

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Фланець» та обґрунтування параметрів надійності процесу
за допомогою САПР технологій

Проектував ст.гр. ПМ-21

Квашин Т.К.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Кривий Ріг
2025 р

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Фланець» та обґрунтування параметрів надійності процесу
за допомогою САПР технологій

Проектував ст.гр. ПМ-21

Кваашин Т.К.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

(підпис)

Нормоконтроль

/ к.т.н., доц. Нечаєв В.П. /

(підпис)

Завідувач кафедри

/ к.т.н., доц. Рязанцев А.О. /

(підпис)

Кривий Ріг
2025 р

Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Освітній рівень: бакалавр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма «Прикладна механіка»

Затверджую

Зав. кафедри ТМ к.т.н. доц., Рязанцев А.О.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Студент гр. ПМ-21 Квашину Тимуру Костянтиновичу

Тема: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Фланець» та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою САПР технологій

1. Керівник проекту к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Тема затверджена наказом по КНУ № 45с від “ 16.01 ” 2025 р.

2. Термін подання студентом закінченого проекту 12 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до проекту: 1. Креслення складального вузла.

2. Креслення деталі. 3. Типовий технологічний процес. 4. Річна програма випуску деталі.

4. Зміст пояснювальної записки:

1 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ВУЗЛА

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ФЛАНЦЮ

3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ДЛЯ ОПЕРАЦІЇ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК У ПРОГРАМНОМУ ПРОДУКТІ FUTURE SAM

5 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ТА КОНТРОЛЬНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Креслення складального вузла. 2. Креслення заготовки
3. Креслення деталі. 4. Ескізи операцій 5. Креслення верстатно - інструментального налагодження. Креслення верстатного оснащення

6. Календарний план:

Етап роботи	Термін виконання
1Проектування технологічного процесу складання вузла 1.1Службове призначення вузла 1.2. Розробка технологічного процесу складального вузла» 1.3Розробка технологічного процесу складального вузла	До 28.04 2025р.
2Службове призначення деталі 2.1 Службове призначення деталі Аналіз якості поверхонь деталей Технічний контроль робочого креслення Аналіз технологічності деталі Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення 3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок 3.2 Вибір і обґрунтування баз 3.3 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь 3.4 Розробка маршруту обробки деталі 3.5 Розробка технологічних операцій 3.6 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку щодо удосконалення	02.05 2025р.- 20.05.2025р.
4 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу	з 31.05.2025р
5 розробка верстатно-інструментального налагодження	.
6 проектування технологічного оснащення	до 03.06 2025р.
Попередній захист	10 .06 2025р.

Дата видачі завдання: “08” 04 2025р.

Студент _____ / Квашин Т.К./

Керівник роботи _____/Цивінда Н.І./

РЕФЕРАТ

Об'єкт розробки: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Фланець» та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою САПР технологій.

Мета роботи: Спроекувати технологічний процес деталі фланець електричного колеса автосамоскиду HD-325 та техніко-економічними розрахунками та конструкторськими розробками довести доцільність цього процесу.

Для реалізації цієї роботи по заданій річній програмі був обраний тип виробництва, розроблений маршрутний і операційний технологічний процес, спроектована заготовка та оснащення, підібраний різальний інструмент, розраховані й обрані припуски на обробку та режими різання. Змодельована 3 D модель деталі для візуалізації параметрів та подальшого застосування в САПР технологіях.

АВТОСАМОСКИД, ЕЛЕКТРИЧНЕ КОЛЕСО, ФЛАНЕЦЬ, ТЕХНОЛОГІЯ, РОЗМІРНИЙ АНАЛІЗ, ПРИСТОСУВАННЯ, , ЯКІСТЬ

ABSTRACT

Object of development: Design and technological preparation for the manufacture of the part "Flange" and justification of the process reliability parameters using CAD technologies.

Purpose of work: To design the technological process of the part flange of the electric wheel of the HD-1200 dump truck and to prove the feasibility of this process by means of technical and economic calculations and design developments.

To implement this work according to the given annual program, the type of production was selected, the route and operational technological process was developed, the workpiece and equipment were designed, the cutting tool was selected, the machining allowances and cutting modes were calculated and selected. A 3 D model of the part was simulated for visualization of parameters and further application in CAD technologies.

DUMP TRUCK, ELECTRIC WHEEL, FLANGE, TECHNOLOGY, DIMENSIONAL ANALYSIS, ADAPTATION, , QUALITY

					КНУ.КБР.131.25.1-09.Р			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	РЕФЕРАТ			
Розроб.	Квашин							
Перевір.	Цивінда							
Т.Контр.								
Н. Контр.	Нечаєв							
Затверд.	Рязанцев							
					Літ.		Арк.	Аркушів
					каф.ТМ гр.ПМ-21			

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A4				Пояснительная записка		
						Технологический процесс		
						выготовления детали фланец		
Справ. №		A2						
		A2						
		A3				Документация		
		A1			КНУ.КБР.131.25.1-09.Ф	Фланец	1	
		A3			КНУ.КБР.131.25.1-09.ФП	Фланец (поковка штампованая)	1	
		A2			КНУ.КБР.131.25.1-09.Е	Эскизы операций	1	
					КНУ.КБР.131.25.1-09.ВН	Верстатно-инструментальное наладочное	1	
		A1			КНУ.КБР.131.25.1-09.ВП	Верстатное приспособление	1	
		A1			КНУ.КБР.131.25.1-09.КП	Контрольное приспособление	1	
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КНУ.КБР.131.25.1-09.В0	
		Разраб.		Квашин				
		Проб.		Цибинда				
		Н.контр.		Нечаев				
		Утв.		Рязанцев				
Видомость обсягу КБР							Лит.	Лист
							каф. ТМ	
							гр. ГМ-21	
Копировал							Формат А4	

ВСТУП

Розвиток народного господарства визначається технологічним прогресом машинобудування. Для народного господарства необхідне збільшення випуску продукції машинобудування й підвищення його якості. Цей ріст виробляється за рахунок інтенсифікації виробництва на підставі широкого використання досягнень науки й техніки, застосування прогресивних технологій. Підвищення ефективності виробництва можливо шляхом його автоматизації й механізації, оснащення високопродуктивними верстатами зі ЧПУ, промисловими роботами, створення гнучких виробничих систем.

Завдяки розвитку нових прогресивних технологічних процесів обробки виникає необхідність у конструюванні більше сучасних машин і зниження їхньої собівартості.

Актуальним завданням є підвищення якості й точності машин, що випускають. У машинобудуванні точність має велике значення для підвищення експлуатаційної якості машин.

Забезпечення заданої точності - відповідальне завдання конструкторів, а її технологічне забезпечення при мінімальних витратах - основне завдання технологів.

Тож конструкторсько-технологічна підготовка важливий трудомісткий етап у виробництві, чи ремонті машини, і підвищення його ефективності, можливе тільки із застосуванням САПР технологій.

Широкому застосуванню прогресивних типових технологічних процесів, оснащення й устаткування, способів механізації й автоматизації допомагає єдина система технологічної підготовки виробництва (ЕСТПВ), що забезпечує для всіх виробництв і організацій системний підхід до оптимізації вибору методів і способів технологічної підготовки виробництва. Основними принципами ЕСТПВ є запуск у виробництво виробів, відпрацьованих на технологічність, стандартизація й уніфікація, і механізація інженерно-технічних і управлінських робіт.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.В			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Квашин			ВСТУП			
Перевір.		Цивінда						
Т.Контр.								
Н. Контр.		Нечаєв						
Затверд.		Рязанцев						
					Літ.		Арк.	Аркуші
					каф.ТМ гр.ПМ-22ск			

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	8
1. СЛУЖБОВЕ ПРИЗНАЧЕННЯ ВУЗЛА	9
2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ПРОЕКТУ	12
3. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	26
4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	55
5. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	58
6. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ	62
ВИСНОВОК	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69
ДОДАТКИ	71

					КНУ.КБР.131.25.1-09.3							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат								
Розроб.		Квашин			ЗМІСТ				Літ.	Арк.	Аркушіє	
Перевір.		Цивінда										
Т.Контр.									каф.ТМ гр.ПМ-21			
Н. Контр.		Нечаєв										
Затверд.		Рязанцев										

1 СЛУЖБОВЕ ПРИЗНАЧЕННЯ ВУЗЛА

Автомобілі - самоскиди призначені для транспортування гірничих порід і інших сипучих матеріалів при відкритих розробках корисних копалин і будівництві великих об'єктів. Тому машинам доводиться працювати в досить складних умовах із широким діапазоном температури, вологості, високого рівня запиленості при великих навантаженнях, вібраціях і можливих ударах.

Деталі фланець валу сонячної шестерні входять в вузол електричне колесо мотор- колеса електротрансмісії автосамоскиду (рис.1.1).



Рисунок 1.1 - Загальний вид автосамоскиду

Серед характеристик автосамоскиду HD 325: Вантажопідйомність -36,5 т, Обсяг кузова -24 м³, Корисна потужність двигуна-518 л.с.

Електричне колесо складається з тягового двигуна, блока шестерен, який передає шинам крутний момент тягового двигуна, робочого тормоза і стояночного тормоза (рис. 1.2).

					КНУ.КБР.131.25.1-09.01.СПВ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						
Розроб.		Квашин			СЛУЖБОВЕ ПРИЗНАЧЕННЯ ВУЗЛА			Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Цивінда								
Т.Контр.								каф.ТМ гр.ПМ-21		
Н. Контр.		Нечаєв								
Затверд.		Рязанцев								

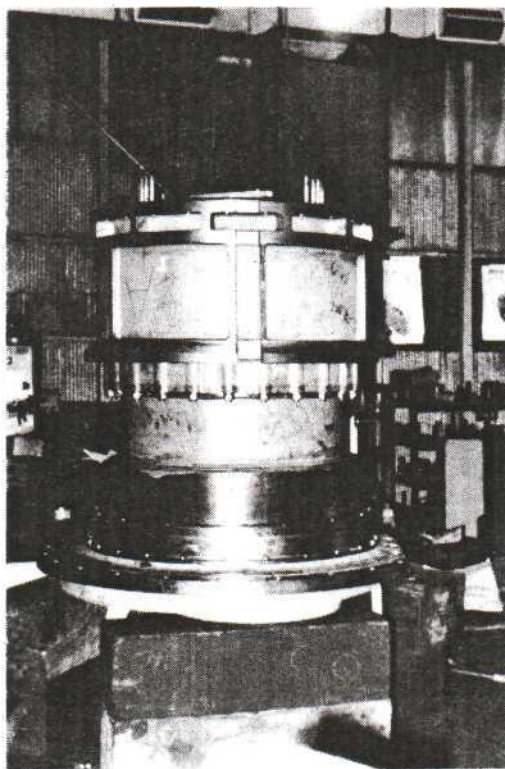


Рисунок 1.2 - Фото електричного колеса

На задньому мосту установлені мотор–колеса, в яких вмонтовані тяговий електродвигун, бортовий редуктор, робочий тормоз та стояночний тормоз.

Для автомобілів з трансмісією широко використовуються мотор-колеса, які включають в себе тяговий двигун і редуктор.

Це пояснюється простою заміною цих агрегатів в сборі при несправності і як наслідок можливість зведення простою автомобіля з-за ремонту до мінімуму.

Мотор колеса фірми «Комацу» відрізняються наступними особливостями:

1) Тяговий двигун установлений в спеціальній гільзі в мотор-колесі, тому можна легко зняти з мотор-колеса двигун окремо для його ремонту і після ремонтних випробувань;

2) З'єднання валу тягового двигуна з ведучою шестернею редуктору здійснюється через еластичну муфту валом, який проходить через полий вал тягового двигуна. Така конструкція захищає зубчасту передачу редуктору від ударного навантаження, яке передається від дороги.

3) Стояночний тормоз розташований в стороні, протилежно колектору тягового двигуна. Такий пристрій мотор-колеса дозволяє виконати огляд та догляд за колектором зручно при знятій кришці мотор-колеса.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.01.СПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

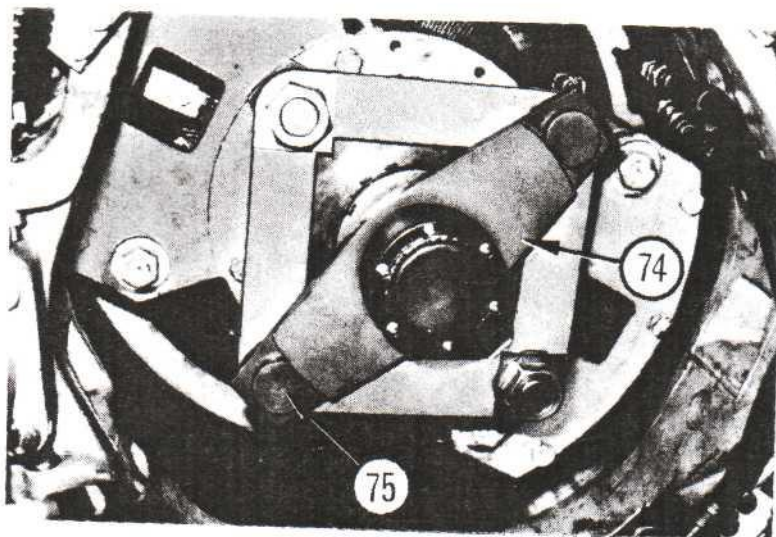


Рисунок 1.3 - Привідний вал в сборі: 74 - фланець; 75 - болт, гайка, пластина.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.01.СПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ПРОЕКТУ

2.1 Службове призначення вузла

Деталь фланець валу сонячної шестерні є частиною вузла "Електричне колесо", входить в комплект кузова самоскида. Цей вузол є силовим агрегатом, у якому фланець з'єднує електричний двигун з мотор - редуктором, тобто служить для великих крутних моментів.

З аналізу умов роботи деталі видно, що крила фланця працюють на вигин, при цьому одна частина крила відчуває напруги стиснення, інша розтягування. Зуби евольвентних шліців під дією нормальної сили знаходяться в складному напруженому стані. Вирішальний вплив на їх працездатність надають контактні напруги і напруги вигину, які не повинні перевищувати допустимих норм, а це, в першу чергу, залежить від властивостей матеріалу і виду його термообробки. Звідси робимо висновок, що матеріал деталі повинен міцним і зносостійким.

Запропонований у виробничому техпроцесі варіант вибору матеріалу деталі цілком відповідає висунутим вимогам.

Призначення стали 18ХГТ - покращенні або цементовані деталі відповідального призначення, від яких потрібна висока міцність і в'язкість серцевини, а також висока поверхнева твердість, що працюють під дією ударних навантажень [1]. Згідно заміниками стали 18ХГТ можуть бути стали: 30ХГТ, 25ХГТ, 1212ХН3А, 20 ХН2М, 14 ХГСН2МА, 20ХГР.

Згідно ДСТУ 7806:2015 18ХГТ має наступний хімічний склад,%:

Таблиця 2.1 – Хімічний склад

C	Si	Mn	Cr	Ti	P	S	Cu	Ni
					Не більше			
0.17-0.23	0.17-0.37	0.8-1.1	1.0-1.3	0.03-0.09	0.035	0.035	0.3	0.3

Для порівняння візьмемо ще два матеріали, а саме сталь 30ХГТ і сталь 12ХН3А. Хімічний склад сталі 30ХГТ відрізняється від сталі 18ХГТ лише більш високим вмістом вуглецю (C = 0,24 - 0,32%).

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат								
Розроб.		Квашин			ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ				Літ.	Арк.	Аркушіє	
Перевір.		Цивінда										
Т.Контр.									каф.ТМ гр.ПМ-21			
Н. Контр.		Нечасєв										
Затверд.		Рязанцев										

Таблиця 2.2 – Хімічний склад сталі 12ХН3А

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
					Не більше		
0,09-0,16	0,3-0,6	0,17-0,37	0,6-0,9	2,75-3,15	0,025	0,025	0,3

Призначення сталі 12ХН3А - шестерні, вали черв'яки, кулачкові муфти та ін Цементовані деталі, до якої висуваються вимоги високої міцності, пластичності і в'язкості серцевини і високої поверхневої твердості, що працюють під дією ударних навантажень або при негативних температурах.

Порівняємо механічні властивості обраних сталей:

Таблиця 2.3 – Механічні властивості

Сталь	Стан поставки, режими термообробки	перетини, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСИ, Дж/см ²	НВ (HRC) не більше
			МПа		%			
			не менше					
18ХГТ	Цементация 920 - 950° С, повітря. Закалка 820-860°С, масло. Відпуск 180-200°С, повітря.	60	930	1180	10	50	78	Серцевина 341 Поверхня (53-63)
		20	780	980	9	50	78	Серцевина 240-300 Поверхня (57-63)
30ХГТ	Цементация 920 - 950° С, повітря. Закалка 820-860°С, масло. Відпуск 180-200°С, повітря.	60	780	1080	12	35	59	Сердцевина 300 Поверхня(57-63)
12ХН3А	Цементация 920 - 950° С. Закалка 800-820°С, масло. Відпуск 160-200°С, повітря.	60	830	980	12	55	118	Серцевина 303 Поверхня (59-64)

З таблиці видно, що сталь 30ХГТ більш міцна, але менш пластична, ніж сталь 18ХГТ, а значить і більш тендітна, тому при роботі з вібрацією та можливими ударами кращою заміною буде сталь 12ХН3А, що володіє більш високою пластичністю і поверхневою твердістю. Останнє особливо важливо при роботі в запиленому середовищі.

Сталь 18ХГТ термообробляють за наступною схемою: нормалізація для подрібнення структури і зменшення деформації при подальшій термічній обробці: нагрів до (960 ± 10) ° С, витримка 1,5 ... 2 год, охолодження на повітрі; цементация (насичення вуглецем поверхневого шару для підвищення

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- його твердості і зносостійкості), температура для цементації (930 ± 10)
 ° С, гартування в мастилі - температура (840 ± 20) ° С, відпусткання 180 - 200
 ° С у повітрі або воді.

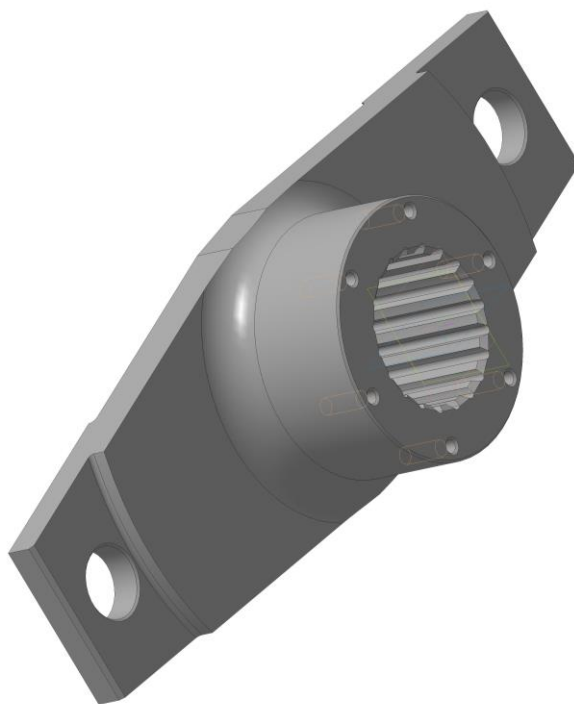
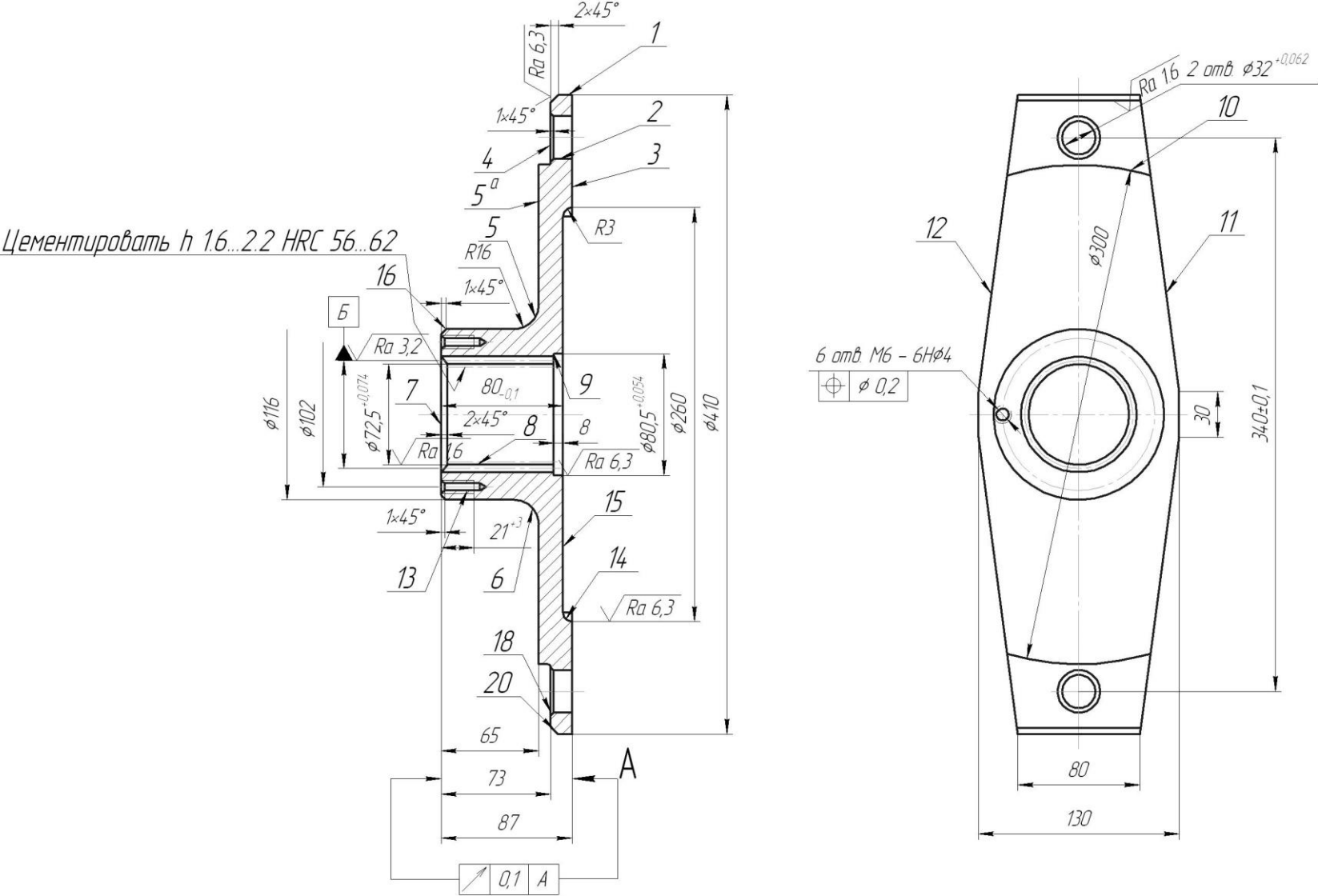


Рисунок 1.1- 3D модель фланцю

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02. ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.					
Арк.					
№ докум.					
Підпис					
Дата					
КНУ.КБР.131.25.1-09.02. ТЕА					
Арк.					

