

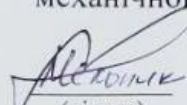
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний університет «Житомирська політехніка»
Кафедра механічної інженерії

«На правах рукопису»

УДК 621.9

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
механічної інженерії


(підпис)

Мельник О.Л.
(прізвище, ініціали)

**БАКАЛАВРСЬКА
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: **Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі
«Гальмівний барабан» автомобіля Daewoo Lanos**

МІ 131.00.1/Б 101/с 028 00 - ПЗ

Студент групи

ПМК-26
(шифр групи)

Каплюк Роман Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Керівник

к.т.н., доц. Виговський Георгій Миколайович
(науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали)


(підпис)

Житомир – 2023 рік

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

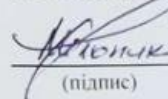
Кафедра механічної інженерії

Освітній ступінь: «Бакалавр»

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри
механічної інженерії



(підпис)

Мельник О.Л.

(прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Каплюка Романа Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Гальмівний барабан» автомобіля Daewoo Lanos».

Керівник роботи: к.т.н., доц. Виговський Георгій Миколайович

Затверджена наказом по університету від «02» березня 2023 р. № 101/с

2. Строк подання студентом роботи: згідно графіку захисту.

3. Вихідні дані до роботи: креслення деталі «Гальмівний барабан» автомобіля Daewoo Lanos, річна програма випуску деталі N=10000 штук, технічні та наукові літературні джерела в напрямку виготовлення гальмівних барабанів.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): коротко розглянути технічні характеристики автомобіля Daewoo Lanos, його гальмівної системи та деталі «Гальмівний барабан»; провести огляд літературних джерел по виготовленню гальмівних барабанів; розробити технологічний процес виготовлення гальмівного барабану; сконструювати спеціальне пристосування для свердлувальної операції; виконати статичне дослідження спеціального пристосування в середовищі SolidWorks.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Опис автомобіля Daewoo Lanos та його гальмівної системи – 2-3 слайди; 2. Робочі креслення деталі та заготовки – 2 арк. А2; 3. Технологічний процес виготовлення деталі «гальмівний барабан» – 2-3 слайди; 4. Карти наладок на технологічні операції – 3 арк. А2; 5. Складальне креслення пристосування для свердлильної операції – 1 арк. А2; 6. Результати статичного дослідження пристосування – 1-2 слайди.

6. Дата видачі завдання 06 березня 2023 року.

Студент


(підпис)

Каплюк Р.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Виговський Г.М.
(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

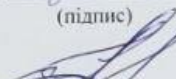
№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання загально-технічної частини	20.03.2023 р.	
2.	Виконання конструкторської частини	15.04.2023 р.	
3.	Виконання технологічної частини	30.04.2023 р.	
3.	Кінцеве оформлення змісту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	20.05.2023 р.	
4.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	31.05.2023 р.	
5.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	05.06.2023 р.	
6.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	14.06.2023 р.	

Студент


(підпис)

Каплюк Р.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Виговський Г.М.
(прізвище та ініціали)

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
			<u>Документація</u>			
A4			МІ 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Пояснювальна записка	62	
			<u>Конструкторська документація</u>			
A2			МІ 131.00.1/Б 101/с 028 01 КД	Гальмівний барабан	1	
A3			МІ 131.00.1/Б 101/с 028 02 КД	Заготовка «Гальмівний барабан»	1	
A1			МІ 131.00.1/Б 101/с 028 06 КД	Пристосування для свердлування отворів	2	
A4			МІ 131.00.1/Б 101/с 028 06 СП	Специфікація	1	
				3D модель збірки спеціального пристосування		
			<u>Графічні матеріали до розділів роботи</u>			
A4				Презентація	19	
			<u>Технологічна документація</u>			
A1			МІ 131.00.1/Б 101/с 028 03 КН	Карта наладки на операцію 005	1	
A2			МІ 131.00.1/Б 101/с 028 04 КН	Карта наладки на операцію 025	1	
A2			МІ 131.00.1/Б 101/с 028 05 КН	Карта наладки на операцію 035	1	

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційної бакалаврської роботи
студента факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
групи ПМК-26

Каплюка Романа Сергійовича

на тему:

Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі

«Гальмівний барабан» автомобіля Daewoo Lanos

Бакалаврська кваліфікаційна робота представлена в обсязі 64 сторінок формату A4 пояснювальної записки, в тому числі 19 рисунків, 16 таблиць та списку літератури з 29 джерел.

До конструкторської документації додано робоче креслення деталі «Гальмівний барабан» формату A2 разом, креслення заготовки на форматі A3, та складальне креслення спеціального пристосування для свердлильної операції на двох аркушах форматі A1.

До технологічної документації додано карти наладок на токарну операцію 005, шліфувальну операцію 025 та свердлильну операцію 035, які оформлені на форматах A2.

У пояснювальній записці розглянуто деталь «Гальмівний барабан» автомобіля Daewoo Lanos, а саме: вимоги, які пред'являються до деталей даного типу, технологію виготовлення деталі з визначенням програми випуску деталі, типу заготовки та методу її виготовлення, припусків на обробку, металорізального та допоміжного обладнання. Розраховані режими різання та час на обробку деталі.

Розраховане спеціальне пристосування для виконання свердлильної операції. Побудовано 3D модель цього пристосування та проведені перевірочні дослідження конструкції на міцність засобами САПР.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	6
1.1. Загальні відомості про автомобіль Daewoo Lanos.....	6
1.2. Гальмівна система автомобіля Daewoo Lanos.....	8
1.3. Методи виготовлення гальмівного барабану.....	11
1.4. Аналіз літературних джерел по питанням конструювання і виготовлення гальмівних барабанів.....	12
1.5. Висновки до першого розділу.....	14
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	16
2.1. Призначення та опис деталі.....	16
2.1.1. Характеристика, хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі.....	17
2.2. Аналіз технологічності конструкції деталі.....	18
2.2.1. Якісний аналіз технологічності.....	18
2.2.2. Кількісний аналіз технологічності.....	19
2.3. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва.	22
2.4. Вибір типу заготовки та обґрунтування методу її виготовлення.....	23
2.5. Визначення припусків на обробку деталі.....	24
2.6 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.....	26
2.7. Металорізальне обладнання для здійснення технологічного процесу.....	30
2.8. Визначення режимів обробки.....	34
2.8.1. Операція 005 – токарна з ЧПК.....	34
2.8.2. Операція 010 – токарна з ЧПК.....	39

					МІ 13100.1/Б 101/с 028 00-ПЗ		
Зн	Арх	№ док	Підп.	Дата	ЗМІСТ		
Разроб.	Каплюк Р.Є.						
Перевір.	Вигобський Г.М.				Державний університет «Житомирська політехніка», група ПМК-26		
Н.контр.							
Затверд.	Мельник О.Л.						
					Лит.	Лист	Листов
						2	64

2.8.3. Операція 025 – Шліфувальна.....	42
2.8.4. Операція 030 – Шліфувальна.....	44
2.8.5. Операція 035 – Свердлувальна.....	44
2.9. Висновки до другого розділу.....	47
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	48
3.1. Розрахунки параметрів спеціального пристосування для свердлильної операції.....	48
3.1.1. Розробка раціональної схеми базування заготовки.....	49
3.1.2. Визначення відхилень розмірів деталі на запропонованому пристосуванні.....	50
3.1.3. Розробка методу затиску та розрахунок сили затиску...	51
3.1.4. Розрахунок фактичної сили затиску заготовки у пристосуванні.....	52
3.1.5. Розрахунок фактичних похибок затискання та встановлення заготовки в пристрої.....	53
3.2. Будова та опис дії спроектованого пристосування.....	54
3.3. Побудова 3D моделі спроектованого пристосування.....	55
3.4. Перевірка деталей пристосування на міцність.....	57
3.5. Висновки до третього розділу.....	60
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62

ВСТУП

Машинобудування – комплексна галузь промисловості, основним призначенням якої є виготовлення засобів виробництва для інших галузей промисловості, транспортних засобів, споживчих товарів та продукції оборонного призначення.

Технологія машинобудування – це наука, що займається вивченням закономірностей процесів виготовлення деталей та машин, з метою використання цих закономірностей для забезпечення необхідної кількості випуску у відповідності виробничій програмі та заданій якості при найменших матеріальних та часових витратах.

Ефективністю виробництва, його технічний прогрес, якість продукції, що випускається, багато в чому залежать від обладнання, машин, верстатів та апаратів та впровадження методів техніко-економічного аналізу, що забезпечує вирішення технічних питань та економічну ефективність технологічних та конструкторських розробок.

Технологічний процес – це частина виробничого процесу, що включає послідовну зміну розмірів, форми, зовнішнього вигляду або внутрішніх властивостей деталі.

Розробка технологічних процесів складається з наступних етапів: аналіз вихідних даних для розробки технологічного процесу виготовлення деталі; аналіз робочого креслення; аналіз технологічності деталі; вибір виду та способу отримання заготовки; вибір методу обробки окремих поверхонь; розрахунок припусків на обробку та міжопераційних розмірів; вибір та обґрунтування схем базування; розробку маршрутної технології; розрахунок та призначення режимів обробки; визначення норм часу на обробку.

На багатьох колісних транспортних засобах встановлюються барабанні гальмівні системи. Такі системи мають спеціальну деталь – гальмівний барабан до якого прикручуються колеса.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Барабан гальмівний – порожнистий металевий циліндр, до внутрішньої чи зовнішньої поверхні якого під час гальмування притискаються гальмівні колодки.

Гальмівні барабани схильні до зношування, адже при гальмуванні виникають сили тертя між колодками та самим барабаном. На легкових автомобілях автолюбителів в залежності від стилю водіння гальмівні барабани можуть експлуатуватися на протязі 5 і більше років. Але на транзитних автобусах технічне обслуговування та ремонт гальм потребує найбільшої частки витрат.

Для зменшення витрат на обслуговування та нові деталі, а також підвищення її ефективності необхідно шукати нові конструкторські рішення та технології виробництва елементів гальмівної системи.

Впровадження нових технологій та процесів у виробництві гальмівних барабанів і роторів змінює їх фізичні характеристики, а це в свою чергу покращує ефективність гальмування та збільшує довговічність.

Отже обрана тема бакалаврської кваліфікаційної роботи під назвою: «Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Гальмівний барабан» автомобіля Daewoo Lanos» є актуальною.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Загальні відомості про автомобіль Daewoo Lanos

Daewoo Lanos – легковий автомобіль з приводом на передні колеса, який відноситься до сімейства субкомпактних. У модельному ряду Lanos змінив Daewoo Nexia. Виготовлявся у кузовах седан, тридверний хетчбек і п'ятидверний хетчбек та пікап компанією Daewoo, а потім концерном General Motors (а саме: Chevrolet, FSO, ZAZ) на різних підприємствах з 1996 до 2020 року [1, 2].

Вперше модель Lanos представили на Женевському автосалоні у 1997 році під брендом Daewoo. Складання було налагоджено у Південній Кореї для внутрішнього ринку та на заводі FSO у Польщі для європейських країн. У 1998 року в Україні на Запорізькому автозаводі також розпочався випуск моделей Lanos під маркою ЗАЗ та пізніше у 2000 році завод випускає модель Sens з двигуном та коробкою передач власного виробництва. Зі входженням Daewoo в концерн General Motors у 2002 році автомобіль почали продавати під маркою Chevrolet. Коли у 2008 році було зупинено випуск Lanos у Польщі, єдиним виробником моделі залишався український ЗАЗ аж до 2017 року.



Рис. 1. Daewoo Lanos

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики Daewoo Lanos

Двигун	
Розташування двигуна	Попереду, поперечно
Об'єм двигуна	1498 см ³
Кількість циліндрів	4 (рядний)
Хід поршня	81,5 мм
Діаметр циліндра	76,5 мм
Кількість клапанів на циліндр	2
Потужність	86/5800 к.с.
Крутний момент	130/3400 Нм
Трансмiсія	
Передаточне відношення головної пари	4.18
Привід	Передній
Кількість передач	5
Гальмівна система	
Передні гальма	Дискові
Задні гальма	Барабанні
Експлуатаційні показники	
Час розгону (0-100 км/год)	12,5 с.
Максимальна швидкість	172 км/год.
Витрата палива на шосе	6,2 л / 100 км
Витрата палива у місті	12,6 л / 100 км
Кліренс	160 мм
Розмір шин	175/70 R13
Споряджена маса автомобіля	1035 кг
Допустима повна маса	1595 кг

Джерело: узагальнене та побудоване автором на основі [1, 2]

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автомобіль Daewoo Lanos добре себе зарекомендував на ринку. До його переваг можна віднести невисоку ціну на новий автомобіль, надійну і просту конструкцію, енергоємну підвіску, досить просторий для класу С салон, непогану якість матеріалів, гарний баланс ціни та якості.

Також вагомою перевагою є доступність запчастин і уніфікація їх з іншими моделями автомобілів. Багато запчастин виготовляється на території України й має широку мережу дилерів.

Саме завдяки цим перевагам автомобіль широко поширений на території нашої країни. Використовується як і в особистому користуванні автолюбителів так і в роботі на різних фірмах і навіть в таксі. Модель Daewoo Lanos (ZAZ Lanos/ZAZ Sens) за 2000—2016 роки став найпродаванішим авто в Україні. За цей час було продано 364 000 авто [1].

І хоча дана модель автомобіля вже не випускається заводом але вона все ще користується великим попитом на вторинному ринку.

1.2. Гальмівна система автомобіля Daewoo Lanos

Деталь «Гальмівний барабан», що розглядається у бакалаврській роботі входить до вузла гальмівного механізму задніх коліс. Розглянемо цей вузол детальніше.

На автомобілі Daewoo Lanos встановлюються робоча, запасна (аварійна) та стоянкова гальмівні системи. Робоча система двоконтурна, з діагональним з'єднанням гальмівних механізмів передніх і задніх коліс. Один контур гідропривода забезпечує роботу правого переднього і лівого заднього гальмівних механізмів, інший – лівого переднього і правого заднього.

При відмові одного з контурів робочої гальмівної системи, інший контур здійснює гальмування, яке забезпечує зупинку автомобіля з ефективністю, достатньою для запасної (аварійної) гальмівної системи [3, 4].

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гальмівні механізми передніх коліс дискові, із плаваючою скобою, задніх – барабанні [3, 4], із пристроєм автоматичного регулювання зазорів між колодками [3, 4] та барабанами. Робоча гальмівна система оснащена вакуумним підсилювачем і регуляторами гальмівних сил у гідроприводі [3].

Стоянкова гальмівна система має тросовий привод на гальмівні механізми задніх коліс [3, 5].

Гальмівний механізм задніх коліс барабанний, з автоматичним регулюванням зазору між колодками та барабаном. Гальмівні колодки 1 і 11 (рис. 2) приводяться в дію одним гідравлічним робочим циліндром 8 з двома поршнями. Оптимальний зазор між барабаном і колодками підтримується механічним регулятором 6, встановленим на планці розпірної 9.

