

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
зі спеціальності 131 Прикладна механіка

на тему: Підвищення ефективності виробництва запірної арматури за рахунок використання САПР технологій в проектуванні технологічного процесу виготовлення корпусу

Виконав: магістрант
групи ПМ-24м
Яворський В.А.

Керівник КМР:
к.т.н., доцент
Цивінда Н.І.

Кривий Ріг
2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

зі спеціальності 131 Прикладна механіка

на тему: Підвищення ефективності виробництва запірної арматури за рахунок використання САПР технологій в проектуванні технологічного процесу виготовлення корпусу

Виконав магістрант гр. ПМ-24м

_____Яворський В.А.
(підпис)

Керівник КМР

_____Цивінда Н.І.
(підпис)

Нормоконтроль

_____Нечасів В.П.
(підпис)

Завідувач кафедри

_____Рязанцев А.О.
(підпис)

м. Кривий Ріг
2025 р.

Криворізький національний університет
Факультет: механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Ступінь вищої освіти: магістр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма: Технології машинобудування

Затверджую
Зав. кафедри, доцент, к.т.н., Рязанцев А.О.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ **на кваліфікаційну магістерську роботу**

Магістранта гр. ПМ-24м Яворський Владислав Анатолійович

Тема: Підвищення ефективності виробництва запірної арматури за рахунок використання САПР технологій в проектуванні технологічного процесу виготовлення корпусу

Керівник КМР: доц. к.т.н. Цивінда Н.І.

Затверджена наказом по КНУ № 554с від « 28 » 07 2025 р.

2. Термін подання магістрантом закінченої роботи 30.11.2025р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Креслення вузла. 2. Креслення деталі 3. Річна програма випуску деталей

4. Зміст пояснювальної записки: 1 Проектування технологічного процесу складання. 2 Техніко-економічний аналіз вихідних даних проєкту. 3 Проектування технологічного процесу механічної обробки корпусу 4 Техніко – економічне обґрунтування варіантів маршруту. 5 Моделювання та програмування технологічної операції у САМ системі 6 Конструкторська підготовка виробництва. 7 Науково-дослідна частина

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Складальне креслення. 2. Корпус 3. Корпус відливка 4. Ескізи операцій. 5. Верстатно-інструментальне налагодження. 6. Верстатне пристосування. 7. Контрольне пристосування. 8. Науково-дослідна частина

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Організаційно- економічна підготовка виробництва	Нечаєв В.П. к.т.н., доцент		

7. Календарний план:

Розділи пояснювальної записки	Термін виконання
Видача завдання на магістерську випускну роботу	12.09.2025
1. Проектування технологічного процесу складання	14.09.2025
2. Креслення складального вузла	18.09.2025
3. Проектування заготовки.	22.09.2025
4. Креслення заготовки	28.09.2025
5. Проектування технологічного процесу	01.10.2025
6. Креслення деталі	05.10.2025
7. Креслення ескізів операцій	15.10.2025
8. Моделювання та програмування технологічної операції у САМ системі	18.10.2025
9. Креслення верстатно- інструментального налагодження на верстат з ЧПК	23.10.2025
10. Карти технологічної документації	24.10.2025
11. Проектування технологічного оснащення	06.11.2025
12. Креслення верстатного та контрольного пристроїв	
13. Техніко – економічне обґрунтування варіантів маршруту	16.11.2025
14. Науково-дослідна частина: підвищення ефективності дослідження гідродинамічних процесів у запірній арматурі комп'ютерним моделюванням у за допомогою модуля SOLIDWORKS FLOW SIMULATION	17.11.2025
Передзахист	30.11.2025

Дата видачі завдання: « ____ » _____ 2025 р.

Завдання видав керівник
кваліфікаційної магістерської роботи

_____ /Цивінда Н.І. /

Завдання отримав
магістрант

_____ /Яворський В.А./

Перв. примен.			Формат	Знак	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
							Документація		
			A4			КНУ.КМР.131.25.1-19.РПЗ	Пояснювальна записка		
							Альбом технологічних карт		
							корпусу		
Справ. №			A2						
			A2				Графічна частина		
			A3			КНУ.КМР.131.25.1-19.К	Креслення корпусу	1	
						КНУ.КМР.131.25.1-19.КШ	Креслення заготовки	1	
			A2				корпусу (штамповки)		
						КНУ.КМР.131.25.1-19.КВ	Креслення заготовки-	1	
			A1				корпусу (відливки)		
						КНУ.КМР.131.25.1-19.ТН	Технологічні налагодження корпусу	2	
			A1			КНУ.КМР.131.25.1-19.ВП	Креслення верстатного	1	
			A1				приспособування		
Підп. и дата						КНУ.КМР.131.25.1-19.ВІН	Креслення верстатно-		
			A1				інструментального налагодження	1	
						КНУ.КМР.131.25.1-19.КП	Креслення контрольного		
			A1				приспособування	1	
Инв. № дубл.						КНУ.КМР.131.25.1-19.НДЧ	Науково-дослідна частина		
			A1			КНУ.КМР.131.25.1-19.ВО	Візуалізація обробки на верстаті з ЧПК	1	
Взам. инв. №								1	
Підп. и дата									
Инв. № подл.									
			Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КНУ.КМР.131.25.1-19.ВОКМР		
			Разраб.	Яворський			Відомість об'єму кваліфікаційної магістерської роботи		
			Проб.	Цивінда					
			Н.контр.	Нечаєв			Лит. Лист Листов 1 1 1		
			Утв.	Рязанцев					
							Каф.ТМ, ПМ-24м		
			Копіював				Формат А4		

РЕФЕРАТ

Об'єкт розробки – виробництво запірної арматури, технологічний процес виготовлення деталі корпусу.

Мета розробки – підвищення ефективності виробництва запірної нафтофонтанної арматури за рахунок використання САПР технологій в проектуванні технологічного процесу виготовлення корпусу.

Мета реалізувалась розробкою раціонального технологічного процесу виготовлення корпусу. Технологічний процес виготовлення деталі проводиться за класичним варіантом і відрізняється моделюванням за рахунок САПР CAD/CAM/CAE технологій, що підвищує ефективність процесу. Послідовність складається з оптимального варіанту отримання заготовки, розрахунку та визначенню припусків на обробку, проведення розмірного аналізу. Всі кроки мають техніко-економічне обґрунтування.

Встановлено раціональні маршрути складання та обробки, обрано обладнання, різальний та вимірювальний інструмент, спроектоване оснащення, режими різання, норми годин. Розроблені технологічні налагодження, комплекти технологічної документації.

НАФТОФОНТАННА ЗАПІРНА АРМАТУРА, КОРПУС, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, CAD/CAM/CAE ТЕХНОЛОГІЇ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ, ОБЛАДНАННЯ

ABSTRACT

The object of development is the production of shut-off valves, the technological process of manufacturing the body part.

The purpose of the development is to increase the efficiency of valve production by using CAD technologies in the design of the technological process for manufacturing the body.

The goal was realized by developing a rational technological process for manufacturing the case. The technological process for manufacturing the part is carried out according to the classical version and is characterized by modeling using CAD/CAM/CAE technologies, which increases the efficiency of the process.

The sequence consists of the optimal option for obtaining the workpiece, calculating and determining machining allowances, and conducting dimensional analysis. All steps have a feasibility study.

Rational assembly and processing routes have been established, equipment, cutting and measuring tools have been selected, equipment has been designed, cutting modes, and hourly rates have been established. Technological adjustments and sets of technological documentation have been developed.

OIL FOUNTAIN VALVE, BODY, TECHNOLOGICAL PROCESS, CAD/CAM/CAE TECHNOLOGIES, MEASURING TOOL, EQUIPMENT

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.Р		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	РЕФЕРАТ		
Разраб.	Яворський						
Провер.	Цивінда						
Реценз.							
Н. Контр.	Нечаєв						
Утверд.	Рязанцев						
					Лит.	Лист	Листов
						6	
					Каф.ТМ гр.ПМ-24м		

ЗМІСТ

	Вступ	
1	Проектування технологічного процесу складання вузла	
1.1	Службове призначення вузла	
2	Техніко-економічний аналіз вихідних даних проекту	
2.1	Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін	
2.2	Аналіз якості поверхонь деталей.	
2.3	Технологічний контроль робочого креслення.	
2.4	Аналіз технологічності деталі.	
2.5	Вибір типу виробництва. Задачі проектування.	
2.5.1	Вибір типу виробництва.	
2.5.2	Вибір діючого заводського чи технологічного процесу. Задачі проектування	
3	Проектування технологічного процесу механічної обробки корпусу	
3.1	Вибір, техніко – економічне обґрунтування та проектування заготовки	
3.2	Проектування заготовок	
3.3	Вибір і обґрунтування баз	
3.4	Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь	
3.5	Розробка маршруту обробки деталі	
3.6	Розробка технологічної операції	
3.7	Розрахунок та вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку	
3.8	Розрахунок режимів різання, нормування технологічних процесів	
4	Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу	
5	Моделювання та програмування технологічної операції у САМ системі	
6	Конструкторська підготовка виробництва	
7	Науково-дослідна частина: підвищення ефективності дослідження гідродинамічних процесів у запірній арматурі комп'ютерним моделюванням у за допомогою модуля SOLIDWORKS FLOW SIMULATION	
	Список використаних джерел	
	Висновки	

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.3			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Яворський				ЗМІСТ	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Цивінда						7	
Реценз.						Каф.ТМ гр.ПМ-24м		
Н. Контр.	Нечаєв							
Утверд.	Рязанцев							

ВСТУП

Проблема визначення та підвищення якості машинобудівної продукції є комплексна, потребує удосконалення інженерних методів управління якістю. Для такого управління необхідно проводити оцінку та прогнозування якості продукції. Підвищення якості виробів дає змогу відповідно зменшувати витрати праці та використання матеріальних та енергетичних ресурсів.

Аналіз значимості тих, чи інших показників, залежить від службового призначення вузла, вимог до його довговічності, ремонтпридатності, розбираємості. Підвищенню ефективності проектування на всіх етапах сприяє застосування САПР технологій.

В даній кваліфікаційній магістерській роботі всі етапи проектування мають технічні і економічні обґрунтування та наскрізне застосування CAD/CAM/CAE технологій. Це дозволяє візуалізувати технології, контролювати якість вихідних матеріалів і заготовок відповідно прикладених навантажень; встановлювати відповідність режимів і послідовність виконання технологічних операцій до передбачених у технічній документації; визначати рівень якості виготовлених креслень; приймати технічні рішення, щодо уникнення бракованої продукції; визначати шляхи підвищення якості заготовок.

Також моделювання операцій для створення керуючої програми з застосуванням CAD/CAM системи – Feature CAM DELCAM дозволило візуалізувати технологію виготовлення деталі на верстаті з ЧПК.

Особливу увагу приділено дослідженню руху рідини в корпусі засувки ДУ-80 зі сталі 35ХМЛ у модулі SolidWorks Flow Simulation з метою визначення гідравлічних характеристик, розподілу тиску, температури та швидкості потоку для оцінки ефективності конструкції деталі.