Рисунок 1.2 Ескіз фланцю з пронумерованими поверхнями

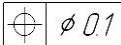


2.2 Аналіз якості поверхонь фланця

Основними поверхнями у розглянутої деталі шліци 8 і торець 7. Допоміжними є отвори 2, 13; поверхні, що сполучаються 3,4. Всі незазначені поверхні є вільними. [2,3]

Аналіз якості поверхонь деталі представимо в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Аналіз якості поверхонь деталі

№ пов.	Найменування поверхні	Квалітет ІТ	Шорсткість	Допуск	Відхилення форми й взаємного розташування поверхонь
1	Ø410	12	12,5	0,630	
10	Ø300	12	12,5	0,520	
14	Ø260	9	1,6	0,100	
6	Ø116	12	12,5	0,350	
9	Ø80,5	11	6,3	0,220	
8	Ø72,5	9	1,6	0,074	A
2	Ø35	9	1,6	0,062	
11	130	12	12,5	0,400	
3	87	12	12,5	0,350	
12	80	12	12,5	0,300	
4	73	12	12,5	0,300	
5	65	12	12,5	0,300	
13	M6				

Висновок: Технологічний процес обробки нашої розроблявся в умовах і з урахуванням можливостей ремонтного підприємства, тому вимоги до якості виробу занижені і не відповідають умовленого вимогам згідно з якими ступінь точності нарізки евольвентний шліців даного класу 8 - А.

Більшість розмірів виконано по 14 квалітету, то є дуже грубо, з великою шорсткістю поверхні. Встановлені радіальні биття торців фланця і позиційний допуск розташування отворів М6 більше встановлених допусків для нормального рівня відносної геометричної точності. Тому зробимо коректування вимог до точності креслення, простеживши, щоб допуски на лінійні і діаметральні розміри були більше допусків форми і розташування поверхонь, а ті в свою чергу були більше значення шорсткості розглянутої поверхні.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Якісний аналіз технологічності деталі фланець

Методи отримання заготовки, судячи за масою і конфігурації деталі, можуть бути практично будь-якими: лиття, обробка тиском, зварювання, порошкове спікання. Більш детально ми на цьому зупинимося при виборі та техніко - економічному обґрунтуванні заготовки, а поки важливо відзначити, що конфігурацію зовнішнього контуру і внутрішніх поверхонь не викликає значних труднощів при отриманні заготовки.

Деталь має розвинені поверхні для установки і закріплення, її форма досить проста і симетрична щодо двох площин, тому мають повтворювані елементи її форми.

Жорсткість деталі визначимо як відношення найтоншою найбільш виступаючої частини до її товщини $\frac{l}{s} = \frac{410-116}{2 \cdot (87-73)} = 10.5$, тобто жорсткість

деталі низька і використання підвищених режимів різання при обробці не бажано. З точки зору механічної обробки шліцьові отвори нетехнологічними, так як операція довбання зубів відноситься до мало виробничим методам, а використання протягання обмежено недостатньою жорсткістю деталі. Можливо, цей фактор міг би бути врахований при конструюванні деталі і її технологічність була покращена.

У цілому ж всі поверхні деталі відкриті для вільного підведення і відведення ріжучого і вимірювального інструменту, її необхідна точність і шорсткість досяжна при використанні верстатів і оснащення нормальної точності, тому деталь можна вважати цілком технологічною.

2.3.1 Кількісний аналіз технологічності деталі фланець

За даними складеної таблиці 2.8 ми можемо визначити середню точність і середню шорсткість обробки деталі. Згідно середня точність [9, стор 45]

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i}, \quad (2.1)$$

де T_i – квалітет точності;

n_i – число розмірів відповідного квалітету точності.

$$T_{cp} = \frac{12 \cdot 10 + 11 \cdot 1 + 9 \cdot 3}{14} = 11,3$$

Середня шорсткість [9, стор 46]

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_{iш}}{\sum n_{iш}}, \quad (2.2)$$

де $Ш_i$ – клас шорсткості;

$n_{iш}$ - число відповідного класу шорсткості

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$III_{cp} = \frac{12,5 \cdot 10 + 6,3 + 1,6 \cdot 3}{14} = 9,7$$

З розрахованих показників видно, що вимоги, які пред'являються до точності і шорсткості поверхонь деталі, в цілому не висока.

Визначимо коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів, який згідно визначається як відношення числа уніфікованих конструктивних елементів деталі до їх загального числа. [9, стор 46]

$$K_{y.э.} = \frac{Q_{y.э.}}{Q_{э.}}, \quad (2.3)$$

Наша деталь містить такі конструктивні елементи:

- Фаски - 11,
- Галтелі - 2шт,
- Циліндричні поверхні - 8 шт, (з них Ø410; Ø80, 5; Ø116 і два Ø35 є оригінальними елементами),
- Різьблення - 6 шт,
- Евольвентні шліци - 1шт.

Тоді з 28 перерахованих елементів 23 елемента є уніфікованими

$$K_{y.э.} = \frac{23}{28} = 0,82 > 0,6$$

Отже, деталь слід вважати технологічною за цим показником.

2.4 Технічний контроль робочого креслення деталі фланець

Згідно з вимогами ЕСКД [2] лінійні і діаметральні розміри повинні бути взяті з паралельного ряду лінійних розмірів. Для таких розмірів, як Ø116, Ø72, 5, Ø80, 5, 87 ця вимога не виконується, а такі розміри як Ø410, 65, 73, Ø102 входять в додатковий ряд розмірів, який допускається застосовувати лише в окремих, технічно обгрунтованих випадках. Для вільних поверхонь призначаємо 12 квалітет і Ra12, 5. Шорсткість інших поверхонь проставимо згідно квалітету з першого ряду висотних параметрів.

Базова поверхня А на кресленні позначена, розмірні ланцюги побудовані правильно - координатним методом від бази, всі розміри вказані, а допуски і шорсткість ми проставимо згідно виробленої корекції. Це ж стосується і вимог до відхилення форми і розташуванню поверхонь. Кількість видів і розмірів деталі досить, щоб передати її конструкцію.

За винятком ступеня точності виготовлення евольвентний шліців таблиця в правому верхньому кутку креслення виконань і доповнень не вимагає.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Визначення типу виробництва

Річна програма випуску з передбачуваним строком випуску вказується в завданні на дипломне проектування з урахуванням перспективи розвитку проектного механоскладального цеху. Річна програма випуску $N_p = 2000$ шт. На даному етапі проектування тип виробництва визначають орієнтовно.

Цехи середнесерійного, дрібносерійного і одиничного виробництва можуть проектуватися за наведеною програмою. У цьому випадку подетальна відомість складається тільки виробу - представнику. Всі інші вироби, що входять в програму, умовно наводяться по трудомісткості до виробу представнику.

При проектуванні технологічної лінії обробки шестерні виходимо з маси деталі і програми випуску. Тип виробництва - дрібносерійний. Після розробки технологічного процесу, а також розрахунку числа основного обладнання серійність виробництва підлягатиме уточненню за коефіцієнтом закріплення операцій. [10, стор 52]

$$K_{з.о} = \frac{P_o}{C}, \quad (2.4)$$

де P_o – число всіх операцій підлягають виконанню на ділянці на протязі місяця;

C – число робочих місць на ділянці.

2.5.1 Аналіз технологічних процесів базового заводу

2.5.2 Маршрутний техпроцес базового заводу з обробки фланця

Деталь фланець 581-08-1262 0 виготовляється на такому підприємстві як "Міттал Стіл Кривий Ріг" тому в якості базової технології приймемо заводську.

На заводі для виготовлення поковки беруть коло $\frac{120 \text{ГОСТ} 2590-71}{\text{сталь} 18\text{ХГТГОСТ} 4543-71}$ (5000 - 22 заг.) і ріжуть $l = 216 + 1 \text{мм}$. При цьому вага заготовки становить 20,2 кг.

Таблиця 2.5 - Маршрутна карта заводської технології

№ опер.	Найменування операції	Обладнання	Пристосування
1	2	3	4
005 010 015	Заготівельна Ковальська Фрезерна	8Г662 МА4136 6Р13	Упор Лещата верстатні ДСТУ 14904 – 69

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	2	3	4
020	Токарна	1512	Патрон 4-х кулачковий
025	Токарна	1512	Патрон 3-х кулачковий
030	Розмічальна	сл. верст.	
035	Фрезерна	6P13	Лещата верстатні ДСТУ 14904 – 69
040	Слюсарна	сл. верст.	
045	Зубодовбальний	5140	Пристосування 70 – 46
050	Слюсарна	сл. верст.	
055	Мийна	м.м.	
060	Термообробка (цементация)	ТРН 5876	
065	Свердлувальна	2М55	Кондуктор 20 – 606
070	Термообробка (ТВЧ)		
075	Свердлувальна	2М55	Кондуктор 20 – 606
080	Різьбонарізна	2М55	
085	Контрольна	стол ОТК	

На заготівельній операції фрезою 2257 - 0212 ДСТУ 4047 - 77 відрізається заготівля $l = 216 + 1$. У ковальському цеху вона кується і штампується в підкладному штампі 91 - 453, набуваючи наступну форму і розміри рис. 2.2

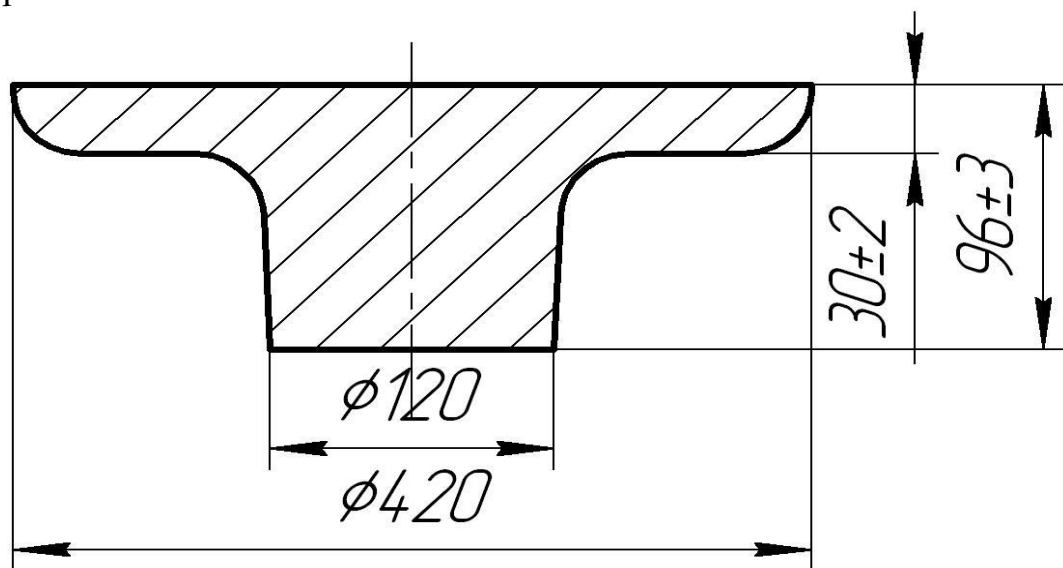


Рисунок 2.2 - Заготівельна операція

На операції 015 фрезерується облой по Ø410 кінцевий фрезою 2223 - 0025 ДСТУ 17026 - 71. Заготівля передається в механічний цех, де проходить її подальша обробка.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

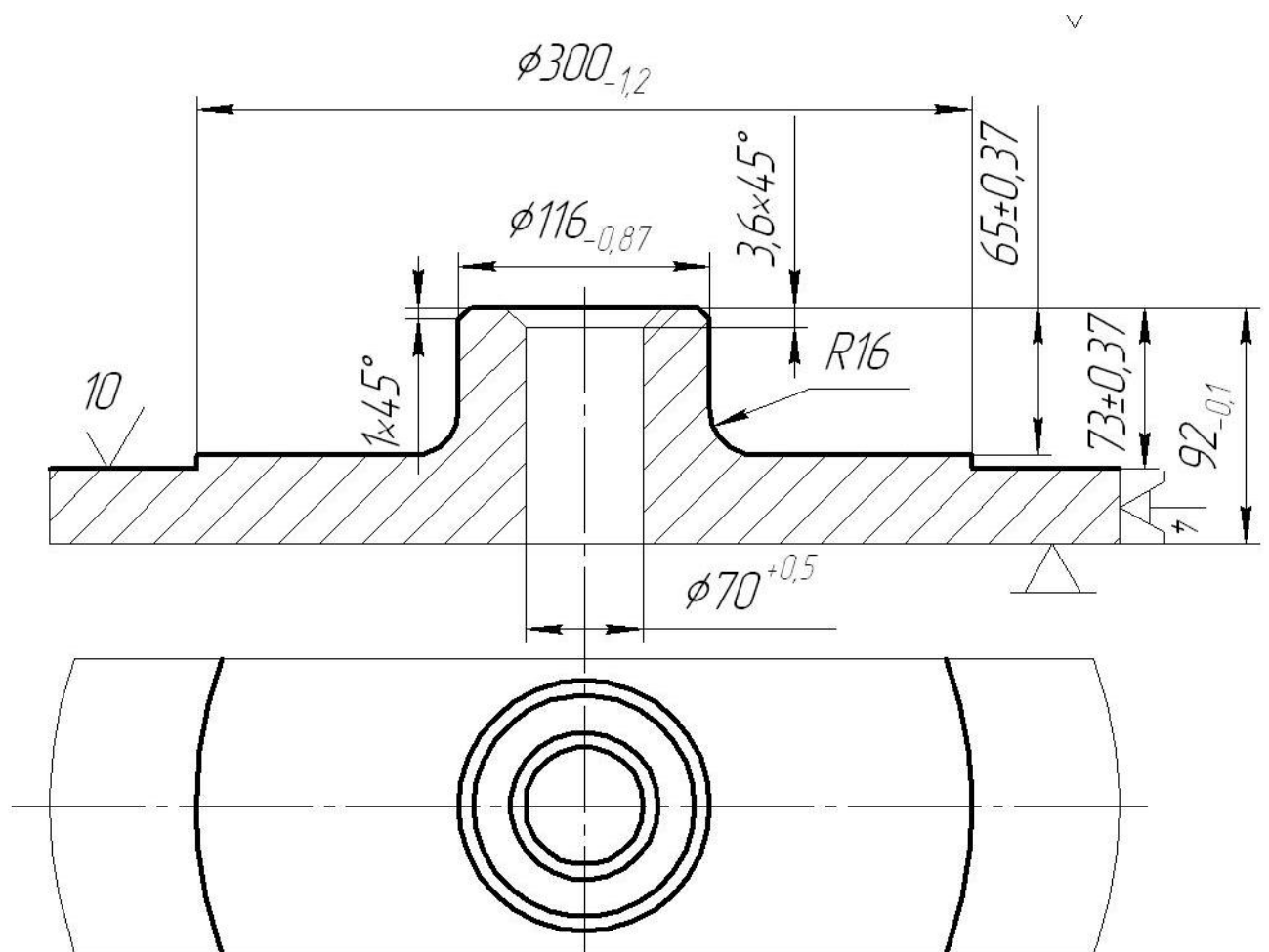


Рисунок 2.3 –Токарна операція 20

- 20 Токарна Токарно-карусельний 1512
1. Обточити наружну поверхню фланця до $\phi 116$, $l = 65$ мм.
 2. Підрезати торець в розмір $92_{-1,0}$.
 3. Підрезати торець в розмір 65, витримав R16.
 4. Свердлити отвір $\phi 25$ на прохід.
 5. Розсвердлити отвір $\phi 50$ на прохід.
 6. Розточити отвір $\phi 70^{+0,5}$ на прохід.
 7. Розточити фаску $3,6 \times 45^\circ$ в отворі $\phi 70^{+0,5}$.
 8. Обточити до $\phi 300_{-1,3}$, витримав розмір 73 мм.
 9. Обточити фаску $1 \times 45^\circ$ на $\phi 116$.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

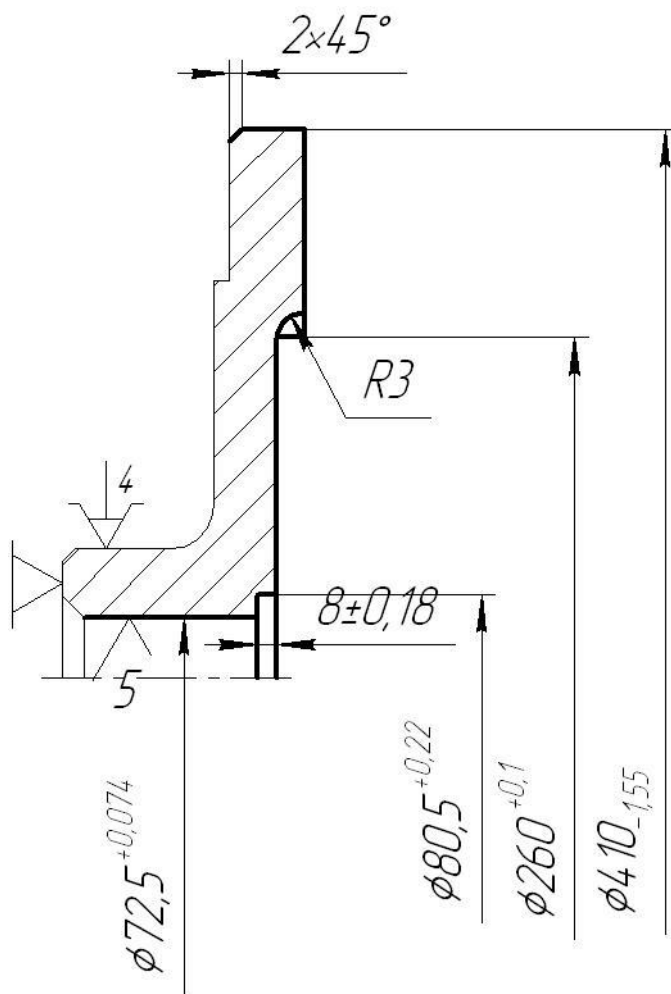


Рисунок 2.4 – Токарна операція 25

25 Токарна

1. Підрезати торець в розмір 87 мм.
2. Обточити Ø410 на $l = 14$ мм.
3. Розточити отвір до $\text{Ø}72,5^{+0,074}$.
4. Розточити виточку $\text{Ø}260^{+0,1}$ в розмір $80_{-0,1}$, витримав R3.
5. Розточити виточку $\text{Ø}80,5^{+0,22}$, витримав розмір 8.
6. Обточить фаску $2 \times 45^\circ$ на Ø410.

30 Розмічальна

Розмітити контур за шаблоном 94 – 410.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

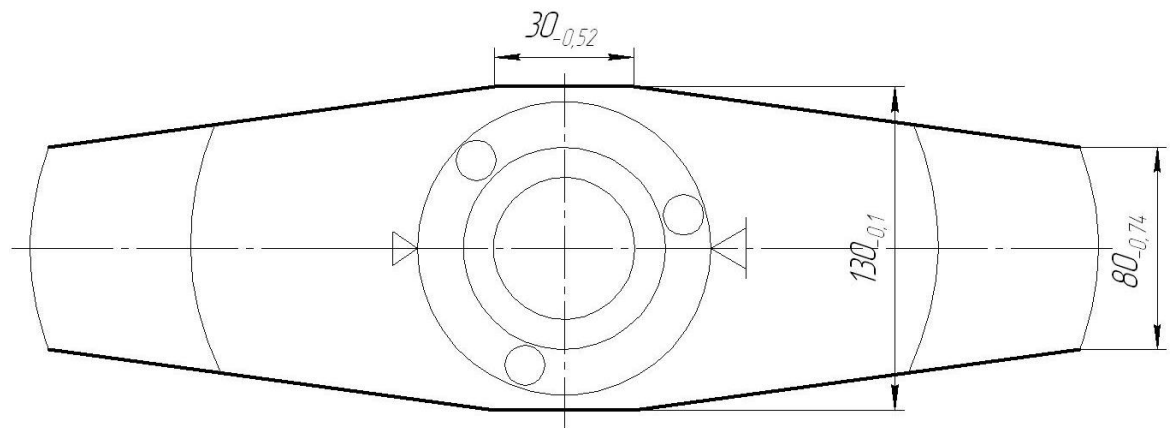


Рисунок 2.5 – Фрезерна операція

35 Фрезерна

1. Фрезерувати по розмітці скіс, витримавши розмір 40 мм.
 2. Фрезерувати пряму майданчик, витримавши розмір 65 мм.
 3. Фрезерувати другий скіс, витримавши розмір 30 і 40 мм.
- Перевстановити деталь.
4. Повторити переходи 1,2,3 для другої сторони фланця.

40 Слюсарна

Зачистити гострі кромки і задирки.

45 Зубодовбальний

Довбати 19 зубів $m = 3.75$, витримавши розмір по роликах $\varnothing 7,5$ – $64,911^{+0,2}_{-0,04}$ та розмір $80_{-0,2}$.

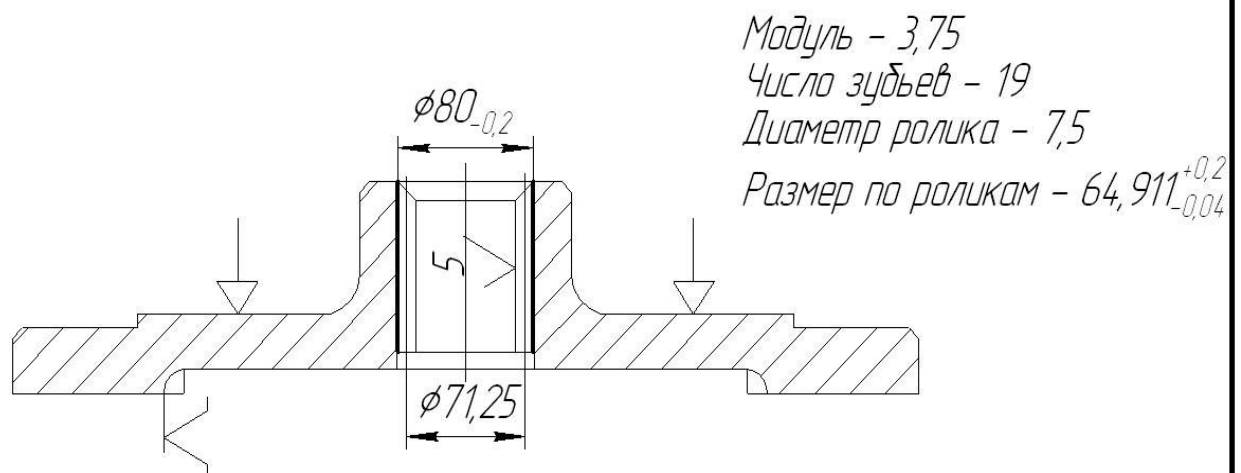


Рисунок 2.6 - Зубодовбальна операція 45

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

50 Слюсарна
Зачистити гострі кромки і задирки.

55 Мийна

60 Термообробка (цементация) $h = 2,2 \div 3,0$ мм.