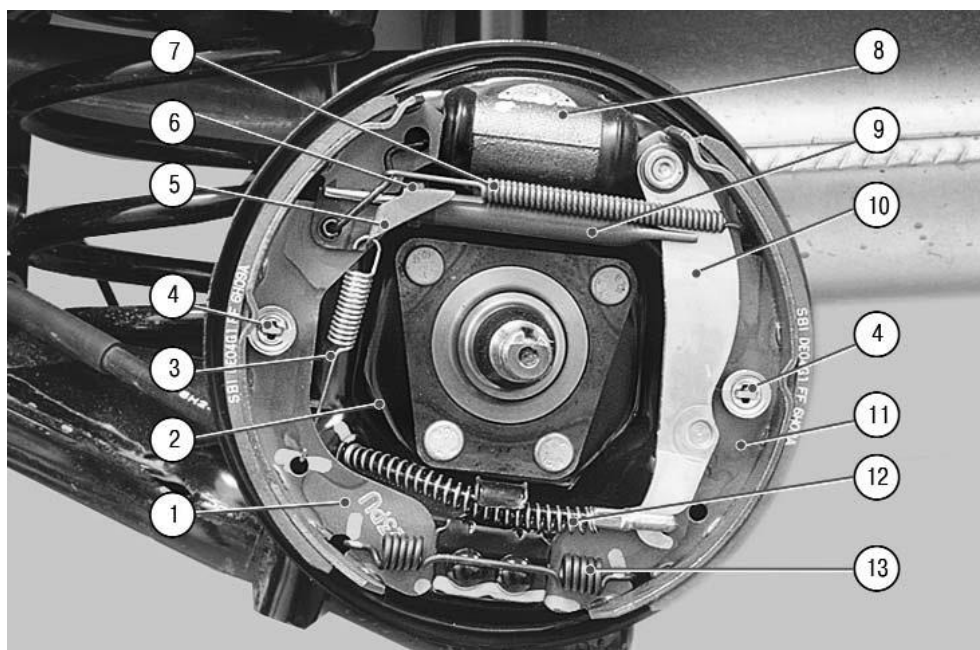


Рис. 2. Гальмівний механізм заднього колеса [3, 4]:

- 1. Передня гальмівна колодка; 2. Щит гальмівного механізму; 3. Пружина важеля регулятора зазорів; 4. Опорні стійки; 5. Важіль регулятора зазорів; 6. Регулятор зазорів; 7. Верхня стяжна пружина; 8. Робочий циліндр; 9. Розпірна планка; 10. Розтискний важіль приводу гальма стоянки; 11. Задня гальмівна колодка; 12. Трос приводу гальма стоянки; 13. Нижня стяжна пружина*

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Гальмівний барабан автомобіля Lanos зображено на рисунку 3. Особливістю конструкції даного барабану є те, що конструктора об'єднали ступицю задньої осі з самими барабаном. Тобто в центральній частині барабану ми можемо бачити не просто отвір під вісь, а ступицю, в яку впресовуються підшипники.



Рис. 3. Гальмівний барабан Daewoo Lanos

Конструкція задньої підвіски виглядає наступним чином (рис. 4): до поперечної балки автомобіля кріпиться вісь заднього колеса 1. У гальмівний барабан 2 впресовуються зовнішня обойма внутрішнього роликового радіально-упорного підшипника 3 з розмірами 29x50,29x14,7 мм та зовнішнього роликового радіально-упорного підшипника 4 з розмірами 17,5x39,87x14,6 мм. Гальмівний барабан 2 у зборі з підшипниками 3 та 4 встановлюється на ось 1 та фіксується за допомогою гайки 8, яка після створення необхідного натягу, додатково фіксується шплінтом 7.

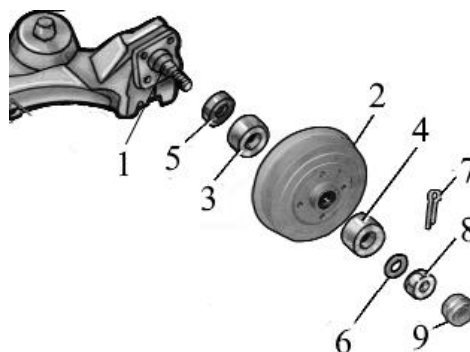


Рис. 4. Задня підвіска Daewoo Lanos

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.3. Методи виготовлення гальмівного барабану

Гальмівний барабан – це тіло обертання, яке має кілька робочих поверхонь, які необхідно обробити, а саме: внутрішня циліндрична поверхні, посадковий внутрішній поясок і торець фланця. Зазвичай інші зовнішні та внутрішні поверхні не обробляють. В нашому випадку, гальмівний барабан включає в себе елемент ступиці, тому до вище наведеного переліку ще можна додати внутрішні циліндричні поверхні під підшипники.

До гальмівного барабану пред'являються такі основні технічні вимоги [6]: посадочна поверхня повинна бути співвісна з робочою поверхнею, при цьому биття внутрішньої поверхні відносно посадкової допускається не більше 0,1 мм; допуск перпендикулярності площини торця відносно осі отвору барабана не повинен перевищувати 0,05...0,08 мм на найбільшому діаметрі торця; відхилення від прямолінійності площини торців приблизно 0,15 мм; шорсткість робочої та посадочних поверхонь $R_z = 20 \dots 10$ мкм, $R_a 2,5 \dots 1,5$ мкм.

Гальмівні барабани зазвичай виготовляють з спеціальних чавунів різного складу. Заготовку отримують литтям у піщані форми при машинному формуванні. У великосерійному виробництві гальмівні барабани виготовляють на механізованих потокових лініях, що забезпечують досить високу точність та якість виливків.

Типовий технологічний маршрут обробки гальмівного барабана складається з наступних операцій [6]:

1) чорнова та напівчистова обробка внутрішньої поверхні барабана, обточування зовнішнього пояса та торця обода, зняття фасок;

2) чорнова обробка посадочного отвору торця, чорнова та чистова обробка виточки торця, зняття фасок, свердління отворів, чистова обробка внутрішньої поверхні барабана;

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) зміцнення внутрішньої робочої поверхні барабана методом поверхневого накатування роликами;

4) контроль відповідно до вимог робочого креслення.

На першій операції за чорнову базу приймають внутрішню або зовнішню необроблені поверхні та торець фланця або ободу барабана. На наступних операціях базовими поверхнями виступають оброблені основні поверхні. При остаточній обробці гальмівного барабана в зборі зі ступецею за базу приймаються отвори ступиці (отвори під підшипники).

Першу та другу операції виконують на токарних вертикальних багатошпиндельних напівавтоматах.

Третю операцію – накатування внутрішньої робочої поверхні гальмівного барабана виконують на вертикально-свердлильних верстах.

Установку заготовки здійснюють у спеціальному пристосуванні по отвору та торцю, від повороту заготовка утримується пальцем, розташованим в одному з отворів на торці барабана. При накатуванні застосовують спеціальний пристрій з трьома роликами під кутом 120° , який встановлюють у шпинделі верстата. Накатування здійснюють роликами, які вільно обертаються і притискаються до оброблюваної поверхні під тиском пружин.

1.4. Аналіз літературних джерел по питанням конструювання і виготовлення гальмівних барабанів

В ході пошуку наукових статей по гальмівним барабанам було виявлено що основна тематика стосується визначення і зменшення температур, які виникають під час гальмування, а також підвищенню довговічності. Перше направлення не є цікавим для розгляду в межах цієї бакалаврської роботи. Що до другого направлення, то було звернута увага на такі статі:

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В результаті досліджень [8, 9, 10] встановлений взаємозв'язок між впливом геометричної точності і шорсткості робочої поверхні гальмівного барабана на тривалість експлуатації при забезпеченні ефективного гальмування автомобіля, а також встановлені параметри стану робочих поверхонь гальмівного барабана, при яких необхідно проводити обробку гальмівних барабанів для збільшення терміну.

Автори статті «Розрахунок гальмового барабана колісної машини за критеріями тріщиностійкості» [8], запропонували математичну модель, яка дозволяє визначити максимальні значення робочих навантажень і граничний рівень дефектності барабана, при яких зберігається достатній запас міцності, а також визначити оптимальний матеріал гальмівного барабана та його гарантований ресурс. Параметри гальмівного барабана на стадії проектування повинні бути обрані відповідно до умови:

$$p_{max} < p_{cr},$$

де: p_{max} – проектний максимальний контактний тиск у гальмівному механізмі; p_{cr} – критичний контактний тиск.

Знаючи основні значення критичних параметрів руйнування (зародження тріщини) та вплив на них властивостей матеріалу барабана, класу технологічної обробки поверхонь барабана та накладки, можна обґрунтовано керувати процесом тріщиноутворення в гальмівному барабані шляхом конструкторсько-технологічних рішень на етапі проектування [8].

У роботі «Зниження швидкості зношування контртіл барабанних гальмівних механізмів, встановлених на передній осі двовісних автомобілів» [9] отримано основні закономірності для визначення параметрів зношування: швидкості та граничної величини зносу спряжених деталей барабанних гальмівних механізмів у процесі експлуатації. Вони надають можливість вирішувати задачі з підвищення довговічності гальмівних механізмів у процесі експлуатації автомобілів за рахунок впровадження раціонального закону регулювання гальмівних сил, а також таких конструктивних

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметрів і режимів роботи, щоб за весь період експлуатації швидкість зношування була найменшою.

Також є статті, які направлені на різні методи ремонту гальмівних барабанів. Так наприклад у статті «Розроблення технології ремонту барабанів гальмівних механізмів» [10] автори пропонують здійснювати його проточування на ремонтний розмір з подальшим встановленням спеціальної змінної втулки. Втулки пропонується виготовляти стандартних типорозмірів в залежності від типорозмірів гальмівних барабанів. Матеріалом для виготовлення втулок можуть бути леговані сталі 12ХМ або 16ГФР.

Запропонована технологія ремонту гальмівних барабанів є досить перспективною та може знайти своє використання як на великих автотранспортних підприємствах так і на малих станціях технічного обслуговування.

У закордонних виданнях можна знайти статті у яких пропонують використовувати новітні методи обробки та матеріали. Так наприклад у статті [27] «Cost Reductions and Increased Brake Life: What New and Advanced Technology Can Do for the Transit Industry» проведене дослідження ефективності використання «Алмазного процесу» виготовлення гальм.

Алмазний процес передбачає використання спеціальних матеріалів, що додаються до основного металу гальма барабана або ротора. Це створює більш «дружню» поверхню, подовжуючи термін служби барабану та/або колодок. Алмазні барабани та ротори міцніші та твердіші звичайних аналогів, тому вони менш сприйнятливі до руйнівного теплового впливу гальмування.

Алмазні гальмівні барабани допомагають запобігти теплопровідності всього колеса, тим самим зменшуючи залишковий прибуток тепла в барабанах, роторах, втулках, терті, апаратному забезпеченні та інших компонентах.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Менший нагрів забезпечує безліч переваг у роботі гальм, а саме: зменшене теплове згасання та покращена гальмівна здатність; зменшення опору та краща модуляція; зменшення втомних напружень зон тертя та контакту; покращений гальмівний момент; подовжений термін служби компонентів (ущільнення, пружини, фурнітура) завдяки нижчим робочим температурам; кращий баланс спереду назад, збоку в бік; зниження прихованих напружень у барабанах і роторах.

Ці переваги забезпечують значно довший термін служби гальм.

У [28] «Fabrication, testing and thermal analysis of metal matrix composite brake drum» описано виготовлення, випробування та термічний аналіз гальма з композитної металевої матриці - Metal Matrix Composite MMC. Визначено динамічні коефіцієнти тертя чавуну та гальмівного барабана MMC. Встановлено, що гальмівний барабан MMC більш ефективніший завдяки вищому коефіцієнту динамічного тертя. Також він має меншу масу, але більший тепловий нагрів у порівнянні з чавунним.

У статті [29] «Analysis of stir die cast Al-SiC composite brake drums based on coefficient of friction» також досліджується придатність застосування алюмінієвого сплаву-карбіду кремнію MMC(Al-SiC MMC) у автомобільних гальмівних дисках у порівнянні з чавунними (CI) гальмівними барабанами.

1.5. Висновки до першого розділу

У першому розділі бакалаврської роботи наведено опис автомобіля Daewoo Lanos, його гальмівної системи та проектної деталі «Гальмівний барабан».

Розглянуто вимоги, які пред'являються до деталей типу «Гальмівний барабан» та виконано аналіз літературних джерел по питанням конструювання і виготовлення гальмівних барабанів.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Призначення та опис деталі

Гальмівний барабан є відповідальною деталлю гальмівної системи машини та призначений для створення моменту опору руху. Барабани різняться між собою конструктивним виконанням, а також формою зовнішніх неробочих поверхонь, які можуть бути гладкими та ребристими.

3D модель деталі «Гальмівний барабан», яку було побудовано у програмі SolidWorks, легкового автомобіля Daewoo Lanos представлено на рисунку 5.



Рис. 5. 3D модель деталі «Гальмівний барабан» автомобіля Daewoo Lanos

У центральний отвір барабану впресовуються радіально-упорні роликові підшипники, на яких обертаються колеса автомобіля, а 4 різьбові отвори на торці служать для кріплення диску колеса. Більш детально елементи гальмівного барабану розібрано у першому розділі роботи.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2.1.1. Характеристика, хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі

Матеріал, з якого виготовляється гальмівний барабан – сталь 40Л. В таблицях 2 та 3 представлені фізико-хімічні та механічні властивості.

Сталь 40Л нелегована, призначена для відливок деталей, що працюють за температури до 450°C – корпуси, станини, гальмівні диски, муфти, кожухи, шестерні, зірочки, виделки, а також для виготовлення заготовок і деталей, застосовуваних у складі виробів авіаційної й атомної промисловості [12].

Маркування 40Л визначає середній вміст вуглецю – 0,40%, а літера Л класифікує сталь як – ливарну.

Замінником даної сталі може виступати Сталь 45Л.

Таблиця 2

Хімічний склад сталі 40Л ДСТУ 7809:2015

С (вуглець) %	Mn (марганець) %	Si (кремній) %	Cr (хром)	S (сірка)	P (фосфор)	Cu (мідь)	Ni (нікель)
Не більше %							
0,37-0,45	0,40-0,90	0,20-0,52	0,3	0,045	0,04	0,3	0,3

Джерело: [12]

Таблиця 3

Фізико-механічні властивості сталі 40Л

Стан поставки	Перерізом, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	$\delta_5, (\delta_4)$	ψ	НВ
				%		
		не менше				
Відливки	100	294	520	14	25	146-173

Джерело: [12]

2.2. Аналіз технологічності конструкції деталі

2.2.1. Якісний аналіз технологічності

Гальмівний барабан – це металевий циліндр із фланцем, внутрішня поверхня якого оброблена з високим ступенем чистоти для щільного прилягання гальмівних колодок. На зовнішній поверхні барабана можуть бути виконані ребра жорсткості, що підвищують надійність усієї конструкції

Особливістю гальмівного барабана Daewoo Lanos є те, що в нього інтегровано маточину колеса. В неї встановлюється ступичний підшипник і вся ця конструкція монтується на вісь автомобіля, після чого навішується колесо. Барабани зі маточною використовуються значно рідше за звичайні барабани з фланцями, так як вони більш складні у виробництві і дають менше можливостей для ремонту. Найчастіше барабани зі маточною мають складову конструкцію, але в нашому випадку, це одна деталь.

При виготовленні деталі певну складність створює обробка внутрішніх отворів під підшипники, які повинні бути оброблені в межах вказаних відхилень, а саме: відхилень форми від циліндричності – 0,02 мм; та не перевищувати торцеве і радіальне биття – 0,05 мм.

В цілому деталь є досить технологічною, дозволяє використовувати високопродуктивні режими обробки, містить гарні базові поверхні для початкових операцій та має просту конструкцію. При обробці різьбових отворів можна використовувати багатоінструментальні головки або верстати з числовим програмним керуванням.