Дані рішення та їх результати дозволяють пропонувати технологію базовому підприємству.

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.В		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат			
Разраб.	Яворський				ВСТУП	Лит.	Лист
Провер.	Цивінда						8
Реценз.						Каф.ТМ гр.ПМ-24м	
Н. Контр.	Нечаєв						
Утверд.	Рязанцев						

1 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ВУЗЛА

1.1 Службове призначення вузла

Засувки нафтофонтантної арматури призначені для регулювання або повного перекриття потоку нафти, що надходить від нафтових свердловин чи магістральних трубопроводів.

Конструктивно засувка складається з литого корпусу з поздовжнім каналом і поперечним вертикальним розточуванням, у якому між двома сидлами розміщується шибер 3. Робочі поверхні шиберу та сидел зміцнені корозійностійким сплавом типу «Stellite» та додатково оброблені методом хіміко-термічного азотування. Сідла 4 з ущільнювальними кільцями встановлені у відповідних виточках корпусу 25, у шибері 3 закріплений сухар, у який загвинчується шток. Фланець 26 кріпиться до корпусу шпильками з гайками через ущільнювальне кільце.

Принцип роботи засувки полягає в тому, що під час обертання штурвала 2 обертається адаптер, який через штифт передає рух штоку. Це спричиняє плавне переміщення шиберу між двома крайніми положеннями — відкрито та закрито.

Робочий тиск нафти становить 7 МПа за температури до 120 °С. Деталі, що працюють під таким навантаженням, повинні характеризуватися високою міцністю на розрив, значною в'язкістю та щільністю. Корпус засувки 25 при цьому тиску не повинен деформуватися та має зберігати необхідні посадкові зазори у вузлі з'єднання з шибером 3, щоб запобігти витокам нафти.

Під час переміщення шиберу 3 всередині корпусу 25 — у моменти відкривання чи закривання — на його площину діє значне зусилля. Тому шибер повинен мати підвищену зносостійкість і стабільну площинну геометрію, що забезпечує герметичність з'єднання.

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.01.ПТПСВ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат							
Разраб.		Яворський			ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ВУЗЛА			Лит.	Лист	Листов	
Провер.		Цивінда								9	
Реценз.								Каф.ТМ гр.ПМ-24м			
Н. Контр.		Нечаєв									
Утверд.		Рязанцев									

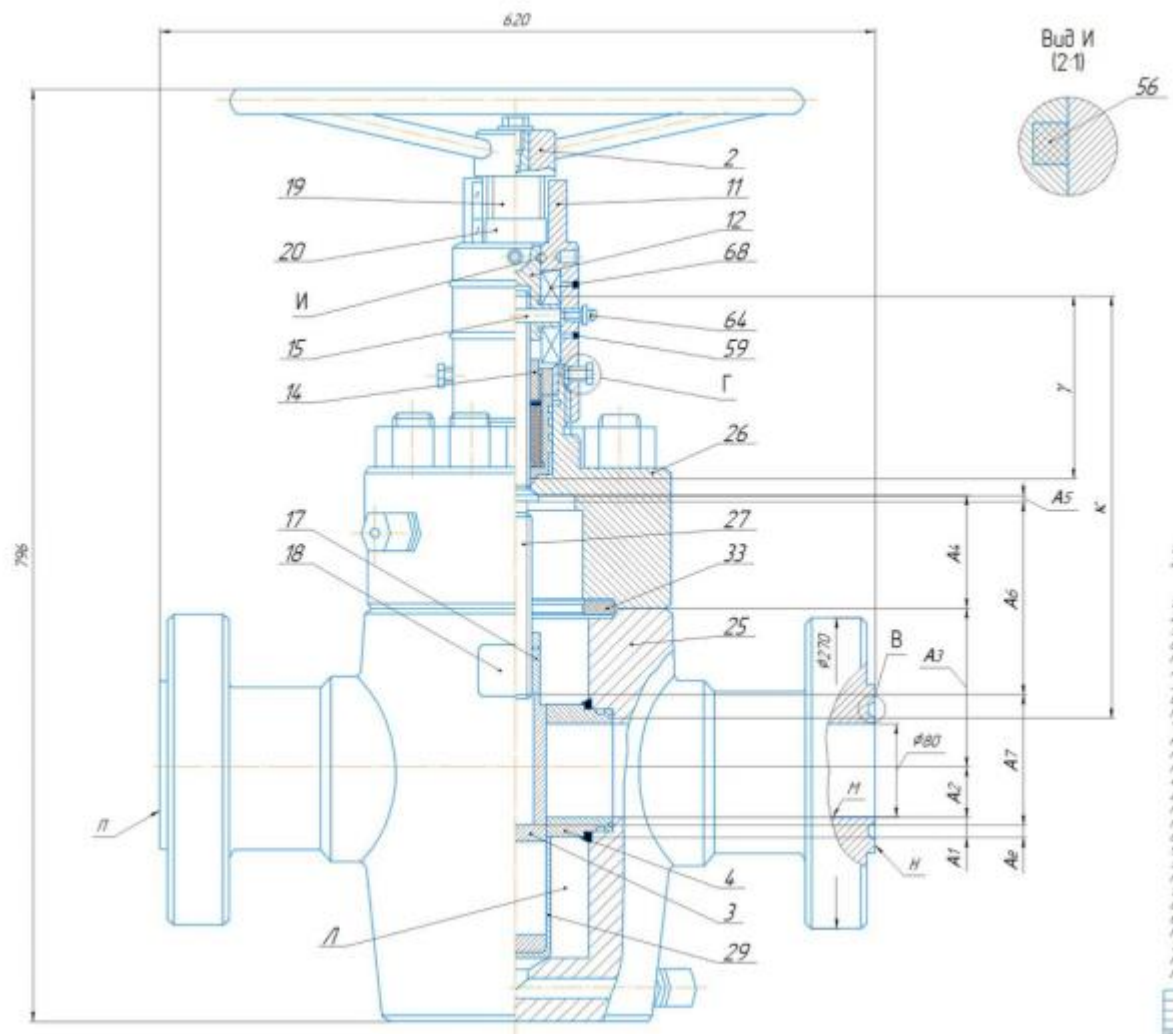


Рисунок 1.1- Засувка нафтофонтанної арматури

1.2 Визначення точності складання розрахунком складальних розмірних ланцюгів

Для визначення точності складових ланок вузла проводимо розрахунок розмірних ланцюгів.

1) Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів методом max-min.

На рис.1.1 зображена засувка, лінійний зазор дорівнює:

$$A_{\Sigma} = 0^{+0.8}_{-0.2} \text{ мм}, \text{ тобто } [T_{\Sigma}] = 1,0 \text{ мм}; \Delta C_{\Sigma} = +0,3 \text{ мм}$$

Для забезпечення нормальної роботи вузла необхідно забезпечити:
 $A_{\Sigma \min} = +0.8$.

Розрахунок кількості одиниць допуску:

$$a_c = \frac{0.7 \cdot T_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n i_i} \quad (1.1)$$

де T_{Σ} – допуск замикаючої ланки;

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.01.ПТПСВ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\sum_{i=1}^n i_i$ - сумарне значення одиниць допусків;

$$a = \frac{0.7 \cdot 1000}{12.44} = 56 \text{ мкм}$$

Найдені значення кількості одиниць допуску відповідає JT9, JT10
Перевірка вірності призначених допусків:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \cdot T_{Ai} \quad (1.2)$$

де T_{Ai} – допуск складових ланок;

n – кількість ланок у ланцюгу;

$$T_{\Sigma} = 0.11 + 0.1 + 0.25 + 0.14 + 0.075 + 0.25 + 0.12 = 1.045 \text{ мм}$$

Похибка розрахунку:

$$\varepsilon = \frac{T_{\Sigma} - [T_{\Sigma}]}{[T_{\Sigma}]} \cdot 100\%$$

де T_{Σ} – допуск замикаючої ланки;

$[T_{\Sigma}]$ – необхідний допуск замикаючої ланки;

$$\varepsilon = \frac{1045 - 1000}{1000} \cdot 100\% = 4.3\%$$

Граничні відхилення призначаються на усі ланки, крім залежної. Допуски розташовуються у тіло деталі. На розмір, визначаючий товщину або довжину деталі, відхилення проставляють у мінусі. Відстань між стінками корпусів симетрично.

Значення середин допусків:

$$\Delta C_i = \frac{es_i + ei_i}{2}, \quad (1.3)$$

де es і ei – відповідно верхнє та нижнє граничне відхилення ланки.

Координати середини поля допуск торцевого биття:

$$\Delta \beta_i = \frac{\beta_i}{2} \quad (1.4)$$

У якості залежної ланки обираємо A_2 .

Визначення граничних відхилень залежної ланки. Координати середини поля допуску залежної зменшуючої ланки A_2 .

$$\overleftarrow{\Delta C A} = \sum_{i=1}^n (\overleftarrow{\Delta C i} + \overleftarrow{\Delta \beta i}) - \sum_{i=1}^m (\overleftarrow{\Delta C i} + \overleftarrow{\Delta \beta i}) - \Delta C_{\Sigma} \quad (1.5)$$

$$\overleftarrow{\Delta C_{A_2}} = -0.055 - (-0.125 - 0.07 - 0.0375 - 0.125 - 0.06) - 0.3 = -0.055 + 0.4175 - 0.3 = 0.07 \text{ мм}$$

Граничні відхилення залежної ланки:

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.01.ПТПСВ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$eS_{A2} = \Delta C_{A2} - \frac{T_{A2}}{2}$$

$$eI = \Delta C_{A2} + \frac{T_{A2}}{2}; \quad (1.6)$$

$$eS_{A2} = -0,07 + \frac{0,1}{2} = -0,02$$

$$eI_{A2} = -0,07 - \frac{0,1}{2} = -0,12$$

Перевірка вірності і призначення граничних відхилень:

$$\Delta C_{\Sigma} = \sum(\Delta C_i + \frac{\beta_i}{2}) - \sum(\Delta C_i + \Delta \beta_i) \quad (1.7)$$

$$\Delta C_{\Sigma} = -0,55 - (-0,07 - 0,125 - 0,07 - 0,375 - 0,125 - 0,06) = -0,055 + 0,355 = 0,3 \text{ мм}$$

$A_{\Sigma} = 0_{-0,2}^{+0,8}$. Розрахунок виконаний вірно.

2 Розрахунок кутового розмірного ланцюга

В даному вузлі виявляються два перетини, через які проводяться вертикальними лініями з номерами. Перетин 1-2 утворює основний кутовий ланцюг γ , який відповідає за положення шпинделя в адаптері.

А ланцюг κ визначає перекид шпинделя.

