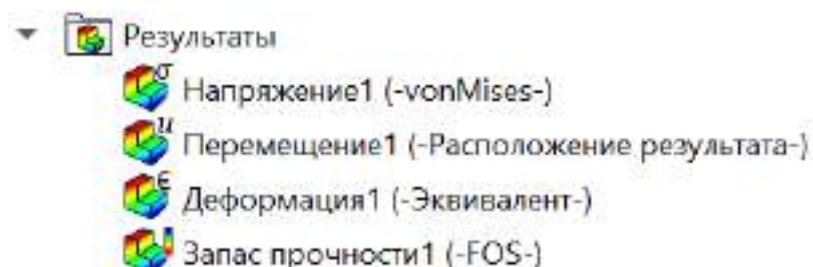
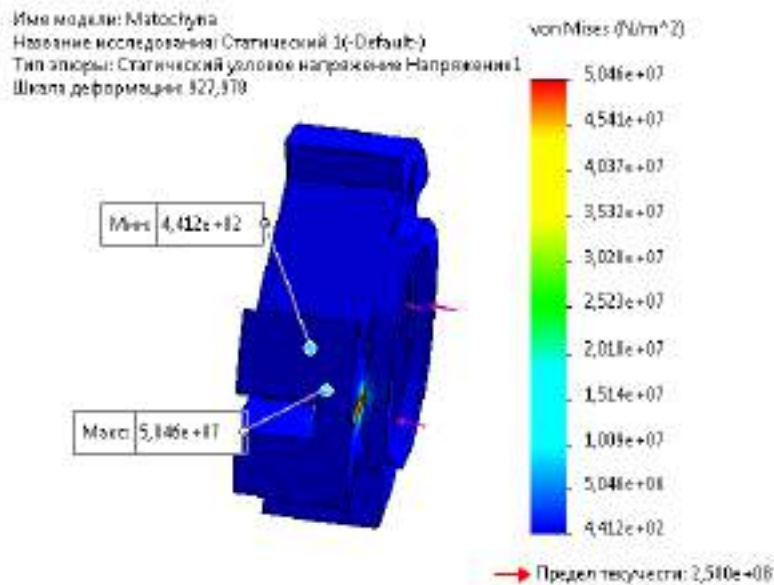


Рисунок 4.30 – Папка «Результаты» дерева дослідження напружено-деформованого стану маточини

Параметри напружень моделі маточини по Мізесу та її діаграма представлена на рис. 4.31.

Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	4,412e+02N/m ² Узел: 11248	5,046e+07N/m ² Узел: 1294

а



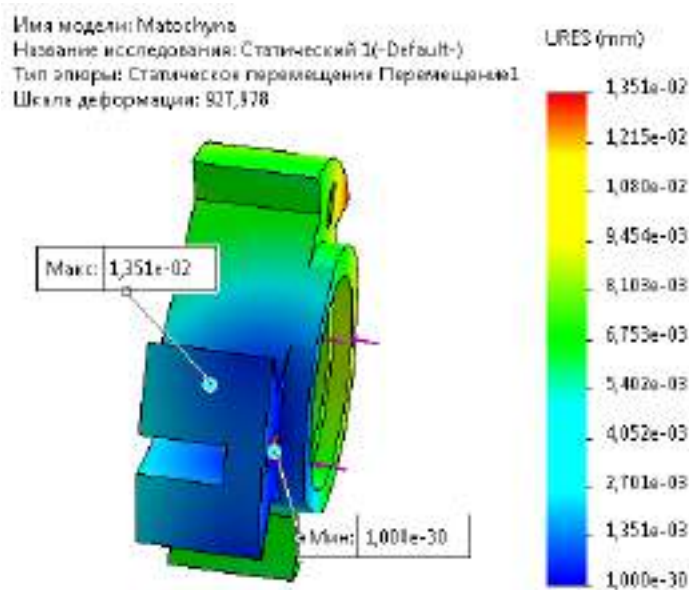
б

Рисунок 4.31 – Результаты розрахунку (а) і контурний графік сумарних напружень von Mises моделі маточини (б)

Параметри й діаграма сумарних переміщень URES моделі маточини представлена на рис. 4.32.

Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0,000e+00mm Узел: 1	1,351e-02mm Узел: 260

а



б

Рисунок 4.32 – Результаты розрахунку (а) і контурний графік сумарних переміщень URES моделі маточини (б)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Діаграма еквівалентних деформацій моделі маточини ESTRN представлена на рис. 4.33.