Пронумеруємо всі поверхні, що обробляються:

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

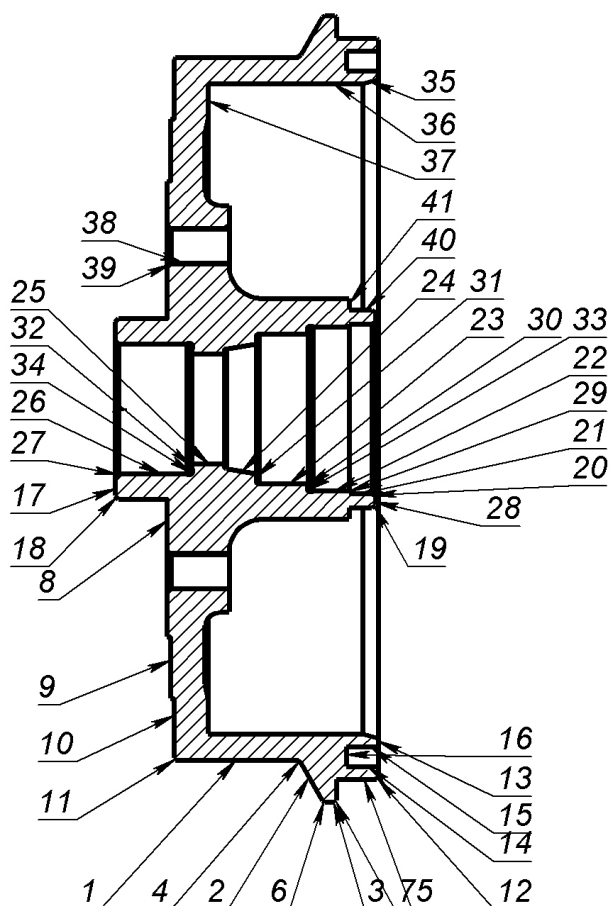


Рис. 6. Позиції поверхонь, що будуть оброблятися

2.2.2. Кількісний аналіз технологічності

Розрахунок технологічності конструкції деталі проводимо за [12, с. 31-33]. Основні показники технологічності деталі:

1. Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{ye} = Q_{ye}/Q_e;$$

де: Q_{ye} – загальна кількість уніфікованих елементів деталі;

Q_e – загальна кількість елементів деталі;

$$K_{ye} = 26/31 = 0,84;$$

За коефіцієнтом уніфікації деталь є технологічною, так як $K_{ye} > 0,6$.

2 Коефіцієнт використання металу:

$$K_{mb} = m_d/m_z;$$

де: $m_d = 7,29$ кг. – маса деталі;

$m_3 = 9,21$ кг. – маса заготовки.

$$K_{MB} = 7,29/9,21 = 0,79$$

3. Коефіцієнт точності обробки:

$$K_{IT} = 1 - (1/IT_c);$$

де: IT_c – середній квалітет точності:

$$IT_c = (n_1 + 2n_2 + \dots + 19n_{19}) / \sum n_i$$

де: n_i – кількість поверхонь деталі, що виконані відповідно за i -им квалітетом точності.

$$IT_c = (7 \cdot 6 + 11 \cdot 1 + 14 \cdot 24) / 31 = 389 / 31 = 12,55;$$

$$K_{IT} = 1 - (1/12,55) = 0,92.$$

За коефіцієнтом точності обробки деталь є технологічною, так як $K_{IT} > 0,8$.

4. Коефіцієнт шорсткості поверхні:

$$K_{Ra} = 1/Ra_c;$$

де: Ra_c – середня шорсткість оброблених поверхонь деталі, що визначається в значеннях параметра Ra , мкм.

$$Ra_c = (0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 40n_{13} + 80n_{40}) / \sum n_i;$$

де: n_i – кількість поверхонь, що мають шорсткість i -го класу шорсткості в параметрах Ra .

$$Ra_c = \frac{2,5 \cdot 4 + 3,2 \cdot 8 + 6,3 \cdot 8 + 12,5 \cdot 11}{31} = \frac{223,5}{22} = 10,16;$$

$$K_{Ra} = 1/10,16 = 0,1$$

За коефіцієнтом шорсткості деталь є технологічною, так як $K_{Ra} < 0,33$.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4

Конструкторський аналіз деталі

Найменування поверхні	Номер оброблюваної поверхні	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих елементів	Квалітет точності	Параметр шорсткості
Зовнішні діаметральні поверхні					
Ø 242 ±0,3	3	1	1	14	12,5
Ø 216 ±0,3	1	1	1	14	12,5
Ø 228	5	1	1	14	12,5
Ø 242 / 216	2	1	-	14	12,5
Ø 55,5	18	1	1	11	3,2
Ø 208	15	1	-	14	12,5
Ø 61	40	1	1	14	3,2
Ø 68	Обробка не відбувається	-	-	-	-
Внутрішні діаметральні поверхні					
Ø 40 P7	34	1	1	7	2,5
Ø 50 P7	22	1	1	7	2,5
Ø 46	23	1	1	14	6,3
Ø 34	25	1	1	14	6,3
Ø 40 / 34	24	1	-	14	6,3
Ø 52	22	1	1	14	6,3
Ø 200+0,25	36	1	1	14	3,2
Ø 220	14	1	-	14	12,5
M12x1,5	38	4	4	7	3,2
Лінійні розміри					
81±0,25	17	1	1	14	6,3
20,7±0,25	30	1	1	14	2,5
35,8±0,25	32	1	1	14	2,5
8	41	1	1	14	6,3
16	31	1	1	14	6,3
10	33	1	1	14	6,3
16	8	1	1	14	12,5
17	9	1	1	14	12,5
18	10	1	1	14	12,5

13	5	1	1	14	12,5
10	16	1	-	14	12,5
53	37	1	1	14	3,2

Джерело: узагальнено та побудовано автором

Згідно з результатами кількісної оцінки деталі гальмівний барабан можна зробити висновок, що деталь технологічна.

2.3. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва

Тип виробництва визначається в залежності від маси деталі та річного об'єму випуску.

За завданням кваліфікаційної бакалаврської роботи річний об'єм випуску деталі «Гальмівний барабан» становить 10000 шт. При масі готової деталі 7,29 кг визначаємо тип виробництва – середньо серійне.

У серійному виробництві деталі випускаються великими партіями з обмеженою номенклатурою, а самі партії повторюються регулярно. На робочих місцях закріплено невелика кількість операцій. Обладнання універсальне та спеціалізоване, послідовність операцій – паралельно-послідовний. На таких підприємствах розвинена виробнича структура.

Вихідні данні: Річна програма випуску виробів – $N = 10000$ шт.

Маса деталі – $m = 7,29$ кг

Визначаємо технологічну партію запуску деталі [12]:

$$n = \frac{N \cdot t}{\varphi}$$

де: N – програма випуску деталі на рік;

t – кількість днів простоювання деталей на заводі; $t = 10$ днів;

φ – річний фонд робочого часу; $\varphi = 255$ днів

$$n = \frac{10000 \cdot 10}{255} = 392,1 \text{ шт.}$$

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо: $n = 400$ шт.

Всього за рік випущено:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{10000}{400} = 25 \text{ партій}$$

2.4. Вибір типу заготовки та обґрунтування методу її виготовлення

Як правило заготовку для гальмівних барабанів отримують литтям у піщані форми при машинному формуванні. У великосерійному виробництві гальмівні барабани виготовляють на механізованих потокових лініях, що забезпечують досить високу точність та якість виливків.

Лиття в піщано-глинисті форми досить простий, відпрацьований і найпоширеніший спосіб виготовлення литих заготовок. Зазначене поширення пояснюється універсальністю способу. Спосіб економічно виправданий за будь-якого характеру виробництва, для деталей будь-якої маси, конфігурації, розмірів, практично для всіх ливарних сплавів. Для масового виробництва лиття в ПГФ необхідно передбачати механізацію та автоматизацію технологічних операцій.

Розробка прес-форми супроводжується створенням технічної документації та визначенням усіх параметрів майбутньої деталі: товщини стінок, розмірів технологічних отворів, розташування та розмірів ребер жорсткості тощо.

Одержання заготівлі. Чавун заливається під тиском в прес-форму. Після певної витримки виливок витягується з прес-форми та остигає на повітрі. Сучасні автоматичні машини здатні забезпечити досить високу точність і якість виливків, але після цього заготівля все ж таки передається на подальшу механічну обробку.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лиття у піщані форми: переваги та недоліки

Переваги:

1. Можливість отримання поверхні з мінімальними припусками на механічну обробку (у нашому випадку – ребер жорсткості, технологічних отворів, настановних поверхонь тощо).
2. Товщина стінки виробів від 0,8 мм і вище. Це особливо важливо для економії ваги при виливку та зниження ваги кінцевого виробу.
3. Висока якість поверхні виливків (5-6 клас). Це дозволяє не піддавати додатковій обробці всі неробочі поверхні барабана та економити час та гроші.
4. Корозійна стійкість та гідравлічна герметичність.

Недоліки:

1. Залежність якості продукції якості форми. Брак при виробництві форми повністю відбивається на заготовках.
2. Незначне зменшення пластичності матеріалу, пов'язане зі збільшенням міцності, що може обмежувати застосування процесу для деталей, що працюють при значних динамічних навантаженнях та вібраціях.
3. Можливість утворення у виливках дрібних повітряних включень, що може знижувати міцність та герметичність деталей.

2.5. Визначення припусків на обробку деталі

Розрахунок загальних припусків та розмірів вихідної заготовки

- За ДСТУ 8981:2020 Виливки з металів та сплавів. Допуски розмірів, маси та припуски на механічну обробку:
- Клас розмірної точності – 10;
- Ступінь короблення – 8;
- Ступінь точності поверхні – 14;
- Клас точності маси – 11;

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Допустиме зміщення – 0,8;
- Ряд припуску на обробку відливки – 7.

Таблиця 5

Розміри заготовки

Номінальний розмір	Ряд припуску на обробку	Допуск на розмір	Припуск	Розмір відливки
Діаметральні розміри				
Ø 242	7	0,6	1,5*2	Ø 245
Ø 216		0,6	1,5*2	Ø 219
Ø 55,5		0,19	1,3*2	Ø 58,1
Ø 228		1,15	1,6*2	Ø 231,2
Ø 68		0,74	1,7*2	Ø 71,4
Ø 200		0,25	1*2	Ø 198
Ø 40		0,025	0,9*2	Ø 38,2
Ø 50		0,025	0,9*2	Ø 48,2
Ø 40		0,62	1,5*2	Ø 37
Ø 34		0,62	1,5*2	Ø 31
Лінійні розміри				
81	7	0,5	1,3*2	82,6
16		0,43	1,1	14,9
13		0,43	1,1	11,9
53		0,62	1,3	51,7
20,7		0,5	1,5	19,2
35,8		0,5	1,5*2	38,8
16		0,43	1,2	14,8

Джерело: Розраховано і побудоване автором

Точність відливки 10—8—14— 11 см 0,8 ДСТУ 8981:2020

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2.6 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

При розробці технологічного маршруту виготовлення деталі необхідно раціонально та вірно використовувати всі можливості верстата та інструменту з оптимальними режимами різання, при цьому треба ефективно витрачати час.

Технологічний маршрут – це послідовність процесів та операцій які необхідні для обробки деталі.

При описі технологічного маршруту виготовлення деталі слід дотримуватися такого порядку: перше – виконати опис змісту операцій; друге – виконати опис обладнання; третє – виконати опис технологічного оснащення.

Операції описуються дотримуючись наступних правил:

1. Спочатку обробляють ті поверхні, котрі в подальшому будуть слугувати установчими базами.
2. Порядок операцій: чорнові – чистові – фінішні.
3. Фінішні операції виконують в кінці, після термічних операцій, якщо є така необхідність.
4. Послідовність операцій повинна бути така, щоб забезпечити найменшу шорсткість поверхонь деталі.
5. Обробку високоточних поверхонь деталі слід проводити разом, за одну операцію та установку.
6. Послідовність операцій має бути така, щоб забезпечити найефективніший спосіб отримання деталі.

Для зменшення часу на проектування технологічного маршруту виготовлення деталі, використовують типові процеси виготовлення.

Розробимо технологічний процес виготовлення гальмівного барабану та наведемо у таблиці 6 зміст операцій та обладнання.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маршрутно-операційний зміст технології виготовлення деталі

№ оп.	Назва операції та її опис	Бази	Верстат
005	Токарна 1. Встановити і закріпити заготовку у патроні. 2. Підрізати торець $\varnothing 228/\varnothing 200$ в розмір 82,3 мм. 3. Підрізати торець $\varnothing 61/\varnothing 50P7$ витримуючи розмір 1 мм. 4. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 228$ на довжину 13 мм. 5. Підрізати торець $\varnothing 242/\varnothing 228$ в розмір 13 мм. 6. Точити дві фаски $0,5 \times 45^\circ$. 7. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 61/\varnothing 52$ на довжину 8 мм. 8. Точити торцеву канавку $\varnothing 220/\varnothing 208$ на глибину 10 мм. 9. Розточити отвір $\varnothing 200+0,25$ в розмір $\varnothing 199,6$ на довжину 53 мм. 10. Підрізати внутрішній торець $\varnothing 200$ витримуючи розмір 53 мм. 11. Розточити отвір $\varnothing 50P7$ в розмір $\varnothing 49,6$ на довжину 20,7 мм. 12. Розточити отвір $\varnothing 52$ на довжину 8 мм. 13. Розточити отвір $\varnothing 46$ на довжину 16 мм. 14. Розточити отвір $\varnothing 40/\varnothing 34$ на довжину 10 мм. 15. Точити дві фаски $1 \times 45^\circ$. 16. Точити канавку Е згідно ескізу. 17. Контроль виконаних розмірів. 18. Зняти деталь, передати на іншу	Зовнішня поверхня $\varnothing 55,5$, та лівий торець деталі $\varnothing 55,5/40P7$	Токарний верстат по металу з ЧПУ Bernardo SK 320 x 1000

	операцію.		
010	Токарна 1. Встановити і закріпити заготовку у патроні. 2. Підрізати торець $\varnothing 55,5/\varnothing 40P7$ в розмір $81\pm 0,25$ мм. 3. Підрізати ступінчастий торець $\varnothing 226/\varnothing 55,5$ витримуючи розміри 16, 17 та 18 мм. 4. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 216\pm 0,3$ витримуючи розмір 26 мм. 5. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 242/\varnothing 216$ витримуючи кут 120°. 6. Точити дві фаски $0,5\times 45^\circ$. 11. Розточити отвір $\varnothing 40P7$ в розмір $\varnothing 39,6$ витримуючи розмір $35,8\pm 0,25$ мм. 12. Розточити отвір $\varnothing 34$ на довжину 10 мм. 15. Точити дві фаски $1\times 45^\circ$. 16. Точити канавку Е згідно ескізу. 17. Контроль виконаних розмірів. 18. Зняти деталь, передати на іншу операцію.	Зовнішня поверхня $\varnothing 61$, та правий торець деталі $\varnothing 68/61$	Токарний верстат по металу з ЧПУ Bernardo SK 320 x 1000
015	Термообробка 1. Встановити і закріпити деталь на обладнання. 2. Гартувати отвір $\varnothing 50P7$. 3. Гартувати отвір $\varnothing 200+0,25$. 4. Зняти деталь, передати на іншу операцію.		Гартувальний верстат МК1000
020	Термообробка 1. Встановити і закріпити деталь на обладнання. 2. Гартувати отвір $\varnothing 40P7$. 3. Зняти деталь, передати на іншу операцію.		Гартувальний верстат МК1000

	операцію.		
025	Шліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку у патроні. 2. Шліфувати отвір Ø40P7 та торець Ø40P7/Ø34 витримуючи розмір 35,8±0,25 мм. 3. Контроль виконаних розмірів. 4. Зняти деталь, передати на іншу операцію.	Внутрішня поверхня Ø50P7, та правий торець Ø61/52	Внутрішньо шліфувальний верстат 3K228B
030	Шліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку у патроні. 2. Шліфувати отвір Ø50P7 та торець Ø50P7/Ø46 витримуючи розмір 20,7±0,25 мм. 3. Шліфувати отвір Ø200+0,25 витримуючи розмір 53 мм. 4. Контроль виконаних розмірів. 5. Зняти деталь, передати на іншу операцію.	Внутрішня поверхня Ø40P7, та правий торець Ø55,5/50P7	Внутрішньо шліфувальний верстат 3K228B
035	Свердлувальна 1. Встановити і закріпити заготовку у пристосуванні. 2. Свердлити послідовно по керуючій програмі 4 отвори Ø9 +0,26. 3. Нарізати послідовно по керуючій програмі різьбу M12x1,5-7H в 4-х отворах. 4. Контроль виконаних розмірів. 5. Зняти деталь.	Правий торець Ø228/Ø200, та внутрішня поверхня Ø50P7	Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК - 2P135Ф2

Джерело: розроблене автором

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

2.7. Металорізальне обладнання для здійснення технологічного процесу

Токарний верстат з ЧПУ Bernardo CK 320 x 1000 [18]

Токарні верстати з ЧПУ з плоскою станиною відрізняються високою продуктивністю при серійній обробці, також ці токарні верстати використовуються в дрібносерійному та штучному виробництві. ЧПУ, що використовується в цьому токарному верстаті, дозволяє спростити метод програмування. Токарні верстати серії СК дозволяють проводити точіння зовнішніх, внутрішніх і сферичних поверхонь, а також виконання різних типів різьби.