Побудова розмірного ланцюга γ приведена у таблиці

Ланцюг γ складається з наступних величин:

- e_2 – половина радіального биття адаптера відносно осі;
- s_1 – посадка підшипника на адаптер;
- e_4 – радіальне биття зовнішнього кільця підшипника відносно внутрішнього;
- s – радіальне биття зовнішнього кільця підшипника в гайку ;
- e_6 – відхилення від співвісності різьби та отвору в гайці;
- s_3 – зазор на середньому $\varnothing$ різьби ;
- e_7 – биття середнього $\varnothing$ різьби у корпусі;
- s_4 – зазор між станком та фланцем ;
- e_9 – рад. биття внутрішньої поверхні фланцю відносно зовнішньої поверхні верстату;
- s_5 – зазор між штоком та станком;
- e_{11} – половина радіального биття шийки штока;
- e_{Σ} – відносне суміщення осі штока в перерізі 1-2.

Допуски зазорів.

$$T_{si} = S_{\max} - S_{\min} \quad (1.8)$$

де $S_{\max}$ – максимальний зазор:

$$S_{\max} = E_s - e_i \quad (1.9)$$

де E_s – верхнє відхилення отвору

e_i – нижнє відхилення отвору

$S_{\min}$ – мінімальний зазор

$$S_{\min} = E_j - e_s \quad (1.10)$$

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.01.ЛТПСВ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

де EJ – нижнє відхилення отвору,

es – верхнє відхилення отвору:

$$S_{\max 1} = 0 - 0.002 = -0.002 \text{ мм},$$

$$S_{\max 2} = 0.035 - (-0.013) = 0.048 \text{ мм},$$

$$S_{\max 3} = 0.767 \text{ мм},$$

$$S_{\max 4} = 0.118 \text{ мм},$$

$$S_{\max 5} = 0.021 + (-0.041) = 0.062 \text{ мм}.$$

$$S_{\min 1} = -0.01 - 0.018 = -0.028 \text{ мм},$$

$$S_{\min 2} = 0 - 0 = 0 \text{ мм},$$

$$S_{\min 3} = 0.046 \text{ мм},$$

$$S_{\min 4} = 0.03 \text{ мм}.$$

Координата середини поля допуску зазору

$$em_{si} = \frac{em_{\Delta} + emd}{2} \quad (1.11)$$

де em_{Δ} , emd – координати середини поля допуску відповідно отвору і вала.

$$em_{\Delta} = \frac{ES + EJ}{2} \quad (1.12)$$

$$emd = \frac{es + ei}{2}$$

$$em = \frac{0 + (-0.01)}{2} = -0.005 \text{ мм}$$

$$emD_2 = \frac{0.035 + 0}{2} = 0.0175 \text{ мм}$$

$$emd_3 = \frac{-0.042 + (-0.367)}{2} = -0.2045 \text{ мм}$$

$$emd_4 = \frac{-0.03 + (-0.104)}{2} = 0.067 \text{ мм}$$

$$emd_1 = \frac{0.018 + 0.002}{2} = 0.01 \text{ мм}$$

$$emd_2 = \frac{0 + (-0.013)}{2} = 0.0065 \text{ мм}$$

$$emD_3 = \frac{0.4 + 0}{2} = -0.2 \text{ мм}$$

$$emD_4 = \frac{0.074 + 0}{2} = 0.037 \text{ мм}$$

$$emD_5 = \frac{0.021 + 0}{2} = 0.105 \text{ мм}$$

$$emd_5 = \frac{-0.02 + (-0.041)}{2} = -0.0105 \text{ мм}$$

Допуск на вихідну ланку:

$$Te_{\Sigma} = \sqrt{0.36 \cdot \sum_{i=1}^n T_{si}^2 + 0.56 \sum_{i=1}^m T_{es}^2} \quad (1.13)$$

$$Te_{\Sigma} = \sqrt{0.36 \cdot (0.003^2 + 0.006^2 + (-0.002)^2 + (-0.015)^2 + 0.047^2) + 0.56 \cdot (0.01^2 + 0.053^2 + 0.02^2 + 0.025^2 + 0.04^2 + 0.025^2)}$$

=

$$\sqrt{0.36 \cdot 0.002484 + 0.56 \cdot 0.0616} = 0.045 \text{ мм}$$

Координата середини поля допуску:

$$em_{e\Sigma} = \sum_{i=1}^n [\overrightarrow{em_{si}} + 0.5 \cdot \overrightarrow{T_{ei}} + 0.05 \cdot (\overrightarrow{T_{si}} + \overrightarrow{T_{ei}})] - \sum_{i=1}^m [\overrightarrow{em_{sj}} + 0.5 \cdot \overrightarrow{T_{ej}} + 0.05 \cdot (\overrightarrow{T_{sj}} + \overrightarrow{T_{ej}})] \quad (1.14)$$

$$em_{e\Sigma} = [(0.003 + 0.006 + (-0.002) + (-0.015) + 0.047) + 0.5 \cdot (0.01 + 0.053 + 0.02 + 0.025 + 0.04 + 0.025) + 0.05 \cdot (-0.028) + (-0.002) + 0 + 0.048 + 0.767 + 0.042 + 0.03 +$$

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.01.ПТПСВ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$0.118+0.02+0.062+0.01+0.053+0.02+0.025+0.04+0.025)-[(0.003+0.006+(-0.002)+(-0.015)+0.047)+0.5\cdot(0.01+0.053+0.025+0.04+0.025)+0.05(-0.028+(-0.002)+0+0.048+0.767+0.042+0.03++0.78+0.02+0.062+0.01+0.053+0.025+0.04+0.025)]=0.19-0.179=0,011\text{мм}$

Граничні відхилення замикаючої ланки величини зміщення вісі вала в опорах:

$$es_{e\Sigma} = em_{e\Sigma} + \frac{T_{e\Sigma}}{2} \quad (1.15)$$

$$ei_{e\Sigma} = em_{e\Sigma} - \frac{T_{e\Sigma}}{2}$$

$$es_{e\Sigma} = 0.011 + \frac{0.045}{2} = 0.0335\text{мм}$$

$$ei_{e\Sigma} = 0.011 - \frac{0.045}{2} = -0.0115\text{мм}$$

$$e_{\Sigma} = 0^{+0.0335}_{-0.0115}\text{мм}$$

Спрощений розрахунок відносно перекосу:

З співвідношенням:

$$\frac{T_{e\Sigma}}{L} = \frac{P_{\Sigma}}{e} \quad (1.16)$$

знаходимо

$$P_{\Sigma} = \frac{T_{e\Sigma} \cdot l}{L}$$

$$P_{\Sigma} = \frac{0,045 \times 154}{352} = 0.02\text{мм}$$

Отриманий переки не повинен перевищувати мінімальний гарантований бічний зазор:

$$fn > P_{\Sigma},$$

$$0.1 > 0.02 ,$$

тобто переки вісі шпинделя значно менше допустимого значення.

На основі розрахунків складемо карту складання вузла за методом неповної взаємозамінності.

Таблиця 1.1 – Технологічна карта складання

№ пере ходу	Зміст переходу	Пристосуван- ня	Інстр умент	Т оп, хв.
1	2	3	4	5
1	Поставити корпус 25 на стіл	кран	стіл	0.15
2	Встановити скобу 29 в корпус 25	вручну		0.046
3	На сидло 4 надіти пружину тарільчатку 32 і кільце 58	вручну		0.085+0.032= =0.157

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5
4	На шпindel 27 накрутити сухарь 13, до співпадіння з торцем шпинделя 27, на сухарь 13 одягти шибер 3	вручну		0.194
5	В вибірку 6 одягнути кільце ущільнюоче 33	вручну		0.084
6	Встановити шпindel 27 в корпус	вручну		0.048
7	Одіти фланець 26 на шпindel 27 до упора	вручну		0.35
8	Вкрутити 8 шпильок 36 через фланець 26 в корпус	наживити вручну		2.24
9	Зажати фланець 26 гайками 35	пневмогайковий ключ		0.152
10	Вложити у фланець 26 стакан 16 и одіти зверху манжета 8і шевронне ущільнення9 і кільце 7	вручну		0.231
11	На корончатую гайку 14 накрутити гайку 13 на 3-4 нитки	вручну		0.33
12	Гайку 13 вкрутити у фланець 26	вручну		0.50
13	Гайку 11 накрутити на шпindel 27 до упору і зажати болтом 21	ключ розвідний		0.336
14	На адаптер 13 напресувати 2 шарикопідшипника 68	прес		0.354
15	Встановити адаптер 12 на шпindel 27 і зашплінтувати шплінтом 15	молоток		0.2
16	На гайку 11 одягти кільце 59 і прижати гайку 11	ключ розвідний		0.072
17	На гайку 11 одягти кільце 59 і прижати гайку 11	ключ		0.072
18	На адаптер 12 одягти втулку 19 і вказівник 20	вручну		0.058
19	Вдягти на адаптер 12 маховик 2 і притиснути болтом 45	ключ		0.077
20	В корпус 25 вкрутити 3 оборотних клапана 1	ключ		1.38
21	Встановити вказівну табличку	свердлильна машина		1.05
22	Корпус в сборі передати на стіл ОТК	кран		

$\Sigma T_{оп} = 8.825$

Визначення часу на складання вузла:

$$H_{вр} = \Sigma T_{оп} \left(1 + \frac{a_{из} + a_{обс} + a_{отл}}{100} \right) \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (1.17)$$

де $\Sigma T_{оп}$ – сума оперативного часу на виконання слюсарно-збірних робіт, хв;
 $a_{из}$, $a_{обс}$, $a_{отл}$ – підготовчо-заклучний час; час на обслуговування робочого місця; час на відпочинок на особисті потреби у % від оперативного часу;
 K_2 – коефіцієнт, враховуючий кількість деталей в партії;
 K_3 – коефіцієнт, враховуючий умови виконання робіт.

$$H_{вр} = 8.827 \cdot \left(1 + \frac{2 + 3.5 + 7}{100} \right) \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 9.731 \text{ хв}$$

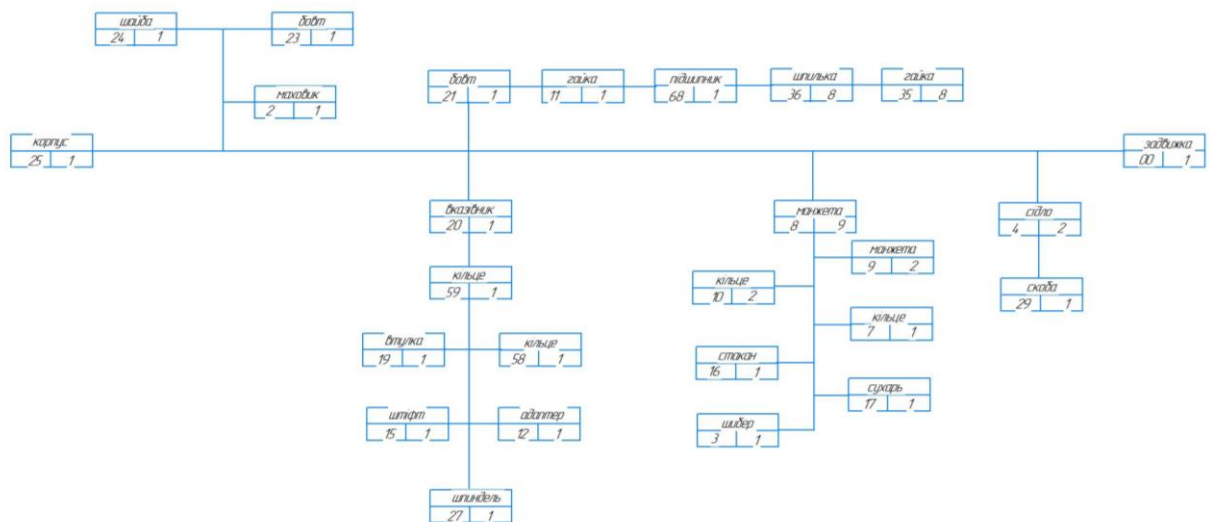


Схема складання внутрішніх складових корпусу задвиги для перевірки зношування шпинделя

Рисунок 1.2- Схема складання

2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ПРОЕКТУ

2.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін

Корпус є базовим елементом засувки нафтофонтанної арматури та призначений для установки в нього складових елементів. Корпус має поздовжній канал, що дорівнює D_u і поперечним вертикальним розточенням, в якому розміщений шибер між сідлами.