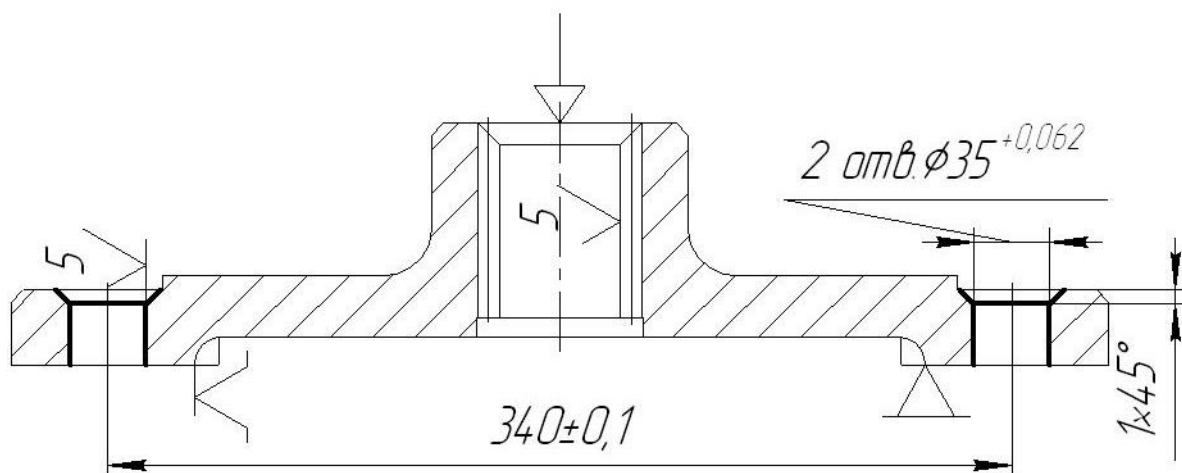


Рисунок 2.7 - Свердлильна операція 65

65 Свердлильна

1. Свердлити два отвори Ø33 на прохід.
2. Зенкерувати отвір до $\text{Ø}34,8^{+0,1}$.
3. Розгорнути отвір до $\text{Ø}35^{+0,062}$.
4. Зенкувати дві фаски $1 \times 45^\circ$ в 2-х отворах $\text{Ø}35^{+0,062}$.

70 Термообробка (ТВЧ).

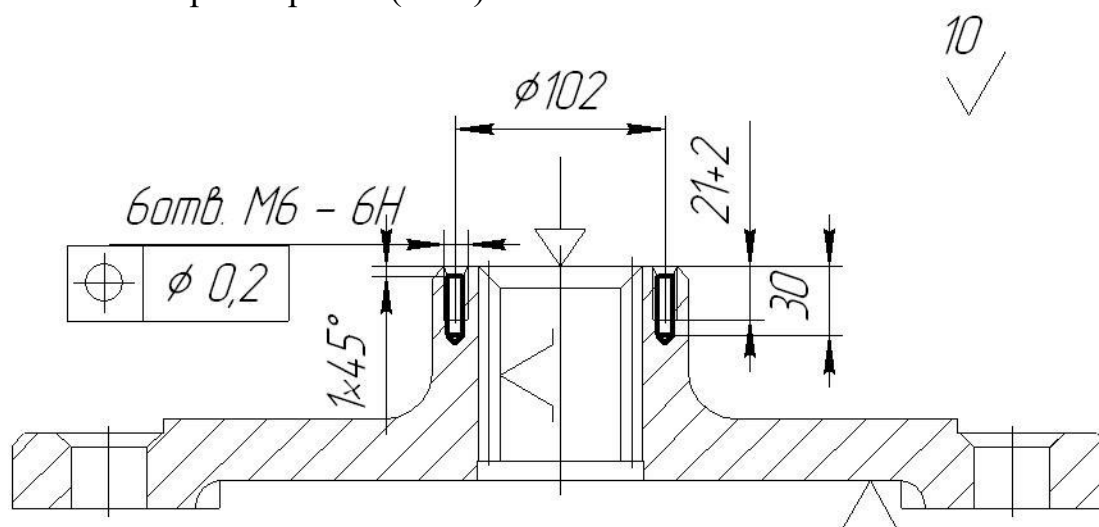


Рисунок 2.8 – Сверлильная операция 75

КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

75 Свердлильна

1. Свердлити 6 отворів Ø5 на $L = 30\text{мм}$.
2. Зенкерувати 6 фасок $1 \times 45^\circ$ в отворі Ø5.

80 Різьбонарізна

Нарізати різьбу в 6 - ти отворах М6 - 6Н на $l = 21^{+2}\text{мм}$.

85 Контрольна

1. Перевірити зовнішнім оглядом повноту виконаних операцій.
2. Перевірити діаметри: Ø80_{-0,2}; Ø80,5^{+0,22}; Ø72,5_{+0,074}; Ø35^{0,062}.
3. Перевірити розміри: 64,911^{+0,172}_{-0,060}; 80_{-0,1}.
4. Різьбу М6 – 6Н.
5. Таврувати.

Як бачимо, заводський техпроцес володіє рядом істотних недоліків:

1. Метод отримання заготовки призводить до великої витрати матеріалу, що безпосередньо впливає і на трудомісткість виготовлення деталі, і на її собівартість.

2. При обробці деталі на токарних верстатах (операція 01, 02) різець і шпиндель верстата, кожного разу при врізання інструменту будуть відчувати удари, які ведуть до розбиття верстата, і виникає загроза поломки інструменту. Різець буде злегка вібрувати, що також позначиться на якості оброблюваних поверхонь.

3. Згідно [11] для зубчастих коліс Ø80 - 220 мм з $m = 2,5 \div 5,0$ мм із сталі 18 ХГТ для середньо - і дрібносерійного виробництва після попередньої механічної обробки повинна слідувати термічна обробка - нормалізація (для подрібнення структури і зменшення деформації при подальшій термічній обробки). Потім слід подальша механічна обробка (включаючи зубонарізування), мийка та термічна обробка - цементация, гарт, відпустка.

4. Так як підприємство є ремонтним, то використовується універсальне устаткування без системи ЧПУ. У свою чергу це вимагає висококваліфікованих верстатників, збільшується тривалість техпроцесу, виникає потреба у виготовленні спеціальних пристосувань, додаються зайві операції (операція 03А - розмічальна).

Очевидно, існуючий техпроцес, розроблений для одиничного виробництва, при підвищенні серійності випуску виробів 2000 шт. на рік, потребує внесення деяких змін. Звідси завданнями проектування будуть:

1. Вибір найбільш економічно ефективного методу отримання заготовки.
2. Розробка раціональної послідовності механічної та термічної обробки.
3. Впровадження більш продуктивного обладнання.
4. Підвищення якості виробу.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування і проектування заготівлі деталі фланець

Для вибору варіанта отримання заготовки складемо матрицю впливу факторів: [13]

Таблиця 3.1 - Матриця впливу факторів

Спосіб отримання заготовки	Фактори						
	Форма і розміри заготовки	Маса деталі	Технологічні властивості матеріалу	Необхідні точність і якість Поверхневого шару	Річна програма	Виробничі можливості підприємства	Сума
Лиття:	+	+	--	--	+	+	4
в піщані форми	+	+	--	+	+	+	5
в оболонкові форми	--	+	+	--	--	+	3
кування на молотах в підкладних штампах	+	+	+	+	+	+	6
штампування на КГШП	+	+	+	+	+	+	6

Як видно з маршруту впливу факторів, найбільш переважними є два способи отримання заготовки: штампування на КГШП, і отримання комбінованої заготовки.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						
Розроб.		Квашин			ПРОЕКТУВАННЯ ТП			Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Цивінда								
Т.Контр.								каф.ТМ гр.ПМ-21		
Н. Контр.		Нечаєв								
Затверд.		Рязанцев								

При об'ємній штампуванні формоутворення заготовки відбувається в порожнині спеціального інструменту - штампу. Штампи є дорогими, але високопродуктивними інструментами, тому вони використовуються в серійному і масовому виробництві. Згідно таблиці 3.1 [14] "Ознаки типів ковальсько-штампувального виробництва" виробництво, яке виготовляє поковки масою $10 \div 150$ кг кількістю $2000 \div 10000$ шт. відносяться до серійного, тому в нашому випадку застосування штампів цілком виправдано. У порівнянні з заводським варіантом отримання, заготівля матиме значно менші припуски на механічну обробку, буде виконана намітки на отвори. Згідно з даними [13] продуктивність штампування на КГШП в порівнянні з штампуванням на молоті, підвищується приблизно в 1,4 рази, а собівартість поковок знижується на 10 ... 30% за рахунок зменшення витрати матеріалу і експлуатаційних витрат.

Заготовки доцільно розчленовувати на складові частини з подальшим зварюванням. Виготовлення їх цільними пов'язано з великими продуктивними труднощами (відсутність обладнання, ускладнення механічної обробки, великий відсоток браку), або особливо важкими умовами роботи окремих частин готової деталі, що вимагають застосування дорогих і дефіцитних матеріалів. У нашому випадку форма деталі ускладнює процес механічної обробки окремих її поверхонь, а головне - не дозволяє отримати заготовку для деталі безпосередньо з прокату.

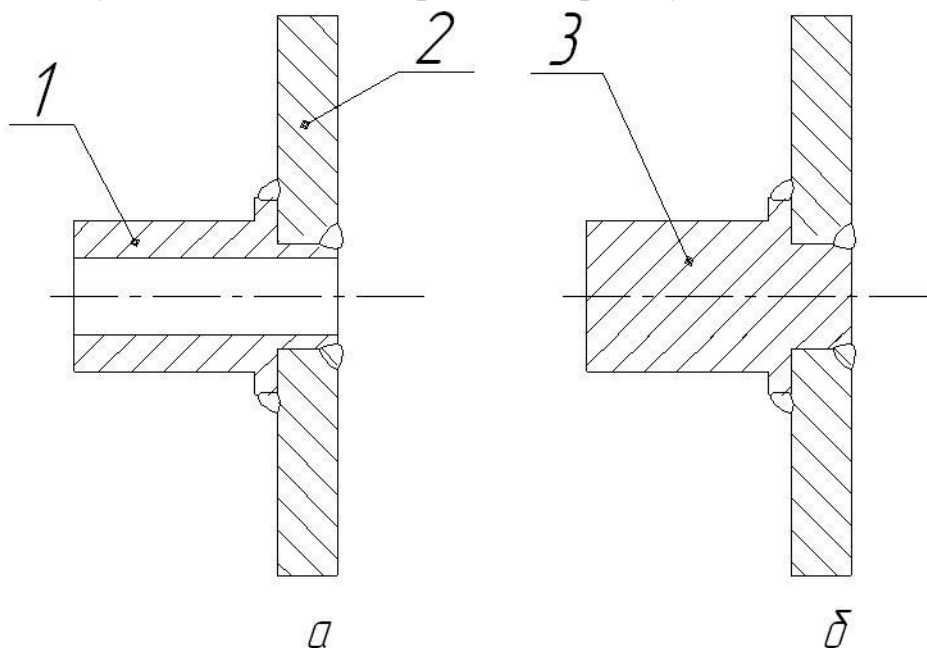


Рисунок 3.1 - Ескіз комбінованої заготовки.

У першому випадку (а) зварюваних частинами є поковка 1 і викроєна зі смуги 22x130ДСТУГОСТ103-57 плоска частина. У цьому випадку до необхідності виготовлення поковки додається процес зварювання, тобто технологічний процес ускладнюється і затягується в часі.

У другому випадку (б) зварюваних частинами є заготовки з

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прокату - смуги $\frac{22 \times 130 \text{ ДСТУ ГОСТ 103-57}}{178 \text{ ХГТ ДСТУ 7806:2015}}$ і кола $\frac{120 \text{ ДСТУ 4738:2015}}{18 \text{ ХГТ ДСТУ 7806:2015}}$. Але така заготовка буде мати ті ж недоліки, що і поковка з заводської технології, крім того, міцність деталі необхідна для передачі великих крутних моментів, буде безпосередньо залежати від якості виконання зварного шва, тобто збільшується ймовірність отримання браку

Висновок: для розглянутої деталі з програмою випуску 2000 шт. на рік найбільш раціональним способом отримання заготовки буде штампування на КГШП.

3.1.1 Проектування поковки штампованої деталі фланець

Розрахунки ведемо за ДСТУ "Кування сталеві штамповані".

Визначаємо клас точності поковок - Т4. Згідно таблиці 1 група сталі М - 1. Маса поковки :

$$G_{пок} = K_p \cdot G_{дет}, \quad (3.1)$$

де $K_p = 1,5$,

$$G_{пок} = 1,5 \cdot 7,2 = 10,8 \text{ кг}$$

Визначаємо ступінь складності поковок виходячи з відношення:

$$\frac{G_{пок}}{G_{фиг}}, \quad (3.2)$$

де $G_{фиг}$ – маса фігури, що описує деталь за її габаритним розмірам, збільшеним на 5%. Форма фігури паралелепіпед.

$$G_{фиг} = 1,05^3 \cdot 87 \cdot 410 \cdot 130 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 42,14 \text{ кг}$$

$$\frac{G_{пок}}{G_{фиг}} = \frac{10,8}{42,14} = 0,26$$

Таким чином ступінь складності поковки С - 3.

Лінія перетину поверхні роз'єму з поковкою проходить по тілу поковки, поверхня роз'єму штампа плоска.

Виконаємо намітку отвори з плоскою перемичкою. Діаметр основи отвори $d_{осн} = 67$ мм (приймається з наведеного далі розрахунку припусків на діаметральні розміри). Намітку верхнім знаком робимо глибиною 40 мм. Тоді намітки має товщину:

$$S = 0.45 \sqrt{d_{жс} - 0.25h} - 5 + 0.6, \quad (3.3)$$

$$S = 0.45 \sqrt{67 - 0.25 \cdot 40} - 5 + 0.6 = 3.8 \text{ мм}$$

Визначаємо вихідний індекс, виходячи з розрахункової маси поковки, групи сталі, класу точності і ступеня складності. Вихідний індекс - 15

Призначаємо припуски на механічну обробку.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні припуски: Ø116, Ra12,5 – 2 мм,

Ø410, Ra12,5 – 2,6 мм,

товщина 87, Ra12, 5 - 2,2 мм,

товщина 80,

товщина - 2,2 мм,

ширина 130,

товщина - 2 мм,

ширина 80,

товщина - 2,0,

товщина 22,

товщина - 1,7 мм.

додаткові:

- Припуск, що враховує зсув по поверхні рознімання штампів - 0,4 мм;

- Відхилення від площинності - 0,8 мм.

Номінальні розміри поковки:

діаметр;

діаметр;

приймаємо 415,5 мм;

товщина;

приймаємо 92 мм;

товщина;

приймаємо 85 мм;

ширина;

приймаємо 134,5 мм;

ширина;

приймаємо 84,5 мм;

товщина.

приймаємо 26 мм.

Радіус заокруглення зовнішніх кутів - 5 мм, внутрішніх - 8 мм.

По таблиці 8 призначаємо допустимі відхилення розмірів поковки: Ø120 $\begin{smallmatrix} +2.4 \\ -1.2 \end{smallmatrix}$

Ø415,5 $\begin{smallmatrix} +3.3 \\ -1.7 \end{smallmatrix}$

92 $\begin{smallmatrix} +2.1 \\ -1.1 \end{smallmatrix}$

85 $\begin{smallmatrix} +2.1 \\ -1.1 \end{smallmatrix}$

134,5 $\begin{smallmatrix} +2.4 \\ -1.2 \end{smallmatrix}$

84,5 $\begin{smallmatrix} +2.1 \\ -1.1 \end{smallmatrix}$

26 $\begin{smallmatrix} +1.8 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$

Штампувальні ухили:

- На зовнішній поверхні - 5 °,

- На внутрішній поверхні - 7 °.

Необхідне зусилля пресування $P = 10G$,

де G - орієнтована маса падаючих частин залежно від маси поковки. Згідно таблиці 5.13 [13] $G = 750$ кг, тоді $P = 10 \cdot 0,750 = 7,5$ МН.

Вартість отриманої заготовки: [13, стор 66]

$$S_{зас} = \left(\frac{C_m}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_s \cdot K_m \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{C_{отх}}{1000} \quad (3.4)$$

де, вартість матеріалу $C_m = 7280$ грн/м,

вартість відходів $C_{отх} = 88$ грн/м,

маса заготовки $Q = 10,8$ кг,

маса деталі $q = 7,2$ кг,

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_T = 1, K_c = 1,14, K_B = 0,79, K_{\Pi} = 1$$

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{7280}{1000} \cdot 10,8 \cdot 1 \cdot 1,14 \cdot 0,79 \cdot 1 \right) - (10,8 - 7,2) \cdot \frac{880}{1000} = 60,76 \text{ грн.}$$

3.2 Розробка послідовності обробки поверхонь деталі

Таблиця 3.2 - Визначення кількості послідовних переходів

№ пов.	Розмір	Зміст переходів	Ra	IT	T
1	2	3	4	5	6
1	Ø410	Фрезерування	12,5	12	0,400
11	130		12,5	12	0,300
12	80		12,5	12	0,210
	30		12,5	12	0,630
6,16	Ø116	Чорнове точіння	12,5	12	0,35
1	2	3	4	5	6
7	87	Чорнове точіння	12,5	13	0,54
3		Фрезерування	12,5	12	0,35
5	65	Чорнове точіння, витримавши розмір R16	12,5	12	0,30
5 ^a		Фрезерування	12,5	12	0,30
4;10	73;Ø300	Фрезерування	12,5	12	0,3; 0,52
8,17		Розточування чорнове	6,3	12	0,300
8	Ø72,5	Розточування напівчистове	3,2	10	0,120
8		Розточування чистове	1,6	9	0,074
15,14	80;Ø260	Чорнове фрезерування	12,5	12	0,3; 0,52
14	Ø260	Получистовое фрезерування	3,2	10	0,21
14	Ø260	Чистове фрезерування	1,6	9	0,10
9	Ø80,5	орнове розточування	6,3	11	0,22
2	Ø35	зацентрування	12,5	11	0,075
		розсвердлювання	12,5	12	0,210
		зенкерування	6,3	10	0,100
		зенкування фасок	12,5	12	0,210
18		розгортання	1,6	9	0,062
		чорнове зубодовбіння	25	14	0,74
	Ø71,25	чистове зубодовбіння	3,2	12	0,3
13	M6 – 6H	Свердління шести отворів	6,3	10	0,048
19		Зенкування фасок в шести отворах	3,2		
		Нарізування різьби		6	
20		Фрезерування фаски			
		Прошивання чистове	1,6	8	0,046

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Розробка маршруту обробки деталі

При розробці маршруту обробки деталі будемо дотримуватися тієї послідовності обробки поверхонь, яка прийнята в заводському техпроцесі, але з урахуванням його недоліків, перерахованих раніше.

Таблиця 3.3 - Технологічний маршрут обробки

№ опер.	Найменування операції	№ з/п оброблюваної поверхні	№ з/п що базується поверхні	Тип, модель верстата
005	заготівельна			
010	Токарна	6,7,8,5,17,16	1,3	Вертикальний токарний Sedin 1512 VTL
015	Токарна	8,9	6,7	Вертикальний токарний Sedin 1512 VTL
020	Фрезерна з ЧПК	1,11,12,3,14,15	6,7	Вертикально-фрезерний HAAS VM-6
025	Термообробка (нормалізація)			
030	зубодовбальний	m = 3,75; Z = 19	14,15	Зубодовбальний 5140
035	Багатоцільова з ЧПК	4,5 ^a ,10,20,2,18,19,13	8,15	Cormak ZX7045B1 / ZX7045E
040	Термообробка (цементация, гарт, відпустка)			
045	Калібрувальна	m = 3,75; Z = 19	14,15	Прес КД 1424

3.4 Розробка технологічних операцій деталі

Уточнимо зміст кожної операції, виберемо пристосування для установки деталі та інструмент для її обробки.

Таблиця 3.4 - Послідовність технологічних операцій

№ опер. і переходу	Назва операції. Верстат. Зміст переходів технологічної операції	Верстатне пристосування	Інструмент (ріжучий, допоміжний, вимірювальний)
1	2	3	4
005 А	Токарна Вертикальний токарний Sedin 1512 VTL	Патрон 7102 – 0085 ДСТУ	Різець 2103-0007 Т15К6 ДСТУ 18879-73 ШЦІ-125-0,1 ДСТУ 166-8

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	Встановити деталь, закріпити і зняти	24351-80	0
2	обточування поверхні		Різець 2103-0007 Т15К6
3	6 на l = 60мм		ДСТУ 18879-73
4	Точити поверхню 5, витримавши розмір R =		Різець 2112-0005 Т15К6
5	16		ДСТУ 1888-73
6	Підрізка торця 7		Різець 2140-0058 Т15К6
	Розточування чорнове		ДСТУ 18882-73
	відп. 8		ШЦІ-125-0,1 ДСТУ
	Розточування фаски 17		ГОСТ166-80
	Розточування фаски 16		Різець 2100-0409 Т5К10
			ДСТУ 18878-73
010	Токарна		Різець 2140-0058 Т15К6
A	Вертикальний токарний	Патрон 7100 –	ДСТУ 18882-73
	Sedin 1512 VTL	0059 ДСТУ	ШЦІ-125-0,1 ДСТУ 166-80
1	встановити деталь, закріпити і зняти	2675-80	Різець 2140-0058 Т15К6
	Напівчистове		ДСТУ 18882-73
2	розточування отвору 8		ИН 50÷100 ДСТУ 868-73
	Чистове розточування		Різець 2112-0035
3	отвору 8		ДСТУ 18871-73
	Розточування отвору 9		ШЦІ-125-0,1 ДСТУ 166-80
015	Фрезерна		
A	Вертикально-фрезерний		
	НААС VM-6		
1	Встановити деталь, закріпити і зняти	Патрон	Фреза 2223-0060
2	Фрезерування	7100 – 0059 П	ДСТУ 17026 – 71
3	поверхонь 1,11,12 (по	ДСТУ	ШЦ250÷630-01
4	контур)	2675-80	ДСТУ 166-80
5	Фрезерування поверхні		Фреза 2241-0157 ДСТУ
	3		1669-78
	Фрезерування поверхні		Оправка 50-27-
	14,15		201,8 ОСТ2П14-6-84
	Напівчистове		Поводок 27-24,6 ОСТ2П16-
	фрезерування поверхні		1-84
	14		ШЦІ-125-0,1 ДСТУ 166 –
	Чистове фрезерування		80
	поверхні 14		ШЦІ-160-01 ДСТУ 166 –
			80
			Фреза 2241 - 0157 ДСТУ
			1669 – 78

1	2	3	4
			Пробка Ø260 ^{+0,1} 02 – 492 Фреза 2223-0050 ДСТУ 17026 - 71
020	Термообробка		
025 А 1	Зубодовбальний Зубодовбальний 5140 Встановити деталь, закріпити і зняти Довбати 19 зубів m = 3,75 за два проходи, витримавши розмір по роликах Ø7, 5 64,911 і розмір Ø80–0.2	Пристосування для довбання 70 - 46	Довбун m = 3,75 x 388 – 4 2537 – 0177 ДСТУ 9323 – 79 Ролик Ø7,5 04 – 126 – 19 Мікрометр внутрішній 50 ÷ 75 ДСТУ 10 – 75 ШЦІ-160-0,05 ДСТУ 166 – 80
030 А 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	Багатоцільова з ЧПК Cormak ZX7045B1 / ZX7045E Встановити деталь, закріпити і зняти Фрезерувати поверхню 5а Фрезерувати поверхні 4,10 Фрезерувати поверхню 20 Зацентрування 2-х отворів 2 Розсвердлювання 2-х отворів 2 Ø27 Зенкерування 2-х отворів Ø34, 75 Зенкувати 2 фаски 1x45 ° в 2-х отворах Розгортання 2-х отворів Ø35 Свердління 6-ти отворів 13 Зенкування фасок в 6-ти отворах Нарізування різьби в 6-ти отворах М6	Пристосування УСП	Фреза 2241-0157 ДСТУ 1669-78 Оправка 50 – 27 - 201, 8 ОСТ 2 П14-6-84 Поводок 27 - 24,6 ОСТ 2 П16-1 – 84 ШЦІ-125-0,1 ДСТУ 166 – 80 Фреза 2282-0169 ДСТУ 1695-67 Оправка 50 – 27 - 201, 8 ОСТ 2 П14-6-84 Поводок 27 - 24,6 ОСТ 2 П16-1 – 84 Свердло центровочне Ø6 2007-0125 ДСТУ 12275 – 77 Втулка 40-2ОСТ2 П12-7-84 Цанга 6113-0817 ДСТУ 17201-71 Свердло2301-1744 ДСТУ 22736-77 Втулка 40-2ОСТ2 П12-7-84 ЗенкерØ35 2320 – 0055 ДСТУ 324 – 70 Втулка 40-2ОСТ2 П12-7-84 ШЦІ-125-0,1 ДСТУ 166 – 80 Зенковка 2353–0137 ДСТУ 14953-80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис
КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП			
			Арк.