Два безступінчатих діапазону швидкостей, перемикаються за допомогою пневматики., двигун регулюється інвертором. Шпиндель встановлений на прецизійних японських підшипниках кочення NSK. Поздовжня і поперечна подачі здійснюються шариковинтовою парою з приводом від серводвигуна. Електронні маховики подачі по 2 осях. Гідравлічний затиск патрона. Револьверна головка. Система ЧПУ Fagor 8055 TC [18].



Рис. 7. Токарний верстат з ЧПУ Bernardo CK 320 x 1000 [18]

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Технічні характеристики Bernardo CK 320 x 1000

Параметр	Значення
Вихідна потужність двигуна S1 100%	3,7 кВт
Висота центру	160 мм
Діапазон швидкостей, безступінчатий	150 – 2500 об / хв
Точність позиціонування	± 0,01 мм
Відстань між центрами	1000 мм
Отвір шпинделя	56 мм
Розмір хвостовика інструменту	16 x 16 мм
Габаритні розміри верстата (Д x Ш x В)	2160 x 1150 x 1840 mm
Вага	1300 кг

Джерело: [18]

3K228В верстат внутрішньошліфувальний універсальний [19]

Внутрішньошліфувальний верстат 3K228 [19] призначений для шліфування циліндричних та конічних (з кутом при вершині до 60°) наскрізних та глухих отворів діаметром 50-300 мм та довжиною до 320 мм.



Рис. 8. Внутрішньошліфувальний верстат 3K228В [19]

Верстат моделі 3K228B (рис. 8) застосовується на машинобудівних заводах з дрібносерійним та серійним виробництвом, а також у інструментальних та ремонтних цехах цих заводів.

Показник точності обробки зразка-виробу:

- сталість діаметра в поздовжньому перерізі 3 мкм
- круглість 1,6 мкм

Шорсткість поверхні зразка-виробу, не більше:

- циліндричної внутрішньої Ra 0,080 мкм
- плоский торцевий Na 0,32 мкм

Таблиця 8

Технічні характеристики внутрішньошліфувального верстату 3K228B

Параметр	Значення
Найбільший діаметр виробу, що встановлюється	400 мм
Найбільша довжина виробу, що встановлюється	320 мм
Найменший і найбільший діаметр отвору, що шліфується	40 – 300 мм
Частота обертання внутрішньошліфувальних головок	4500,5300,8200,12000 об/хв
Частота обертання виробу (безступінчасте регулювання)	60 – 600 об/хв
Електродвигун шпинделя шліфувальної бабки	7,5 кВт
Електродвигун приводу виробу (бабки виробу) постійного струму	1,6 кВт
Габаритні розміри верстата (Д х Ш х В)	3535 х 1460 х 1870 мм
Вага	6400 кг

Джерело: [19]

2P135Ф2 верстат вертикально-свердильний з ЧПУ [20]

2P135Ф2 – вертикальний свердильний верстат (рис. 9), який має шестишпindelну револьверну головку, хрестовий стол та числове програмне управління (ЧПУ). Даний верстат для всіх видів обробки осьових робіт: свердління, розсвердлювання, зенкування, розгортання, нарізування різьблення та фрезерування у серійному та дрібносерійному виробництвах різних галузей промисловості [20].

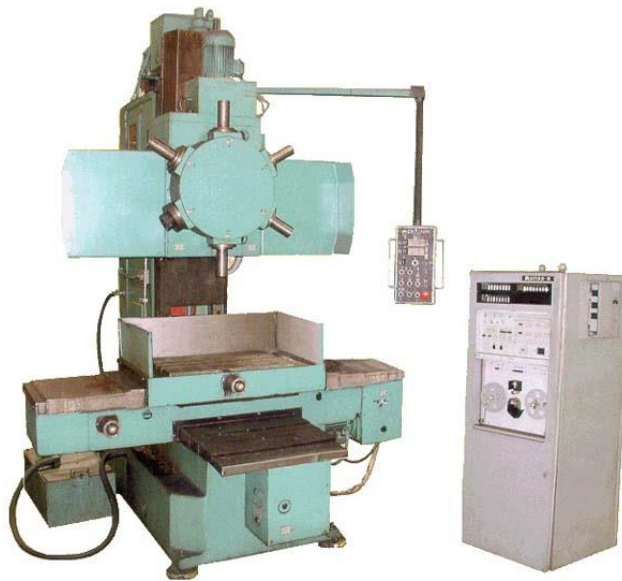


Рис. 9. Вертикально-свердильний верстат 2P135Ф2 [20]

На свердильному верстаті 2P135Ф2 проводять обробку корпусних деталей та деталей типу «плита», «кришка», «фланець», «важіль», «кронштейн» та багато інших.

Наявність на верстаті шестишпindelної револьверної головки для автоматичної зміни інструменту, хрестового столу з програмним керуванням дозволяє здійснювати координатну обробку деталей типу кришок, фланців, панелей без попередньої розмітки та застосування кондукторів.

Вертикально-свердильний верстат 2P135Ф2 має великий діапазон регулювання частот обертання шпинделя та подач, що дає можливість обробляти різні конструкційні матеріали.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Верстат моделі 2P135Ф2 забезпечує точність міжосьових відстаней отворів, до 0,10-0,15 мм і може працювати в автоматичному циклі (проводити багатоопераційну обробку деталей з великим числом отворів).

Таблиця 9

Технічні характеристики вертикально-свердлильного верстата 2P135Ф2

Параметр	Значення
Найбільший діаметр свердління сталі 45	35 мм
Найбільший діаметр нарізання різьби, в сталі 45	M24 мм
Найменша та найбільша відстань від торця шпинделя до поверхні столу	40 – 600 мм
Частота обертання шпинделя	45 – 2000 об/хв
Подачі супорта	10 – 500 мм
Розміри робочої поверхні столу	400 x 710 мм
Електродвигун приводу головного руху	3,7 кВт
Габаритні розміри верстата (Д x Ш x В)	1800 x 2170 x 2700 мм
Вага	5390 кг

Джерело: [20]

2.8. Визначення режимів обробки

2.8.1. Операція 005 – токарна з ЧПК

Металорізальний верстат – Токарний верстат з ЧПУ Bernardo SK 320 x 1000

База для обробки: Зовнішня поверхня $\varnothing 55,5$, та лівий торець деталі $\varnothing 55,5/40P7$

Послідовність виконання переходів на операції 005:

1. Встановити і закріпити заготовку у патроні.
2. Підрізати торець $\varnothing 228/\varnothing 200$ в розмір 82,3 мм.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3. Підрізати торець $\varnothing 61/\varnothing 50P7$ витримуючи розмір 1 мм.
4. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 228$ на довжину 13 мм.
5. Підрізати торець $\varnothing 242/\varnothing 228$ в розмір 13 мм.
6. Точити дві фаски $0,5 \times 45^\circ$.
7. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 61$ на довжину 8 мм.
8. Точити торцеву канавку $\varnothing 220/\varnothing 208$ на глибину 10 мм.
9. Розточити отвір $\varnothing 200+0,25$ в розмір $\varnothing 199,6$ на довжину 53 мм.
10. Підрізати внутрішній торець $\varnothing 200$ витримуючи розмір 53 мм.
11. Розточити отвір $\varnothing 50P7$ в розмір $\varnothing 49,6$ на довжину 20,7 мм.
12. Розточити отвір $\varnothing 52$ на довжину 8 мм.
13. Розточити отвір $\varnothing 46$ на довжину 16 мм.
14. Розточити отвір $\varnothing 40/\varnothing 34$ на довжину 10 мм.
15. Точити дві фаски $1 \times 45^\circ$.
16. Точити канавку Е згідно ескізу.
17. Контроль виконаних розмірів.
18. Зняти деталь, передати на іншу операцію.

Різальний інструмент для виконання операції:

1. Різець прохідний упорний з механічним кріпленням пластини: T15K6, геометричні параметри: $\gamma = -6^\circ$; $\lambda = -6^\circ$, $\varphi = 95^\circ$;
2. Різець розточний з механічним кріпленням пластини: T15K6, геометричні параметри: $\gamma = -6^\circ$; $\lambda = -11^\circ$, $\varphi = 95^\circ$;
3. Різець розточний з механічним кріпленням пластини: T15K6, геометричні параметри: $\gamma = -6^\circ$; $\lambda = -11^\circ$, $\varphi = 93^\circ$;

Інструмент для контроль розмірів:

- Штангенциркуль;
- Мікрометр.

Розрахунок режимів обробки:

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо глибину, швидкість різання та подачу при точінні зовнішньої циліндричної поверхні п'ять, у якої припуск на виконання обробки становить – 1,6 мм на сторону.

Тобто, глибина зрізання шару матеріалу – $t = h = 1,6$ мм.

Подачу на оберт приймаємо за рекомендаціями [15, с. 266, табл. 11] – $S = 0,4$ мм/об.

Швидкість різання розраховуємо за формулою в залежності від глибини різання, подачі та стійкості інструмент:

$$V_{\text{розр.}} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_{M_V} \cdot k_{P_V} \cdot k_{I_V};$$

У формулі за [15] приймаємо: коефіцієнт швидкості різання – $C_v = 350$; період стійкості інструменту – $T = 60$ хв.; степені у розрахунках швидкості різання – $x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$; коефіцієнт впливу матеріалу заготівлі – $k_{M_V} = 750/530$; коефіцієнт стану поверхні заготівлі – $k_{P_V} = 0,8$; коефіцієнт матеріалу різальної кромки інструменту – $k_{I_V} = 1,0$.

$$V_{\text{розр.}} = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,6^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \left(\frac{750}{530} \right)^1 \cdot 0,8 = 224,2 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертів шпинделя знаходимо за значеннями швидкості різання та розмірів оброблюваної поверхні:

$$n_{\text{розр.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 224,2}{3,14 \cdot 228} = 313,2 \text{ об/хв.}$$

Обраний верстат має безступінчасте регулювання частоти обертання шпинделя в межах 150 – 2500 об/хв, тому розраховане значення частоти обертів шпинделя залишаємо без змін.

Складові сили різання можна розрахувати по формулі:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p;$$

У формулі за [15] приймаємо: коефіцієнт сили різання – $C_p = 300$; степені у розрахунках сили різання – $x = 1, y = 0,75, m = -0,15$;

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p};$$

У формулі за [15] приймаємо: коефіцієнт впливу матеріалу заготовлі – $K_{M_V} = 530/750$; коефіцієнти впливу геометрії ріжучої кромки – $K_{\varphi_p} = 0,89$; $K_{\gamma_p} = 1,25$; $K_{\lambda_p} = 1$; $K_{r_p} := 0,93$.

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,6^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 224,2^{-0,15} \cdot \left(\frac{530}{750}\right) \cdot 0,89 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,93$$

$$= 784,1 \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність обробки з формули:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{784,1 \cdot 224,2}{1020 \cdot 60} = 2,9 \text{ кВт.}$$

Вихідна потужність двигуна обраного верстата Bernardo СК 320 х 1000 дорівнює 3,7 кВт. Тобто потужність достатня для виконання обробки.

Для інших поверхонь, що обробляються на даній операції, режими різання назначаємо за довідниковою літературою, та зводимо у таблицю 10

Таблиця 10

Режими різання до операції 005

Поверхня, рисунок 6	Перехід	Режими різання				
		Глибина різання, мм	Подача, мм/об	Швид- кість різання, м/хв	Число обертів, об/хв	Потуж- ність різання кВт
		<i>t</i>	<i>s</i>	<i>V</i>	<i>n</i>	<i>N</i>
13	підрізати торець Ø228/Ø200	1,3	0,3	256	357,6	2,1
28	підрізати торець Ø61/Ø50P7	1,3	0,15	329,4	1719,6	1,5
5	точити Ø228	1,6	0,4	224,2	313,2	2,9
7	підрізати торець Ø242/Ø228	1,3	0,3	256	336,9	2,1
40	точити Ø61	1,3	0,4	231,5	1208,6	2,4
36	розточити Ø200+0,25	1	0,25	283,8	452	1,5

37	Підрізати торець Ø200	0,62	0,3	286,3	456	1,1
22	розточити начерно Ø50P7	0,70	0,4	256	1630,5	1,4
22	розточити начисто Ø50P7	0,2	0,15	439	2500	0,3
29	розточити Ø52	1	0,4	240,8	1475	1,9
23	розточити Ø46	0,62	0,4	260,9	1806	1,3
24	розточити Ø40/Ø34	0,62	0,4	260,9	2077	1,3

Джерело: Розраховано та побудовано автором

Розрахунок основного (машинного) часу проведемо за формулою:

$$T_o = \frac{L + l}{s \cdot n} \cdot i;$$

де: L – довжина обробки, мм; l – величина врізання й перебігу, мм; s – подача, мм / об; n – число обертів шпинделя, об / хв; i – число проходів.

Таблиця 11

Основний час до токарної операції 005

Поверхня, рисунок 6	Перехід	Довжина обробки, мм	Довжина врізання й перебігу, мм	Число проходів	Основний час, хв
		L	l	i	T _o
13	підрізати торець Ø228/Ø200	17	4	1	0,196
28	підрізати торець Ø61/Ø50P7	10	4	1	0,054
5	точити Ø228	13	2	1	0,12
7	підрізати торець	7	2	1	0,089

	Ø242/Ø228				
40	точити Ø61	8	2	1	0,021
36	розточити Ø200+0,25	53	2	1	0,487
37	Підрізати торець Ø200	10	0	1	0,073
22	розточити начерно Ø50P7	21	2	1	0,035
22	розточити начисто Ø50P7	21	2	1	0,061
29	розточити Ø52	8	2	1	0,017
23	розточити Ø46	16	2	1	0,025
24	розточити Ø40/Ø34	10	2	1	0,014
					Σ=1,192

Джерело: Розраховано та побудовано автором

2.8.2. Операція 010 – токарна з ЧПК

Металорізальний верстат – Токарний верстат з ЧПУ Bernardo СК 320
х 1000

База для обробки: Зовнішня поверхня Ø61, та правий торець деталі
Ø68/61

Послідовність виконання переходів на операції 010:

1. Встановити і закріпити заготовку у патроні.
2. Підрізати торець Ø55,5/Ø40P7 в розмір 81±0,25 мм.
3. Підрізати ступінчастий торець Ø226/Ø55,5 витримуючи розміри 16, 17 та 18 мм.
4. Точити зовнішню поверхню Ø216±0,3 витримуючи розмір 26 мм.
5. Точити зовнішню поверхню Ø242/Ø216 витримуючи кут 120°.
6. Точити дві фаски 0,5х45°.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Розточити отвір $\varnothing 40P7$ в розмір $\varnothing 39,6$ витримуючи розмір 35,8 мм.
12. Розточити отвір $\varnothing 34$ на довжину 10 мм.
15. Точити дві фаски $1 \times 45^\circ$.
16. Точити канавку Е згідно ескізу.
17. Контроль виконаних розмірів.
18. Зняти деталь, передати на іншу операцію

Різальний інструмент для виконання операції:

1. Різець прохідний упорний з механічним кріпленням пластини: T15K6, геометричні параметри: $\gamma = -6^\circ$; $\lambda = -6^\circ$, $\phi = 95^\circ$;
2. Різець розточний з механічним кріпленням пластини: T15K6, геометричні параметри: $\gamma = -6^\circ$; $\lambda = -11^\circ$, $\phi = 95^\circ$;
3. Різець розточний з механічним кріпленням пластини: T15K6, геометричні параметри: $\gamma = -6^\circ$; $\lambda = -11^\circ$, $\phi = 93^\circ$;

Інструмент для контроль розмірів: Штангенциркуль; Мікрометр.