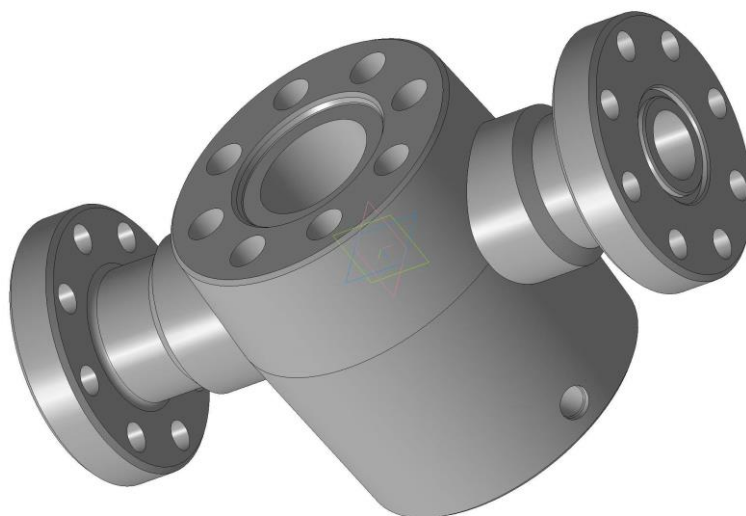


Рисунок 2.1 -3D модель корпусу

Виріб призначений для експлуатації в жорстких умовах при t° від -80° до $+90^\circ$. Вузол до якого входе деталь виконує контроль та розподілення потоку нафти. Тому корпус підлягає ударам; вібраціям, тертю, механічному зношенню в результаті втомного руйнування контактуючих поверхонь.

Таким чином, матеріал деталі повинен бути з високою твердістю, нечутливим до знакоперемінних навантажень. Тому враховуючи умови роботи, конфігурацію, навантаження які сприймає деталь у процесі роботи обираю матеріал заготовки 35ХМЛ ДСТУ 8781:2018, але передбачаю заміну матеріалу в разі відсутності на складі на сталь 38ХМА ДСТУ EN 10250-2-2008

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.02.ТЕА			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Яворський				ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ПРОЕКТУ	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Цивінда						17	
Реценз.						Каф.ТМ гр.ПМ-24м		
Н. Контр.	Нечаєв							
Утверд.	Рязанцев							

Таблиця 2.1 -Хімічний склад сталей, % ,

Мате-ріал	C	Mn	Si	Cr	P	S	Ni	Cu	Ma
					не більш				
35ХМЛ	0.30-0.40	0.40-0.90	0.2-0.4	0.8-1.1	0.04 0	0.04 0	0.3 0	0.3 0	0.2-0.3
38ХМА	0.35-0.42	0.35-0.65	0.17-0.37	0.9-1.3	0.02 5	0.02 5	0.3 0	0.3 0	0.2-0.3

Таблиця 2.2- Механічні властивості сталей

сталь	Температура гартування, С°	Відпускання		σ _В	σ ₀₂	δ	φ	КСУ	t _В	t _Н
		Т, °С	Середови- ще охолод- ження	МПа		%		МДж /м²	°С	
				Не менш						
35ХМЛ	860	600	вода, мастило	600	400	12	20	30	0	- 100
38ХМА	850	580	вода, мастило	980	885	11	45	69	- 30	- 100

Термообробка: для придання твердості – загартування з низьким відпусканням.

2.2 Аналіз якості поверхонь деталей

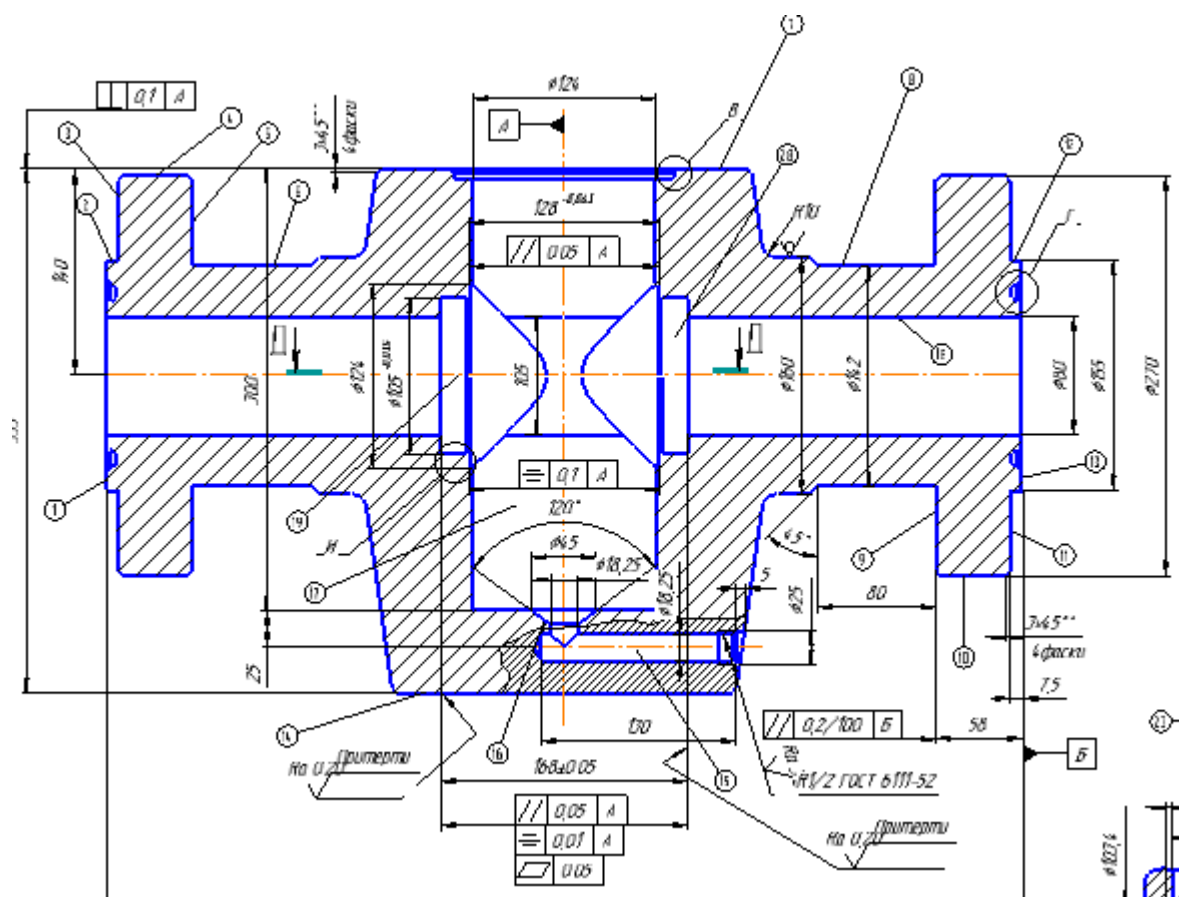


Рисунок 2.1 –Нумерація поверхні

Поверхні деталі:

Основні – 25,20;

Допоміжні – 1,11,7;

Вільні – зовнішня циліндрична $\phi 160$.

Таблиця 2.3 – Аналіз якості поверхонь

№ по в.	Номінальний розмір	Квалітет JT	Допуск Т, чи відхилення розміру	Шорсткість Ra	Відхилення форми і розташування
1	2	3	4	5	6
1	Торцева поверхня 620	14	1.75	6.3	
2	Циліндрична поверхня $\phi 155$	14	1.0	6.3	
3	Торцева 605	14	1.75	6.3	
4	Циліндрична поверхня $\phi 270$	14	1.3	6.3	
5	Торцева поверхня 504	14	1.75	6.3	

Продовження таблиці 2.3					
1	2	3	4	5	6
6	Циліндрична поверхня $\phi 142$	14	1.0	6.3	
7	Торцева поверхня 355	14	1.4	6.3	
8	Циліндрична поверхня $\phi 142$	14	1.0	6.3	
9	Торцева поверхня 504	14	1.75	6.3	
10	Циліндрична поверхня $\phi 270$	14	1.3	6.3	
11	Торцева поверхня 605	14	1.75	6.3	
12	Циліндрична поверхня $\phi 155$	14	1.0	6.3	
13	Торцева поверхня 620	14	1.75	6.3	
14	Торцева поверхня 355	14	1.4	6.3	$\perp$ 0.1 A
15	Різьба трубна R1/2	14		3.2	
16	Отвір $\phi 18.25$	14	0.52	6.3	
17	Отвір $\phi 124$	14	1.0	6.3	
18	Отвір $\phi 80$	14	0.74	6.3	
19	Внутрішня циліндрична $\phi 105H7$	H7	+0.035	0.8	
20	Внутрішня поверхня $\phi 119$	9	+0.1	2.5	Базова поверхня Ж
21	Внутрішня поверхня $\phi 150.6$	9	+0.1	2.5	Базова поверхня Е
22	Отвір M36×3	6H	0.5	3.2	$\square$ 0.8 Е
23	Отвір $\phi 28$	14	0.52	6.3	$\square$ 0.8М ЖМ
24	Отвір M3	6H	0.075	6.3	
25	Внутрішня поверхня $\phi 107.2$	14	0.87	0.8	
26	Внутрішня поверхня $\phi 125.5$	11	+0.2	6.3	
27	Внутрішня поверхня $\phi 168$	9	± 0.05	0.2	
28	Внутрішня циліндрична поверхня $\phi 105$	H7	+0.035	0.8	

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.02.ТЕА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Поверхні деталей відповідають вимогам

$$T_1 > T_2 > T_3$$

де T_1 – допуск на розмір

T_2 – допуск на геометричне відхилення розміру

T_3 – шорсткість

2.3 Технологічний контроль робочого креслення

Робоче креслення деталі „корпус” представлено головним видом, видами В,Г,И,К, та перерізом Д-Д. Такі зображення дають повне уявлення про конструкцію деталі, однозначно визначають конфігурацію елементів, що її складають.