1	2	3	4
			Втулка 40-2ОСТ2 П12-7-84 Розгортка 2363-3498 ДСТУ1672-80 Втулка 40-2ОСТ2 П12-7-84 Пробка Ø35 ^{+0,062} 02-362 Свердло2300-6173 ДСТУ 10902-77 Втулка 40-2ОСТ2 П12-7-84 Цанга 6113-0817 ДСТУ 17201-71 Зенковка 2353-0109 ДСТУ 14953-80 Втулка 40-2ОСТ2 П12-7-84 Цанга 6113-0817 ДСТУ 17201-71 Метчик 2620-1155 ДСТУ 3266-71 Втулка 40-2ОСТ2 П12-7-84 Втулка 6143-0103 ДСТУ 15936-70
035	Термообробка (цементация, гарт, відпустка)		
040	Калібрувальна	Прес КД 1424	Прошивка $m = 3,75$; $z = 19$.

3.5 Вибір і обґрунтування технологічних баз

Наша деталь відноситься до типу деталей "Фланець". Її конструкторськими базами є торцева поверхня 7 і вісь симетрії, щодо яких задані розміри.

Технологічними базами на різних операціях є різні поверхні, але це обов'язково один з торців в якості настановної бази (реалізуються три опорні точки) і зовнішня чи внутрішня циліндрична поверхня. При цьому вісь є центруючою базою і реалізує ще дві точки. Теоретична схема базування показана на рисунку 3.2.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

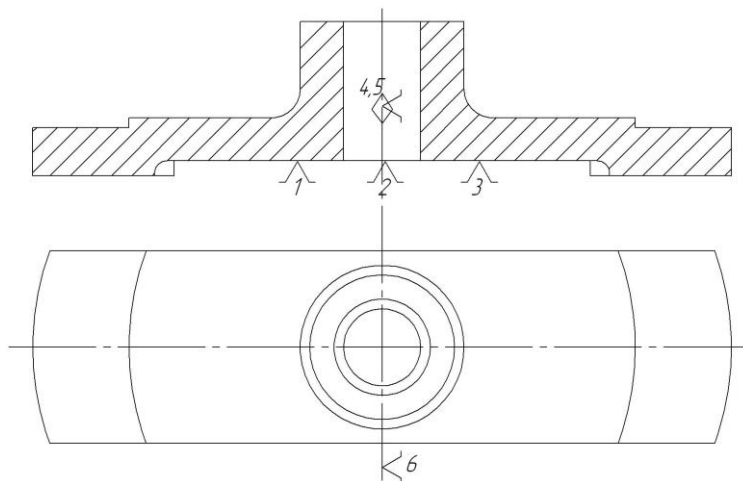


Рисунок 3.2 - Теоретична схема базування

На схемі точки 1,2,3 - установча база, 4,5 – подвійна опорна база, 6 - опорна база.

Вимірювальними базами також є вісь і торець 7, тому при обробці і вимірі принцип сполучення баз забезпечується.

Вибору баз на першій операції передую визначення поверхонь, які будуть використовуватися в якості баз на наступних операціях. Для нашої деталі такими поверхнями будуть поверхні 6 і 7, які є основними базами, від яких задано більшість розмірів, координуючих інших відповідальних поверхонь деталі. А для першої операції для встановлення деталі будемо використовувати поверхні 1 і 3.

Після попереднього фрезерування мати поверхню достатньої чистотою і протяжністю для використання її в якості настановної бази.

Схеми базування деталі на різних операціях в деяких випадках відрізняються від наведеної вище теоретичної схеми базування. Наприклад, по першій операції в якості установчої бази виступає поверхню 3, а поверхня 1 є центруючою (рис.3.3)

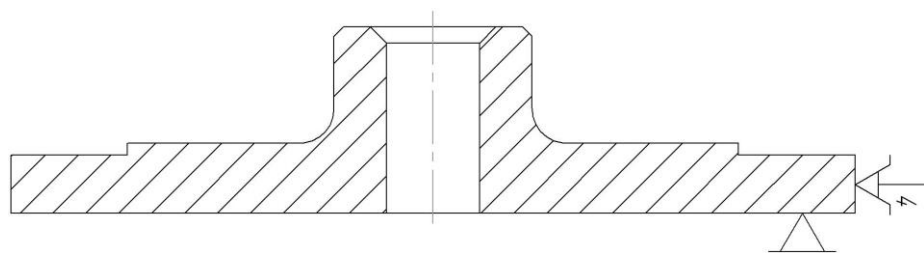


Рисунок 3.3 - Схема базування при обробці на токарній операції

При обробці поверхонь 1,3,8,9,14,15,20 деталь буде встановлюватися на торець 7 і центруватися по поверхні 6 (рис. 3.4.)

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

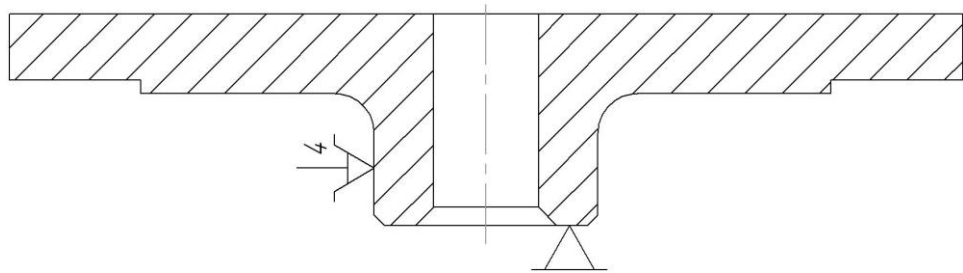


Рисунок 3.4 - Схема базування при обробці 1,3,8,9,14,15,20 поверхонь

Робимо висновок, що правило єдності баз виконується для більшості операцій, але з цього правила є й винятки.

3.6 Аналітичний розрахунок припусків на внутрішню циліндричну поверхню деталі $\varnothing 72,5^{+0,074}$.

Таблиця 3.5 - Карта розрахунку

Технологічний маршрут обробки елементарної поверхні деталі	ІТ	Елементи припуску				розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	розрахунковий максимальний розмір, мм	Допуск на виготовлення T_d , мм	Прийняті округлені розміри переходів, мм		Отримані граничні припуски, мм	
		Rz	h	Δ	E				dmin	dmax	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
штампування	14	20 0	25 0	56 6			69,664	360 0	66,1	69,7		
розточування чорнове	12	12 5	12 0	34	30 0	$2 \cdot 109$ 1	71,846	300	71,5	71,8	5,4	2,1
розточування напівчистове	10	40	40	2	15	$2 \cdot 282$	72,41	120	72,29	72,41	0,79	0,61
розточування чистове	9	8	20	--	1	$2 \cdot 82$	72,574	74	72,5	72,574	0,21	0,164
										$2Z_E$	6,4	2,874

Сумарне значення просторових відхилень для деталі типу дисків з прошивають центральним отвором з установкою по зовнішньому діаметру і торця :

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{зкс}^2}, \quad (3.5)$$

Величина зміщення штампа в горизонтальній площині не більше 0,4 мм,

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

тому

$$\rho = \sqrt{400^2 + 400^2} = 566 \text{ мкм}$$

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 566 = 34 \text{ мкм}$$

$$\rho_2 = 0,05 \cdot 34 = 2 \text{ мкм}$$

Похибка установки в самоцентруючому патроні штампованої на КГШП заготовки $\varepsilon = 300$ мкм, тоді

$$E_1 = 0,05 \cdot 300 = 15 \text{ мкм}$$

$$E_2 = 0,05 \cdot 15 = 1 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск під розточування: [4, стор 62]

$$2Z \min = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_1^2}), \quad (3.6)$$

$$\text{Чорнове точіння } 2Z \min = 2(200 + 250 + \sqrt{566^2 + 300^2}) = 2 \cdot 1091 \text{ мкм}$$

$$\text{Напівчистове точіння } 2Z \min = 2(125 + 120 + \sqrt{34^2 + 15^2}) = 2 \cdot 282 \text{ мкм}$$

$$\text{Чистове точіння } 2Z \min = 2(40 + 40 + \sqrt{2^2 + 1^2}) = 2 \cdot 82 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір d_p :

$$d_{p2} = 72,574 - 2 \cdot 0,082 = 72,41 \text{ мм}$$

$$d_{p1} = 72,41 - 2 \cdot 0,282 = 71,846 \text{ мм}$$

$$d_{p\text{заг.}} = 71,846 - 2 \cdot 1,091 = 69,66 \text{ мм.}$$

$$2Z \min = d_{\max i} - d_{\max i-1}, \quad (3.7)$$

$$2Z \max = d \min - d_{\min i-1}, \quad (3.8)$$

Для чистового розточування:

$$2Z \min_3 = 72,574 - 72,41 = 0,164 \text{ мм}$$

$$2Z \max_3 = 72,5 - 72,29 = 0,21 \text{ мм}$$

Для напівчистового розточування:

$$2Z \min_2 = 72,41 - 71,8 = 0,61 \text{ мм}$$

$$2Z \max_2 = 72,29 - 71,5 = 0,79 \text{ мм.}$$

Для чорнового розточування:

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\min_1} = 71,8 - 69,7 = 2,1\text{мм};$$

$$2Z_{\max_1} = 71,5 - 66,1 = 5,4\text{мм}.$$

Перевірку правильності проведених розрахунків:

$$2Z_{\max_3} - 2Z_{\min_3} = 0,21 - 0,164 = 0,046\text{мм};$$

$$TD_2 - TD_3 = 120 - 74 = 46\text{мкм};$$

$$2Z_{\max_2} - 2Z_{\min_2} = 0,21 - 0,164 = 0,046\text{мм};$$

$$TD_1 - TD_2 = 300 - 120 = 180\text{мкм};$$

$$2Z_{\max_1} - 2Z_{\min_1} = 5,4 - 2,1 = 3,3\text{мм};$$

$$TD_{\text{заг}} - TD_1 = 3600 - 300 = 3300\text{мкм}.$$

Загальний номінальний припуск:

$$Z_{\Sigma_{\text{ном}}} = Z_{\partial_{\Sigma_{\text{ном}}}, \min}$$

$$d_{\Sigma_{\text{ном}}} = d_{\partial_{\Sigma_{\text{ном}}}} - Z_{\Sigma_{\text{ном}}} = 72,5 - 3,9 = 68,6\text{мм}.$$

Номінальний діаметр заготовки $\varnothing 68,6 \begin{smallmatrix} +1,1 \\ -2,5 \end{smallmatrix}$

3.6.1 Розрахунок міжопераційних лінійних розмірів

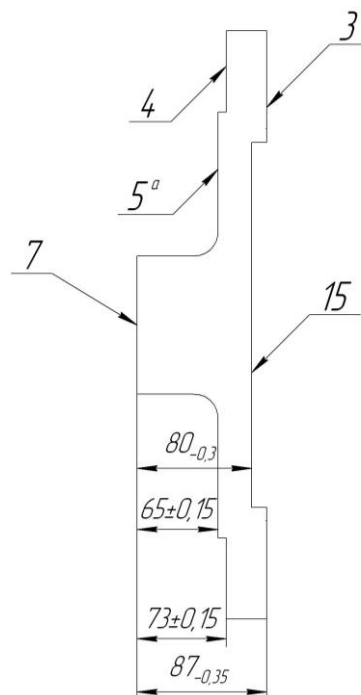


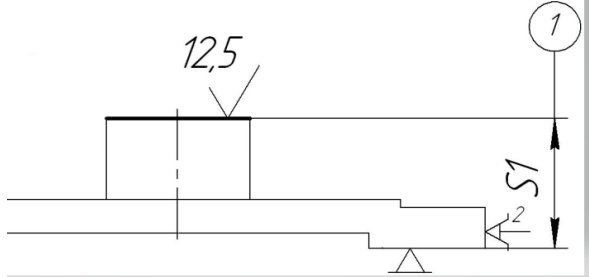
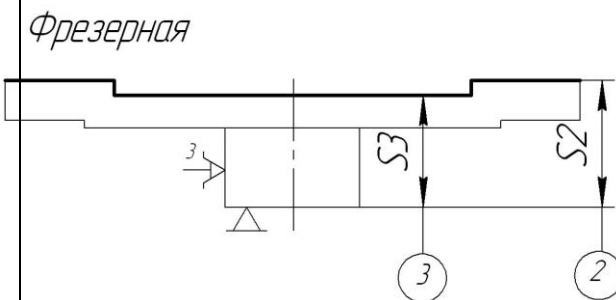
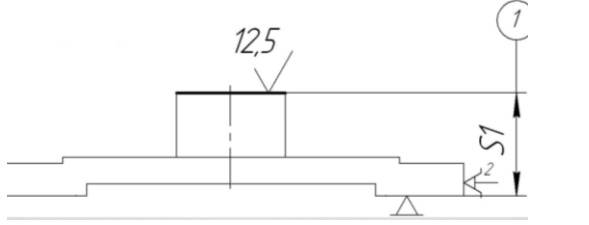
Рисунок 3.5 - Міжопераційні лінійні розміри.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 -Зміст переходів

№ пов.	Розмір	Зміст переходу	Ra	IT	T
7	87	1. заготовка 2. чорнове точіння	20 12,5	14 13	0,870 0,540
3	87	1. заготовка 2. фрезерування	20 12,5	13 12	0,54 0,35
15	80	1. заготовка 2. фрезерування	20 12,5	13 12	0,46 0,3
5 ^a	65	1. заготовка 2. фрезерування	20 12,5	13 12	0,46 0,3
4	73	1. заготовка 2. фрезерування	20 12,5	13 12	0,46 0,3

Таблиця 3.7- Послідовність обробки поверхонь

№ опер	Ескіз операції	Зміст операції	P-p	T	t	z	IT
005		Точити торець в р-р 1	87	0,54	2,5	Z ₁	13
015	<i>Фрезерная</i> 	Фрезерувати пов. в р-р 2 Фрезерувати пов. в р-р 3	87 80	0,35 0,3	2,5 0,5	Z ₅ Z ₄	12 12
030		Фрезерувати пов. в р-р 4 Фрезерувати пов. в р-р 5	65 73	0,3 0,3	2,5 2,5	Z ₂ Z ₃	12 12

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

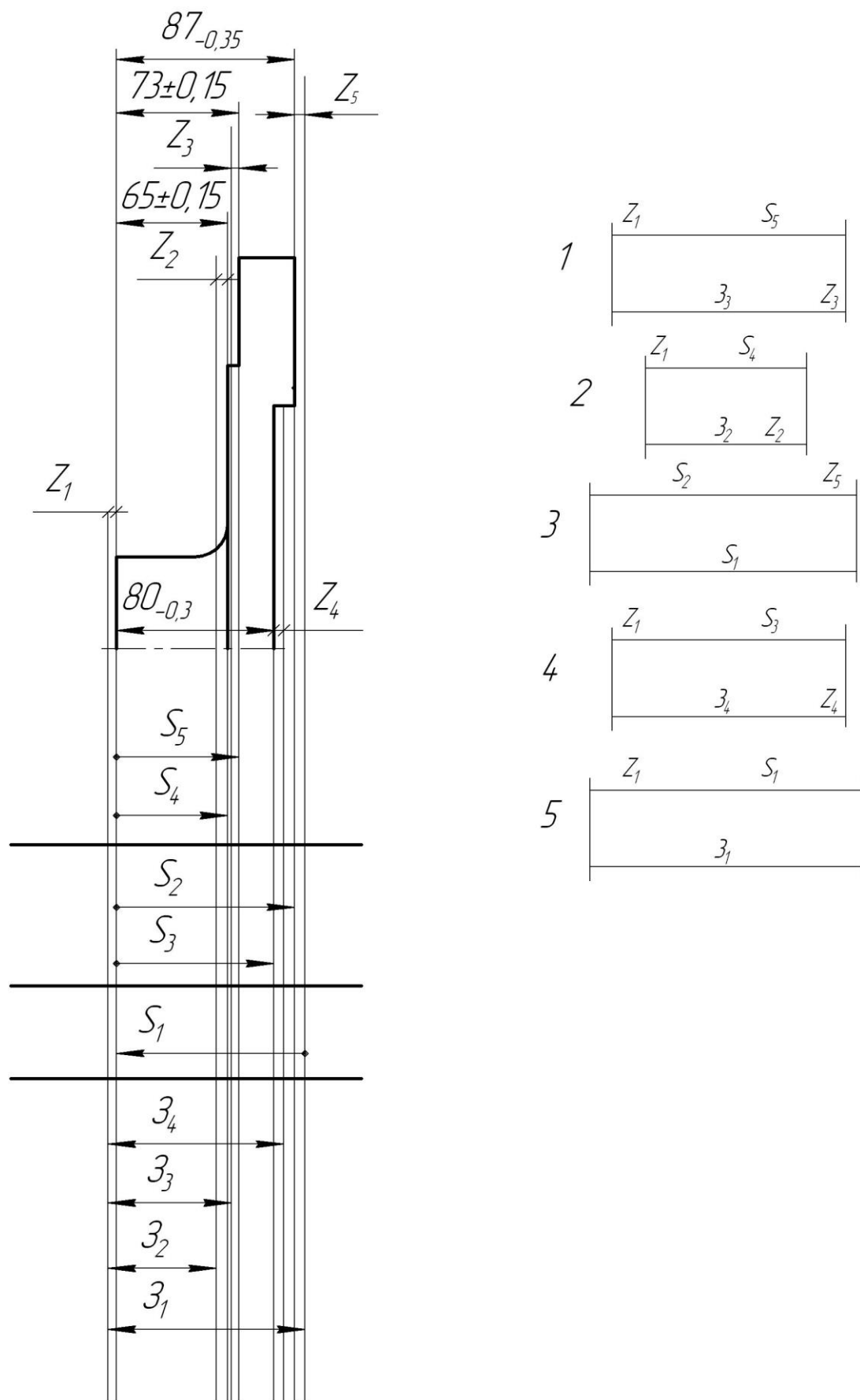


Рисунок 3.6 - Схема розмірних ланцюгів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП

Арк.

Таблиця 3.8 - Розрахунок міжопераційних розмірів та уточнення припусків на обробку

№ розмір ланц.	Вихідні дані	Розрахунок розмірного ланцюга	Міжопер. розміри з відхиленням	Уточнене значення припуску
3	$S_2 = 87_{-0.35}$ $Z_5 = 2.5$	$S_1 = S_2 + Z_5 = 87 + 2.5 = 89.5$	$S_1 = 89.5_{-0.54}$	$Z_5 = S_1 - S_2 = 89.5_{-0.5} - 87_{-0.35} = 2.5_{-0.54}^{+0.35}$
5	$S_1 = 89.5_{-0.54}$ $Z_1 = 2.5$	$3_1 = S_1 + Z_1 = 89.5 + 2.5 = 92$	$3_1 = 92_{-0.87}$	$Z_1 = 3_1 - S_1 = 92_{-0.87} - 89.5_{-0.54} = 2.5_{-0.87}^{+0.54}$
1	$S_5 = 73 \pm 0.15$ $Z_1 = 2.5_{-0.87}^{+0.54}$ $Z_3 = 2.5$	$3_3 = Z_1 + S_5 - Z_3 = 2.5 + 73 - 2.5 = 73$	$3_3 = 73 \pm 0.23$	$Z_3 = Z_1 + S_5 - 3_3 = 2.5_{-0.87}^{+0.54} + 73 \pm 0.15 - 73 \pm 0.23 = 2.5_{-1.25}^{+0.92}$
2	$S_4 = 65 \pm 0.15$ $Z_1 = 2.5_{-0.87}^{+0.54}$ $Z_2 = 2.5$	$3_2 = Z_1 + S_4 - Z_2 = 2.5 + 65 - 2.5 = 65$	$3_2 = 65 \pm 0.23$	$Z_2 = Z_1 + S_4 - 3_2 = 2.5_{-0.87}^{+0.54} + 65 \pm 0.15 - 65 \pm 0.23 = 2.5_{-1.25}^{+0.92}$
4	$S = 80_{-0.3}$ $Z_1 = 2.5_{-0.87}^{+0.54}$ $Z_4 = 2.5$	$3_4 = Z_1 + S - Z_4 = 2.5 + 80 - 2.5 = 80$	$3_4 = 80_{-0.46}$	$Z_4 = Z_1 + S - 3_4 = 2.5_{-0.87}^{+0.54} + 80_{-0.3} - 80_{-0.46} = 2.5_{-1.17}^{+1.0}$

На основі таблиці, наведеної в пункті 3.2 та розрахунків, вироблених в підпунктах 3.4 та 3.4.1, заповнимо таблицю 3.9 із міжопераційному розмірами і поверхнями.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.9 - Міжопераційні розміри і поверхні

№ пов.	Розмір	Найменування переходів	Ra	IT	T	t	Міжопераційні. розміри з допусками
1 11 12	Ø410 130 80 30	Чорнове фрезерування	12,5 12,5 12,5 12,5	12 12 12 12	0,63 0,4 0,3 0,21	2,8 2,2 2,2 2,0	Ø410 _{-0,63} 130 _{-0,4} 80 _{-0,3} 30 _{-0,21}
6	Ø116	Чорнове точіння	12,5	12	0,35	2,5	Ø116 _{-0,35}
5 5 ^a	65	Чорнове точіння, витримавши R16 Фрезерування	12,5 12,5	12 12	0,3 0,3	2,5 2,5	65±0,15 65±0,15
7 3	87	Чорнове точіння Фрезерування	12,5 12,5	13 12	0,54 0,35	2,5 2,5	89,5 _{-0,54} 87 _{-0,35}
4 10	73 Ø300	Фрезерування	12,5 12,5	12 12	0,3 0,52	2,5 2,8	73±0,15 Ø300 _{-0,52}
8	Ø72,5	Розточування чорнове Розточування напівчистове Розточування чистове	12,5 3,2 1,6	12 10 9	0,3 0,12 0,074	1,5 0,35 0,1	Ø71,6 ^{+0,3} Ø72,3 ^{+0,12} Ø72,5 ^{+0,074}
15 14 14	80 Ø260 Ø260	Чорнове фрезерування Напівчистове фрезерування Чистове фрезерування	12,5 12,5 3,2 1,6	12 12 10 9	0,3 0,52 0,21 0,1	2,5 1,3 1,0 0,5	80 _{-0,3} Ø257 ^{+0,52} Ø259 ^{0,21} Ø260 ^{+0,1}
9	Ø80,5	Чорнове розточування	6,3	11	0,22	4	Ø80,5 ^{+0,22}
2	Ø35	Зацентрування Розсвердлювання Зенкерування Розгортання	6,3 6,3 3,2 1,6	11 11 10 9	0,075 0,21 0,1 0,062	3 10,5 3,87 0,13	Ø6 ^{+0,075} Ø27 ^{0,21} Ø34,75 ^{+0,1} Ø35 ^{+0,062}
13	M6	Свердління 6-ти отворів	6,3	10	0,048	2,5	Ø5 ^{+0,048}

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6.2 Вибір і розрахунок режимів обробки деталі

Розрахунок елементів режиму різання і основного часу аналітичним методом зробимо для поверхонь 6 (Ø116) і 2 (Ø35).