Имя	Тип	Мин	Макс
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	1,583e-09 Элемент: 7561	1,037e-04 Элемент: 484

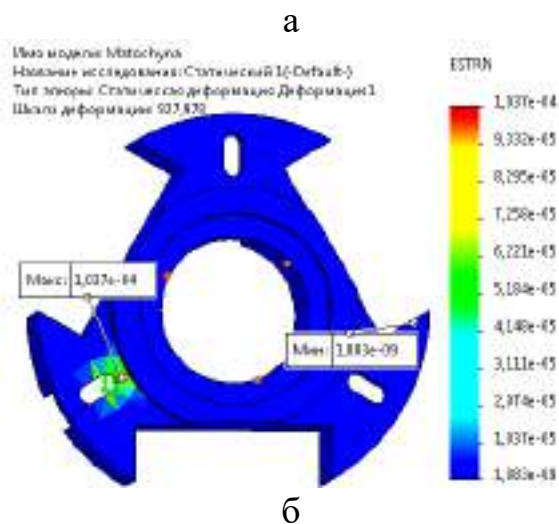


Рисунок 4.33 – Результаты расчета (а) и контурный график сумарних деформаций ESTRN моделі маточини (б)

Діаграма запасу міцності FOS моделі маточини представлена на рис. 4.34.

Имя	Тип	Мин	Макс
Запас прочности1	Авто	4,955e+00 Узел: 1294	5,667e+05 Узел: 11248

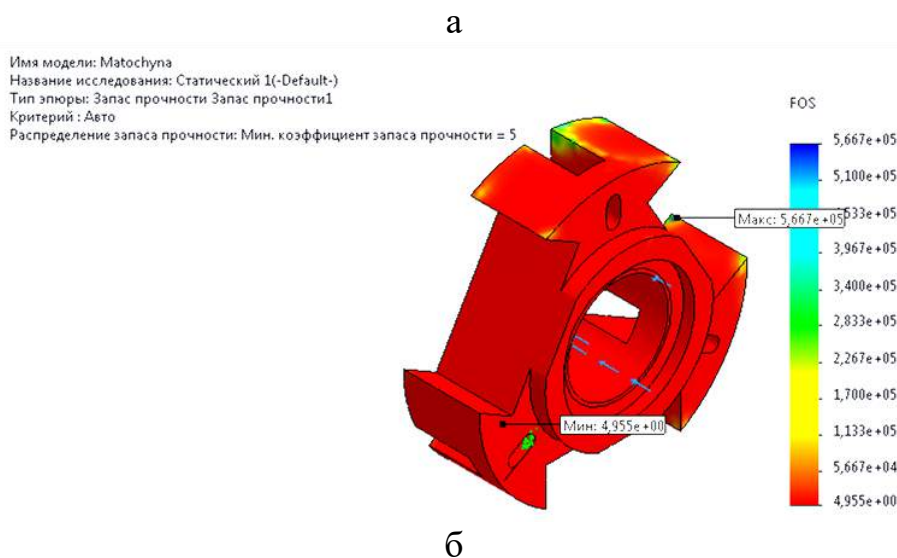


Рисунок 4.34 – Результаты расчета (а) и контурный график запаса міцності FOS моделі маточини (б)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таким чином, при заданому коефіцієнті запасу міцності $n = 5$ максимальне зусилля, яке можна прикласти до маточини, складає 174 Н.

Отже, працездатність знімача гальмівного барабана визначається міцністю захвата. Тому рекомендується цементація як його, так й інших деталей, з метою підвищення сили демонтажу гальмівного барабана у випадку сильного окислення його поверхонь.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Цементация стали 20

При цементуванні сталі вміст С зменшується від поверхні виробу до серцевини, відповідно змінюється її структура [21, 22].

Для отримання високої поверхневої твердості цементовані деталі піддають термічній обробці, яка полягає в загартуванні та низькій відпустці. Метою термічної обробки після цементації, окрім підвищення твердості, є подрібнення зерна, оскільки внаслідок високої температури і великої тривалості процесу цементації зерна у сталях досягають великих розмірів і сталь стає крихкою

Цементация полягає в нагріві сталевих виробів у вуглецевмісному середовищі – карбюризаторі.

У роботі використовується твердий карбюризатор: 80% деревного вугілля + 20% Na_2CO_3 .

При твердій цементації захват знімача гальмівного барабана запаковують в ящик (контейнер), наповнений карбюризатором. У цьому випадку вуглецювання здійснюється вуглецем, що виділяється при дисоціації окислу вуглецю, який утворюється при неповному згоранні вугілля:

Атомарний вуглець адсорбується поверхнею захватів знімача гальмівного барабана і дифундує всередину. Так як γ -залізо може розчиняти значні кількості вуглецю (2,14%), процес проводиться при температурі, вище As_3 .

Після вимірювання твердості сталі до цементації зразки поміщаються у коробку (трубку), на дно якої заздалегідь насипається карбюризатор. Для отримання рівномірного науглецьованого шару захвати знімача гальмівного барабана мають бути з усіх боків засипані щільним шаром карбюризатора. Коробки (трубки) мають бути щільно закриті кришкою, обмазані вогнетривкою глиною і просушені при температурі (300-400) °С. Після просушування коробки (трубки) можуть поміщатися у піч для цементації.