Креслення деталі має всі необхідні розміри, що визначають геометричні параметри елементів, всі граничні відхилення або квалітети, а також параметри шорсткості. Шорсткість не вказаних поверхонь вказана в верхньому правому кутку Раб.3. Невказані граничні відхилення вказані знизу над основним написом для валів h14, для отворів H14, для інших $\pm IT14/2$.

На деталі є позначення базових поверхонь:

$\perp$ 0.1 А – перпендикулярність відносно бази А не менш 0.1мм.

// 0.05 А – паралельність відносно бази А не менш 0.05мм.

$\div$ 0.1 А – симетричність відносно бази А не менш 0.1мм.

$\square$ 0.05 – площинність поверхні не більш 0.05мм.

// 0.21100 Б – паралельність поверхні не менш 0.2мм на довжині 100мм відносно бази Б

0.8М ЖМ – позиційний допуск на $\varnothing$ не більш 0.8 відносно бази Ж.

Кресленням передбачається виготовлення корпусу зі сталі 38ХМЛ ДСТУ 8781:2018. На кресленні присутня маса деталі яка дорівнює 150кг.

2.4 Аналіз технологічності деталі

2.4.1 Якісний аналіз технологічності

Деталь корпусу засувки Ду 80 належить до класу корпусних деталей. Такі деталі призначені для забезпечення правильного взаємного розташування елементів у просторі та збереження точності цього розташування протягом тривалого часу. Вони мають бути жорсткими, точними та зносостійкими.

З урахуванням середньосерійного типу виробництва, матеріалу (сталі 35ХМЛ), маси деталі 150 кг та її конфігурації можна дійти висновку, що найбільш економічним і продуктивним способом отримання заготовки є лиття.

З огляду на умови роботи деталі в складі вузла, спростити її конструкцію неможливо. Водночас конфігурація елементів дозволяє застосувати високопродуктивні методи механічної обробки. Для формування

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.02.ТЕА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

зовнішнього контуру корпусу доцільно використовувати багаторізцеві напівавтомати. Деталь має розвинуту базову зовнішню поверхню діаметром 142 мм.

У процесі обробки можливо сумістити установчі, технологічні та вимірювальні бази, а також виконувати різні операції на тих самих технологічних базах. Передбачена можливість прямого вимірювання розмірів, зазначених у кресленні, що дає змогу застосовувати для контролю граничні калібри, шаблони, а фаски — перевіряти кутоміром.

Отже, на основі проведеного аналізу технологічності деталей корпусу засувки можна вважати технологічною.

2.4.2 Кількісний аналіз технологічності

1. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м.} = m_d / m_z \quad (2.1)$$

m_d — маса деталі,

m_z — маса заготовки

$$K_{в.м.} = 150 / 240 = 0.62$$

2. Коефіцієнт точності:

$$K_T = 1 - (1 / A_{сер}) \quad (2.2)$$

$A_{сер}$ — середня точність обробки.

$$A_{сер} = \frac{\sum T \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (2.3)$$

де T — квалітет точності;

n_i — кількість поверхонь.

$$A_{сер} = 16 \cdot 14 + 13 \cdot 2 + 11 \cdot 1 + 9.5 + 8 \cdot 1 + 7 \cdot 1 + 6 \cdot 2 / 29 = 333 / 29 = 11.48$$

$$K_T = 1 - (1 / 11) = 0.91$$

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = 1 / V_{сер} \quad (2.4)$$

$V_{сер}$ — середня шорсткість.

$$V_{сер} = 6.3 \cdot 22 + 3.2 \cdot 2 + 2 + 0.8 \cdot 1 + 0.2 \cdot 1 / 29 = 5.21$$

$$K_{ш} = 1 / 5.21 = 0.19$$

3. Коефіцієнт уніфікації:

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.02.ТЕА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_y = Q_{y.e} / Q_e \quad (2.5)$$

$Q_{y.e}$ – кількість уніфікованих поверхонь

Q_e – загальна кількість поверхонь деталі:

$$K_y = 9/29 + 0.31$$

Висновок: Деталь корпусу можна вважати технологічною за показниками коефіцієнтів.

2.5 Вибір типу виробництва. Задачі проектування

2.5.1 Вибір типу виробництва

Місячна програма випуску:

$$N_m = N_2 / 2 \times 12 \quad (2.6)$$

де N_2 – річна програма випуску.

$$N_m = 1500 / 24 = 63 \text{ шт}$$

Вихідні дані	
Річна програма N_p , шт	1500
Штучно-калькуляційний час, хв	
$T_{\text{шт.-к.10}}$	2,98
$T_{\text{шт.-к.15,20}}$	26,53
$T_{\text{шт.-к.25}}$	183,7
$T_{\text{шт.-к.35}}$	10,19
$T_{\text{шт.-к.40}}$	2,08
Йомвірний тип виробництва (ДС=1, СС=2, ВС=3)	2
Кількість змін	1

Коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{з.о.} = \frac{\sum \Pi_{oi}}{\sum P_i}$$

де $\sum \Pi_{oi}$ – сумарне число різних операцій за місяць з розрахунку на одного змінного
 $\sum P_i$ – явочне число робітників ділянки, що виконують різні операції при роботі в одну

$$\Pi_{oi} = \frac{13182 \cdot \eta_H}{T_{шт.к.} \cdot N_M}$$

де η_H – плановий нормативний коефіцієнт завантаження верстата, прийнятий для велико-, середньо- та дрібносерійного виробництва відповідно рівним 0,75; 0,8; 0,9;

N_M – місячна програма випуску заданої деталі, шт. $N_M = \frac{N_p}{s \cdot 12}$

$$\Pi_{o1} = \frac{13182 \cdot 0,8}{2,98 \cdot 125} = 28,31$$

$$\sum P_i = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

$$\Pi_{o2} = \frac{13182 \cdot 0,8}{26,53 \cdot 125} = 3,18$$

$$P_i = 0,96 \cdot \eta_H = 0,96 \cdot 0,8 = 0,768$$

$$\Pi_{o3} = \frac{13182 \cdot 0,8}{183,7 \cdot 125} = 0,4593$$

$$\sum P_i = 5 \cdot 0,768 = 3,84 = 4$$

$$\Pi_{o4} = \frac{13182 \cdot 0,8}{10,19 \cdot 125} = 8,2792$$

$$K_{з.о.} = \frac{80,79}{5} = 16,2$$

$$\Pi_{o5} = \frac{13182 \cdot 0,8}{2,08 \cdot 125} = 40,56$$

Виробництво середньо серійне, так як $10 < K_{з.о.} < 20$, тобто $10 < 16,2 < 20$.

Розмір партії деталей

$$n = \frac{N_p \cdot a}{\Phi}$$

де Φ – число робочих днів в році;
 a – кількість днів запаса деталей на складі; для
 крупних деталей – 2...3 дн.; середніх – 3...5 дн.;
 дрібних – 5...10 дн.

$$n = \frac{1500 \cdot 2}{249} = 12 \text{ шт.}$$

Метод роботи перемінно-поточний.

2.5.2 Вибір діючого заводського чи типового процесу. Задачі проектування

Розробка технологічного процесу включає класифікацію (кодування) деталі на підставі класифікаторів. Конструкторсько-технологічний код деталі „корпус”.

Конструкторський код:

Клас 730000 – Деталі не типу обертання.

Підклас 730000 – Документи (норми, права, вимоги).

Група 730100 – Без поверхні роз’єма (корпуса, циліндри, блоки).

Підгрупу 730160 – Корпуса арматури з розташуванням плоскості сидла паралельно осі трубопроводу.

Вид 730168 – Технологія виготовлення.

Технологічний код

1. Розмірна характеристика:

- ширина 9
- висота А
- довжина А

2. Група матеріалу:

- сталь легована 10

3. Вид деталі по технологічному методу виробництва:

- лиття в металеву форму – 14

4. Квалітет:

- точність розмірів нар. поверхонь Н13-2
- внутрішньої поверхні Н8-4

5. Параметри шорсткості або відхилення форми та розташування поверхні:

- шорсткість – 4
- відхилення – 8
- ступінь точності – Г

6. Вид додаткової обробки:

- без термообробки – 0

7. Характеристика маси:

- 150 кг – Л

Технологічний код – 9АА10142448ГОЛ

Вибір типового технологічного процесу.

005 Заготівельна

010 Вхідний контроль

015 Токарна

020 Токарна

025 Фрезерна (обробка площин)

030 Радіально-сверлильна

1. виконати 8 отв. Ø28 кондуктор КР9640-587

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.02.ТЕА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. зенкувати фаски в 8 отворів з обох боків
- 035 Радіально-сверлильна
 1. виконати 8 отв. Ø28
 2. зенкувати фаски в 8 отворів з обох боків
- 040 Радіально-свердлильна
 1. виконати 8 отв. Ø33 під різьбу M36×3-6H, кондуктор Кр9640-588
 2. зенкувати фаски в 8 отворів
- 045 Слюсарна
 - виконати різьбу в 8отв. M36*3-6H
- 050 Горизонтально-розточна
 1. свердлити отв. Ø18.25
 2. розточити отв. Ø25
 3. розгорнути отв. Ø18.25 під різьбу R1/2
- 055 Слюсарна
 - виконати різьбу R1/2
- 060 Горизонтально-розточна
 - розточити отв. Ø105H7; Ø124; розмір 168 ± 0.05 виконати $168_{-0.40}^{-0.15}$
 - прилад для заміру розмірів 126H8, 168 ± 0.5 Кр9572-153-01, еталон Кр9540-166-01
- 065 Слюсарна
- 070 Слюсарна (ручна притирка)
 1. притерти у розмір 168 ± 0.05
 - по мірі зношення притир відправити на плоску шліфовку
- 075 Технічний контроль
- 080 Випробування гідравлічні
 - випробування у присутності контролера ОТК
- 090 Маркування
- 095 Технічний контроль
 - розміри 126H8, 168 ± 0.5 контролювати приладом Кр 9372-153-01; еталон Кр 9640-166-01.
- 100 Консервування
 1. шаблон для заміру Ø105H7 – Кр 9752-150
 2. для заміру розмірів 126H8, 168 ± 0.5 – Кр 9572-098 – КР 9540-167
 3. Прилад для заміру паралельності розміру 168 ± 0.5 , 126H8 – Кр9579-

100

Висновок: При проектуванні технологічного процесу за основу був взятий типовий технологічний процес обробки деталі „корпус” на базовому підприємстві. Він був вдосконалений завдяки використанню верстатів с ЧПК, використання цих верстатів зменшило штучно-калькуляційний час обробки деталі. Стало можливим використання більш прогресивних інструментів.

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.02.ТЕА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ КОРПУСУ

3.1 Вибір, техніко – економічне обґрунтування та проектування заготовки

Таблиця 3.1- Матриця впливу факторів

Способи отримання заготовки	Фактори					Σ
	Річна програма	Форма та розмір поверхні	Властивості матеріалу	Точність шорсткість	Виробничі можливості підприємства	
Лиття в піщані форми	1500	+	+	+	+	4
Поковка штамповка при заміні матеріалу	1500	+	+	+	-	3

Проаналізувавши матрицю впливу факторів можна зробити висновок, що більш доцільним та ефективним методом отримання заготовки є лиття в піщані форми.