Режими різання назначаємо за довідниковою літературою, та зводимо у таблицю 11

Таблиця 11

Режими різання до операції 005

Поверхня, рисунок 6	Перехід	Режими різання				
		Глибина різання, мм	Подача, мм/об	Швид- кість різання, м/хв	Число обертів, об/хв	Потуж- ність різання кВт
		<i>t</i>	<i>s</i>	<i>V</i>	<i>n</i>	<i>N</i>
17	підрізати торець $\varnothing 55,5/\varnothing 40P7$	1,3	0,15	326	1872	1,5
8, 9, 10	підрізати торець $\varnothing 226/\varnothing 55,5$	1,1	0,3	262,5	369,9	1,8
1	точити $\varnothing 216 \pm 0,3$	1,5	0,4	226,5	334	2,7

2	точити Ø242/Ø216	1,5	0,4	226,5	298,1	2,7
26	розточити начерно Ø40P7	0,7	0,4	254	2022	1,4
26	розточити начисто Ø40P7	0,2	0,15	432	2500	0,3
25	розточити Ø34	1,5	0,4	226,5	2122	2,7

Джерело: Розраховано та побудовано автором

Розрахунок основного (машинного) часу зводимо у таблицю 12.

Таблиця 12

Основний час до токарної операції 005

Поверхня, рисунок 6	Перехід	Довжина обробки, мм	Довжина врізання й перебігу, мм	Число проходів	Основний час, хв
		L	l	i	T _o
17	підрізати торець Ø55,5/Ø40P7	8	4	1	0,043
8, 9, 10	підрізати торець Ø226/Ø55,5	86	2	1	0,793
1	точити Ø216±0,3	38	2	1	0,299
2	точити Ø242/Ø216	14	2	1	0,134
26	розточити начерно Ø40P7	24	2	1	0,032
26	розточити начисто Ø40P7	24	2	1	0,05
25	розточити Ø34	10	2	1	0,014
					Σ=1,366

Джерело: Розраховано та побудовано автором

2.8.3. Операція 025 – Шліфувальна

Обладнання: Внутрішньо шліфувальний верстат – 3К228В

Технологічна база: Внутрішня поверхня $\varnothing 50P7$, та правий торець $\varnothing 61/52$

Послідовність виконання переходів на операції 025:

1. Встановити і закріпити заготовку у патроні.
2. Шліфувати отвір $\varnothing 40P7$ та торець $\varnothing 40P7/\varnothing 34$ витримуючи розмір $35,8 \pm 0,25$ мм.
3. Контроль виконаних розмірів.
4. Зняти деталь, передати на іншу операцію

Різальний інструмент: Шліфувальний круг за ДСТУ ISO 603-3:2019 $D=32$ мм. $H=13$ мм. $T=20$ мм. 24A40HC25K8A 30 м/с.

Вимірювальний інструмент:

- Пробка $\varnothing 40P7$ типу ПР 8133-0954/001, типу НЕ 8133-0954/002;
- Кільце для нутроміра $\varnothing 40$;
- Нутромір 40;
- Еталон для налаштування.

Режими різання:

Припуск на обробку однієї сторони деталі: $h=0,2$ мм.

Розрахуємо кількість обертів на хвилину абразивного інструмента при швидкості $V=30$ м/с.

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V}{\pi \cdot D_{кр.}} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 30}{3,14 \cdot 32} = 17914,0 \text{ об/хв.}$$

За технічними характеристиками шліфувального верстат приймаємо частоту обертів шпинделя $n_k = 12000$ об/хв.

Розрахуємо кількість обертів на хвилину оброблюваної заготовки при швидкості $V_d=30$ м/хв.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_d = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_d} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 40} = 238,8 \text{ об/хв.}$$

На верстаті 3К228В є можливість плавного регулювання частоти обертів заготовки від 60 до 600 об/хв., тому розраховане значення залишаємо без змін.

За технічними характеристиками верстата та рекомендаціями [15] розраховуємо поздовжню подачу за формулою:

$$S_m = (0,25 \dots 0,4) \cdot B = (0,25 \dots 0,4) \cdot 24 = 6 \dots 9,6 \text{ м/хв.}$$

Отже, $S_m = 8 \text{ м/хв.}$

Приймаємо поперечну подачу на верстаті: $S_x = 0,004 \text{ мм/хід.}$

Потужність обробки можна розрахувати за формулою:

$$N = C_n \cdot V^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

Приймаємо коефіцієнти і степені за [15]: $C_n = 0,27$; $r = 0,5$; $x = 0,4$; $y = 0,4$; $m = 0,3$.

$$N = 0,27 \cdot 30^{0,5} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 8^{0,4} \cdot 40^{0,3} = 5,38 \text{ кВт.}$$

Електродвигун шпинделя шліфувальної бабки верстата 3К228В – 7,5 кВт, тобто потужності вистачає.

Визначаємо машинний (основний) час на обробку деталі за формулою:

$$T_o = \frac{2 \cdot L \cdot h}{S_m \cdot S_x} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 0,2}{8000 \cdot 0,004} = 0,3 \text{ хв.}$$

Таблиця 13

Режими різання та основний час до операції 025

Перехід	Глибина різання t , мм	Подача S_m , мм/хв.	Швидкість об. деталі V , м/хв	Частота обертів деталі n , об/хв.	Потужність різання N_e , кВт	Основний час T_o , хв..
шліфувати Ø40P7	0,2	8000	30	238,8	5,38	0,3

Джерело: Розраховано та побудовано автором

2.8.4. Операція 030 – Шліфувальна

Зведемо режими різання та основний час у таблицю 14

Таблиця 14

Режими різання та основний час до операції 025

Перехід	Глибина різання t , мм	Подача S_m , мм/хв.	Швидкість об. деталі V , м/хв	Частота обертів деталі n , об/хв.	Потужність різання N_e , кВт	Основний час T_o , хв..
шліфувати Ø50P7	0,2	8000	30	191,1	5,75	0,16

Джерело: Розраховано та побудовано автором

2.8.5. Операція 035 – Свердлувальна

Обладнання: Вертикально-свердильний верстат з системою ЧПК мод. 2P135Ф2

База для обробки: Правий торець Ø228/Ø200, та внутрішня поверхня Ø50P7.

Пристосування: Патрон свердлувальний; спеціальне пристосування для кріплення заготовки на верстаті; запобіжний різьбовий патрон типу 393.03–SES1

Послідовність виконання переходів на операції 035:

1. Встановити і закріпити заготовку у пристосуванні.
2. Свердлити послідовно по керуючій програмі 4 отвори Ø9 +0,26.
3. Нарізати послідовно по керуючій програмі різьбу M12x1,5-7H в 4-х отворах.
4. Контроль виконаних розмірів.
5. Зняти деталь.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різальний інструмент для виконання переходів:

1. Свердло під різьбові отвори КороДрілл Дельта–С ø9 з хвостовиком циліндричної форми P841–0500–30–A1A ГС1220.

2. Мітчик для обробки метричної різі M12x1,5-7H.

Інструмент для контролю: різьбова калібр-пробка M12x1,5-7H;

Розрахунок режимів обробки:

1. Розраховуємо режим обробки на отвір Ø22H9 мм.

$$t = d/2 = 9/2 = 4,5 \text{ мм};$$

Визначаємо подачу на оберт свердла з [15] – $S_{\text{св}} = 0,26 \dots 0,32 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання дорівнює [15]:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot k_{M_v} \cdot k_{I_v} \cdot k_{l_v};$$

У даній формулі за [4] приймаємо: коефіцієнт швидкості різання – $C_v = 9,8$; степінь у розрахунках швидкості різання – $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,5$; період стійкості інструменту – $T = 50 \text{ хв.}$; коефіцієнт впливу матеріалу заготовлі – $k_{M_v} = 750/530$; коефіцієнт впливу матеріалу ріжучої частини інструменту – $k_{I_v} = 1,0$; коефіцієнт впливу глибини свердлування – $k_{l_v} = 1,0$.

$$v = \frac{9,8 \cdot 9^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,3^{0,5}} \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 27,86 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

$$n_{\text{роз.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 27,86}{3,14 \cdot 9} = 985,8 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

За технічними характеристиками верстата приймаємо частоту обертів шпинделя $n = 800 \text{ об/хв.}$

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 800}{1000} = 22,61 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Розраховуємо крутний момент по формулі [15]:

$$M_{\text{кр.}} = 9,81 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

У даній формулі за [4] приймаємо: коефіцієнт сили різання – $C_M = 0,0345$; степінь у розрахунках сили різання – $q = 2$; $y = 0,8$; $K_p = K_{M_p} = 530/750$

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$M_{кр.} = 9,81 \cdot 0,0345 \cdot 9^2 \cdot 0,3^{0,8} \cdot 530/750 = 7,36 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Розрахуємо потужність обробки за формулою:

$$N = \frac{M_{кр.} \cdot n}{9750} = \frac{7,36 \cdot 800}{9750} = 0,6 \text{ кВт.}$$

На верстаті встановлена електродвигун приводу головного руху потужністю 3,7 кВт, тобто потужності буде цілком достатньо для проведення обробки.

Для інших поверхонь, що обробляється на даній операції, режими різання визначаємо за довідковою літературою, та заводимо у таблицю 15.

Таблиця 15

Режими різання до операції 035

Поверхня, рисунок 6	Перехід	Режими різання				
		Глибина різання, мм	Подача, мм/об	Швид- кість різання, м/хв	Число обертів, об/хв	Потуж- ність різання кВт
		<i>t</i>	<i>s</i>	<i>V</i>	<i>n</i>	<i>N</i>
38	свердлити 4 отвори Ø9 +0,26	4,5	0,3	22,61	800	0,6
38	нарізати різьбу М12х1,5-7Н в 4-х отворах	1,5	1	15,07	400	1,41

Джерело: Розраховано та побудовано автором

Основний час до свердлильної операції 035

Перехід	Довжина обробки, мм	Довжина врізання й перебігу, мм	Число проходів	Основний час, хв
свердлити 4 отвори $\varnothing 9 +0,26$	19	4	4	0,38
нарізати різьбу M12x1,5-7H в 4-х отворах	19	4	4	0,23

Джерело: Розраховано та побудовано автором

2.9. Висновки до другого розділу

У другому розділі бакалаврської роботи розглянуто технологію виготовлення деталі «Гальмівний барабан» автомобіля Daewoo Lanos.

Наведено призначення та опис деталі, хімічний склад та механічні властивості матеріалу з якого виготовляється гальмівний барабан. Проведено аналіз технологічності конструкції та визначено програму випуску деталі та тип виробництва. Обрано тип заготовки та метод її виготовлення. Розраховані припуски на обробку.

Розроблено технологічний маршрут виготовлення деталі з описом необхідного металорізального та допоміжного обладнання. Розраховані режими різання та час на обробку деталі.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунки параметрів спеціального пристосування для свердлильної операції

Виконаємо конструювання верстатного пристосування для свердлильної операції – 035. Дана операція вміщує наступні переходи:

1. Свердлити послідовно по керуючій програмі 4 отвори $\varnothing 9 +0,26$.
3. Нарізати послідовно по керуючій програмі різьбу M12x1,5-7H в 4-х отворах.

За технологічним процесом дання операція виконується на вертикально-свердлильному верстаті з револьверною головкою моделі 2P135Ф2. Технічні характеристики даного верстату наведено у попередньому розділі бакалаврської роботи.

Розглянемо розміри робочої зони верстата (рис. 10) та кріпильні елементи столу (рис. 11):

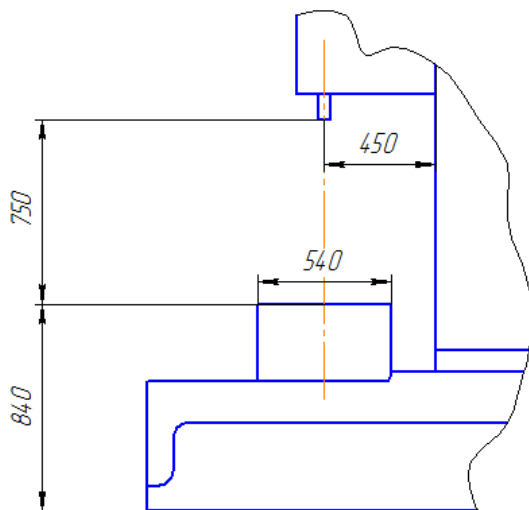


Рис. 10. Розміри робочої зони

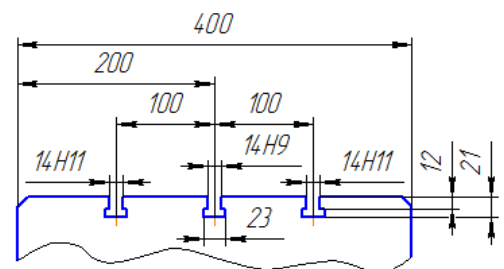


Рис. 11. Кріпильні елементи столу

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ

Арк.

48

3.1.1. Розробка раціональної схеми базування заготовки

При базуванні заготовки у пристосуванні розрізняють повне та неповне базування у пристрої.

При повному базуванні деталь позбавляється шести ступенів вільності за допомогою комплекту трьох технологічних баз, а саме: установчої – позбавлення 3-х ступенів вільності; направляючої – ще 2-х ступенів вільності; опорної – позбавлення останньої 6-ї ступені вільності. Повне базування відбувається при встановленні деталі на шість опорних точок. Використання більшої кількості точок є недопустимим, так як при цьому в процесі затискання порушується положення деталі.

Неповне базування використовується в тих випадках, коли за умовами обробки немає необхідності у точному положенні деталі в певних напрямках або допускається її поворот відносно якої-небудь осі. Такий вид базування може використовувати п'ять, чотири, а інколи навіть на три опорні точки.

В процесі обробки деталь повинна бути нерухомо затиснута у пристосуванні, тобто позбавлена всіх ступенів вільності. При неповному базуванні ступені вільності, що залишилися, знімаються затисканням (так зване повне базування при неповній орієнтації).

Правильно обрана схема базування повинна забезпечувати необхідне положення деталі при обробці, мінімальну похибку базування та задану точність обробки.

Схема базування гальмівного барабану під час проведення свердлильної операції показана на рисунку 12.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

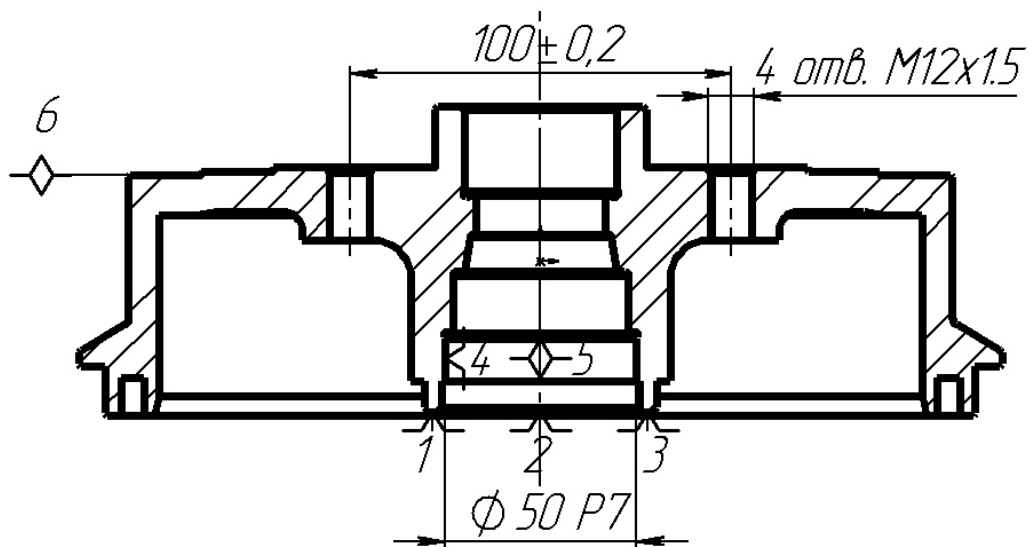


Рис. 12. Схема базування деталі на свердильній операції

3.1.2. Визначення відхилень розмірів деталі на запропонованому пристосуванні

Конструкція верстатного пристосування повинна забезпечувати задану точність обробки деталі. В процесі базування деталі у пристосуванні виникають ряд похибок: Δ_y – похибка встановлення деталі; Δ_n – похибка налагодження верстат; інші похибки, які виникають під час обробки.