Чорнове обточування поверхні 6 до Ø116H12(-0,35) з Ra12, 5 проводиться на Вертикальний токарний Sedin 1512 VTL підрізним відігнутих різцем 2103 - 007 T15K6 ДСТУ ГОСТ18879-73. Геометричні елементи різця: $\gamma = 90^\circ$; $\gamma' = 10^\circ$; $h \times b = 30 \times 20 \text{ мм}$, $L = 170$ $R = 0,8 \text{ мм}$; $t = 2,5 \text{ мм}$; $S = 0,8 \text{ мм / об}$; $T = 60 \text{ хв}$.

Допустима різцем швидкість різання .

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (3.9)$$

де $C_V = 340$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,2$

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (3.10)$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\delta_r} \right)^{n_v}, \quad (3.11)$$

де $K_r = 0,8$; $n_v = 1$

$K_{nv} = 0,8$

$K_{uv} = K_{uv} = 1,9$

$$K_{mv} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,612$$

$$K_V = 0,612 \cdot 0,8 \cdot 1,9 = 0,931$$

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,931 = 136,6 \text{ м/хв}$$

Частоту обертів розраховуємо за формулою: [6]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} \text{ об/хв}, \quad (3.12)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 136,6}{3,14 \cdot 116} = 374,8 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата вибираємо дійсну частоту обертання

$n_\delta = 315 \text{ об/хв}$

$$V_\delta = \frac{\pi D n_\delta}{1000}, \quad (3.13)$$

$$V_\delta = \frac{3,14 \cdot 116 \cdot 315}{1000} = 114,8 \text{ м/хв}$$

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V_\delta^n \cdot K_p, \quad (3.14)$$

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $C_p=300$;

$n = -0.15$;

$x = 1$;

$y = 0,75$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (3.15)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\delta_\epsilon}{750} \right)^n, \quad (3.16)$$

де $n=0,75$

$$K_{mp} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

де $K_{\phi p}=0,89$; $K_{\gamma p}=1$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{rp}=0,87$

$$K_p = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,94$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 114,8^{-0,15} \cdot 0,94 = 2927,6 \text{ Н}$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_{pez} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}, \quad (3.17)$$

$$N_{pez} = \frac{2927,6 \cdot 114,8}{1020 \cdot 60} = 5,5 \text{ кВт}$$

$$N_{um} = N_{\partial\epsilon} \cdot \eta \text{ кВт}, \quad (3.18)$$

$$N_{um} = 30 \cdot 0,8 = 24 \text{ кВт}$$

$$N_{piz} < N_{um}, \quad (3.19)$$

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}; \text{ хв} \quad (3.20)$$

$$L = \Delta + y + l; \text{ мм}, \quad (3.21)$$

$$L = 0 + 5 + 60 = 65 \text{ мм}$$

де i - кількість проходів $i = 1$

$$T_o = \frac{65}{315 \cdot 0,8} = 0,26 \text{ хв}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розсвердлювання двох отворів свердлом Ø27 після їх зацентрування свердлом Ø6 на багатоцільовий верстаті Comak ZX7045B1 / ZX7045E. Матеріал ріжучої частини свердла - сталь Р6М5, форма заточування - одинарна, $2\phi = 118^\circ$.

$$t = \frac{27 - 6}{2} = 10,5$$

Визначаємо швидкість різання при розсвердлюванні за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v, \quad (3.22)$$

де S подача $S=0,4$ мм/об;

T стійкість свердла $T=45$ хв;

$C_v=16,2$; $q=0,4$; $x=0,2$; $y=0,5$; $m=0,2$ - коефіцієнт і показники ступеня.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (3.23)$$

де K_{uv} коефіцієнт на інструментальний матеріал $K_{uv}=1$;

K_{lv} коефіцієнт враховує глибину свердління $K_{lv}=1$. [6, стр 261]

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\delta_s} \right)^{n_v}, \quad (3.24)$$

де K_r коефіцієнт для матеріалу інструмента $K_r=0,7$;

n_v показник ступеня $n_v=0,9$.

$$K_{mv} = 0,7 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^{0,9} = 0,55$$

$$K_v = 0,55 \cdot 1 \cdot 1 = 0,55$$

$$V = \frac{16,2 \cdot 27^{0,4} \cdot 0,55}{45^{0,2} \cdot 0,4^{0,5} \cdot 10,5^{0,2}} = 15,3 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (3.25)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 15,3}{3,14 \cdot 27} = 180,5 \text{ об/хв}$$

Вибираємо дійсну частоту обертання за паспортом:

$n_\delta=180$ об/хв

Тоді справжня швидкість обертання буде дорівнює:

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\partial} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 180}{1000} = 15,26 \text{ м/хв}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.26)$$

де C_M коефіцієнт $C_M=0,9$;

q, x, y показники ступеня $q=1$; $x=0,9$; $y=0,9$.

$$K_p = K_{\text{кр}} = \left(\frac{\delta_{\epsilon}}{750} \right)^n, \quad (3.27)$$

$$K_p = K_{\text{кр}} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,09 \cdot 27^1 \cdot 10,5^{0,9} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1,22 = 118,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо осьову силу за формулою:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.28)$$

де C_p коефіцієнт $C_p=67$;

x, y показники ступеня $x=1,2$; $y=0,65$.

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 10,5^{1,2} \cdot 0,4^{0,65} \cdot 1,22 = 7572 \text{ Н}$$

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}; \text{ кВт}, \quad (3.29)$$

$$N = \frac{118,2 \cdot 180}{9750} = 2,18 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шт}} = N_{\partial} \cdot \eta; \text{ кВт}, \quad (3.30)$$

$$N_{\text{шт}} = 4,5 \cdot 0,8 = 3,6 \text{ кВт}$$

Визначаємо основний час за формулою: [17, стор 105]

$$T_o = \frac{\Delta + y + l}{n \cdot S}; \text{ хв}, \quad (3.31)$$

де Δ довжина підведення = 3 мм;

l-довжина перебігання $a=14$ мм

$$y = t \cdot ctq\phi, \quad (3.32)$$

$$y = 10,5 \cdot 0,6 = 6,3 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{3 + 6,3 + 14}{180 \cdot 0,4} = 0,32 \text{ хв}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Призначення режимів різання і норм часу табличним способом розглянемо на прикладі фрезерування контуру кінцевий фрезою Ø50мм, Р6М5, число зубів

$$z = 6.$$

Точність обробки поверхні - IT12, шорсткість Ra12, 5, стан поверхні без кірки.

Глибина різання t до 3мм.

Подачу на зуб :

$$S_{zT} = 0,14 \text{ мм/зуб}$$

$$S_z = S_{zT} \cdot K_{SM} \cdot K_{sn} \cdot K_{sz} \cdot K_{sl}, \quad (3.33)$$

де $K_{SM} - K_{SM} = 1,0$

$K_{sn} - K_{sn} = 1,0$

$K_{sz} - K_{sz} = 0,7$

$K_{sl} - K_{sl} = 1,0$

$$S_z = 0,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 0,098 \text{ мм/зуб}$$

$$S_z = 0,12 \text{ мм/зуб}$$

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб}$$

Швидкість і потужність різання з урахуванням поправочних коефіцієнтів залежно від:

- $K_{vo} = K_{No} = 0,8$
- $K_{vm} = 0,7; K_{Nm} = 1,4$
- $K_{vi} = K_{Ni} = 1,0$
- $K_{vt} = K_{Nt} = 1,0$
- $K_{vb} = K_{Nb} = 1,2$
- $K_{vp} = K_{Np} = 1,0$
- $K_{vj} = K_{Nj} = 1,0$

$$V_m = 34 \text{ м/хв}; N_m = 1,75 \text{ кВт}$$

$$V = V_T \cdot K_V, \quad (3.34)$$

$$V = 34 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 22,85 \text{ м/хв}$$

$$N = N_T \cdot K_N, \quad (3.35)$$

$$N = 1,75 \cdot 0,8 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,35 \text{ кВт}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \text{об/хв}, \quad (3.36)$$

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1000 \cdot 22,8}{3,14 \cdot 50} = 145,5 \text{об/хв}$$

$$n_{\phi} = 160 \text{об/хв}$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000}; \text{м/хв}, \quad (3.37)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 60}{1000} = 25,13 \text{м/хв}$$

$$N_{\phi} = N \cdot \frac{V_{\phi}}{v}; \text{кВт}, \quad (3.38)$$

$$N_{\phi} = 2,35 \frac{25,13}{22,85} = 2,58 \text{кВт}$$

$$N_{\text{ун}} = N_{\phi} \cdot \eta; \text{кВт}, \quad (3.39)$$

$$N_{\text{ун}} = 4,5 \cdot 0,8 = 3,6 \text{кВт}$$

$$N_{\phi} < N_{\text{ун}}, \quad (3.40)$$

$$T_o = \frac{l_o + l_1 + l_2 + l_3}{S_M}; \text{хв}, \quad (3.41)$$

де $l_o = 990 \text{мм}$

l_1 – довжина підведення, $l_1 = 5 \text{мм}$

($l_2 + l_3$) – довжина врізання й перебігання

$$l_2 + l_3 = D + l_1, \quad (3.42)$$

$$l_2 + l_3 = 50 + 5 = 55 \text{мм}$$

$$S_M = S_z \cdot Z \cdot n; \text{мм/хв}, \quad (3.43)$$

$$S_M = 0,098 \cdot 6 \cdot 160 = 94,1 \text{мм/хв}$$

$$T_o = \frac{990 + 5 + 55}{94,1} = 11,16 \text{хв}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМН.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТТІ

Aprk.	
-------	--

Визначаємо норму штучного часу для операції 030.
 Машинно-допоміжний час визначаємо за формулою: [4, стор 102]

$$T_{м.в} = T_{м.в.и} + T_{м.в.х}; хв, \quad (3.44)$$

де $T_{м.в.и}$ – машинно-допоміжний час на автоматичну зміну інструмента;
 $T_{м.в.и}=5с$.

$T_{м.в.х}$ - машинно-допоміжний час на виконання автоматичних
 допоміжних ходів;

$$T_{м.в.х} = \frac{\sum L_{х.х}}{S_{х.х}}; хв, \quad (3.45)$$

$$T_{м.в.х} = \frac{13780}{6000} = 2,3хв$$

$$T_{м.в} = \frac{5 \cdot 10}{60} + 2,3 = 3,13хв$$

Час циклу автоматичної роботи верстата за програмою визначаємо за
 формулою: [4, стор 102]

$$T_{ц.а} = \sum T_0 + T_{м.в}; хв, \quad (3.46)$$

$$T_{ц.а.} = 14,77 + 3,13 = 17,9хв$$

Норма штучного годині визначаємо за формулою: [4, стор 102]

$$T_{шт} = (T_{ц.а} + T_{в}) \cdot \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right), \quad (3.47)$$

Допоміжний час на встановлення та зняття деталі (18, ч.1 карта 13)
 $T_{уст.} = 0,73хв$

Допоміжний час пов'язане з операцією (18ч.1 карта14)
 $T_{в.оп} = 0,2 + 0,03 + 0,2 + 0,12 + 0,24 + 0,03 = 0,82хв$

Допоміжний час на контрольне вимірювання пробкою
 $T_{уз.} = 2 \cdot 0,1 = 0,2хв$

Визначаємо сумарне допоміжний час

$$T_{в} = 0,73 + 0,82 + 0,2 = 1,75хв$$

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час на організаційне та технічне обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби наведено у відсотках від оперативного часу (18, ч.1 карта 17)

$$a_{ope} + a_{mex} + a_{omx}; \%, \quad (3.48)$$

$$9,1 + 6,0 + 2,0 = 17,1\%$$

$$T_{um} = (17,9 + 1,75) \cdot 1,171 = 23,01 \text{ хв}$$

Норма часу на наладку верстата визначаємо за формулою:

$$T_{n.з.} = T_{n.з.1} + T_{n.з.2} + T_{пр.обр}; \text{хв}, \quad (3.49)$$

де Тп.з.1 – норма часу на організаційну підготовку, (18, ч.1 карта 24)

$$T_{n.з.1} = 4 + 10 + 2 + 2 = 18 \text{ хв}$$

Тп.з.2 – норма часу на наладку верстата, пристосування, інструмента, програмних пристроїв, (18, ч.1 карта 25)

$$T_{n.з.2} = 10 + 0,15 + 1 + 1 + 1 + 3,5 + 0,9 \cdot 10 = 25,65 \text{ хв}$$

Тпр.обр – норма часу на пробну обробку, (18, ч.1 карта 21)

$$\dot{O}_{\text{пр.обр}} = t_{\text{пр.обр}} + t_{\text{пр.обр}}; \text{хв}, \quad (3.50)$$

$$\dot{O}_{\text{пр.обр}} = 23 + 17,9 = 40,9 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційні час визначаємо за формулою:

$$T_{шт.к} = T_{um} + \frac{T_{n.з.}}{n} = T_{um} + \frac{T_{n.з.} \cdot 12}{N}; \text{хв}, \quad (3.51)$$

$$\dot{O}_{\text{шт.к}} = 23,01 + \frac{(18 + 25,65 + 40,9) \cdot 12}{2000} = 23,52 \text{ хв}$$

Аналогічно норми часу визначаються і для операції 015 фрезерна.

Виходячи з умов мінімалізації холостих переміщень відстань від точки «0» інструменту, обраної на продовженні осі деталі, до її торця 15 одно 300мм. Тоді довжина холостих переміщень дорівнює:

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum L_{\delta,i} = \sqrt{310^2 + 80^2} \cdot 2 + \sqrt{310^2 + 170^2 + 90^2} + 340 + 80 + 180 + \sqrt{310^2 + 170^2 + 90^2} + \sqrt{306^2 + 120^2 + 60^2} + 200 + \sqrt{306^2 + 120^2 + 60^2} = 2504 \text{ ò}$$

$$T_{\text{м.в.х}} = \frac{\sum L_{\text{х.к}}}{S_{\text{х.к}}}; \text{хв}, \quad (3.52)$$

$$T_{\text{м.в.х}} = \frac{2504}{6000} = 0,42 \text{ хв}$$

$$T_{\text{м.в}} = \frac{50 \cdot 3}{60} + 0,42 = 0,67 \text{ хв}$$

$$a_{\text{мех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}} = 15,3\%$$

$$T_{\text{в.он.}} = 0,6 + 0,04 + 0,3 + 0,2 + 0,34 + 0,04 = 1,52 \text{ хв}$$

$$T_{\text{уз}} = 0,09 \cdot 2 + 0,28 \cdot 2 + 0,06 \cdot 2 + 0,7 = 1,56 \text{ хв}$$

$$T_{\text{н.з.1}} = 4 + 10 + 2 + 2 = 18 \text{ хв}$$

$$T_{\text{н.з.2}} = 2 + 1 + 0,3 + 0,15 \cdot 3 + 1 + 1,2 + 1,4 + 1,6 + 1,1 \cdot 3 + 0,4 = 16,45 \text{ хв}$$

$$T_{\text{пр.обр.}} = 3,6 + 25,18 = 28,78 \text{ хв}$$

$$T_{\text{с}} = 0,32 + 1,52 + 1,56 = 3,4 \text{ хв}$$

$$T_{\text{ш}} = (25,18 + 3,4) \cdot 1,153 = 32,95 \text{ хв}$$

$$T_{\text{н.з}} = 18 + 16,45 + 28,78 = 63,23 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт.к.}} = 32,95 + \frac{63,23 \cdot 12}{2000} = 33,33 \text{ хв}$$

На токарний і зубодовбальний верстат норму штучно-калькуляційного часу визначаємо за формулою:

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{T_{\text{н.з}}}{n} + T_o + (T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{у.н}} + T_{\text{уз}}) \cdot K + T_{\text{об.от}}, \quad (3.53)$$

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.11 - Нормування операцій

Номер та найменування операції	То	Тв			Топ	Тоб.от	Тшт	Тп.з	п	Тш.к
		Ту.с Тз.о	Туп	Тиз						
005 Токарна	1,21	0,5	0,24	0,32	3,17	0,22	3,39	35	167	2,6
010 Токарна	1,81	0,3	0,15	0,28	3,16	0,22	3,38	27	167	3,54
025 Зубодовбальний	16,3	0,7	0,14	0,4	18,59	1,43	20,02	26	167	20,18

					КНУ.КБР.131.25.1-09.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Переклад механічної обробки зі звичайних верстатів на верстати з ЧПК вважається економічно доцільним при наявності позитивного економічного ефекту окупності витрат за 2-3 роки .

Таблиця. 4.1 - Визначення економічного ефекту.

Дані для розрахунку економічного ефекту	Базовий варіант	Новий варіант
1	2	3
	1512	Sedin 1512 VTL
Річний обсяг випуску деталей, шт.	2000	2000
Кількість запусків.	12	12
Тривалість випуску деталей, років.	3	3
Штучний час обробки деталі t шт., хв.	45,8	28,7
Час налагодження верстата, хв.	425	185
Розряд: контролера,	5	5
верстатника,	3	2
наладчика.	3	5
Настроювання інструмента.	-	4
Кількість кадрів програми, шт.	-	340
Вартість заготівлі, Sзаг. грн.	41,74	41,74
Середній час настроювання по приладу одного інструмента поза верстатом, хв.	-	4

					КНУ.КБР.131.25.1-04.04 ТЕО			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Квашин				ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ		Літ.	Арк.
Перевір.	Цивінда							Аркуші
Т.Контр.								
Н. Контр.	Нечаєв						каф.ТМ гр.ПМ-21	
Затверд.	Рязанцев							

Продовження таблиці 4.1

Середній період стійкості інструмента.	-	60
Середня кількість граней пластинки, шт.	-	3
Коефіцієнт враховуюча питома вага основного часу в штучному К1.	-	0,8
Вартість одного кадру ПУ, грн.	-	0,34
Вартість розробки ПУ, грн.	-	116
Середньорічна зарплата, грн:		
верстатника Нст.,	0,8	0,7
наладчика Ннал.,	0,8	0,9
Настроювання інструмента Нінст.,	-	0,7
контролера Нк.	0,7	0,7
Клас точності верстата	Н	П
Маса верстата, т.	3,685	4
Габарити верстата (Д*Ш), м.	3,795X1,19	3,36X1,71
Габарити пристрою ЧПК, м.	-	1,19X1,19
Тип пристрою ЧПК.	-	H22-1M
Термін служби верстата до капітального ремонту Тр*ц, років.	9,5	10
Установлена потужність двигуна, квт.	11	10
Площа пристрою ЧПК Ау, м2.	-	1,42
Витрати на одну одиницю ЕПС верстата, грн.:		
механічної частини,	30,1	30,3
Нм. електричної частини Нэ.	7,4	7,7
Норматив річних витрат на поточне обслуговування й ремонт ЧПК, Q, грн.	-	860
Коефіцієнт враховуючу додаткову площу верстата γ .	4,5	4
Коефіцієнт враховуючий клас точності верстата, μ .	1	1,2

					КНУ.КБР.131.25.1-04.04 ТЕО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.1

Ефективний річний фонд часу роботи верстата, год.	4055	3955
Вартість 1 м2, площі механічного цеху Упл.зд.,грн.	595	595
Вартість 1 м2, площі зайнятий АБК, Упл.побут., грн.	625	625
Площа АБК, що доводиться на одного робітника, Ас, м2.	7	7
Витрати на зміст і амортизаційні витрати на 1 м ² цехи, Нпл, грн. (10% від вартості.)		

Річний економічний ефект визначається різницею річних наведених витрат по базовому й новому варіантах. $E_{\Gamma} = Z_1 - Z_2$

Ер- річний економічний ефект від використання нового верстата зі ЧПК. (за 1 рік експлуатації.)

Z_1, Z_2 – наведені витрати, грн.

Наведені витрати:

$$Z_1 = Z_1 + E_{\Gamma} * K_1 \quad (4.1.)$$

$$Z_2 = Z_2 + E_{\Gamma} * K_2 \quad (4.2.)$$

Z_1 – собівартість по базовому варіанті.

Z_2 – собівартість по новому варіанті, грн.

K_1, K_2 – капітальні вкладення споживача при використанні відповідно базового верстата, розраховані на річний випуск деталей, вироблених на новому верстаті, і нового верстата, грн.

$E_{\Gamma} = 0,15$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Капітальні вкладення:

$$K = K_{\text{б}} + K_{\text{зд}} + K_{\text{сл}} + K_{\text{нез}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{пу}} \quad (4.3.)$$

$K_{\text{б}}$ - балансова вартість верстата

$$K_{\text{б}} = U_1 * \alpha * \beta \quad (4.4.)$$

U_1 – оптова ціна верстата.

$\alpha = 1,1$ – коефіцієнт враховуючої витрати на доставку й монтаж верстата.