Зробимо порівняння двох видів заготовки: Лиття та поковки при заміні матеріалу. Операцією, що відрізняються –буде токарна.

$$Z = A + Z_o + E_n * Z_k + O_z$$

1542,48	1521,1	20,5407	0,15	5,59312	0
---------	--------	---------	------	---------	---

де

A - вартість заготовки:

$$A = M * C * K_c * K_{оп} * K_e * K_m * K_r - (M - q) * Ц$$

1521,1	252	26,4	0,68	1	0,74	0,82	1	252	150	12
--------	-----	------	------	---	------	------	---	-----	-----	----

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ПТПМО		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Яворський				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ КОРПУСУ	Лит.	Лист
Провер.	Цивінда						27
Реценз.						Каф.ТМ гр.ПМ-24м	
Н. Контр.	Нечаєв						
Утверд.	Рязанцев						

M - маса заготовки, кг

C - вихідна оптова ціна 1кг заготовки, грн;

$K_C, K_{оп}, K_B, K_M, K_T$ - коефіцієнт, який враховує відповідно:

- * групу складності заготовки
- * обсяг виробництва заготовок (група серійності)
- * вагу заготовки
- * матеріал заготовки
- * клас точності поковки

q - чиста маса деталі, кг

Π - ціна 1 кг відходів, грн

Z_o - зарплата по операціям механічної обробки, які відрізняються, грн:

$$Z_o = \frac{15,2 \cdot 33,6 \cdot 1,4 \cdot 1,08 \cdot 1,14 \cdot 1,4}{60} = 20,5407$$

$T_{шт}$ - норма штучно-калькуляційного часу на операцію, яка відрізняється, хв

C_p - часова тарифна ставка четвертого розряду роботи, грн

K_1, K_2, K_3, K_4 - коефіцієнти, які враховують відповідно:

- * преміальні доплати станочників ($K_1 = 1,4$)
- * додаткову заплату ($K_2 = 1,08$)
- * відрахування на соціальне страхування ($K_3 = 1,4$)
- * зарплату наладчиків верстатів ($K_4 = 1,4$)

O_3 - поточні затрати по експлуатації верстата, грн:

O_3 - поточні затрати по експлуатації верстата, грн:

$$O_3 = \frac{120 \cdot 15,2}{60 \cdot 1,17} = 25,9829$$

C_1 - годинні поточні затрати по експлуатації верстата, грн; $C_1 = 0,003 \cdot C_0$

K_5 - коефіцієнт виконання норм ($K_5 = 1,17$)

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності ($E_n = 0,15$)

Z_k - питомі капітальні затрати на операцію, грн

$$Z_k = \frac{(B + K_{ц}) * T_{шт}}{60 * \Phi * \eta_B}$$

16906 1000 15,2

5,59312 4015 0,202

Б - балансова вартість верстата, грн

K_ц - вартість площі цеха, грн

$$K_{ц} = \Pi * \varphi * \gamma$$

73937,5 1000 29,575 2,5

Π - вартість 1м² площі механічного цеха, грн

φ - габаритні розміри верстата (довжина * ширину), м²

γ - коефіцієнт, який враховує додаткову площу

Φ - річний фонд часу роботи верстата, годин

η_в - коефіцієнт використання верстата:

$$\eta_B = \frac{T_{шт} * B}{60 * \Phi * K_5 * m}$$

15,2 1500

0,08171 3975 1,17 1

В - річна програма випуску деталей, шт

m - кількість верстатів, зайнятих на одній операції

Висновок: Заготовка відливка економічно вигідніша ніж поковка штампована.
Проектуємо обидві, для альтернативи.

3.2 Проектування заготовок

3.2.1 Проектування відливки з матеріалу 35ХМЛ

Корпус відноситься до деталей зі складним розташуванням поверхонь і є штучною заготовкою. Проектування заготовок виконуємо за ДСТУ 7806:2015.

Дана деталь середньої складності, більша частина поверхонь підлягає механічній обробці. Обробку поверхонь з не вказаним квалітетом виконуємо по JT14.

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ПТПМО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Різьбові, кріпильні, центрувальні отвори, не виливаються. Заготовку ми отримуємо по роз'ємній моделі, заливка металу відбувається зверху.

Враховуючи те, що деталь середньої складності, а виробництво серійне, то обираємо середні значення класу точності розмірів і мас – 8 та ряд припусків – 3. Призначаємо поля допусків за таблицею 3.2

Призначаємо симетричні граничні відхилення, для поверхонь які механічно обробляються, не симетричні односторонні „в тіло” для розмірів які розташовані в одній частині форми і механічно не обробляються. Знаходимо граничні відхилення коробління. Для цього необхідно визначити ступінь коробління вилівки за відношенням найменшого габаритного розміру до найбільшого.

$$620/355=1,7$$

за додатком 2 обираємо 7 ступенів коробління.

$$\Delta_{\text{кор}}=\pm 1,0$$

Розраховуємо масу заготовки в залежності від верхнього граничного відхилення маси.

$$BOM=1,6$$

$$\text{Маса деталі: } 150 \cdot 1,6 = 240 \text{ кг.}$$

Основні та додаткові припуски на механічну обробку в залежності від допусків розмірів встановлюємо диференційовано для кожного елементу згідно ДСТУ 7806:2015.

Обрані дані заносимо до таблиці 3.2

Таблиця 3.2 -Параметри проектуємої вилівки

№	Номинальн ий розмір	Характеристика поверхні		Поле допус ку	Граничні відхилен ня	Основ- ний припуск	δ	Розмір заготовк и
		Кваліте т	Шорсткі- сть					
1	Ø270	14	6.3	2.0	± 1.0	2.8×2	-	$275,6 \pm 1$
2	Ø142	14	6.3	1.6	± 0.8	2.4×2	-	$146,8 \pm 0,8$
3	620	14	6.3	1.8	± 0.9	2.8×2	-	$625,6 \pm 0,9$
4	355	14	6.3	2.0	± 1.0	2.8×2	-	$360,6 \pm 1$
5	80	14	6.3	1.1	± 0.55	-2.2	-	$77,8 \pm 0,55$

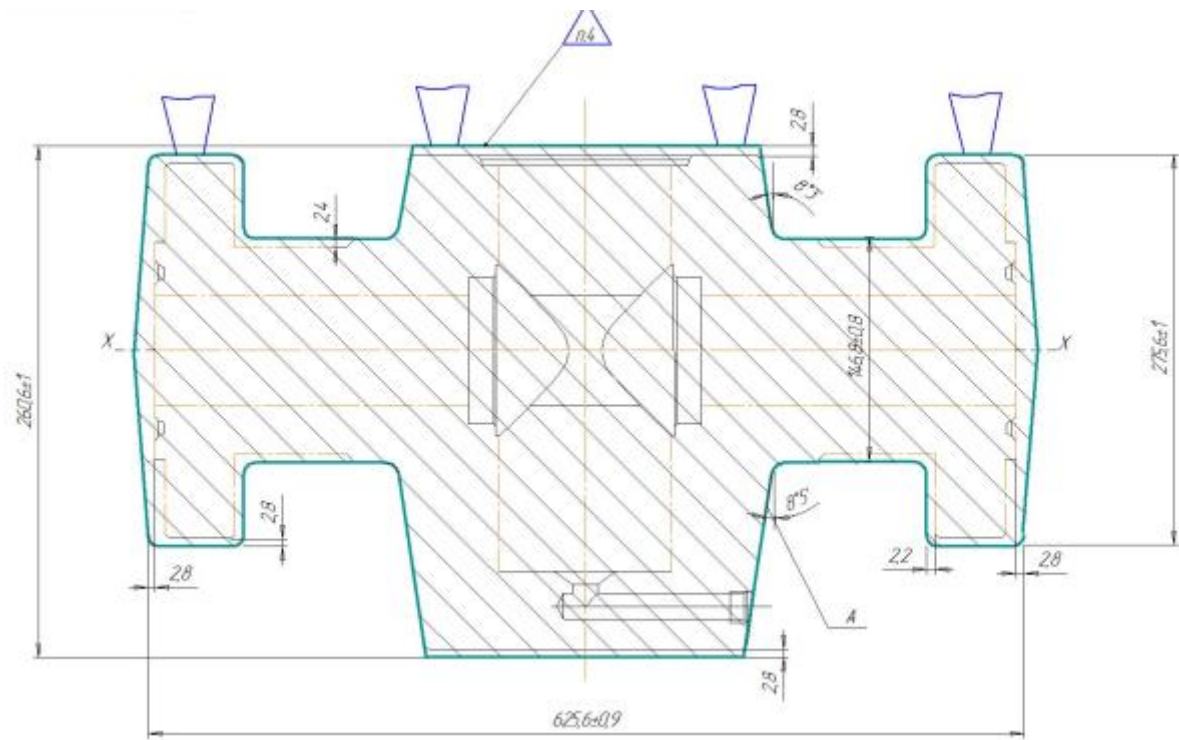


Рисунок 2.2-Креслення відливки в піщані форми

Невказані радіуси спряжень R 10 мм.

Невказані ливарні ухили за ДСТУ 7806:2015.

3.2.2Проектування кувань

Заготовку для корпусу засувки ДУ80 можна отримати поковкою штампованою.

1. Вихідні дані

Марка сталі – 38ХМА

1.1 Розрахункова маса поковки

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

де $K_p = 1.6$

$$G_{\text{пок}} = 150 \cdot 1.6 = 240 \text{ кг}$$

1.2 Визначаємо клас точності поковки :Т3

1.3 Визначаємо групу сталі:М2

1.4 Визначаємо ступінь складності поковки:

$$G_{\text{пок}} / G_{\text{фиг}}$$

Фігура, що описує деталь – призма. Всі розміри збільшено в 1,05 рази.

$$G_{\text{фиг}} = 8.1 \cdot 35.5 \cdot 1.05 \cdot 62 \cdot 1.05 \cdot 27 \cdot 1.05 \cdot 10^{-3} = 557 \text{ кг}$$

$$240 / 557 = 0.43$$

Ступінь складності – С2

1.5 Вихідний індекс - 15

1.6 Задаємо конфігурацію поверхні роз'єма штампа – плоска (П)

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ПТІМО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Визначаємо основні припуски

Ø270 Ra 6.3 t=3.0×2

80 Ra 6.3 t=2.3

Ø142 Ra 6.3 t=2.5×2

355 Ra 6.3 t=3.0×2

620 Ra 6.3 t=3.5×2

58 Ra 6.3 t=2.3

3. Визначити додатковий припуск, який враховує відхилення від плоскості.

R-р 620 припуск дорівнює 0.6 мм.

Визначити додатковий припуск, враховуючи зміщення руч'їв по поверхні роз'єму штамп-0.6мм

4. Розміри поковки і їх допустимі відхилення.

4.1 Розміри поковки, мм.