На точність обробки суттєво впливає похибка базування (Δ_y), яка є частиною похибки встановлення (Δ_y). Ця похибка виникає при несуміщенні вимірювальної бази з технологічною базою заготовки і визначається як відстань між можливими граничними положеннями вимірювальної бази, яка вимірюється в напрямку розміру, що витримується.

Величину похибки базування можна визначити за допомогою геометричних розрахунків.

Проведемо ці розрахунки:

Заготовка встановлюється отвором $\varnothing 50 \text{ P7} \begin{pmatrix} -0,017 \\ -0,042 \end{pmatrix}$ на палець.

Для забезпечення гарантованого зазору приймаємо допуск на палець – $e7$. Тоді розмір пальця буде дорівнювати $\varnothing 50 \text{ e7} \begin{pmatrix} -0,050 \\ -0,075 \end{pmatrix}$.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Розрахуємо посадку у з'єднанні:

$$D_{max} = 50 - 0,017 = 49,983 \text{ мм}$$

$$D_{min} = 50 - 0,042 = 49,958 \text{ мм}$$

$$d_{max} = 50 - 0,050 = 49,95 \text{ мм}$$

$$d_{min} = 50 - 0,075 = 49,925 \text{ мм}$$

Отвори повинні розміщуватись на колі розміром $\varnothing 100 \pm 0,2$

Умова забезпечення точності виглядає наступним чином:

$$\Delta_6 < T_{\varnothing 100}$$

Похибку базування розраховуємо за формулою:

$$\Delta_6 = T_{\text{пальця}} + T_{\text{отвору}} + S_{min} = 0,025 + 0,025 + 0,008 = 0,058 \text{ мм}$$

$$0,058 \text{ мм} < 0,4 \text{ мм}$$

Отже, умова точності виконується.

3.1.3. Розробка методу затиску та розрахунок сили затиску

При затиску заготовки не повинно змінюватися її положення в пристрої, а також не повинно виникати її зміщення в процесі обробки на верстаті.

Необхідна сила затискання заготовки забезпечується силовим приводом.

Визначимо сили, які виникають під час обробки і розрахуємо необхідне зусилля затиску заготовки.

Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = \frac{M_{\text{різ.}} \cdot 2}{d} = 34,4 \cdot \frac{34,4 \cdot 2}{(50 + 6) \cdot 10^{-3}} = 1228,7 \text{ кН}$$

Із умови надійності закріплення деталі можна визначити необхідне зусилля затиску заготовки:

$$Q_3 \cdot f_1 \cdot R_{\text{пр.}} + Q_3 \cdot f_2 \cdot R_3 \geq K_3 \cdot P_z \cdot R;$$

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді:

$$Q_3 \geq \frac{K_3 \cdot P_z \cdot R}{f_1 \cdot R_{\text{пр.}} + f_2 \cdot R_3.}$$

$$\text{де: } R_{\text{пр.}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{61^3 - 52^3}{61^2 - 52^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{86373}{1017} = 28,3 \text{ мм};$$

$f_1 = 0,2$ – коефіцієнт тертя опори;

$f_2 = 0,2$ – коефіцієнт тертя притискної планки;

$K_3 = 4$ – коефіцієнт запасу.

$$Q_3 \geq \frac{4 \cdot 1228,7 \cdot 56}{0,2 \cdot 28,3 + 0,2 \cdot 108} = 8275 \text{ Н} = 8,3 \text{ кН.}$$

3.1.4. Розрахунок фактичної сили затиску заготовки у пристосуванні

В якості затискного механізму приймаємо три механізованих гідроциліндра двохсторонньої дії. При подаванні рідини в штокову порожнину буде відбуватися затиск заготовки, тобто циліндри будуть працювати в тяговому режимі. При розрахунках приймаємо відношення діаметру штоку до діаметру поршня – 1:3.

Визначаємо силу затиску на один гідроциліндр:

$$Q = Q_3 / 3 = 8,3 / 3 = 2,8 \text{ кН};$$

Визначаємо силу на штоку за формулою [21, с. 178]:

$$P = \frac{Q}{1 - \frac{3 \cdot l \cdot f}{H}} = \frac{2,8}{1 - \frac{3 \cdot 65 \cdot 0,1}{106}} = 3,43 \text{ кН.}$$

З іншої сторони силу затиску від гідроциліндра для штокової порожнини можна визначити за формулою:

$$P = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot p \cdot \eta:$$

де: D – діаметр поршня;

d – діаметр штока;

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

p – тиск у гідросистемі; приймаємо 5 МПа;

$\eta = 0,85$ – ККД для гідроциліндрів.

Приймаючи до уваги що $d=D/3$, то діаметр поршня дорівнює:

$$D^2 - \frac{D^2}{9} = \frac{P \cdot 4}{\pi \cdot p \cdot \eta} = \frac{3430 \cdot 4}{3,14 \cdot 5 \cdot 0,85} = 1028,1;$$

$$D^2 \cdot \left(1 - \frac{1}{9}\right) = 1028,1;$$

$$D^2 = 1156,7;$$

$$D = 34 \text{ мм.}$$

Згідно ISO 6432:2015 приймаємо діаметр циліндра $D = 40$ мм. Тоді діаметр штока буде дорівнювати $d = 12$ мм, різь на штоку М8.

$$P_{\phi} = \frac{3,14 \cdot (40^2 - 12^2)}{4} \cdot 5 \cdot 0,85 = 4857,6 \text{ Н} = 4,8 \text{ кН.}$$

$$4,8 \geq 3,43$$

Тобто, заготовка буде затискатися надійно.

3.1.5. Розрахунок фактичних похибок затискання та встановлення заготовки в пристрої

Проведемо розрахунок фактичної похибки встановлення за формулою:

$$\Delta_{\text{вст.}} = \Delta_{\text{б.}} + \Delta_{\text{з.}} + \Delta_{\text{пр.}}$$

де: $\Delta_{\text{б.}} = 0,058$ мм – похибка базування;

$\Delta_{\text{з.}} = 0$ мм – похибка закріплення;

$\Delta_{\text{пр.}} = 0,2$ мм – похибка пристрою.

$$\Delta_{\text{вст.}} = 0,058 + 0 + 0,2 = 0,258 \text{ мм.}$$

$$0,258 \text{ мм} \leq 0,4 \text{ мм}$$

Умова точності виконана.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Будова та опис дії спроектованого пристосування

Будова спроектованого пристосування (рис.13)

На корпусі 2 кріпиться установча плита 3, яка має палець для базування заготовки розміром $\varnothing 50\ e7\left(\begin{smallmatrix} 0,050 \\ -0,075 \end{smallmatrix}\right)$, також до корпусу кріпляться три гідроциліндри та напрямні 5 по яким рухаються захвати 4. Кожен захвати 4 з'єднаний зі штоком 7 гідроциліндра через шток 6. Конструкція гідроциліндра складається з: поршня – 12 (діаметром 40 мм), штока – 7 (діаметром 12 мм), циліндра – 10, корпусу – 8, кришки – 9 та кришки – 11.

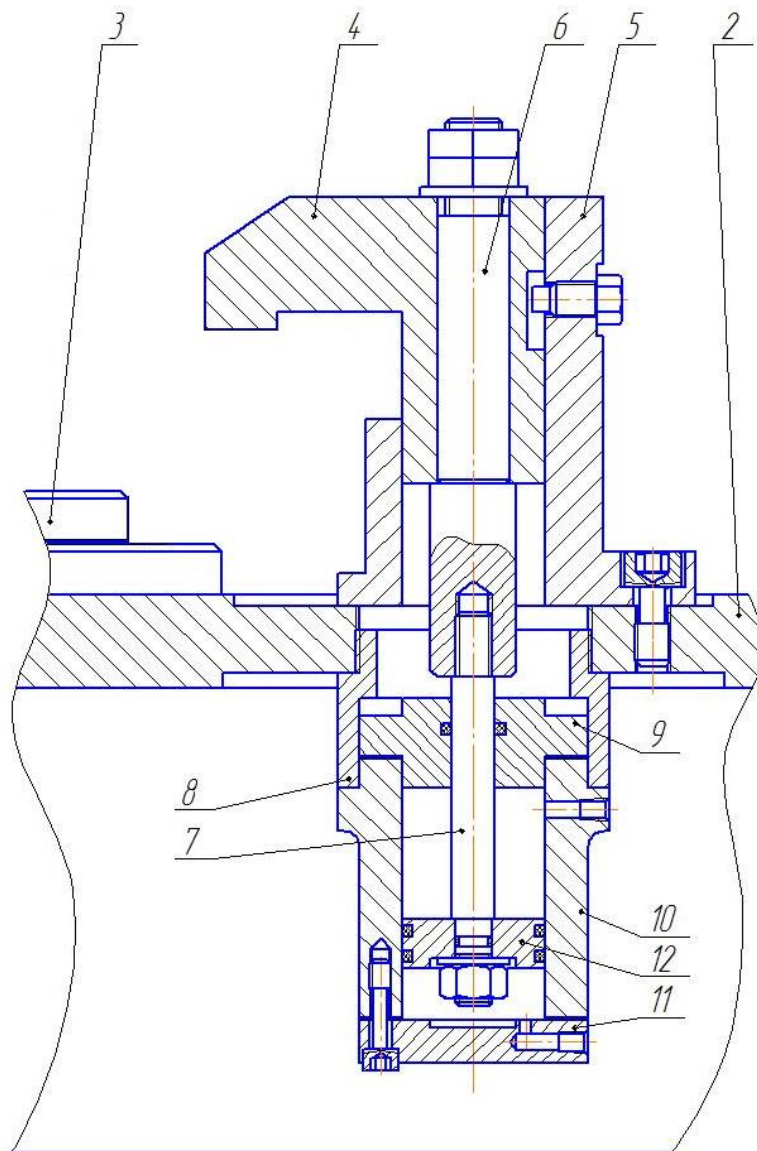


Рис. 13. Будова спеціального пристосування

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ

Арк.

54

Опис дії спеціального пристосування

Спроектоване спеціальне пристосування для кріплення заготовки на свердлильній операції працює наступним чином: заготовка ставиться на установчу плиту 3 на якій є циліндричний палець розміром $\varnothing 50\ e7\left(\begin{smallmatrix}-0,050 \\ -0,075\end{smallmatrix}\right)$ для базування заготовки по отвору $\varnothing 50\ P7\left(\begin{smallmatrix}-0,017 \\ -0,042\end{smallmatrix}\right)$. Пристосування під'єднане до гідравлічної мережі під тиском 5 МПа. При подачі рідини у штокову порожнину тиск діє на поршень 9, який тягне шток 7, шток 6 та затискач 4. Затискач 4 утримує заготовку з силою 4,8 кН під час обробки.

Після завершення обробки отворів рідина подається у безштокову порожнину, поршень рухається в гору та відбувається розтискання обробленої деталі.

3.3. Побудова 3D моделі спроектованого пристосування

На основі проведених розрахунків та опису пристосування було побудовано його 3D модель разом з оброблюваною деталлю (рис. 14, 15) у програмі Solidworks.

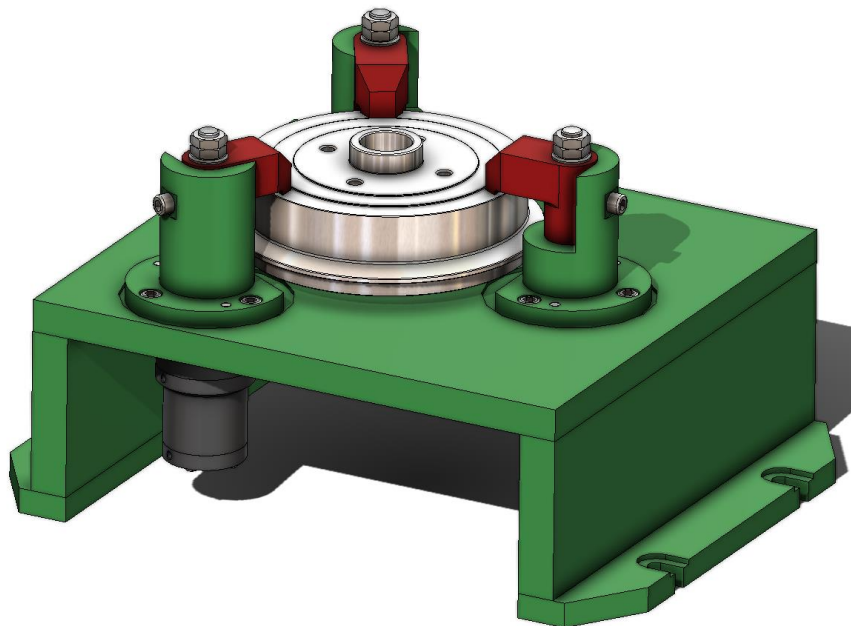


Рис. 14. 3D модель спроектованого верстатного пристосування

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

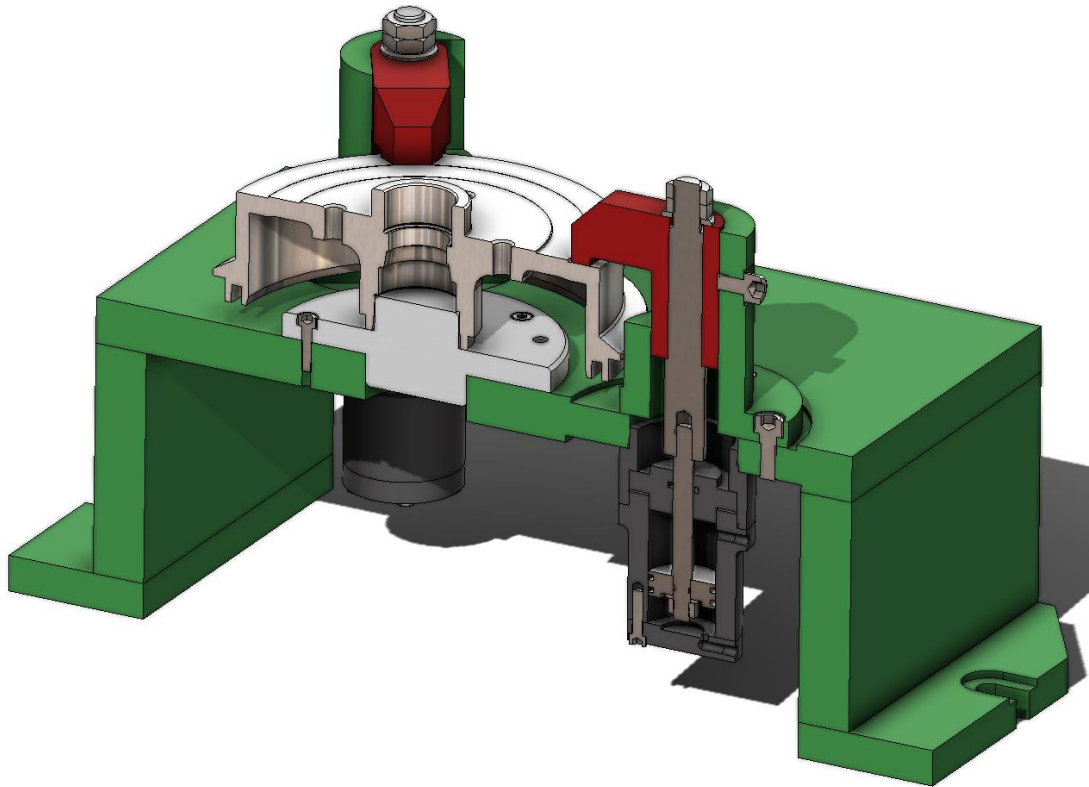


Рис. 15. 3D модель спроектованого верстатного пристосування у розрізі

3.4. Перевірка деталей пристосування на міцність

Міцність – це здатність матеріалу конструкції і їх елементів чинити опір дії зовнішніх сил без появи пластичних деформацій і руйнування.