Режим цементації знімача гальмівного барабана наступний:

– гартування при 900 °С протягом 2 год. (твердість остаточно не формується); охолодження на повітрі;

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гартування при 780 °С протягом 2 год.; охолодження у воді;
- низький відпуск при 170 °С; охолодження на повітрі (для зменшення напруження і збереження високої поверхневої твердості; отримана твердість – 58 HRC).

5.1 Дослідження міцності цементованих захватів знімача гальмівного барабана

Параметри цементованої сталі 20 наведені на рис. 5.1.

Свойство	Значение	Единицы измерения
Модуль упругости	210000.0031	Н/мм ²
Кoeffициент Пуассона	0.28	Не применимо
Модуль сдвига	79000	Н/мм ²
Массовая плотность	7800	кг/м ³
Предел прочности при растяжении	900	Н/мм ²
Предел прочности при сжатии		Н/мм ²
Предел текучести	650	Н/мм ²
Кoeffициент теплового расширения	1.1e-05	/К
Теплопроводность	14	W/(м·К)
Удельная теплоемкость	440	J/(кг·К)

Рисунок 5.1 – Параметри цементованої сталі 20

Після запуску розрахунків мінімальний коефіцієнт запасу міцності для знімача (та інших деталей знімача) став рівним $n = 12,291$ (рис. 5.2).

Таким чином, після цементації працездатність спроектованого знімача гальмівного барабана підвищилась у $12,291/5 = 2,46$ разів.

Имя модели: Zafvet2
Название исследования: Статический анализ 1(-По умолчанию)
Тип анализа: Запас прочности Запас прочности1
Критерий: Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 13

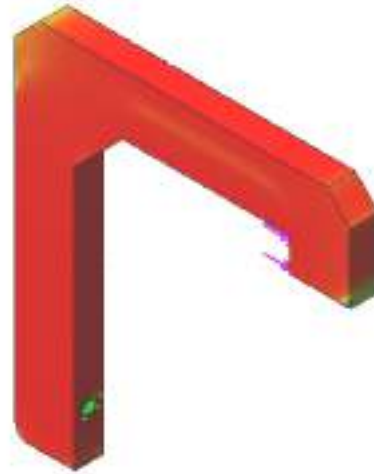


Рисунок 5.2 – Контурний графік запасу міцності FOS моделі цементованого захвату

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Висновки

Розглянуті гальмівні системи автомобіля ЗИЛ-5301ВА (особливості гальм; гальмівні механізми передніх і задніх коліс; розбирання, збирання і регулювання робочих гальм; діагноста гальм).

Проведений огляд знімачів гальмівних барабанів, на основі якого спроектований власний знімач і здійснений вибір матеріалів його деталей – сталь 20 з нормалізацією за таким режимом:

- нагрівання садки до $t = 890 \text{ }^\circ\text{C}$;
- витримка протягом (10-20) хв.;
- охолодження на повітрі.

Наведена інформація про системи інженерних розрахунків та аналізу, основні принципи SolidWorks Simulation, поняття і переваги аналізу.

За допомогою SolidWorks Simulation проведено комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану наступних деталей спроектованого знімача гальмівного барабана: захвата, різьбової втулки, маточини з відображенням контурних графіків сумарних напружень von Mises, переміщень URES, деформацій ESTRN і запасу міцності FOS. Задача дослідження – визначення максимальної сили, яку при заданому коефіцієнті запасу міцності $n = 5$ можна прикласти до досліджуваних деталей:

- до захвата 140 Н;
- до різьбової втулки 420 Н;
- до маточини 174 Н.

Таким чином, працездатність знімача гальмівного барабана визначається міцністю захвата. Тому рекомендується його цементация у твердому карбюризаторі (80% деревного вугілля + 20% Na_2CO_3) за наступним режимом:

- гартування при $900 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 2 год.; охолодження на повітрі;
- гартування при $780 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 2 год.; охолодження у воді;

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– низький відпуск при 170 °С; охолодження на повітрі (для зменшення напруження і збереження високої поверхневої твердості; отримана твердість – 58 HRC).

Після цементації працездатність спроектованого знімача гальмівного барабана підвищилась у 2,46 разів.

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. ЗИЛ-5301 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ЗИЛ-5301>
2. Гальмівні системи автомобіля ЗИЛ-5301 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studme.org/263861/tehnika/tormoznye_sistemy_avtomobilya_5301
3. Особливості гальмівної системи автомобіля ЗИЛ-5301 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://autoruk.ru/zil-5301/osobennosti-tormoznoj-sistemy-zil-5301>
4. Схеми гальм ЗИЛ-5301 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://autoruk.ru/zil-5301/skhemy-tormozov-zil-5301>
5. Гальмівні механізми задніх коліс [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studme.org/263862/tehnika/tormoznye_mehanizmy_zadnih_koles
6. Робочі гальма ЗИЛ-5301ВА [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://autoruk.ru/zil-5301/rabochie-tormoza-zil-5301>
7. Діагностика гальм ЗИЛ-5301 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://autoruk.ru/zil-5301/diagnostika-tormozov-zil-5301>
8. Знімачі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5275175/page:10/>
9. Короткий огляд різних знімачів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrindustry.org.ua/article/sechnik-gidravlichesky.html>
10. Знімач гальмівного барабана [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://instrument-tsentr.com.ua/ua/p210993261-sechnik-tormoznogo-barabana.html>
11. Знімач гальмівного барабана універсальний 100-115ММ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docom.com.ua/product/znimach-galmivnogo-barabana-universalniiy-100-115mm_12542896507
12. Знімач гальмівного барабана BGS Diy 7682 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avtoex.com.ua/sechnik-tormoznogo-barabana-bgs-diy-7682-11896898927.html>