β – частка зайнятості порівнюваних верстатів обробкою даної деталі.

$$\beta = \frac{T_{\text{ум}} + T_{\text{н}}}{\phi_{\text{об}} * \eta_3} \quad (4.5.)$$

$$T_{\text{ум}} = \frac{t_{\text{ум}} * N_r}{60} \quad (4.6.)$$

$$T_{\text{ум}1} = \frac{35,8 * 5000}{60} = 2983 \text{ час.}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-04.04 ТЕО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ум1} = \frac{18,7 * 5000}{60} = 1558 \text{ час.}$$

$$\Phi_{об1} = 4055 \text{ час.}$$

$$\phi_{об2} = 3955 \text{ час.}$$

$$\eta_{з1} = \eta_{з2} = 0,85$$

$$T_H = \frac{t_H * J}{60} \quad (4.7.)$$

$$T_{H1} = \frac{425 * 12}{60} = 85 \text{ час.}$$

$$T_{H2} = \frac{185 * 12}{60} = 37 \text{ час.}$$

$$\beta_1 = 2,8927$$

$$\beta_2 = 1,29221$$

$$K_{б1} = 7000 * 1,1 * 2,8927 = 22273,79 \text{ грн.}$$

$$K_{б2} = 26800 * 1,1 * 1,29221 = 38094,283 \text{ грн.}$$

J=12 – кількість запусків партії деталей. Кзд – вартість приміщення займаного верстатом, грн.

$$K_{з\partial} = U_{пл.з\partial} * (A + A_y) * \gamma \beta$$

$$K_{з\partial 1} = 595 * (4,52 + 0) * 4,5 * 2,8927 = 350,08 \text{ грн.}$$

$$K_{з\partial 2} = 592 * (5,75 + 1,42) * 4 * 1,29221 = 219,4 \text{ грн.} \quad (4.8.)$$

Ксл – вартість службово-побутових приміщень доводяться на один верстат.

$$K_{сл} = U_{плб} * A_{б} * (P_{см} + P_H + P_{дон} + P_{к})$$

$$U_{плб} = 6,25 \text{ грн.}$$

$$A_{б} = 7 \text{ м}^2 \quad (4.9.)$$

P – чисельність робітників: верстатників.

$$P_{см} = \frac{T_{ум}}{1860 * \alpha} \quad (4.10.)$$

$$P_{см1} = \frac{2983}{1860 * 1} = 1,6 \approx 2 \text{ робочих.}$$

$$P_{см2} = \frac{1558}{1860 * 2} = 0,42 \approx 1 \text{ робочий.}$$

$$P_H = \frac{T_H}{1860} \quad (4.11.)$$

– наладчиков:

$$P_{H1} = \frac{85}{1860} = 1 \text{ робочий.}$$

$$P_{H2} = \frac{37}{1860} = 1 \text{ робочий}$$

$$P_{дон1} = \frac{0,5 * (2983 + 85)}{4055 * 0,85} = 2 \text{ робочих..}$$

– допоміжних:

					КНУ.КБР.131.25.1-04.04 ТЕО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{доп}} = \frac{0,5 * (T_{\text{ум}} + T_H)}{\phi_{\text{об}} * \eta_3} \quad (4.12.)$$

$$P_{\text{доп}2} = \frac{0,5 * (1558 + 37)}{3955 * 0,85} = 1 \text{рабочий.}$$

– контролері в :

$$P_{\kappa} = \frac{T_{\kappa}}{1860} \quad (4.13.)$$

$$P_{\kappa1} = P_{\kappa2} = 1 \text{человек.}$$

$$K_{\text{сн1}} = 6,25 * 7 * (6 + 1 + 2 + 1) = 437,5 \text{грн.}$$

$$K_{\text{сн2}} = 6,25 * 7 * (2 + 1 + 1 + 1) = 218,75 \text{грн.}$$

Кпу – витрати а створення керуючих програм.(ПУ), грн.

$$П_{\text{пу1}} = 29 \text{ грн.}$$

$$П_{\text{пу2}} = 116 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення.

$$K1 = 23090,37 \text{ грн.}$$

$$K2 = 38648,433 \text{ грн.}$$

Визначення собівартості обробки деталей.

$$З = H_3 + H_H + H_{\text{ин}} + H_A + H_{\text{пл}} + H_{\text{сл}} + H_p + H_y + H_k \quad (4.14.)$$

Нз- зарплата верстатників

$$H_3 = \frac{H_c * T_{\text{ум}}}{\alpha} \quad (4.15.)$$

$$H_{31} = \frac{0,8 * 2983}{1} = 2386,4 \text{грн.}$$

$$H_{32} = \frac{0,7 * 1558}{2} = 1090,6 \text{грн.}$$

Нн – зарплата на налагодження верстатів

$$H_3 = \frac{H_c * T_{\text{ум}}}{\alpha} \quad (4.16.)$$

$$H_{31} = \frac{0,8 * 2983}{1} = 2386,4 \text{грн.}$$

$$H_{32} = \frac{0,7 * 1558}{2} = 1090,6 \text{грн.}$$

Нин – зарплата за роботу інструмента поза верстатом.

$$H_{\text{ин}} = H_{\text{ин}} * T_{\text{н}} \cdot I_{\text{н}} \quad (4.17.)$$

$$T_{\text{нин}} = \frac{1,3 * t_{\text{ин}} * T_{\text{ум}2} * K_T}{T * n_r} \quad (4.18.)$$

$$T_{\text{нин1}} = \frac{1,3 * 4 * 1558 * 0,8}{60 * 3} = 8,3$$

$$H_{\text{ин}} = 0,7 * 8,3 = 5,8 \text{грн.}$$

Нк – зарплата контролера.

$$H_{\kappa} = 0,7 * T_{\kappa} \quad (4.19.)$$

$$T_{\kappa1} = 0,083 * T_{\text{ум}1} = 0,083 * 2983 = 247,58$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

КНУ.КБР.131.25.1-04.4 ТЕО

$$T_{\kappa 2} = 0,2 * T_{\kappa 1} = 49,5$$

$$H_{\kappa 1} = 0,7 * 820,49 = 574,34 \text{ грн.}$$

$$H_{\kappa 2} = 0,7 * 164,1 = 114,87 \text{ грн.}$$

Нну- зарплата на підготовку й поновлення програми керування.

$$H_{ny} = \frac{1,1 * K_{ny}}{Z} \quad (4.20.)$$

$$Z = 3$$

$$H_{ny1} = \frac{1,1 * 29}{3} = 10,6 \text{ грн.}$$

$$H_{ny2} = \frac{1,1 * 116}{3} = 42,5 \text{ грн.}$$

НА – річні амортизаційні відрахування на повне відновлення верстата.

$$H_A = K_{\sigma} * A \quad (4.21.)$$

$$H_{A1} = 22273,79 * 0,053 = 1180,51 \text{ грн}$$

$$H_{A2} = 38094,283 * 0,053 = 2019 \text{ грн.}$$

Нпл- вартість амортизації на зміст одного м2 площі механічного цеху.

$$H_{nl} = H_{nl} * (A + A_y) * \alpha \beta \quad (4.22.)$$

$$H_{nl1} = 18 * (4,52 + 0) * 2,8927 * 1,1 = 258,89 \text{ грн.}$$

$$H_{nl2} = 18 * (5,75 + 1,42) * 1,29221 * 1,1 = 183,45 \text{ грн.}$$

Нсл – амортизаційні відрахування на зміст АБК.

$$H_{cl} = H_{nl} * A_{\sigma} * (p_{ct} + p_n + p_{don} + p_k) \quad (4.23.)$$

$$H_{cl1} = 18 * 7 * 10 = 1260 \text{ грн.}$$

$$H_{cl2} = 18 * 7 * 5 = 630 \text{ грн.}$$

Нр - витрати на ремонт і ТЕ встаткування.

$$H_p = (H_m * R_M + H_{\sigma} * R_{\sigma}) \mu * \beta \quad (4.24.)$$

$$H_{p1} = (30,1 * 12 + 7,4 * 9,5) * 1 * 2,8927 = 1248,2 \text{ грн.}$$

$$H_{p2} = (30,3 * 11 + 7,7 * 22) * 1,2 * 1,29221 = 779,52 \text{ грн.}$$

Ну – витрати на ремонт і ТЕ пристрою ЧПК.

$$H_y = Q * \beta \quad (4.25.)$$

$$H_{y2} = 860 * 1,29221 = 1111,3 \text{ грн.}$$

$$З_1 = 12508,88 \text{ грн.}$$

$$З_2 = 6391,1 \text{ грн.}$$

Наведені витрати.

$$З_1 = 12508,88 + 0,15 * 23090,37 = 15972,24 \text{ грн.}$$

$$З_2 = 6391,1 + 0,15 * 38648,433 = 12188,36 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект.

$$\text{Эг} = 15972,24 - 12188,36 = 3783,88 \text{ грн.}$$

Строк окупності (років) додаткових капітальних вкладень.

					КНУ.КБР.131.25.1-04.04 ТЕО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$T_{ок} = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} \quad (4.26.)$$

$$T_{ок} = \frac{38648,433 - 23090,37}{12508,88 - 6391,1} = 2,5 \text{ роки}$$

Оскільки річний економічний ефект від впровадження верстатів зі ЧПК вийшов позитивний, можна зробити висновок, що доцільно на виробництві застосовувати верстати зі ЧПК (у цьому випадку на токарних операціях замість верстата токарно-карусельного 1512 застосувати верстат вертикальний токарний Sedin 1512 VTL).

					КНУ.КБР.131.25.1-04.04 ТЕО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

5.1 Робота з проміжними файлами, вибір системи ЧПК, постпроцесора

Розробимо керуючу програму свердлення 6 отворів на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК системою Fanuc.

Програмування процесу обробки виконується в САМ-системі FeatureCAM. Опції постпроцесора наведені на рисунку 5.1. Положення зміни інструмента задаємо виходячи з габаритів заготовки та робочого простору верстата з забезпеченням безпечності виходу інструменту в референтну позицію.

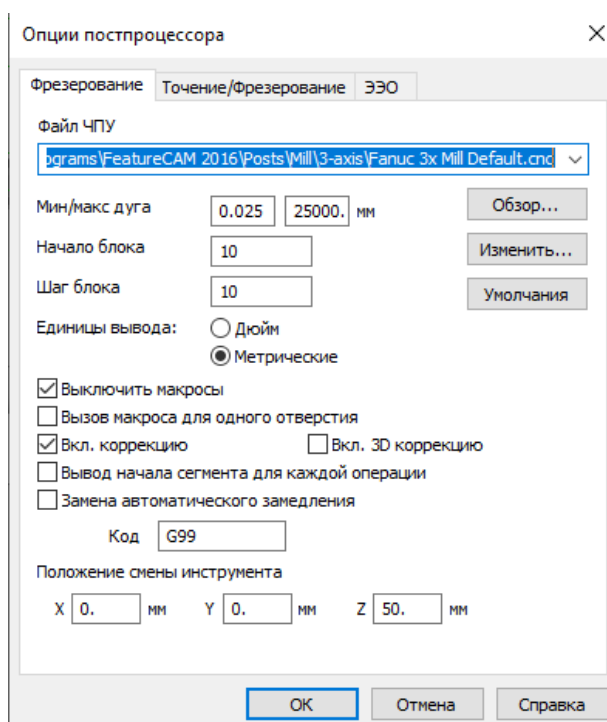


Рисунок 5.1 – Опції постпроцесора

5.2 Моделювання обробки та перевірка керуючих програм

Імпортуємо заготовку в проєкт та встановлюємо нуль деталі по центру циліндричної поверхні. Результат імпорту наведено на рисунку 5.2.

					КНУ.КБР.131.25.1-04.05 МПОМО		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.	Квашин				МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	Лім.	Арк.
Перевір.	Цивінда						
Т. Контр.						Кафедра ТМ гр.ПМ-22ск	
Н. Контр.	Нечаєв						
Затверд.	Рязанцев						

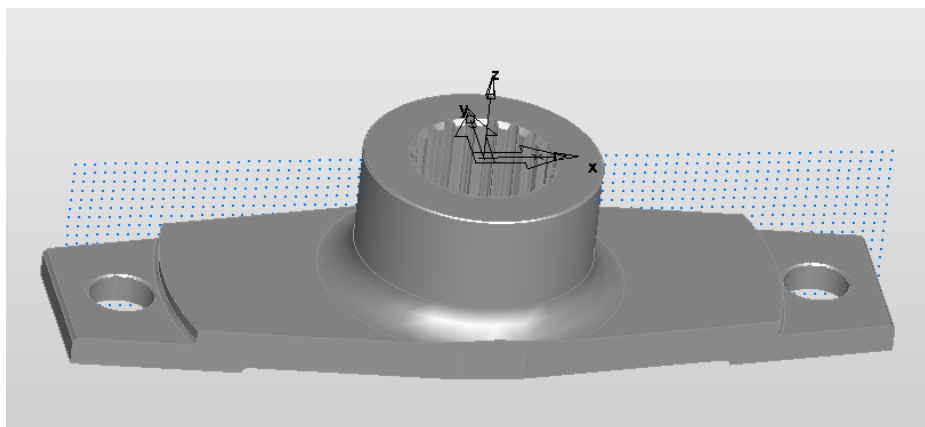


Рисунок 5.2 – Імпорт заготовки

Імпортуємо в проєкт модель деталі після обробки для пришивидшення розробки керуючої програми за рахунок автоматизації створення елементів (отворів). Результат наведено на рисунку 5.3.

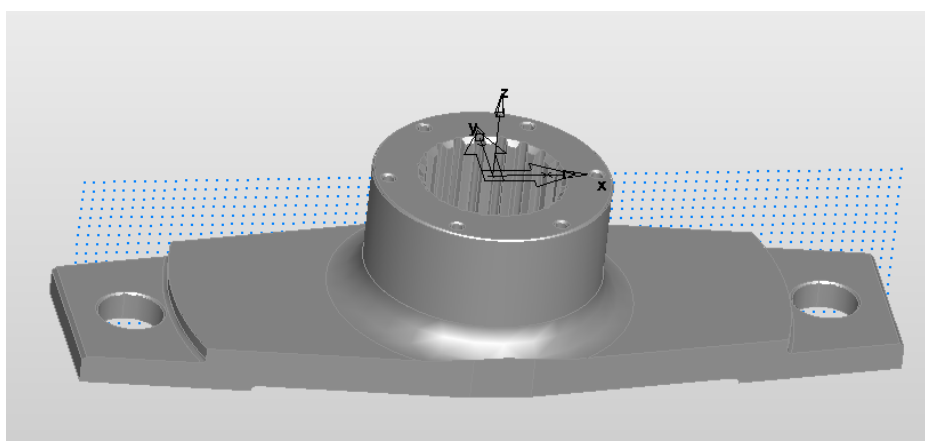


Рисунок 5.3 – Імпорт готової деталі

Координати оброблюваних отворів наведені на рисунку 5.4.

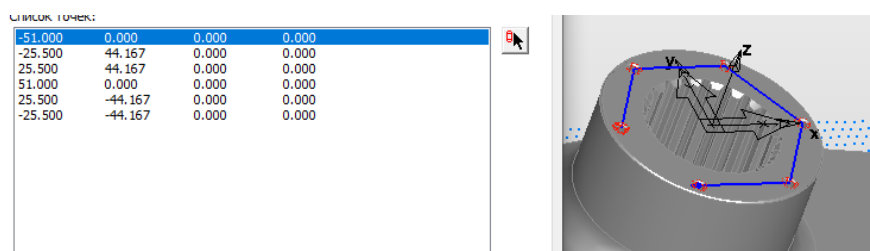


Рисунок 5.4 – Координати оброблюваних отворів

Траєкторії переміщень інструментів наведено на рисунку 5.5. Перелік створених операції – рис. 5.6.

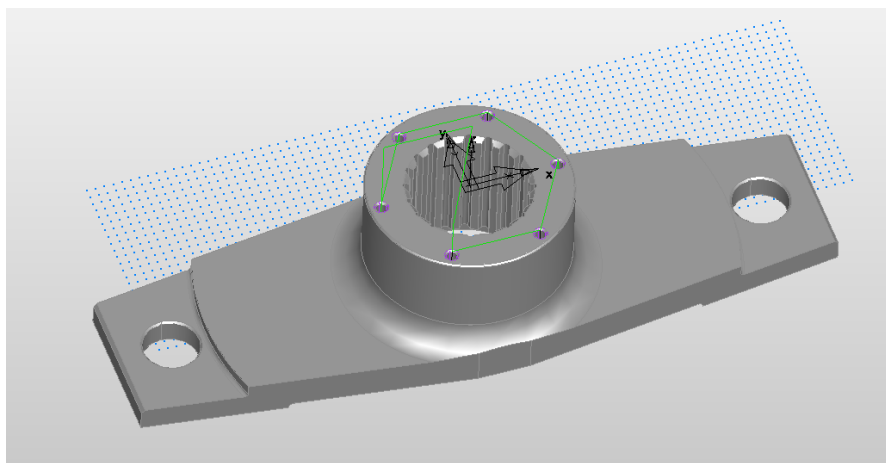


Рисунок 5.5 – Траєкторії переміщень інструментів

С	Операция	Элемент	Инструмент	Подача	Скорость	Глубина
➡	центровка	массив1.отвер...	центр_M1250-...	138.4 мм/мин	998 об/мин	6.866 мм
➡	центровка	массив1.отвер...	центр_M1250-...	138.4 мм/мин	998 об/мин	6.866 мм
➡	центровка	массив1.отвер...	центр_M1250-...	138.4 мм/мин	998 об/мин	6.866 мм
➡	центровка	массив1.отвер...	центр_M1250-...	138.4 мм/мин	998 об/мин	6.866 мм
➡	центровка	массив1.отвер...	центр_M1250-...	138.4 мм/мин	998 об/мин	6.866 мм
⬆	сверло	массив1.отвер...	TD_M0600-J	138.4 мм/мин	1191 об/мин	26.277 мм
➡	сверло	массив1.отвер...	TD_M0600-J	138.4 мм/мин	1191 об/мин	26.277 мм
➡	сверло	массив1.отвер...	TD_M0600-J	138.4 мм/мин	1191 об/мин	26.277 мм
➡	сверло	массив1.отвер...	TD_M0600-J	138.4 мм/мин	1191 об/мин	26.277 мм
➡	сверло	массив1.отвер...	TD_M0600-J	138.4 мм/мин	1191 об/мин	26.277 мм
⬆	сверло	массив1.отвер...	TD_M0600-J	138.4 мм/мин	1191 об/мин	26.277 мм

Рисунок 5.6 – Створені операції механічної обробки

Результат моделювання обробки представлено на рисунку 5.7, симуляція обробки на верстаті – на рис. 5.8.

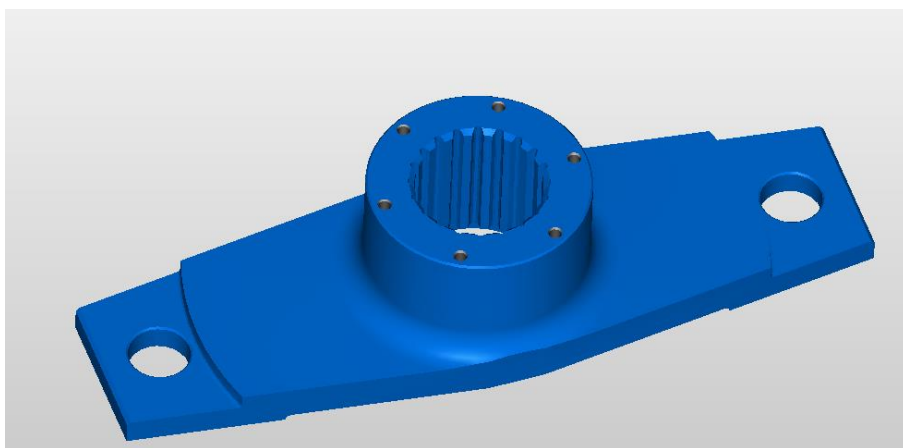


Рисунок 5.7 – Результат обробки

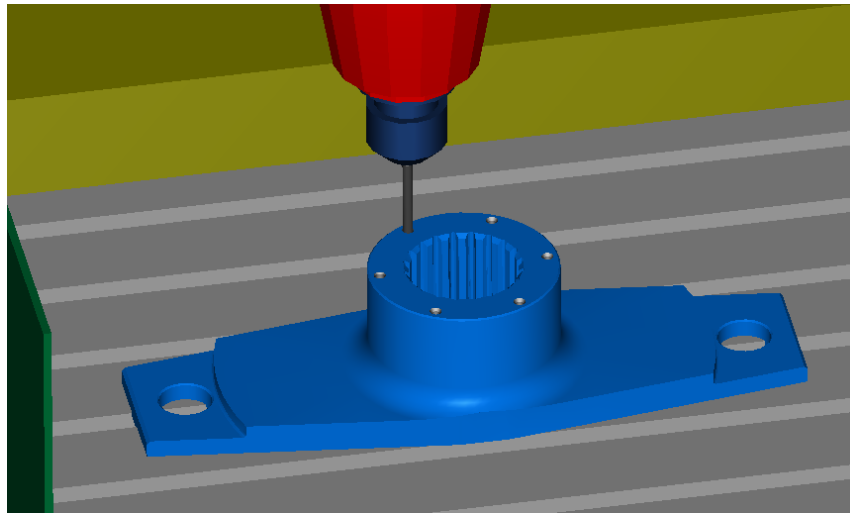


Рисунок 5.8 – Симуляція обробки на верстаті

Після моделювання обробки генеруємо керуючу програму (рис. 5.9_). Для скорочення кількості кадрів користуємось свердлильними циклами. Загальна кількість кадрів – 33. Машинний час обробки – 2 хв 27 с.

```
%
O0001(Planec)
N10 G00 G21 G17 G40 G49 G80 G94
N20 G91 G28 Z0

N30 ( SPOT & CHAMFER )
N40 T1 M6
N50 G00 G54 G90 X-51.0 Y0. S998 M0:
N60 G43 H1 Z25.0 M08
N70 G81 G99 Z-6.866 R3.0 F138.
N80 X-25.5 Y44.167
N90 X25.5
N100 X51.0 Y0.
N110 X25.5 Y-44.167
N120 G98 X-25.5
N130 G80
N140 M5
N150 G91 G28 Z0 M09
N160 G49 G90 X0. Y0.
N170 M01

N180 ( DRILL )
N190 T2 M06
N200 G94
N210 G00 G54 X-51.0 Y0. S1190 M03
N220 G43 H2 Z25.0 M08
N230 G81 G99 Z-26.277 R3.0 F138.
N240 X-25.5 Y44.167
N250 X25.5
N260 X51.0 Y0.
N270 X25.5 Y-44.167
N280 G98 X-25.5
N290 G80
N300 M5
N310 G0 G91 G28 Z0 M09
N320 G49 G90 X0. Y0.
N330 M30
%
```

Рисунок 5.9 – Згенерована керуюча програма

					КНУ.КБР.131.25.1-04.05 МПОМО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

6.1 Проектування верстатного пристосування

У нашому випадку необхідно спроектувати пристосування для виконання операції 030 багатоопераційної для переходу свердління. Схема базування, що застосовується на цій операції, відповідає обраній теоретичній моделі: деталь встановлюється на плоску поверхню 15 з центруванням по внутрішньому отвору 8. Для установки використовується опорна база 8, а для центрування — спеціальна оправка 7.

Фіксація заготовки зверху здійснюється за допомогою гайки. Щоб зменшити час на встановлення та зняття деталі, застосовується швидкозмінна шайба. Через недостатню жорсткість деталі потрібно додатково встановити регульовані опори під виступаючі частини фланця. Для забезпечення жорсткої фіксації деталі в просторі та запобігання її обертання навколо осі вводиться шоста опорна точка — універсальна регульована опора 13, яка контактує з бічною поверхнею деталі.

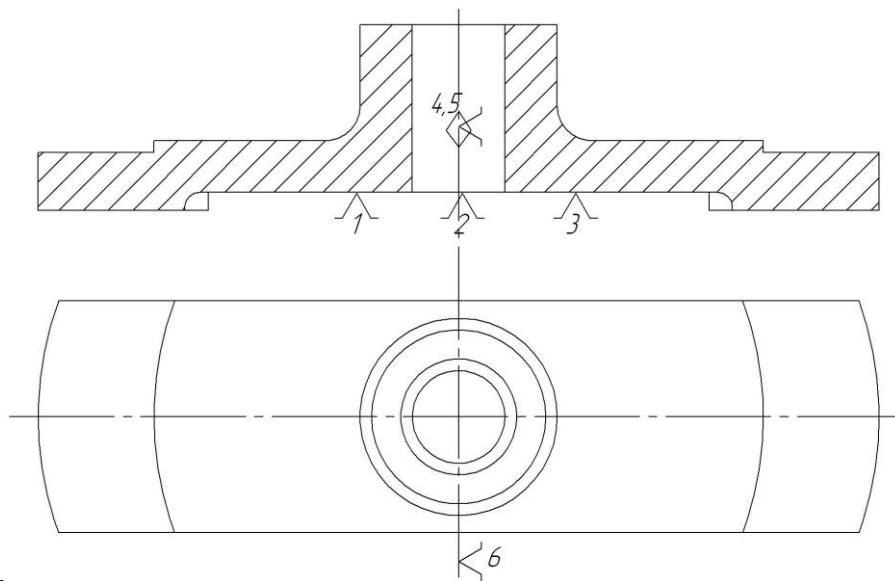


Рисунок 6.1 - Схема базування

Схема закріплення заготовки показана на рис. 6.2.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.06.ПТО					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						
Розроб.	Квашин				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цивінда									
Т.Контр.								каф.ТМ ПМ-22ск		
Н. Контр.	Нечаєв									
Затверд.	Дубровський									

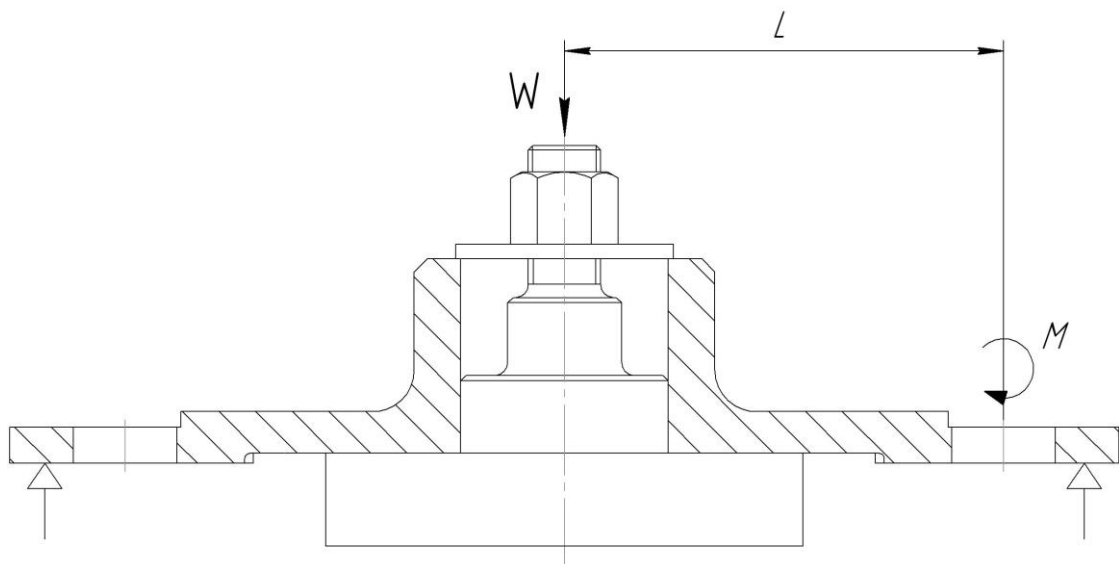


Рисунок 6.2 - Схема закріплення заготовки

Зусилля затискання W :

$$W = \frac{KM}{fL}, \quad (6.1)$$

де: $f = 0,15$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (6.2)$$

де: $K_0 = 1,5$

$K_1 = 1$

$K_2 = 1,3$

$K_3 = 1,5$

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,5 = 2,925$$

$$W = \frac{2,925 \cdot 118,2}{0,15 \cdot 0,17} = 13558; \text{ Н}, \quad (6.3)$$

$$d = C \cdot \sqrt{\frac{W}{[\delta_\rho]}}, \quad (6.4)$$

$C = 1,4$

$[\delta_\rho] = 70 \div 80 \text{ МПа}$

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{13558}{70}} = 19,5 \text{ мм}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-04.06. ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням конструкції оправлення й деталі приймаємо різьблення М24.