Розрахунки на міцність дають змогу визначити розміри і форму деталі, що визначають задане навантаження при найменшій витраті матеріалів.

В конструкції спроектованого пристосування, як і у будь-якій іншій є слабкі місця. З конструктивних міркувань найслабкіше місце у спроектованому пристосуванні буде канавка діаметром 8 мм для манжети на штоку 7.

Але для більш повного аналізу проведемо статичне дослідження збірки за допомогою додатка Simulation програми SolidWorks, яка буде складатися з поршня 12, штоку 6, штоку 7, затискача 4 та кріпильних елементів (рис 16).

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

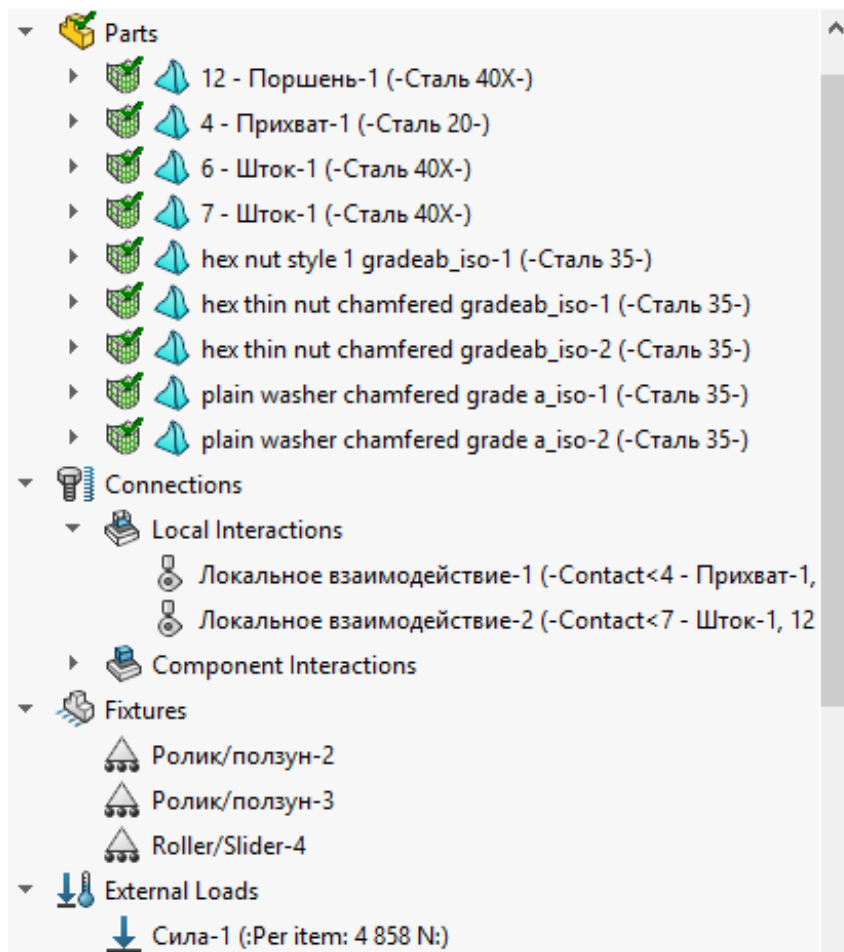


Рис. 16. Налаштування дослідження

При проведенні дослідження було призначено матеріали деталей наступним чином:

- Сталь 40Х – поршень 12, шток 6 та шток 7;
- Сталь 20 – затискач 4;
- Сталь 35 – всі кріпильні елементи.

Всі матеріали були створені у бібліотеці матеріалів SolidWorks, їх механічні характеристики було взято з довідникових літературних джерел [22, 23].

При проведенні дослідження використовувалося наступні кріплення:

- Ролик / повзун – на циліндричній поверхні затискача 4;
- Ролик / повзун – на циліндричній поверхні штоку 7;
- Ролик / повзун – на плоскій притискній поверхні затискача 4.

При проведенні дослідження прикладені наступні навантаження:

- Сила 4 858 Н у напрямку до низу, яку було розраховано вище, до торцевої поверхні поршня 12.

Також у налаштуваннях дослідження було задано з'єднання типу контакт (рис. 16) між циліндричними та торцевими поверхнями поршня 12 та штоку 7, а також між циліндричними та торцевими поверхнями затискача 4 та штоку 6.

Сітка побудована на основі кривизни з найбільшим елементом – 6 мм, найменшим – 0,3 мм, та кількістю елементів по колу – 16.

Після запуску дослідження було отримано наступні результати:

- Напруження по vonMises в очікуваному небезпечному перерізі досягають 21 МПа, що є незначним показанням. Більші напруження можна побачити у тілі поршня які досягають 35 МПа. Найбільші напруження виникли на кромці фаски поршня і становлять 90 МПа (рис. 17).

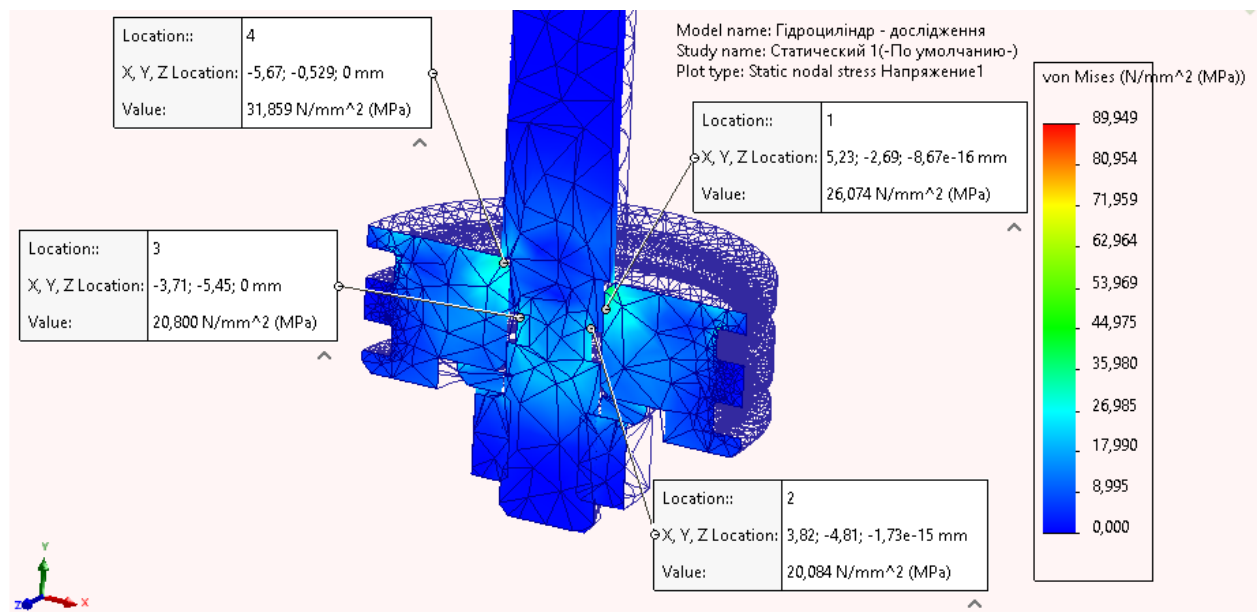


Рис. 17. Напруження по vonMises

– Коефіцієнт запасу міцності не опускається нижче 3,5 (рис. 18), що є цілком достатнім для конструкцій даного типу.

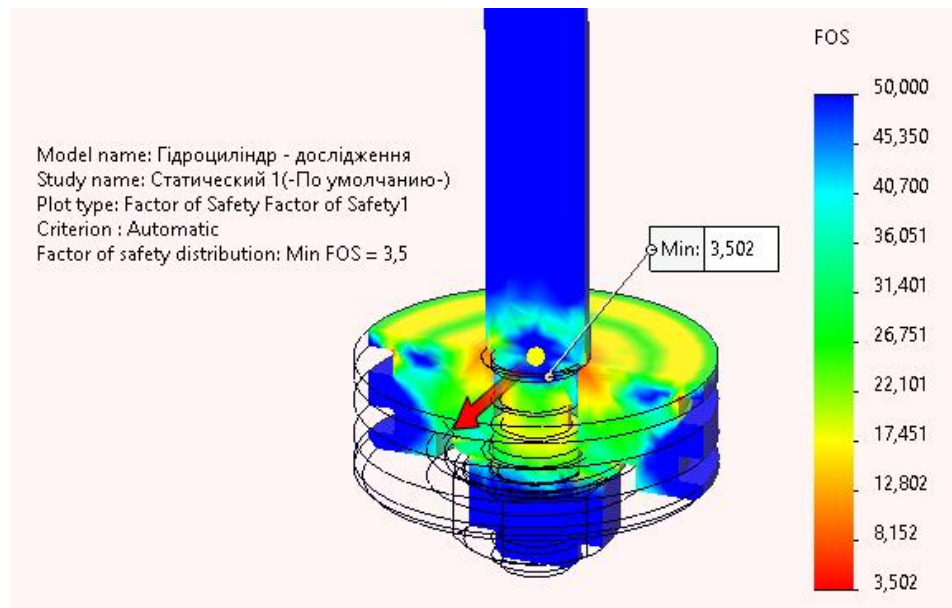


Рис. 18. Коефіцієнт запасу міцності

– Найбільші переміщення поршня у напрямку до низу становлять 0,004 мм (рис. 19).

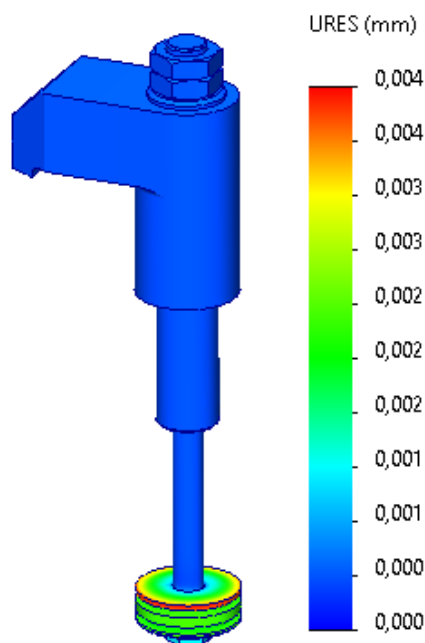


Рис. 19. Переміщення елементів конструкції

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

3.5. Висновки до третього розділу

У третьому розділі бакалаврської роботи було проведено конструювання спеціального пристосування для виконання свердлильної операції 035. В якості робочого елемента пристосування було обрано гідравлічні гідроциліндри. Виконано розрахунки необхідного зусилля затиску та параметрів гідроциліндрів. Перевірено умову досягнення необхідної точності обробки.

Надано опис будови та принципу дії спроектованого пристосування. За отриманими параметрами побудовано 3D модель. Проведені перевірочні дослідження конструкції на міцність у додатку Simulation програми SolidWorks.

					МІ 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В ході виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи було вирішено всі поставлені завдання з розгляду призначення, конструкції та впровадження у виробництво деталі «Гальмівний барабан» легкового автомобіля Daewoo Lanos.

У першому, загально-технічному розділі наведено опис автомобіля Daewoo Lanos, його гальмівної системи та проектної деталі «Гальмівний барабан». Розглянуто вимоги, які пред'являються до деталей типу «Гальмівний барабан» та виконано аналіз літературних джерел по питанням конструювання і виготовлення гальмівних барабанів.

У другому розділі – розглянуто технологію виготовлення деталі «Гальмівний барабан» автомобіля Daewoo Lanos.

Наведено призначення та опис деталі, хімічний склад та механічні властивості матеріалу Сталь 40Л, з якого виготовляється гальмівний барабан. Проведено аналіз технологічності конструкції, який показав, що деталь технологічна, та визначено програму випуску деталі та тип виробництва – середньо серійне. Обрано тип заготовки та метод її виготовлення. Розраховані припуски на обробку.

Розроблено технологічний маршрут виготовлення деталі з описом необхідного металорізального та допоміжного обладнання. Розраховані режими різання та час на обробку деталі.

У третьому розділі бакалаврської роботи проведено конструювання спеціального пристосування для виконання свердлильної операції 035. Виконано розрахунки необхідного зусилля затиску та параметрів гідроциліндрів. Перевірено умову досягнення необхідної точності обробки.

За отриманими параметрами побудовано 3D модель пристосування. Проведені перевірочні дослідження конструкції на міцність у додатку Simulation програми SolidWorks.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Daewoo Lanos. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Daewoo_Lanos#cite_note-3A3-13
2. Технічні характеристики Daewoo Lanos 1.5. Режим доступу: <https://m1.kiev.ua/auto/variation/4333>
3. Гальмівна система Daewoo Lanos, особливості конструкції. Режим доступу: <http://www.daewoo-manual.org.ua/lanos/doc/304/>
4. Все про гальмові барабани Daewoo Lanos. Режим доступу: <https://detalizaz.com.ua/vse-o-tormoznyh-barabanah-«deu-lanos»/>
5. Пристрій гальмівної системи. Режим доступу: <https://www.autoezda.com/2014-07-01-16-12-30/тормозная-система.html>
6. Виготовлення гальмівного барабана. Режим доступу: https://studref.com/405773/agropromyshlennost/izgotovlenie_tormoznogo_barabana#aftercont
7. Методичні рекомендації для підготовки, виконання та захисту бакалаврських кваліфікаційних робіт для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітньопрофесійна програма «Галузеве машинобудування» [Електронне видання]. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2021. – 35 с.
8. ASKEROV Sahib A. WHEELED VEHICLE BRAKE DRUM COMPUTATION BY FRACTURE TOUGHNESS CRITERIA / Sahib A Askerov. // Journal of Mechanical Engineering – Problemy Mashynobuduvannia. – 2020. – С. 33–40.
9. Назаров О. І.; Назаров В. І. Зниження швидкості зношування контртіл барабанних гальмівних механізмів, встановлених на передній осі двовісних автомобілів. Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, 2016, 75: 89-94.

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Ганиш М. В.; Дзюра В.О. Розроблення технології ремонту барабанів гальмівних механізмів. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 2014, 80-81.

11. Сталь 40Л. Режим доступу: <https://evek.com.ua/materials/stal-40l.html>

12. Красовський М.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. - Курсове проектування з технології машинобудування, 2010. - 234 с.

13. Мельничук П.П., Боровик А.І., П.А. Лінчевський. Технологія машинобудування: Підручник. -Житомир.: ЖДТУ, 2005. - 924 с.

14. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. Т. 1/Под ред. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 1-е изд. – М.; Машиностроение, 1985. – 665 с.

15. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. Т. 2/Под ред. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 2-е изд. – М.; Машиностроение, 1985. – 495 с.

16. Кирилович В. А., Мельничук П. П., Яновський В. А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ: Навчальний посібник / під ред. Кириловича – Житомир: ЖІТІ, 2001.