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Універсальний знімач для гальмівних дисків і барабанів YATO YT-0602 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://24ka.com.ua/ua/p867624326-universalnyj-semnik-dlya.html>

14. Сталь 20, опис, властивості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://global-stock2000.in.ua/ua/a477188-stal-opisanie-svoystva.html>

15. Сталь 20 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/20>

16. Козяр М. М. Комп'ютерна графіка: SolidWorks: навчальний посібник / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук, О. В. Парфенюк. – Херсон: Олді-Плюс, 2018. – 252 с.

17. Холодняк Ю. В. Комп'ютерне проектування промислових виробів: навчально-методичний посібник з виконання практичних робіт / Ю. В. Холодняк. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – 152 с.

18. Ворощук В. Я. SolidWorks у завданнях 3D моделювання та інжинірингу технічних систем. Навч. посібник / В. Я. Ворощук, Т. М. Вітенько. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. – 164 с.

19. Легостаєв А. Д. Метод скінченних елементів: Конспект лекцій / А. Д. Легостаєв. – К.: КНУБА, 2004. – 112 с.

20. Коефіцієнт запасу міцності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Коефіцієнт_запасу_міцності

21. Цементация сталі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Цементация_сталі

22. Цементация [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://karbaz.com.ua/nashi-uslugi/cementacija/>

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Наукові праці

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Rudyk O. Yu. Using SolidWorks in modern education and science / O. Yu. Rudyk, I. I. Baranov, M. M. Gereta, V. O. Dytynyuk, S. I. Fedoryshyn // Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій. Матеріали XXIII Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 20-21 квітня 2023 р. – Одеса, Видавництво ОНТУ, 2023 р. – С. 125-126.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський національний технологічний університет
Університет Інформатики і прикладних знань, м.Лодзь, Польща
Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут»
Навчально-науковий інститут комп'ютерних систем і технологій
«Індустрія 4.0» ім. П.М. Платонова



ПРОГРАМА
XXIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ
ТА СТУДЕНТІВ

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ ТА
ПЕРСПЕКТИВИ ІНФОРМАЦІЙНИХ
СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ»**

20-21 квітня 2023 р.

ОДЕСА

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

USING SOLIDWORKS IN MODERN EDUCATION AND SCIENCE
 RUDYK O.YU., BARANOV I.I., GERETA M.M., DYTNYUK V.O., FEDORYSHYN S.I.

(yuhymovych@gmail.com)
 Khmelnytskyi National University

The use of the SolidWorks CAD/CAM/CAE/PDM system and its SolidWorks Simulation application for solving problems of the mechanics of a deformed solid body in the specialty "Automotive transport" is under consideration: the performance of the satellites of the front axle differential of the LiAZ car, impact on the stability of the steering bipod of the LiAZ bus, the possibility of optimizing the clutch lever of the tractor.

Computer technologies (or they are also called "CALs-technologies" – Continuous Acquisition and Life cycle Support) provide ample opportunities for students to study various aspects of the automation of the design of automotive parts, as the "Automotive Transport" specialty is a priority in Ukraine and the world.

The main feature of modern graphic training of engineers in this specialty is 3D modelling, since information models are present at all stages of the life cycle of car parts. Therefore, a technology for teaching engineering disciplines was developed, which uses a single tool – the basic CAD/CAM/CAE/PDM-system SolidWorks as a cross-cutting means of learning in all technical disciplines of the curriculum: solid-state 3D-design in the first courses of study, engineering calculations (the SolidWorks Simulation application) – on the latest.

SolidWorks Simulation is designed for solving problems of the mechanics of a deformed solid body using the finite element method (numerical simulation). This is software for calculations of static strength and stability in linear and non-linear construction, selection of natural frequencies, optimization of the shape of parts and assemblies in linear construction, analysis of fatigue and behavior of the structure when falling. The program uses a geometric model of a SolidWorks part or assembly to form a calculation model. Integration with SolidWorks makes it possible to minimize operations associated with specific features of finite-element approximation.

As an example of the use of SolidWorks, an e study of the performance of satellite differentials of the front axle of the LiAZ car was carried out [1]. The results of static analysis are depicted as a color gradient, which shows by changing the color distribution of the calculated parameters (fig. 1). That is, with the help of a virtual model, it became possible to analyze stresses, movements and equivalent shaft deformations.