Розраховуємо припустиме відхилення від паралельності поверхні Б, на яку встановлюється деталь щодо поверхні А, (рис. 6.3.)

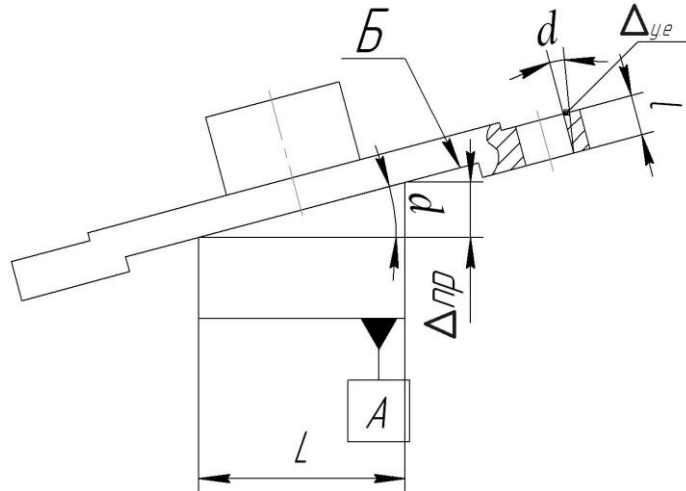


Рисунок 6.3 - Схема припустимого відхилення від паралельності поверхні Б

Припустима точність установки

$$[\Delta_{\Sigma}] = 0,3 \cdot T, \quad (6.5)$$

$$[\Delta_{\Sigma}] = 0,3 \cdot 0,062 = 0,0186$$

$$[\Delta_{y.e.}] = [\Delta_{\Sigma}] - \Delta_{\Sigma}, \quad (6.6)$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\theta}^2 + \Delta_{\partial e \phi}^2 + \Delta_{c.l}^2 + \Delta_{un}^2}$$

де $\Delta_a = 0,01$ мм.

$$\Delta_{\partial e \phi} = [(K_{Rz} \cdot R_z \cdot K_{HB}) + C_1] \cdot \left(\frac{Q}{9,8}\right)^n \cdot \frac{1}{F^m}, \text{ мм} \quad (6.7)$$

					КНУ.КБР.131.25.1-04.06. ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_{\partial \varphi} = [(0,016 \cdot 12,5 - 0,0045 \cdot 341) + 0,776 + 0,053 + 62] \cdot 7,2^{0,6} \frac{1}{4,4 \cdot 10^4} = 0,0018$$

$$\Delta_{\Sigma} = 0,04 \cdot [\Delta_{\Sigma}], \quad (6.8)$$

$$\Delta_{\Sigma} = 0,04 \cdot 0,0186 = 7,44 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta_{\text{иН}} = 0,0025$$

$$[\Delta_{\text{у.з}}] = 0,0186 - \sqrt{0,01^2 + 0,0018^2 + (7,44 \cdot 10^{-4})^2 + 0,0025^2} = 0,0081$$

$$\frac{\Delta_{\text{нр}}}{L} = \frac{[\Delta_{\text{у.з}}]}{l}, \quad (6.9)$$

$$\Delta_{\text{нр}} = \frac{L \cdot [\Delta_{\text{у.з}}]}{l}, \quad (6.10)$$

$$\Delta_{\text{нр}} = \frac{210 \cdot 0,0081}{14} = 0,122$$

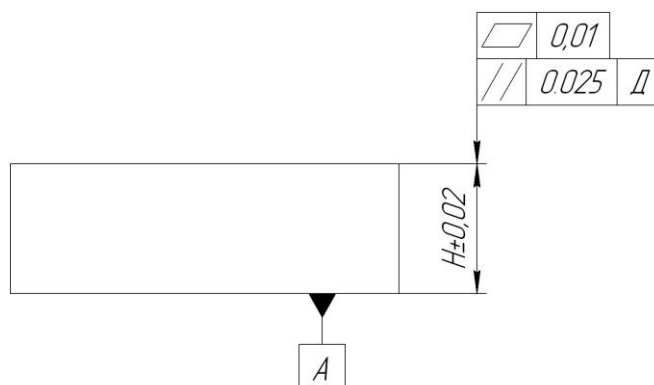


Рисунок 6.4 - Норми точності плити УСП

З обліком того, що плита УСП має наступні норми точності рис.6.4: у складанні відхилення від паралельності поверхні Б, на яку встановлюється деталь, не повинне перевищувати 0,1мм, а відхилення від площинності 0,05мм.

6.2 Проектування контрольного пристосування

Нам необхідно розробити пристосування для контролю торцевого биття поверхонь 7 і 3 щодо профілю евольвентних шліців, нарізаних в отворі, тобто деталь повинна встановлюватися на позначену на кресленні базу А.

					КНУ.КБР.131.25.1-04.06. ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому деталь будемо встановлювати на палець $\varnothing 8$, що ввійде в западину зуба. Але в цілому конструкція контрольного пристосування буде реалізовувати наступну прийняту схему контролю торцевого биття у фланцевих деталей рис 6.5.

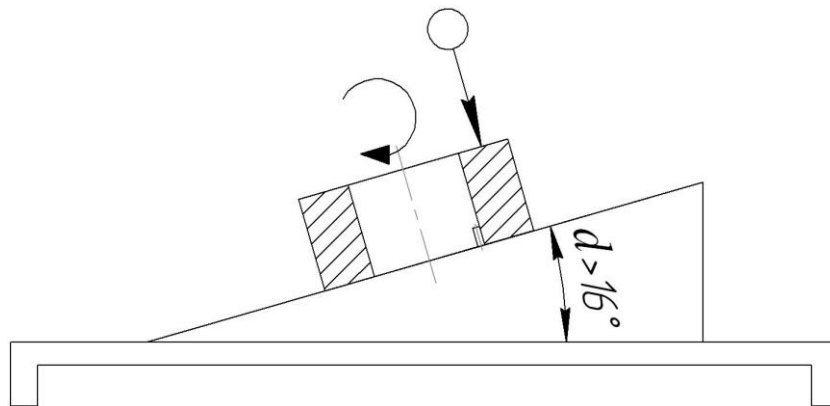


Рисунок 6.5 - Установка деталі на палець.

Виходячи із цього основними вузлами контрольного пристосування будуть: похила плита з кутом нахилу більше 16° , настановний палець і стійка для індикатора.

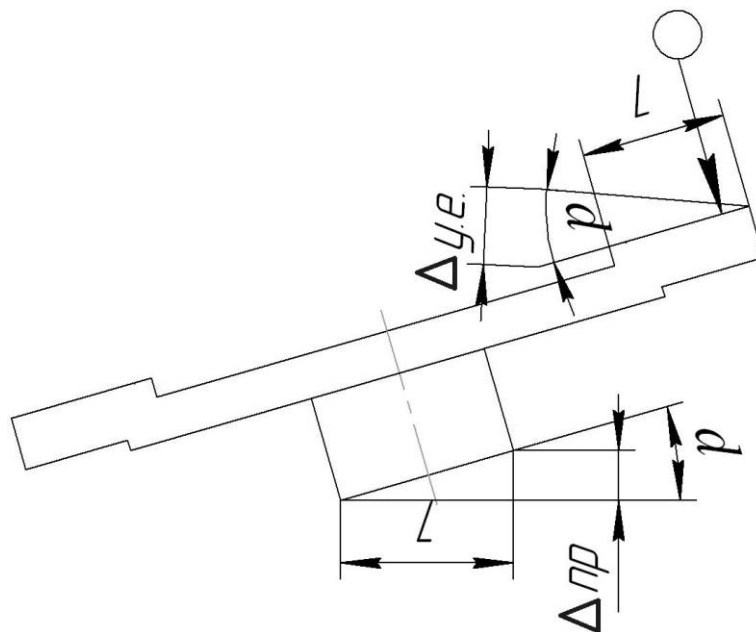


Рисунок 6.6 - Схема розрахунку контрольного пристосування

Припустима погрішність виміру контрольного пристосування

$$[\Delta_{\Sigma}] = 0,3 \cdot 0,08 = 0,024$$

					КНУ.КБР.131.25.1-04.06. ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Припустима похибка вимірюваної величини помилки виготовлення установчих елементів.

$$[\Delta_{y.з.}] = [\Delta_{\Sigma}] - \Delta_{\Sigma}, \quad (6.11)$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\delta}^2 + \Delta_{\delta\varphi}^2 + \Delta_{cл}^2 + \Delta_{ин}^2}, \quad (6.12)$$

Якщо настановні елементи й наконечники вимірювальних засобів у процесі виміру залишаються нерухливими, а обертається деталь, то похибка базування $\Delta_{\delta} = 0$

$$\Delta_{\delta\varphi} = [(K_{Rz} \cdot R_z + K_{HB} \cdot HB) + C_1] \cdot \left(\frac{Q}{9,8}\right)^n \cdot \frac{1}{F^m}, \text{ мм} \quad (6.13)$$

При $\alpha=20^\circ$

$$\Delta_{\delta\varphi} = [(0,016 \cdot 12,5 - 0,0045 \cdot 341) + 0,776 + 0,053 \cdot 62] \cdot (7,2 \cos 20^\circ) \cdot \frac{1}{62^{0,6}} = 0,722$$

$$\begin{aligned} \Delta_{cл} &= 0,04[\Delta_{\Sigma}] \\ \Delta_{cл} &= 0,04 \cdot 0,024 = 9,6 \cdot 10^{-4} \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\Delta_{ин} = 2,5 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{0^2 + 0,0007^2 + (9,6 \cdot 10^{-4})^2 + 0,0025^2} = 2,77 \cdot 10^{-3}$$

$$[\Delta_{y.з.}] = 0,024 - 0,00277 = 0,021 \text{ мм}$$

$$\frac{\Delta_{np}}{L} = \frac{[\Delta_{y.з.}]}{l}, \quad (6.14)$$

$$\Delta_{np} = \frac{L \cdot [\Delta_{y.з.}]}{l}, \quad (6.15)$$

$$\Delta_{np} = \frac{116 \cdot 0,021}{75} = 0,033 \text{ мм}$$

З врахуванням на 100мм довжини відхилення від площинності настановної поверхні плити

$$\frac{100 \cdot 0,021}{75} = 0,028 \text{ мм}$$

приймаємо $\frac{0,025}{100}$ мм.

					КНУ.КБР.131.25.1-04.06. ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Мета роботи: конструкторсько-технологічна підготовка виробництва фланцю в умовах серійного типу виробництва була досягнута за рахунок ретельної розробки технологічних процесів та техніко-економічних обґрунтувань технічних рішень, які дозволили скоротити технологічну підготовку виробництва деталей вдвічі в порівнянні з заводською.

На деталь – фланець розроблено прогресивний технологічний процес механічної обробки. Аналітичним методом визначені припуски на обробку, міжопераційні лінійні розміри, режими різання та норми часу. При розробці технологічної документації були використані державні стандарти

Спроектовано верстатний пристрій типу УСП для свердлення отвору, розраховане зусилля затиску та точність обробки для цього пристрою.

Розрахована собівартість виготовлення фланцю, яка складає 294,61 грн/шт. хоч і вище норми за рахунок впровадження сучасного дорогого обладнання, але говорить про доцільність впровадження даної роботи.

Згідно розробленого ТП можна обробляти й інші типові деталі.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.В		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ВИСНОВОК		
Розроб.		Квашин					
Перевір.		Цивінда					
Т.Контр.							
Н. Контр.		Нечаєв					
Затверд.		Дубровський					
					Літ.	Арк.	Аркуші
					каф.ТМ ПМ-22ск		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
- 2.Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,- 860 с.
3. ДСТУ 7505-89 Поковки сталеві штамповані
- 4.ДСТУ 2500-94 Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення та загальні норми.
- 5.ДСТУ 2413-94 Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні.
- 6.ДСТУ 2498-94 Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення
7. Методичні вказівки з курсу “Технологія машинобудування“ до практичної роботи “Аналіз технологічності конструкції виробу та деталі при проектуванні технологічних процесів”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання /Цивінда Н.І. - Кривий Ріг: КНУ, 2024.
- 8.Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Навч. посібник - К.: Вища шк. 1993р. - 414с.
9. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок - Львів, Світ ,1996.
- 10.ДСТУ 3.1107-81. Базування та бази в машинобудуванні.
11. Технологія машинобудування Горбатюк Е.О. Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-360 с.
12. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
- 13.Кузнецов Ю.М. Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Частина 2.-К.-Тернопіль.ТОВ «ЗМОК» -ПП «Гнозіс», 2001.-298 с.
- 14.Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.
- 15.Методичні вказівки з курсу ”Системи ЧПК та програмування обробки деталей” до практичної роботи ”Розробка верстатно-інструментального налагодження на верстати з ЧПК”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання / Цивінда Н.І., - Кривий Ріг: КНУ, 2019.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.СВД							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат								
Розроб.		Квашин			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ				Літ.	Арк.	Аркуші	
Перевір.		Цивінда										
Н. Контр.		Нечаєв							Каф.ТМ, грПМ-21			
Затв.		Рязанцев										

16. А.І.Грабченко, М.В.Верезуб, Ю.М.Внуков, П.П.Мельничук, Г.М.Виговський Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні /Під ред. Грабченко А.І.- Житомир: ЖДТУ, 2004.-451с.

17.Шкурूपій В. Г. Системи технологій : навчальний посібник. Ч. 1 / В. Г. Шкурूपій, Ф. В. Новіков, Ю. В. Шкурूपій. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2008. – 288 с.

18. Шкурूपій В. Г. Системи технологій : навчальний посібник. Ч. 2 / В. Г. Шкурूपій, Ф. В. Новіков, Ю. В. Шкурूपій. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2008. – 480 с.

19.Кіянoвський М.В., Цивінда Н.І. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки поверхонь деталей у машинобудуванні: [навчальний посібник]. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2011.- 412с.

20.ДСТУ ГОСТ 3.1127:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання текстових технологічних документів. (ГОСТ 3.1127-93, IDT).

21.ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів. (ГОСТ 3.1128-93, IDT).

22.ДСТУ 2974-95. Технологічне підготoвлення виробництва. Основні терміни та визначення.

23.ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення.

24.ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення).

25.ДСТУ ГОСТ 3.1105:2014 Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення

26.ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь (ГОСТ 2.308-2011, IDT).

27.Єдина система конструкторської документації НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ І ГРАНИЧНИХ ВІДХИЛІВ (ГОСТ 2.307-2011, IDT) ДСТУ ГОСТ 2.307:2013

28.Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи для студентів спеціальності 131“Прикладна механіка ”Освітньо-професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання, Кривий Ріг: КНУ, 2025.

					КНУ.КБР.131.25.1-09.СВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ДОДАТОК

Дубл.										
Взам.										
Подл.										
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
									Листов	Лист
Разраб.				КНУ						
Проверил										
Согласов.										
Т. контр.										
Н. Контр.										

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедрою технології машинобудування
_____(Рязанцев А.О.)
«__»_____ 2025 г.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

Виготовлення деталі фланець
Виріб електросамосвал

Узгоджено:

Керівник Цивінда Н.І. (_____)

Разробник Квашин Т.К. (_____)

Н.контроль Нечаєв В.П.(_____)

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ
АРКУШІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Фланець» та обґрунтування параметрів надійності процесу
за допомогою САПР технологій

Проектував ст.гр. ПМ-21

Квашин Т.К.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Нормоконтроль

/ к.т.н., доц. Нечаєв В.П. /

Завідувач кафедри

/ к.т.н., доц. Рязанцев А.О. /

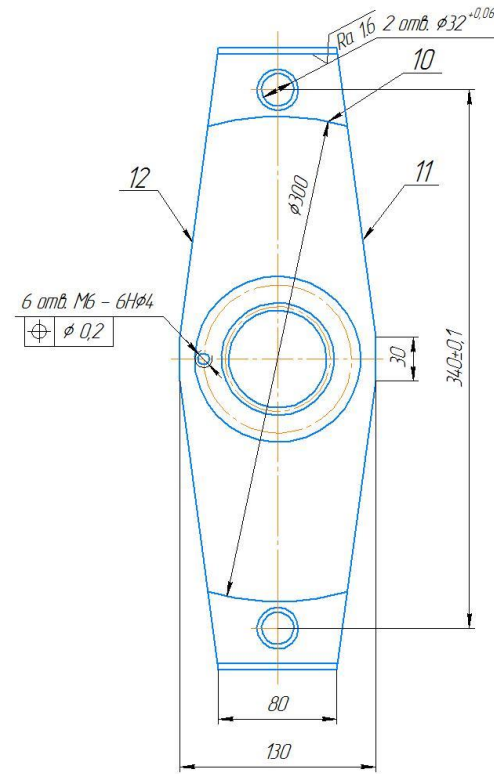
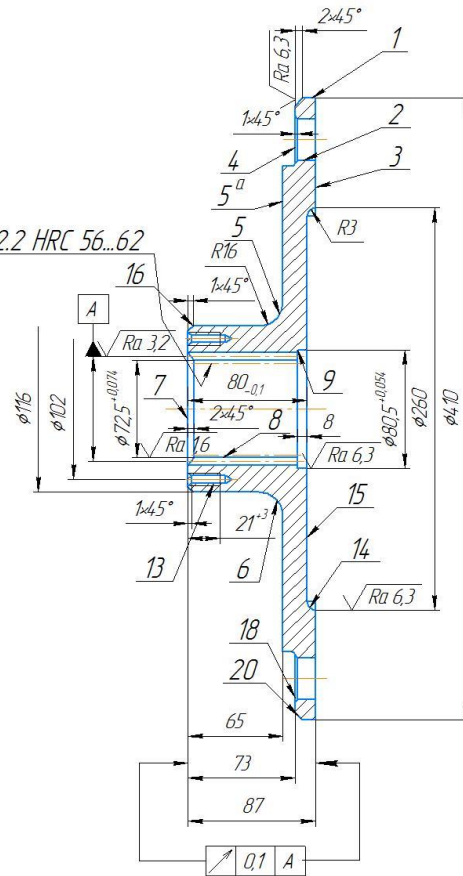
Кривий Ріг
2025 р

Перв. примен.			Справ. №			Подп. и дата			Взам. инв. №			Инв. № дубл.			Подп. и дата			Инв. № подл.					
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
A4																							
A2																							
A2																							
A3				Засвідчуючі аркуші																			
A1			КНУ.КБР.131.25.1-09.Ф	Фланець	1																		
A3			КНУ.КБР.131.25.1-09.ФП	Фланець (поковка штампована)	1																		
A2			КНУ.КБР.131.25.1-09.Е	Ескізи операцій	1																		
			КНУ.КБР.131.25.1-09.ВІН	Верстатно інструментальне налагодження	1																		
A1			КНУ.КБР.131.25.1-09.ВП	Верстатне пристосування	1																		
A1			КНУ.КБР.131.25.1-09.КП	Контрольне пристосування	1																		
КНУ.КБР.131.25.1-09.В3А Відомість засвідчуючих аркушів Копіював																					Лит.	Лист	Листов
																					каф.ТМ		
																					гр.ПМ-21		
																					Формат А4		

КНУ.КБР.131.25.1-09.Ф

✓ Ra 12,5

Цементувати h 1.6...2.2 HRC 56...62



Модуль	m	3.75
Кількість зубів	z	19
Нормальний вихідний контур		ДСТУ 13755 - 81
Коефіцієнт зміщення	x	0.967
Ступінь точності по ДСТУ 13765 - 81	—	8 - A
Довжина загальної нормалі	W	31.155 ^{+0.103} _{-0.034}
Діаметр ролика	D	7.5
Розмір по роликам	M	64.911 ^{+0.172} _{-0.060}
Ділительний діаметр	d	71.25
Діаметр впадин	d _f	80 _{-0.2}

1. Незазначені граничні відхилення розмірів отворів по H14; валів по h14; інших $\pm \frac{IT14}{2}$

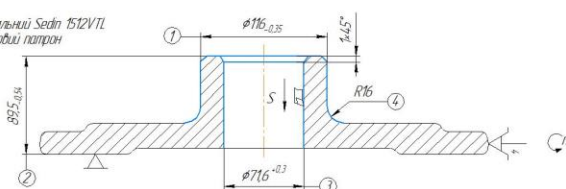
КНУ.КБР.131.25.1-09.Ф			
Ізв. / Лист	№ докум.	Лист	Діаг.
Розроб.	Королів		
Проб.	Цибуленко		
І.контр.			
Н.контр.	Нечасов		
З.тв.	Рябенків		
Фланець		Лист	Масштаб
		12	
Сталь 18ХГТ ДСТУ 7806:2015		Лист	Масштаб
		1	
Карт. ТМ		Лист	Масштаб
ПМ-21		1	
Копіювати		Формат А2	

Операция: 005 Токарна
Верстат: Токарний вертикальний Sedin 1512VTL
Пристосування: 4-х кулачковий патрон

Операция: 005 Токарна
Верстат: Токарний вертикальний Sedin 1512VTL
Пристосування: 4-х кулачковий патрон

Верстат: Токарний вертикальний Sedin 1512VTL

Пристосування: 4-х кулачковий патрон

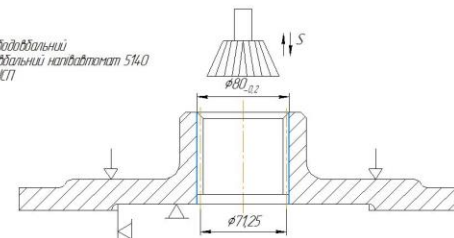
 $\sqrt{Ra\ 12,5}$

Токорно-корусельний БІД	1	25	14,8	375	0,63	5,3	0,08
	1	25	14,8	375	0,8	7,77	0,34
	1	25	14,8	375	0,4	4,7	0,4
	1	46	69,3	375	0,63	8,9	0,44
Найменування і модель верстата	<i>i</i>	<i>f</i>	<i>V</i>	<i>n</i>	<i>S</i>	<i>n</i>	<i>T₀</i>
	mm	mm	m/min	1/min	mm	1/min	с