Ø270+3(3+0.6+0.6)=278.4≈278

80+(2.7+0.6+0.6)=83.9≈84

Ø142+2(2.5+0.6+0.6)=149.4≈149.5

355+2(3+0.6+0.6)=363.4≈363.5

620+2(3.5+0.6+0.6)=629.4≈629.5

Ø270+(2.5+0.6+0.6)+(3.5+0.6+0.6)=66.4≈66.5

4.2 Радіус закруглень зовнішніх кутів приймаю 4.0 мм

Радіус внутрішніх кутів приймаю 3.0мм

4.3 Допустимі відхилення розмірів

діаметр 278^{+3.0}_{-1.5}

товщина 84^{+2.4}_{-1.2}

діаметр 149.5^{+2.4}_{-1.2}

висота 363.5^{+3.0}_{-1.5}

довжина 629.5^{+3.3}_{-1.7}

товщина 66.5^{+2.1}_{-1.1}

діаметр 149.5 пускаю в напуск за Ø160

4.4 Допустима величина остаткового облою

Приймаю 1.6

4.5 Допуск відхилення від плоскості

Приймаю ±1.2

4.6 Допустима величина зміщення по поверхні роз'єма штамп

Приймаю ±1.4

4.7 Допустима величина висоти заусенців

Приймаю 6 мм

4.8 Штамповані ухили і кувальні напуски

- зовнішні - 7°

- внутрішні - 10°

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ПТІМО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

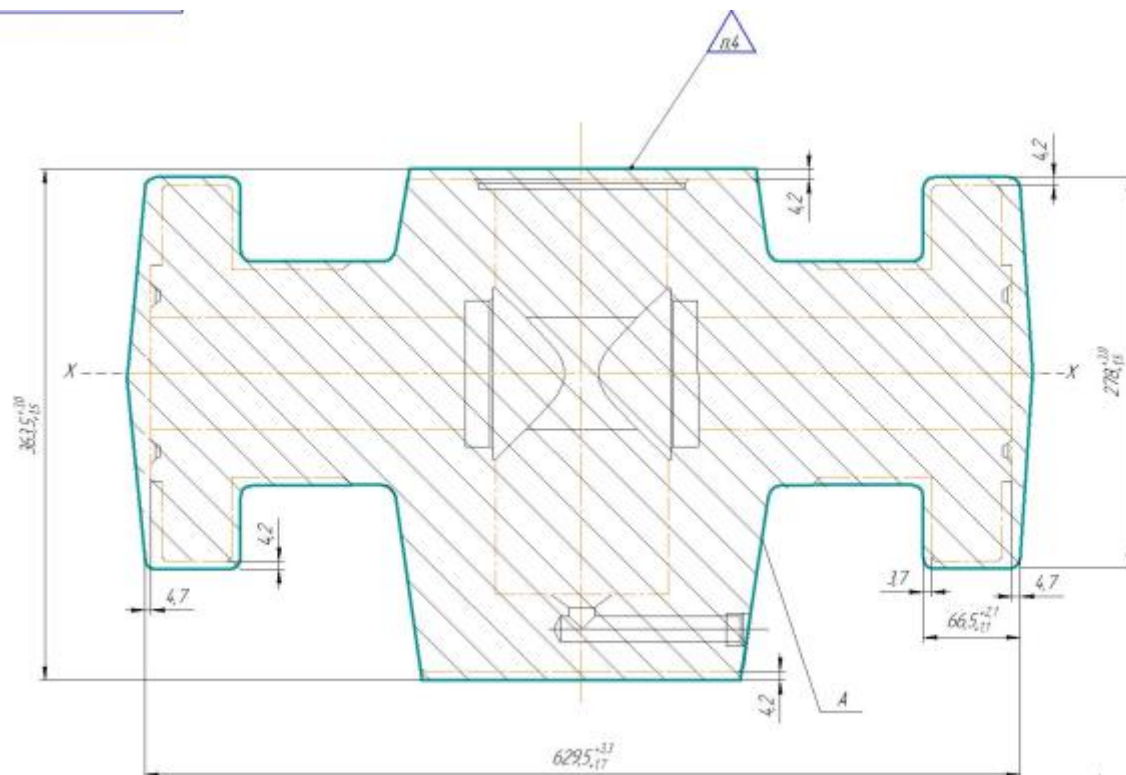


Рисунок 2.3- Креслення поковки штампованої

3.3 Вибір та обґрунтування баз

Деталь корпусу здвижка відноситься до деталей типу корпус.

Основною конструкторською базою є внутрішня циліндрична поверхня. А два торці представляють собою допоміжні поверхні.

Для деталі корпус теоретична схема базування буде мати вигляд:

Базові поверхні - вісь опори (Д) і торець фланця (І), усі вимоги до відхилення форм і розташуванню поверхонь дані щодо цих поверхонь.

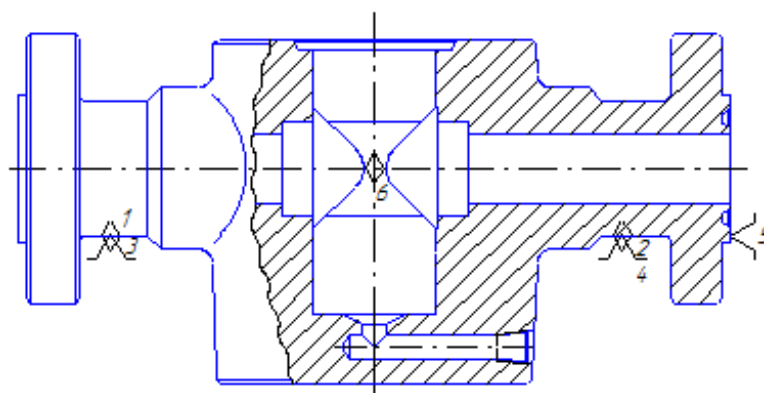


Рисунок 3.1- Теоретична схема базування

Вимірювальною базою буде торцева поверхня яка не співпадає не з основною конструкторською базою ні з технологічною. Принцип єдності баз не виконується.

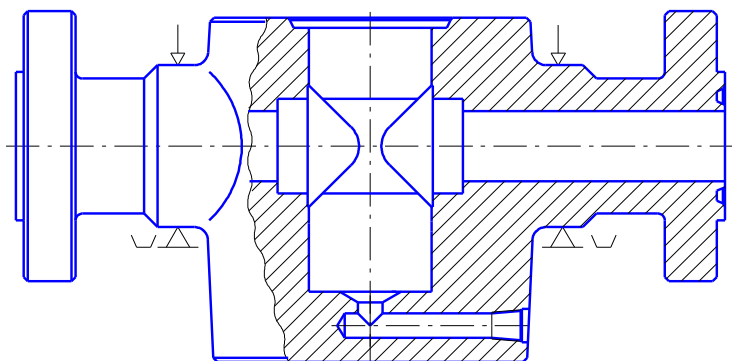


Рисунок 3.2- Умовна схема базування

3.4 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь

На зовнішні, внутрішні і торцеві поверхні визначаємо кількість переходів з поступовим наближенням до необхідної точності та шорсткості. Дані зведемо до таблиці 3.3

Таблиця 3.3- Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь

№ поверхонь	Розмір, мм	Найменування переходів	Ra, мкм	JT	T, мм
1	2	3	4	5	6
1	620	Фрезерування торця Підрізання торця напівчисте	12.5 6.3	14 14	1.75 1.75
2	ø155	Точіння чорнове Точіння напівчисте	12.5 6.3	14 14	1.0 1.0
3	1.5	Підрізання торця чорнове Підрізання торця напівчисте	12.5 6.3	14 14	0.36 0.36
4	270	Точіння чорнове Точіння напівчисте	12.5 6.3	14 14	1.3 1.3
5	58	Підрізання торця чорнове Підрізання торця напівчисте	12.5 6.3	14 14	0.74 0.74

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
6	ø142	Підрізання торця чорнове Підрізання торця напівчисте	12.5 6.3	14 14	1.0 1.0
7	355	Точіння чорнове Точіння напівчисте	12.5 6.3	14 14	1.4 1.4
8	ø142	Підрізання торця чорнове Підрізання торця напівчисте	12.5 6.3	14 14	1.0 1.0
9	58	Підрізання торця чорнове Підрізання торця напівчисте	12.5 6.3	14 14	0.74 0.74
10	ø270	Точіння чорнове Точіння напівчисте	12.5 6.3	14 14	1.3 1.3
11	7.5	Підрізання торця чорнове Підрізання торця напівчисте	12.5 6.3	14 14	0.36 0.36
12	ø135	Точіння чорнове Точіння напівчисте	12.5 6.3	14 14	1.0 1.0
13	620	Підрізання торця чорнове Підрізання торця напівчисте	12.5 6.3	14 14	1.75 1.75
14	355	Підрізання торця чорнове Підрізання торця напівчисте	12.5 6.3	14 14	1.4 1.4
15	ø18.25 R1/2	Свердлити ø10 Розсвердлити ø18 Розгорнути ø18.25 Зенкувати ø25 Нарізати різьбу R1/2	12.5 6.3 3.2 3.2 3.2	14 14 8 8 8	0.36 0.43 0.033
16	ø18.25	Свердлити ø10 Розсвердлити ø15 Розсвердлити ø18.25	12.5 12.5 12.5	14 14 14	0.36 0.43 0.52
17	ø124	Свердлити ø10 Розсвердлити ø20 Розточити ø124	12.5 12.5 6.3	14 14 14	0.36 0.52 1.0
18	ø80	Свердлити ø10 Розсвердлити ø20 Розточити ø80	12.5 6.3 6.3	14 14 14	0.36 0.52 0.73
19	ø105	Розточування чорнове ø100 Розточування напівчисте ø103 Розточування чистове ø104.3 Розточування тонке ø104.8 Розточування тонке ø105	12.5 6.3 3.2 1.6 0.8	14 10 9 8 7	0.87 0.14 0.0870 .054 0.035

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
20	ø119	Розточування чорнове ø115 Розточування напівчисте ø117.2 Розточування чистове ø118.5 Розточування тонке ø119	12.5 6.3 3.2 2.5	14 12 10 9	0.87 0.35 0.14 0.1
21	ø150.6	Розточування чорнове ø148 Розточування напівчисте ø149.3 Розточування чистове ø149.8 Розточування тонке ø150.6	12.5 6.3 3.2 2.5	14 12 10 9	1.0 0.4 0.16 0.1
22	M36 ×3-6H	Свердлити ø10 8отв. Розсвердлити ø20 8отв. Розсвердлити ø31.5 8отв. Зенкувати ø32.95 8отв. Зенкувати ø36 8отв. Розгорнути ø33 8отв. Нарізати різьбу M36 8отв	12.5 12.5 12.5 6.3 6.3 3.2	14 12 12 10 10 9 6H	0.36 0.21 0.250 0.1 0,1 0.062 0.265
23	ø 28	Свердлити ø10 Розсвердлити ø28	12,5 12.5	14 14	0.36 0.52
24	M3	Свердлити ø2.5 Зенкувати фаску Нарізати різьбу M3	12.5 12.5	14 6	0.25 0.125
25	Ø107.2	Розточування чорнове ø103.4 Розточування напівчисте ø105 Розточування чистове ø106.5 Розточування тонке ø107	12.5 6.3 3.2 1.6	14 14 14 14	0.87 0.87 0.87 0.87
26	ø 125,5	Розточування тонке ø107.2 Розточування чорнове ø124 Розточування напівчисте ø125.5	0.8 12.5 6.3	14 11	0.87 1.0 0.2
27	ø168	Розточування чорнове ø162.28 Розточування напівчисте ø164.78 Розточування чистове ø166.28 Розточування тонке ø167.78 Розточування тонке ø167.98 Притирка ø168	12.5 6.3 3.2 1.6 0.8 0.2	14 12 10 10 9 8	1.0 0.4 0.16 0.16 0.1 0.1
28	ø126	Розточування напівчисте ø126	6.3	9	0.063