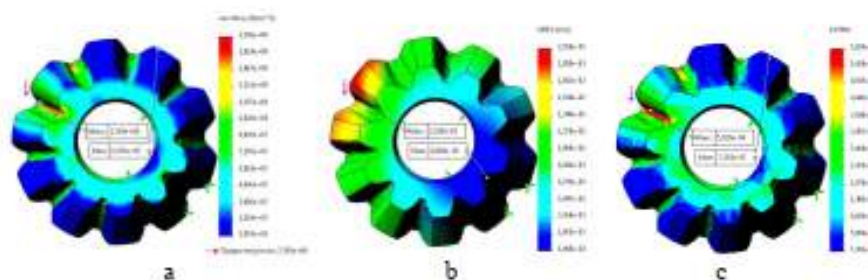


Figure 1 – Diagram of the distribution of nodal stresses (a), displacements (b), deformations (c) of the satellite

The authors [2] studied the effect of impact on the stability of the steering bipod of the LiAZ bus. The following options were considered: impacts with the left and right wheels when turning the car, as well as the basic option – turning in place (without an impact). The results of the calculations

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

are shown in fig. 2 (a – turning in place; b – impact with the left wheel; c – impact with the right wheel).

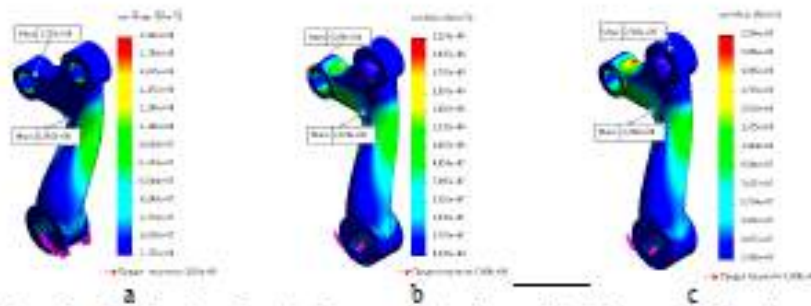


Figure 2 – Distribution of equivalent stresses in the model of the steering bipod

Thus, the use of SolidWorks Simulation allows you to explore the strength characteristics of the elements of the car, which directly affect the stability of its movement.

In work [3], the possibility of optimizing the tractor clutch lever (ie, changing the design of the lever to save material) was investigated – reducing the thickness of the stiffening rib from 10 mm (fig. 3, a) to 6 mm (fig. 3, b). The established margin of safety is more than permissible ($n = 1.5$), and the weight of the lever has decreased by 39%. That is, the use of SolidWorks Simulation made it possible to optimize the design of the lever and avoid unnecessary costs for excess material.



Figure 3 – Margin of safety of the lever

Thus, the Application of SolidWorks causes increased interest in creative tasks, an opportunity to test your knowledge and receive qualified advice. In addition, SolidWorks:

- increases the possibilities of setting educational tasks and managing the process of their implementation;
- involves students in the educational process;
- contributes to wide disclosure of students' abilities, activation of their mental activity.