17. Робочі процеси технологій у машинобудуванні: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / А. І. Грабченко, Г. М. Виговський. – Житомир: ЖДТУ, 2003

18. СК 320 х 1000 ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ ПО МЕТАЛУ з ЧПУ Bernardo Режим доступу: <https://bernardo-ukraine.com/ua/p1439261083-320-1000-tokarnyj.html>

19. 3K228В верстат внутрішньошліфувальний універсальний високої точності. Режим доступу: http://stanki-katalog.ua/sprav_3k228v.htm

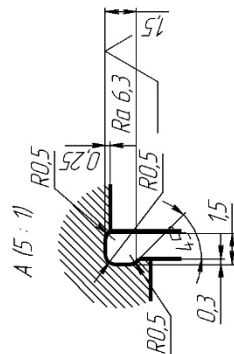
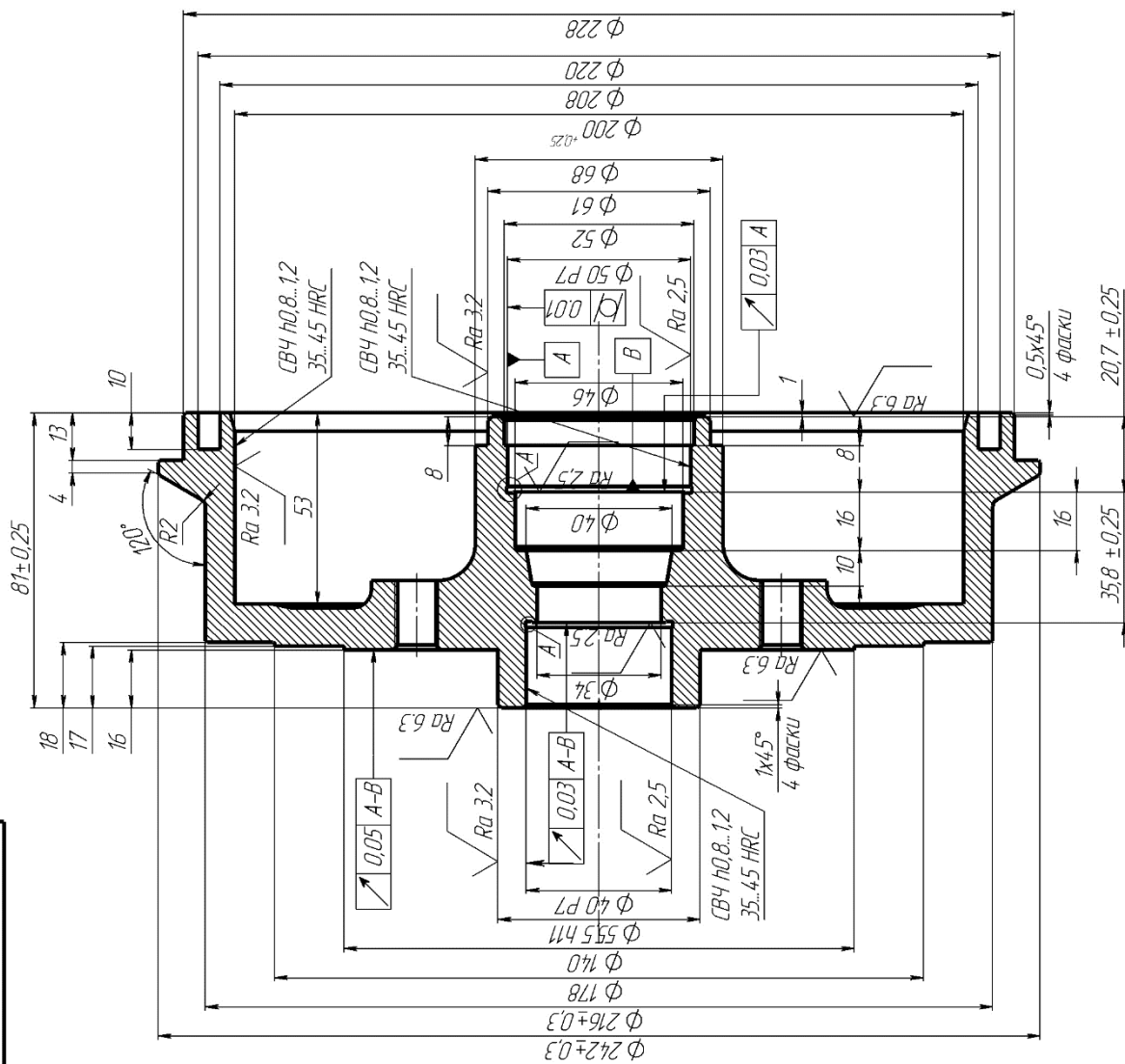
20. 2P135Ф2 верстат вертикально-свердильний з ЧПУ. Режим доступу: http://stanki-katalog.ua/sprav_2r135f2.htm

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Горошкин А.К. - Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. - 7-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1979. - 303с.
22. Матеріали. Сталь конструкційна вуглецева якісна Марки. Режим доступу: http://www.splav-kharkov.com/choose_mat.php?class_id=9
23. Марки сталі. Режим доступу: <https://metinvest-smc.com/ru/steel/>
24. Боровик А.І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва: Підручник. - К.: "Кондор", 2008. - 726 с.
25. ISO 6432:2015 Pneumatic fluid power — Single rod cylinders, 1 000 kPa (10 bar) series, bores from 8 mm to 25 mm — Basic and mounting dimensions.
26. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. - Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПК: Навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей / Під заг. ред. В.А. Кириловича. - Житомир: ЖІТІ, 2001. - 600 с.
27. CAMPO, John R.; DAVIES, Dixon; LAWRENCE, Dave. Cost Reductions and Increased Brake Life: What New and Advanced Technology Can Do for the Transit Industry. In: 2012 Bus & Paratransit Conference American Public Transportation Association. 2012.
28. NATARAJAN, N.; VIJAYARANGAN, S.; RAJENDRAN, I. Fabrication, testing and thermal analysis of metal matrix composite brake drum. International journal of vehicle design, 2007, 44.3-4: 339-359.
29. REHMAN, A.; DAS, S.; DIXIT, G. Analysis of stir die cast Al–SiC composite brake drums based on coefficient of friction. Tribology International, 2012, 51: 36-41.

ДОДАТКИ

					MI 131.00.1/Б 101/с 028 00-ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1. Невказані граничні відхилення розмірів: отворів – H14, валів – h14,
інших – $\pm IT/14/2$
2. Невказані допуски форми по ДСТУ 2498-94
3. Гострі країжки скруглити R 0,5 мм

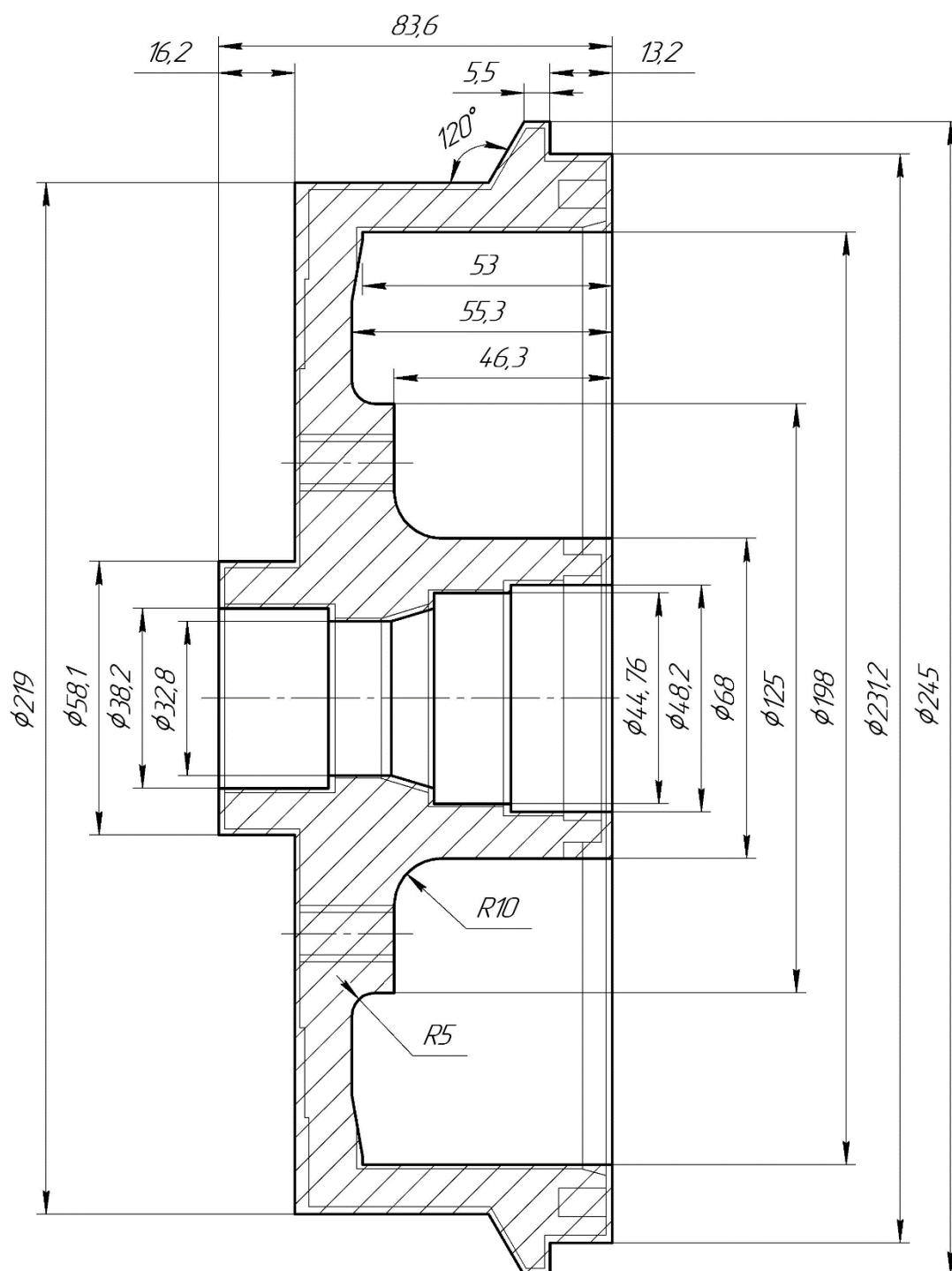
Име, № подл.	Подп. и дата
--------------	--------------

Име, № дубл.	Подп. и дата

Спас. №	Испр. номер.

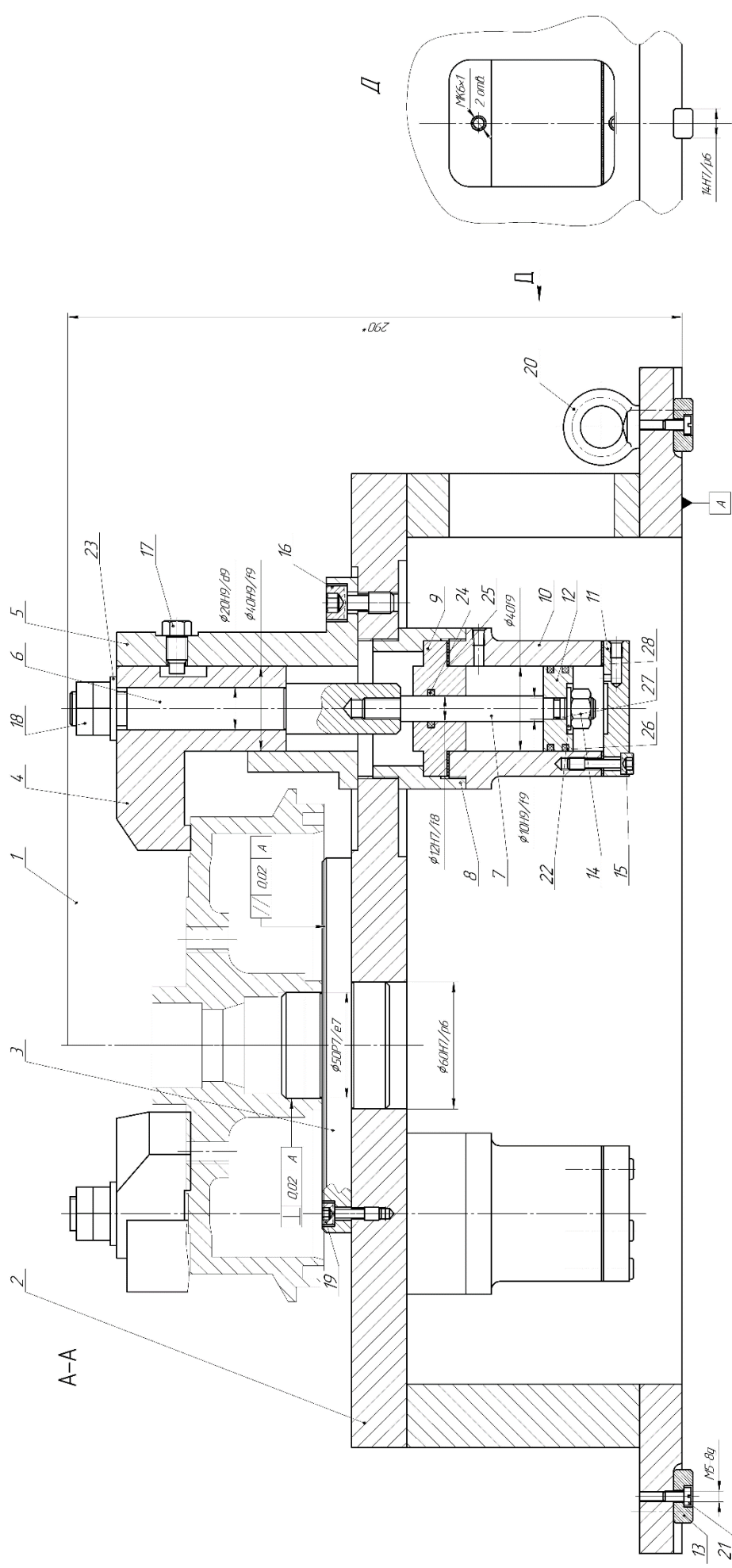
[illegible]

MI 131.00.1/Б 101/С 028 01 - КД	Лист. 1	Листов 1
Гальмівний барабан	Лист. 1	Листов 1
СТАЛЬ 40Л ГОСТ 4543-71	Лист. 1	Листов 1



1. Твердість 210...230 НВ
2. Точність виливка 10-8-14-11 см. 0,8 ДСТУ 8981:2020
3. Невказані допуски на розміри за ДСТУ 8981:2020
4. Невказані ливарні ухили 1°
5. Невказані ливарні радіуси R 2 мм
6. Наявність тріщин та інших ливарних дефектів не допустима

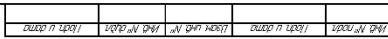
						МІ 131.00.1/Б 101/с 028 02 – КД		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Гальмівний барабан (виливок)	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.		Каплюк Р.С.						1:1
Пров.		Вигайський Г.М.						
Т.контр.						Лист	Листов	1
Н.контр.					Сталь 40Л ГОСТ 1050-88	Державний університет "Житомирська політехніка" група ПМК-26		
Укр.		Мельник О.Л.						



1. *Розміри для довідки
2. Народич паверки пафос
3. При складанні приставки
4. Сила запясу 14,4 кПа
5. Тиск у шпіндері 5 Н
6. Недоклади зрештеші відділ

решта – 11/14/2.

[illegible]



Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					Документация			
	A1			МІ 131.00.1/Б 101/с 028 06 – СК	Складальне креслення	2		
					Детали			
			1		Деталь	1		
			2		Корпус	1		
			3		Установча плита	1		
			3		Прихват	3		
			4		Втулка напрямна	3		
			5		Шток	3		
			6		Шток циліндра	3		
			7		Корпус	3		
			8		Кришка	3		
			9		Циліндр	3		
Подп. и дата			10		Кришка	3		
			11		Поршень	3		
			13		Напрямна	4		
					Стандартные изделия			
			14		Гайка М10 ГОСТ 15526-70	3		
			15		Винт М6 х 25 ГОСТ 10342-80	15		
	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МІ 131.00.1/Б 101/с 028 06 – СП	
Разраб.		Каплюк Р.С.				Лит.	Лист	Листов
Пров.		Виговський Г.М.					1	2
Н.контр.						Державний університет "Житомирська політехніка" зр. ПМК-26		
Утв.		Мельник О.Л.						

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Лист
2