Операция: 030 Зубодобавительный
Верстат: Зубодобавительный напильник 5140
Приспособления: УП

Верстат: Зидерфельдський напівавтома 5140

Пристосування: УСП



Зубодобовальный	1	2,36	0,29	0,4	14,4	65	0,8	119
	1	14	0,36	0,25	30,7	145	-	4,3
Верстат	i	t	S	S	V	K	N	T:
	mm	mm/мин	mm/мм	mm/мм	mm/хв	хв/хв	мм/т	т/с

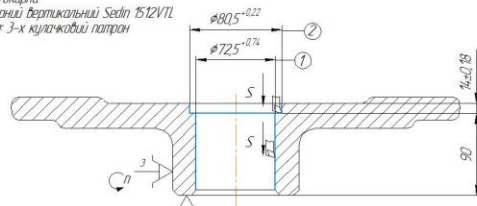
Модуль	m	3,75
Кількість зубів	z	19
Нормальний вихідний кут		ДСТУ 13755 – 8
Коефіцієнт зчеплення	x	0,967
Ступінь точності по ДСТУ 13765 – 81	—	8 – А
Довжина зовнішньої норми	W	$3165_{-0,024}^{+0,021}$
Діаметр ролика	D	7,5
Розмір по роликам	M	$64,911_{-0,066}^{+0,071}$
Вільний діаметр	d	71,25
Діаметр впадин	d_f	$80,9_{-0,066}^{+0,071}$

 $\sqrt{Ra\,25}$

Операція: 005 Токарна
Верстат: Токарний вертикальний Sedin 1512VTL
Пристосування: 3-х кулачковий патрон

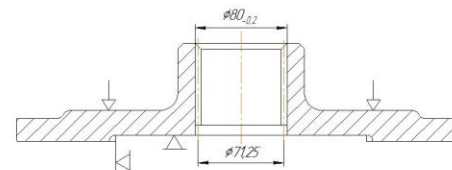
Верстат Токарний Вертикальний Sedin 1512VTL

Пристосування: 3-х кулачковий патрон

 $\sqrt{Ra\ 6,3}$

Токарно-карусельный 1512	2	0,7 0,2	90,85 911	400 400	0,38 0,2	5,8 1,3	0,57 11
	1	4	79,2	375	0,4	4,8	0,1
Верстат	i	f	V	n-1	S	N	T _в
	mm	mm	m/min	min ⁻¹	mm ³ /min	mm	min

Операція 045 Калібрівочна



Прес однокривошипний КД14.24
Грашівка $m = 3,75$; $z = 19$
 $V = 5 \text{ м/хв}$

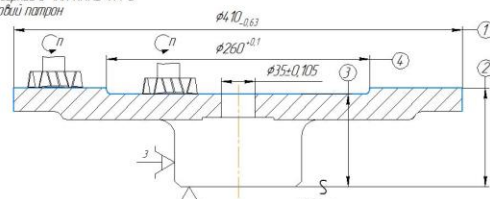
Прошивка $m = 3.75$; $z = 19$

$$V = 5 \text{ m/s}$$
 $\sqrt{Ra\ 16}$

Операція: О20 Фрезерна з ЧПК
Верстат: Вертикально-фрезерний з ЧПК HAAS VM-6
Пристосування: 3-х кулачковий патрон

Верстат: Вертикально-фрезерний з ЧПК HAAS VM-6

Пристосування: 3-х кулячковий патрон



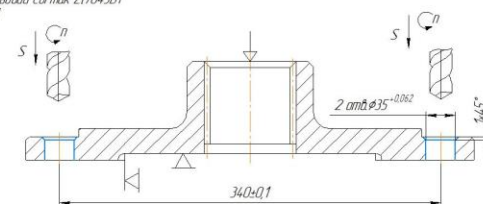
$$\sqrt{Ra\ 12,5}$$

фрезерный широкофрезерный 6Е80УКФ2	1	25	25,13	160	0,098	258	11,16
	1	25	314	125	0,13	207	2,3
	1	25,2	314	125	0,19	207	2,72
	2	1 0,5	20,1 19,6	80 250	0,15 0,06	0,28 0,25	2,6 3,21
Верстак	1	11	V	n	S	T	τ _{ср}
	11	11	11/хб	11	11/30	11	11

Операція: 035 Багатоцільова
Верстат: Багатоцільовий Cortak Z17045B1
Пристосування: УСТ

Версия: Базовий набір. Семак Z17045B1

Приспосовування: УСП



Сверлитню поверхню	10	0,15	578	578
Найменшання переходи	t	S	n	V
	мм	мм/об	об/хв	м/хв

Имя	№ докум	Подп	Д		
Резерв	Классик				
Град	Центр				
Темп					
Нюанс	Начало				
Чел	Результат				

KHCHKBP 13125 1-09F0

Ескізи операції
на фланець

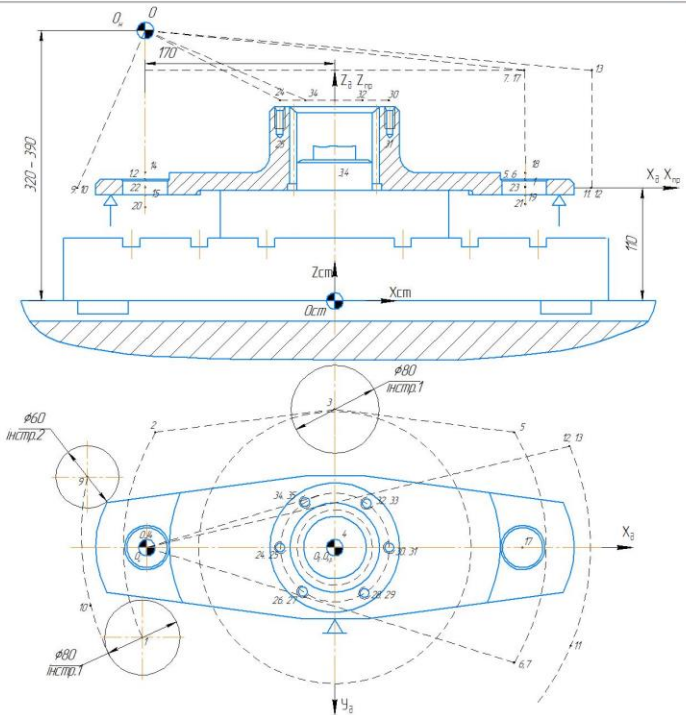
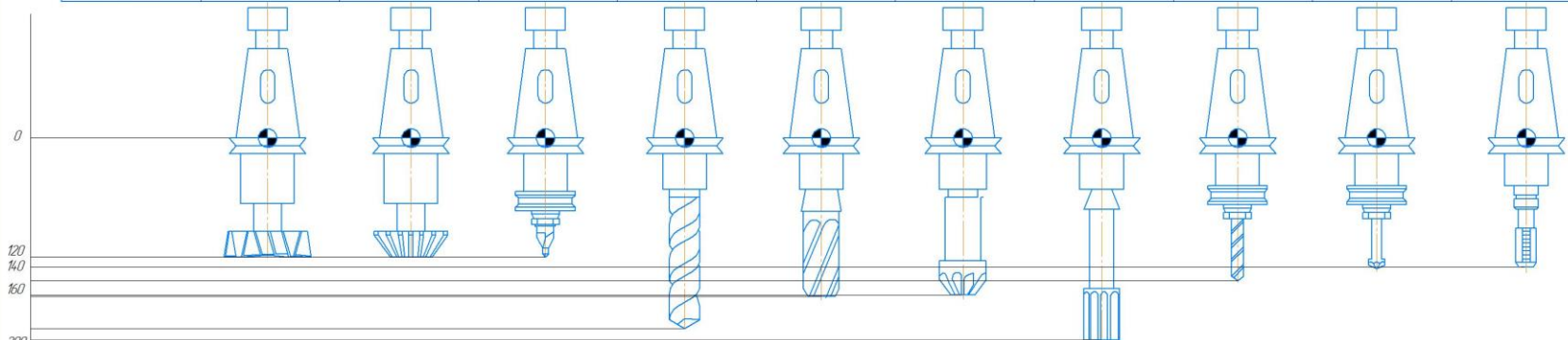
Авт	Масса	Мощность
Авт	Автост	1
Каф. ТМ		
ПМ-21		
Формат А1		

Konsep dan

Формат A1

KHYKBP.131.25.1-09.BIH

Річний інструмент	Фреза 2241 - 0157 ДІТЦ 1669 - 78	Фреза 2282 - 0169 ДІТЦ 1695 - 67	Свердло 2007 - 0125 ДІТЦ 12275 - 77	Свердло 2301 - 1744 ДІТЦ 22736 - 80	Зенкер 2320 - 0055 ДІТЦ 12321 - 71	Зенковка 2353 - 0137 ДІТЦ 14953 - 80	Розсвертка 2363 - 3498 ДІТЦ 1672 - 80	Свердло 2300 - 6173 ДІТЦ 10902 - 72	Зенковка 2353 - 0109 ДІТЦ 14953 - 80	Мішник 2620 - 1155 ДІТЦ 3266 - 71
Додатковий інструмент	Основа 55-27-2018 ДІТЦ 2 174-6-84, підлога 27-246 ДІТЦ 176-1-84	Основа 50 - 27 - 2018 Осн2 174 - 6 - 84	Втулка 40 - 2 ДІТЦ 1720-7-84, цylка 615-0817 ДІТЦ 1720-71	Втулка 40 - 2 ОЦТ 2 172 - 7 - 84	Втулка 40 - 2 ОЦТ 2 172 - 7 - 84	Втулка 40 - 2 ОЦТ 2 172 - 7 - 84	Втулка 40 - 2 ОЦТ 2 172 - 7 - 84	Втулка 40 - 2 ОЦТ 2 172 - 7 - 84, цylка 615-0817 ДІТЦ 1720-71	Втулка 40 - 2 ОЦТ 2 172 - 7 - 84, цylка 615-0817 ДІТЦ 1720-71	Втулка 40 - 2 ОЦТ 2 172 - 7 - 84, цylка 615-0817 ДІТЦ 1720-71



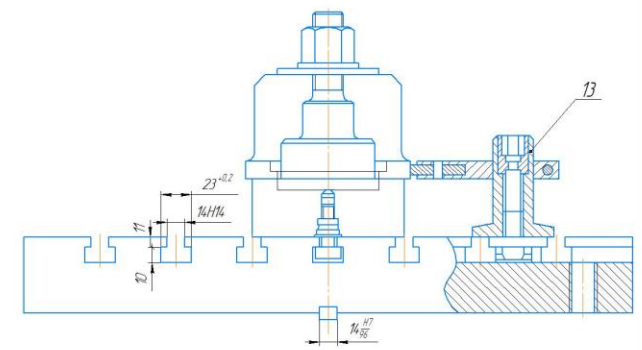
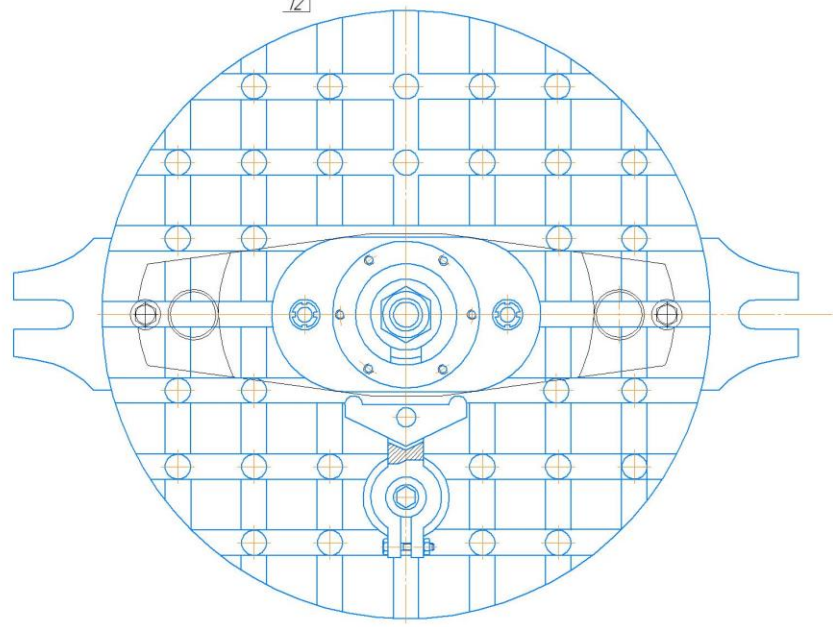
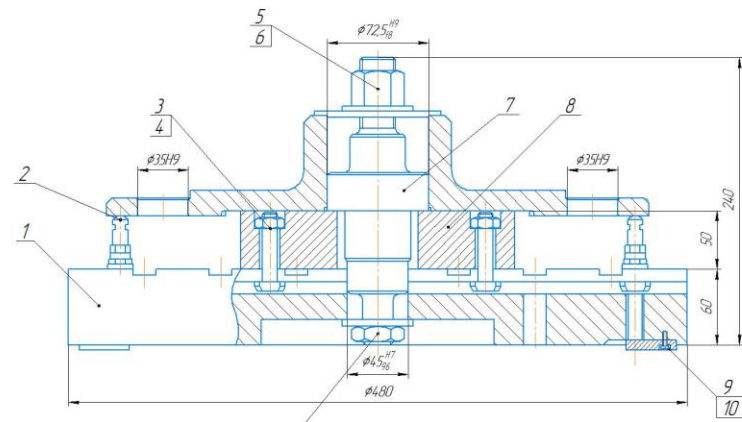
№ інст.	Діалог	Вид діалогу	Кордони кінця діалогу			Відсоток подар. м/д
			Х	У	З	
1	м 0		-70	0	350	
	0-1	проба	-170	34,653	7	6000
	1-2	дуже R - 190	-170	-8,653	7	1620
	2-3	дуже R	0	-110	5	6000
	м 4	дуже R - 110	0	0	5	1620
	3-3	у центрі м. д. 4	0	-110	5	6000
	3-5	пр	170	84,653	7	1620
	5-6	дуже R - 130	170	84,653	135	6000
	6-7	пр	170	0	350	6000
	7-0	пр	170	0	350	6000
2	0-9		-14,13	-59,35	-3,6	6000
	9-10	дуже R - 233	14,13	59,35	-5,6	250
	10-11	дуже R - 233	14,13	59,35	-3,6	6000
	11-12	дуже R - 233	14,13	59,35	-3,6	250
	12-13		14,13	-59,35	135	6000
	13-0		170	0	350	6000
3	0-14	пр	-170	0	11	6000
	14-15	пр	-170	0	-8	120
	15-16	пр	-170	0	135	6000
	16-17	пр	170	0	135	6000
	17-18	пр	170	0	11	6000
	18-19	пр	170	0	-8	120
	19-17	пр	170	0	135	6000
	17-0	пр	-170	0	350	6000
	4	14-20		-170	0	-12
18-21		пр	-170	0	-12	88,2

№ инст.	Шляжка	Вид шляжки	Координаты точки шляжки			Шлясть погоня м/х
			X	Y	Z	
5		ДВ. инст. 4				126
6	14-22	ДВ. инст. 3	170	0	0	175
	18-23	пр	170	0	0	175
7		ДВ. инст. 4				45
8	0-24	пр	-51	0	83	6000
	24-25	пр	-51	0	50	80
	25-24	пр	-51	0	83	6000
	24-26	Шляга R 102	-25,5	-44,67	83	6000
	26-27	пр	-25,5	-44,67	50	80
	27-26	пр	-25,5	-44,67	83	6000
	26-28	Шляга R 102	-25,5	-44,67	83	6000
	28-29	пр	-25,5	-44,67	50	80
	29-28	пр	-25,5	-44,67	83	6000
	28-30	Шляга R 102	51	0	83	6000
	30-31	пр	51	0	50	80
	31-30	пр	51	0	83	6000
	30-32	Шляга R 102	-25,5	-44,67	83	6000
	32-33	пр	-25,5	-44,67	50	80
	33-32	пр	-25,5	-44,67	83	6000
	32-34	Шляга R 102	-25,5	-44,67	83	6000
34-35	пр	-25,5	-44,67	50	80	
35-34	пр	-25,5	-44,67	83	6000	
34-0	пр	-170	0	350	6000	

№ эксп.	Длина	Вид длины	Координаты конца длины			Длиность показ. мг/хб
			X	Y	Z	
9		Дл. инстр. 8				
	24-26	пр	-51	0	75	120
	26-37	пр	-255	44, 657	75	120
	28-38	пр	285	44, 657	75	120
	30-39	пр	51	0	75	120
	32-40	пр	285	-44, 657	75	120
10	34-41	пр	285	-44, 657	75	120
		Дл. инстр. 8				
	24-42	пр	-51	0	55	157,5
	26-43	пр	-255	44, 657	55	157,5
	28-44	пр	285	44, 657	55	157,5
	30-45	пр	51	0	55	157,5
	32-46	пр	285	-44, 657	55	157,5
	34-47	пр	-255	-44, 657	55	157,5

						КНУ.КБР.13125.1-09ВН					
						Инструментально наладка на диагностический верстат Соттак ZX7045B1					
Акт №	№ докум.	Год	Лист			Акт	Место	Масштаб			
Акт №	Место	Масштаб									
Лист	Листов										
Наименов.	Начало	Конец				Лист	Листов	Т			
Вит	Разметка								Карт. ТМ ПМ-21		
									Формат А1		
						Копирован					

КНУ.КБР.131.25.1-09.ПС

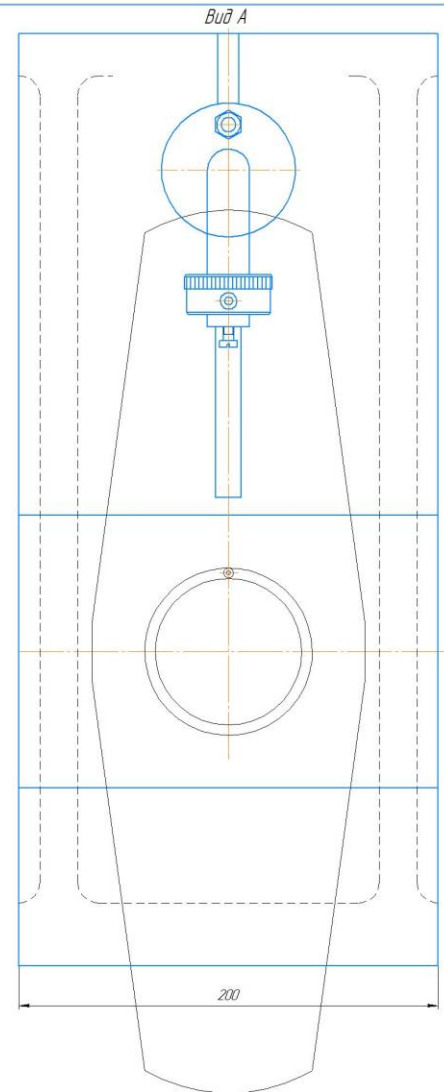
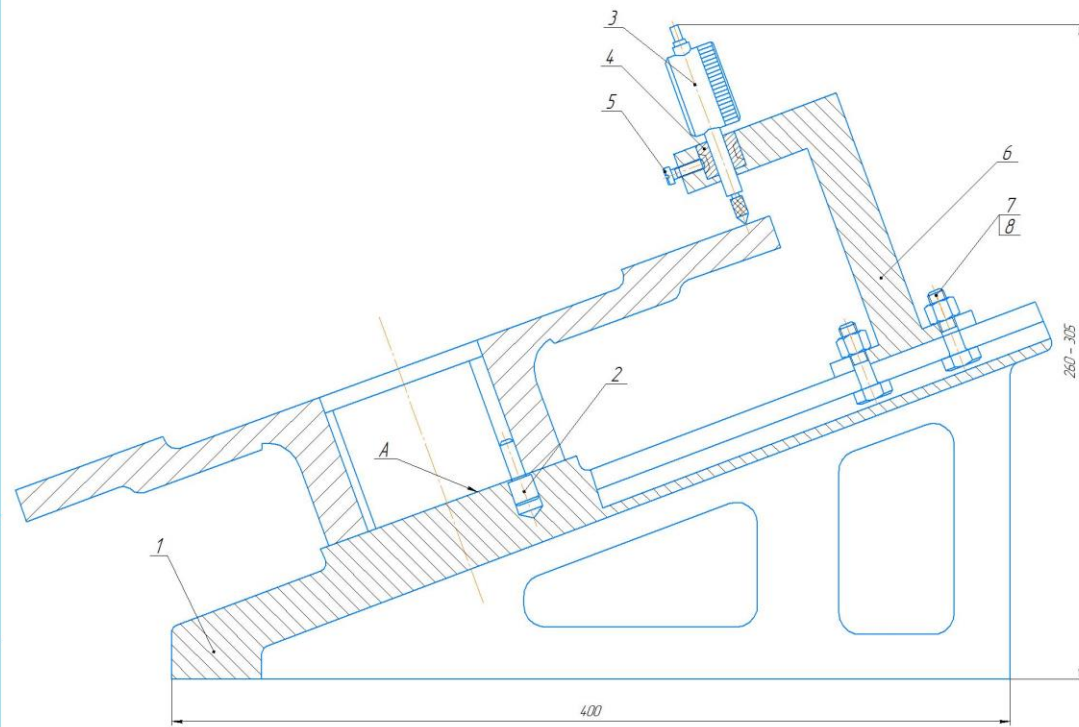


1. Пристосування багатопольового верстата моделі Сортрак 2Х704.5В1
2. Відхилення від площини поверхні не більше 0,05 мм

КНУ.КБР.131.25.1-09.ПС				Лист 12		
Пристосування спеціальне				Лист 12		
Код ТМ ПМ-21				Лист 1		
Категорія				Формат А1		

КНУ.КБР.131.25.1-09.ПК

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48
Лист № 49
Лист № 50
Лист № 51
Лист № 52
Лист № 53
Лист № 54
Лист № 55
Лист № 56
Лист № 57
Лист № 58
Лист № 59
Лист № 60
Лист № 61
Лист № 62
Лист № 63
Лист № 64
Лист № 65
Лист № 66
Лист № 67
Лист № 68
Лист № 69
Лист № 70
Лист № 71
Лист № 72
Лист № 73
Лист № 74
Лист № 75
Лист № 76
Лист № 77
Лист № 78
Лист № 79
Лист № 80
Лист № 81
Лист № 82
Лист № 83
Лист № 84
Лист № 85
Лист № 86
Лист № 87
Лист № 88
Лист № 89
Лист № 90
Лист № 91
Лист № 92
Лист № 93
Лист № 94
Лист № 95
Лист № 96
Лист № 97
Лист № 98
Лист № 99
Лист № 100



1. Пристосування призначено для контролю торцевого виття деталі фланець
2. Відхилення від площини поверхні A 0,025 / 100 мм
3. Ціна поділу індикатора 2 мм
4. Показання індикатора не більше 56 мм.

КНУ.КБР.131.25.1-09.ПК				Лист 1 з 1		
Пристосування для контролю торцевого виття				Лист 1 з 1		
Код ТМ ПМ-21				Лист 1 з 1		
Категорія				Лист 1 з 1		