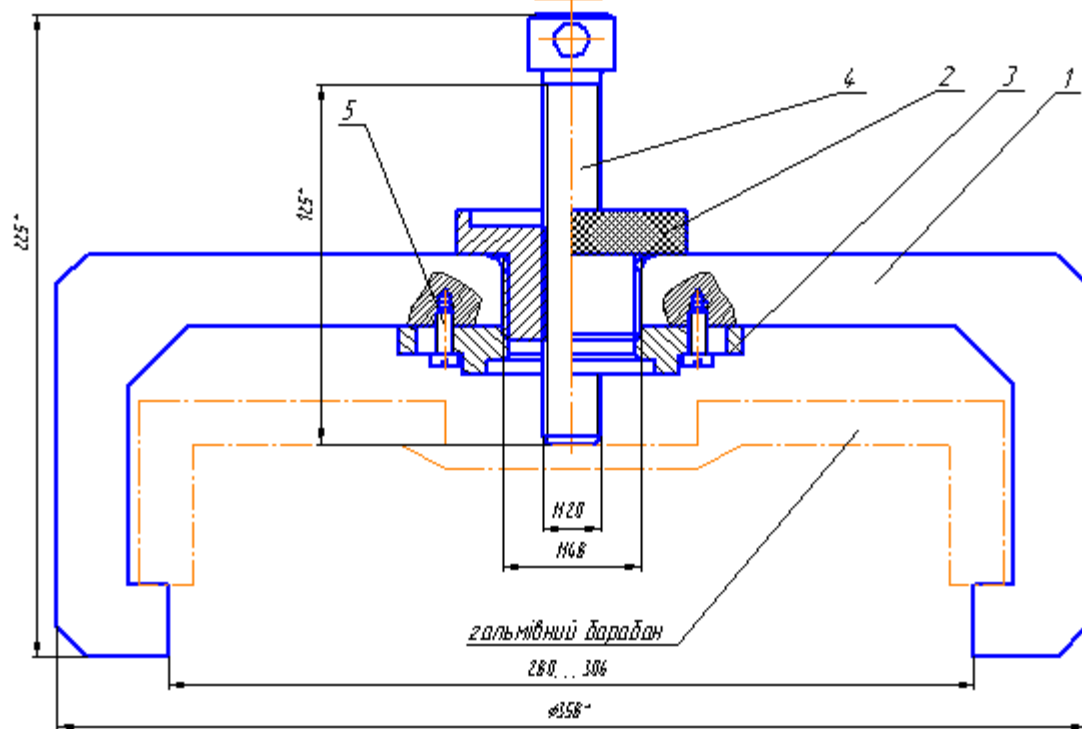
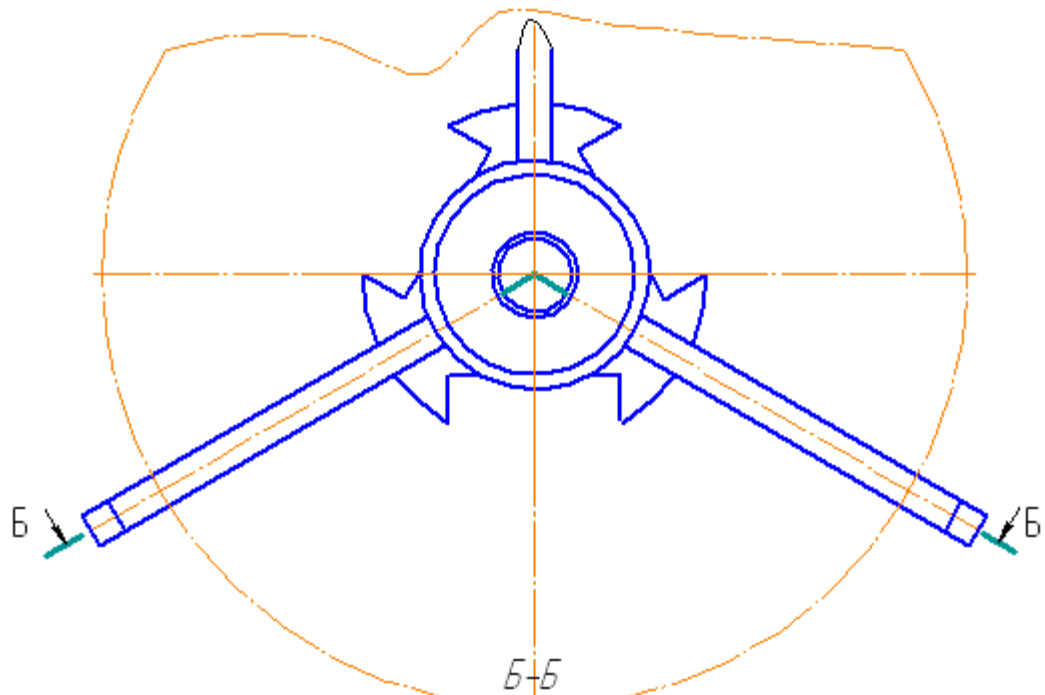
REFERENCES

1. Psol S. V. CAD/CAE-systems in the study of performance of the off-road differential [Electronic resource] / S. V. Psol, O. Yu. Rudyk, I. V. Korobka. – URL: <http://elar.khmn.km.ua/jspui/handle/123456789/10147>
2. Psol S. V. Impact of blow on the stability of details of wheeled machines [Electronic resource] / S. V. Psol, S. Gramenko, O. Yu. Rudyk. – URL: <http://elar.khmn.km.ua/jspui/handle/123456789/10147>
3. Rudyk O. Yu. Навчальний експеримент на основі CAD/CAE-систем [Електронний ресурс] / О. Ю. Рудик, В. М. Горошко, О. В. Максимчук. – Реальн доступу: <http://elar.khmn.km.ua/jspui/handle/123456789/8877>

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

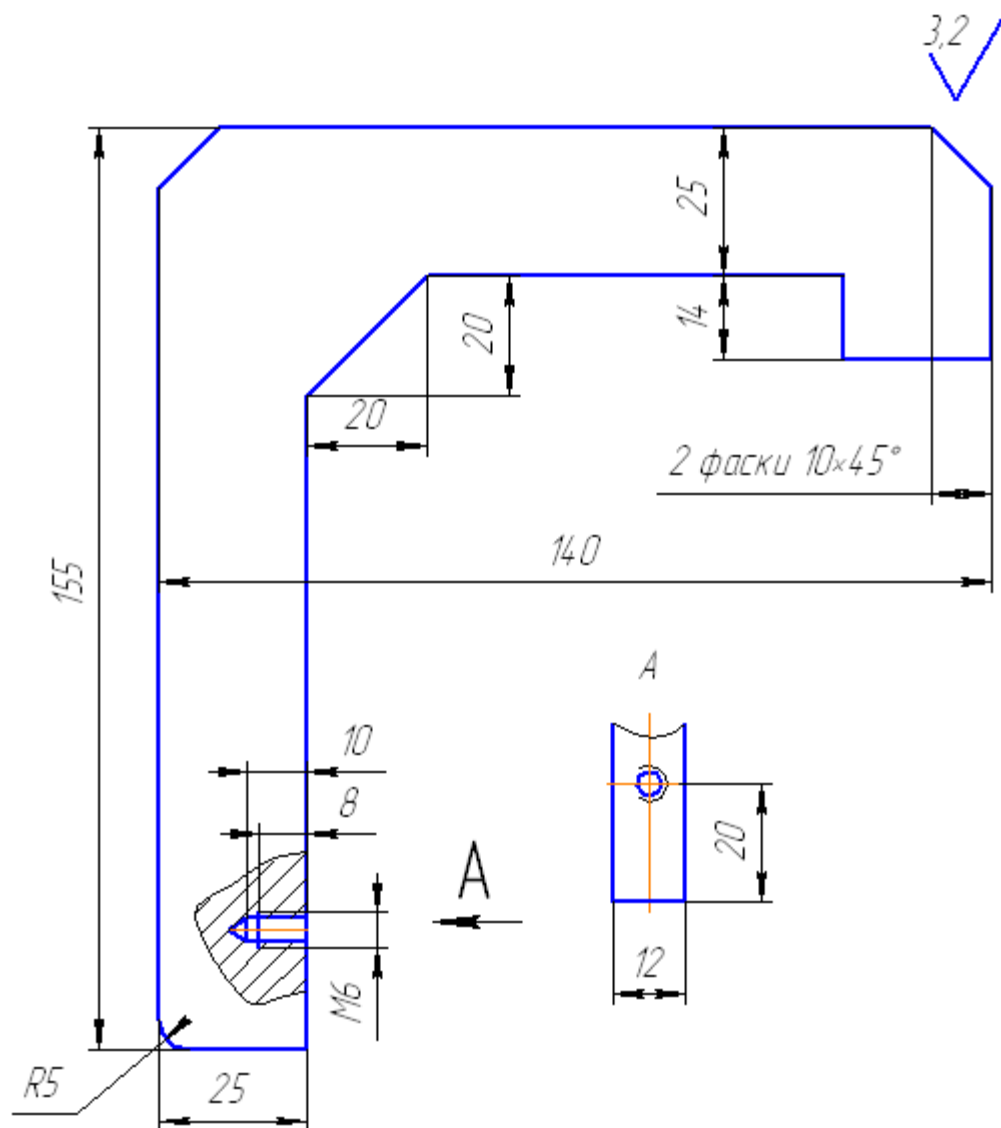
Графічне забезпечення дипломної роботи

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – захват; 2 – різьбова втулка; 3 – маточина; 4 – гвинт; 5 – болти М6
**Рисунок Б1 – Знімач гальмівного барабана - складальне креслення
 (Compas-3D)**

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Допустимі граничні відхилення розмірів отворів Н10,
інших поверхонь $\pm \frac{IT14}{2}$

Рисунок Б2 – Захват 1 (Compas-3D)

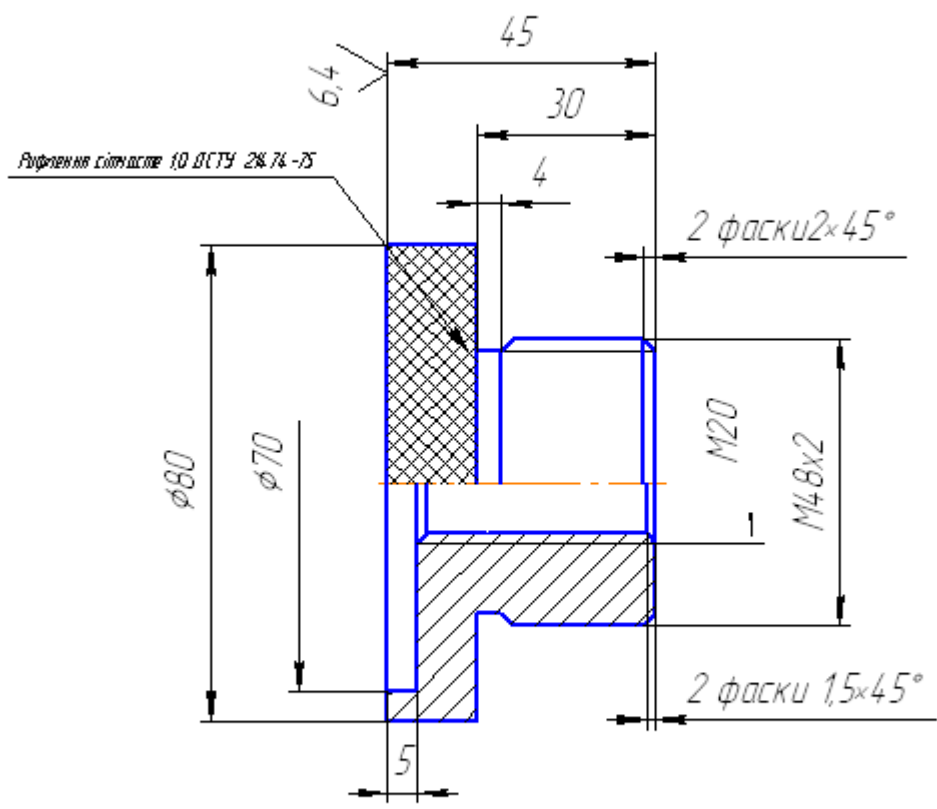
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ

Арк.

89

3,2
✓ (✓)



*Допустимі граничні відхилення розмірів отворів Н10, валів h10,
інших поверхонь $\pm \frac{IT14}{2}$*

Рисунок Б3 – Різьбова втулка 2 (Compas-3D)

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

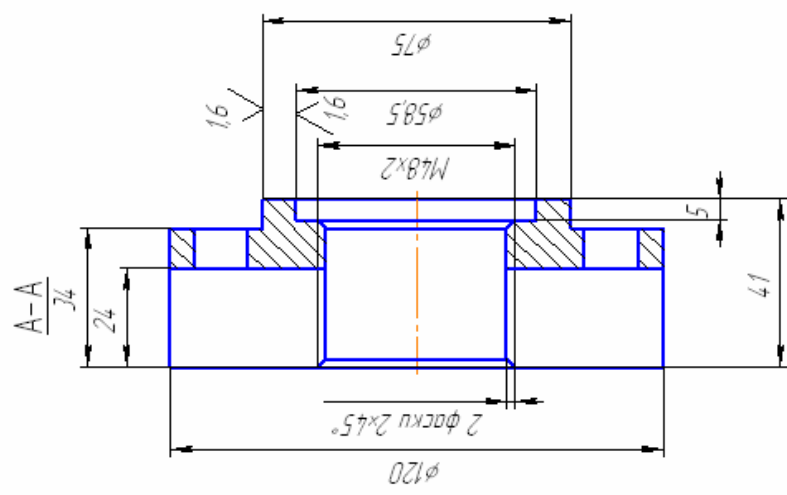
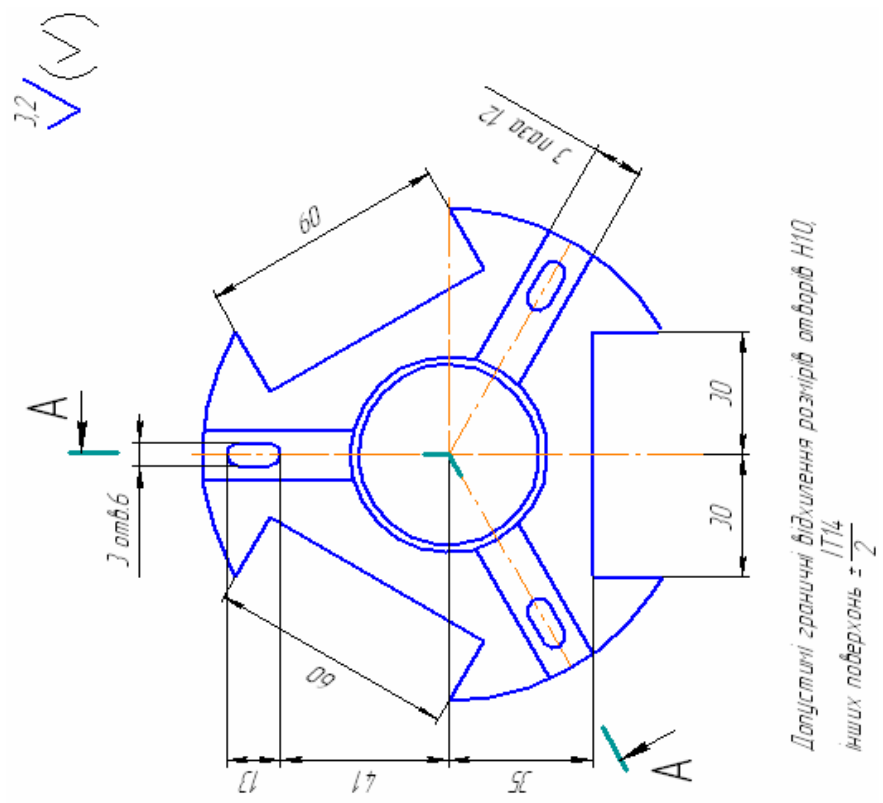


Рисунок Б4 – Маточина 3 (Compas-3D)

					ДРМТВАТАМ 2218037.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91