3.5 Розробка маршруту обробки деталі

На основі базового технологічного процесу і задач проектування розробляємо технологічну послідовність обробки деталі і заповнюємо таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Маршрут обробки деталі

№ операції	Найменування операції	№ оброблюваної поверхні	№ базової поверхні	Тип модель верстата
1	2	3	4	5
010	Фрезерно-центрувальна з ЧПК	1, 13	6, 8	Горизонтально-розточний WHN 13 TOS Varnsdorf
015	Токарна з ЧПК Установ Б	13, 12, 11, 10, 9, 8	4, 13	Токарний HAAS ST-10
	Установ В	1, 2, 3, 4, 5, 6	10, 1	
	Установ Г	13, 12, 11, 10, 9, 8	4, 13	
		1, 2, 3, 4, 5, 6	10, 1	
020	Токарна з ЧПК Установ А	18	4.8	Токарний HAAS ST-10
	Установ Б	18	10.6	
	Установ В	18	4.8	
	Установ Г	18	10.6	
025	Лоботокарна з ЧПК Установ А	14	6.8	Лоботокарний 1M692ФЗ
	Установ В	17, 16, 7, 26, 21, 27	6.8	
030	Токарна з ЧПК Установ А	18, 19, 20, 25	4.8	Токарний HAAS ST-10
	Установ Б	18, 28, 20, 25	10.6	
035	Багатоопераційна Установ А	23, 15	6, 8, 1	Оброблювальний центр HAAS EC-400
	Установ Б	23	6, 8, 13	
	Установ В	22	14, 6, 8	
040	Слюсарна	24	14, 6, 8	

3.6 Розробка технологічних операцій

Таблиця 3.5 – Розробка технологічних операцій

№ операції і переходів	1. Назва операції 2. Верстат 3. Зміст переходів технологічної операції	Верстатне пристосування	Інструменти (ріжучий, допоміжний, вимірювальний)
1	2	3	4
010	Фрезерно-центрувальна 2. Горизонтально-розточний WHN 13 TOS Varnsdorf 3.: – фрезерувати торці(3шт); – свердлити отвори Ø50мм (с двох сторін); – свердлити отвори Ø40мм; – розсвердлити отвори Ø78мм.	Призми	Фреза ø400 ДСТУГОСТ24359-80 Оправка для фрез 6222-7059 Свердло Ø78мм ДСТУГОСТ 14952-75 Свердло Ø50мм ДСТУГОСТ 14952-75 ШЦ-III-250-630-0.05
015	1. Токарна з ЧПК 2. HAAS ST-10 Установ А підрізати торець точити зовнішню циліндричну поверхню підрізати торець точити зовнішню поверхню Установ Б підрізати торець точити зовнішню поверхню підрізати торець точити зовнішню поверхню підрізати торець точити зовнішню поверхню Установ В підрізати торець точити зовнішню поверхню підрізати торець зняти фаски точити зовнішню поверхню підрізати торець точити зовнішню поверхню фланцю по контуру в розмір креслення Установ Г підрізати торець точити зовнішню поверхню підрізати торець зняти фаски точити зовнішню поверхню підрізати торець фланцю по контуру в розмір креслення	Патрон 3-х кулачковий самоцентруючий 7103-0012	Різець для контурного точіння ДСТУГОСТ 20872-80 2101-0602 Різцетримач, інструментальні блоки Штангенциркуль ШЦ-III-250-630-0.05 ДСТУГОСТ 166-89

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ПТПМО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4
020	1. Токарна з ЧПК 2. HAAS ST-10 Установ А Свердли 8 отворів Ø28мм Установ Б Свердли 8 отворів Ø28мм Установ В Свердли 8 отворів М30х3-6Н.	Патрон 3-х кулачковий самоцентруючий 7103-0012 Люнет нерухомий	Свердло ø20 ДСТУГОСТ 10903-77 Свердло ø28 ДСТУГОСТ 10903-77 Цанговий патрон 2105-1621 Свердло ø23 ДСТУГОСТ 10903-77 Цанговий патрон 2105-1621
025	1. Лоботокарна з ЧПК 2. 1М692Ф3 Установ А Підрізати торець начорно Підрізати торець напівчисто Установ Б Підрізати торець начорно Підрізати торець напівчисто Свердли отвір Розсвердли отвір Розсвердли отвір Свердли отвір разточити внутрішню поверхню Розточити внутрішню поверхню Розточити внутрішню поверхню напівчистоØ90,7Н7мм Розточити внутрішню поверхню начисто Розточити внутрішню поверхню тонко	Призми	Різець для контурного точіння ДСТУГОСТ 20872-80 Різцетримач Свердло ø20 ДСТУГОСТ 10903-77 Свердло ø35 ДСТУГОСТ 10903-77 Свердло ø45 ДСТУГОСТ 10903-77 Свердло ø18.25 ДСТУГОСТ 10903-77 Різець для внутрішнього розточування ТУ2-035-1040-86 К.01.4980.000-15 ШЦ-Ш-250-630-0.05 ДСТУГОСТ 166-89 Калібр-скоба ДСТУГОСТ16775-93

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
030	1. Токарна з ЧПК 2. HAAS ST-10 Установ А Розточити отвір начорно Розточити отвір напівчисто Розточити отвір тонко Розточити отвір тонко Розточити отвір начорно Розточити отвір напівчисто Розточити отвір чисто Розточити отвір тонко Розточити канавку начорно Ø91,5H14мм; Розточити канавку напівчисто Розточити канавку чисто Розточити канавку тонко Розточити канавку тонко Установ Б Розточити отвір начорно Розточити отвір напівчисто Розточити отвір тонко Розточити отвір тонко Розточити отвір начорно	Патрон 3-х кулачковий самоцентруючий 7103-0012 Люнет нерухомий	Різець розточний ТУ2-035-1040- 86 К.01.4980.000- 15 ШЦ-III-250-630- 0.05 ДСТУГОСТ 166-89 Калибр-пробка ДСТУГОСТ 14826-69 Різець розточний ТУ2-035-1040- 86 К.01.4980.000- 15 ШЦ-III-250-630- 0.05 ДСТУГОСТ 166-89 Калибр-пробка ГОСТ 14826-69

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ПТПМО

Лист

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
	Розточити отвір напівчисто Розточити отвір чисто Розточити отвір тонко Розточити канавку начорно Ø70мм в р-р 136±0,05мм Розточити канавку напівчисто Розточити канавку чисто Розточити канавку тонко Розточити канавку тонко		
035	Багатоопераційна НААС ЕС-400 Установ А Свердлити отвір Розсвердлити отвір Свердлити отвір Розсвердлити отвір Розгорнути отвір Зенкувати фаску Нарізати різьбу трубну Установ Б Свердлити отвір Розсвердлити отвір Установ В Свердлити отвір 8 отв. Розсвердлити Розсвердлити Зенкувати Розгорнути Зенкувати	призми	Свердло ø15 ДСТУГОСТ 10903-77 Свердло ø28 ДСТУГОСТ 10903-77 Свердло ø18 ДСТУГОСТ 10903-77 Свердло ø18.25 ДСТУГОСТ 10903-77 Розгортка ø18.25 ДСТУГОСТ 28321-89 Зенківка ДСТУГОСТ 14953-80 Мітчик ДСТУ ГОСТ 17927-72 Свердло ø15 ДСТУГОСТ

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
			10903-77 Свердло ø28 ДСТУГОСТ 10903-77 Свердло ø10 ДСТУГОСТ 10903-77 Свердло ø20 ДСТУГОСТ 10903-77
	Нарізати різьбу		Свердло ø31.5 ДСТУГОСТ 10903-77 Свердло ø32.95 ДСТУГОСТ 10903-77 Зенкер ДСТУГОСТ 12489-71 Розгортка ДСТУГОСТ 11172-70 Мітчик ДСТУГОСТ 17933-72 ШЦ-III-250-630- 0.05 ДСТУГОСТ 166-89 Кутомір ДСТУГОСТ 5378-88

3.7 Розрахунок та вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ПТІМО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Таблиця 3.7 – Послідовність обробки торцевих поверхонь

№ по в.	Послідовність обробки поверхонь	Ra	Точність	Допуск	Припуск	Позначення припуску
А	Заготовка	25	16	1.8		
	Фрезерування	12.5	14	1.75	1.8	Z ₁ ; Z ₁₂
	Токарна напівчистова	6.3	14	1.75	1.0	Z ₂ ; Z ₁₁
Б	Заготовка	25	16	1.1		
	Токарна чорнова	12.5	14	0.36	2.0	Z ₃ ; Z ₁₀
	Токарна напівчистова	6.3	14	0.36	0.8	Z ₄ ; Z ₉
В	Заготовка	25	16	1.1		
	Токарна чорнова	12.5	14	0.74	1.7	Z ₆ ; Z ₇
	Токарна напівчистова	6.3	14	0.74	0.5	Z ₅ ; Z ₈

Таблиця 3.8 -Вибір міжопераційних розмірів

№ пов	Найменування переходу	Ra	JT	T	Припуск t,мм		Міжопер. припуск
					на діам	на сторону	
1	2	3	4	5	6	7	8
1 13	Лінійний розмір 620						
	Заготовка	25	16	±0.9			625±0.9
	Фрезерування	12.5	14	1.75	3.6	1.8	622±0.875
	Точіння напівчисте	6.3	14	1.75	2	1.0	620±0.875
2 12	Зовнішня циліндрична поверхня ø155						
	Заготовка	25	16	±1			275.6±1
	Точіння поперечне i=12	12.5	14	1.0	116.6	58.3	159±0. 5
	Точіння напівчисте	6.3	14	1.0	4	2	155±0. 5
4 14	Зовнішня циліндрична поверхня ø270						
	Заготовка	25	16	±1			275.6±1
	Точіння чорнове	12.5	14	1.3	3.6	1.8	272±0.65
	Точіння напівчисте	6.3	14	1.3	2	1.0	270±0.65
6 8	Зовнішня циліндрична поверхня ø142						
	Заготовка	25	16	±1			146.8±1
	Точіння чорнове	12.5	14	1.0	2.8	1.9	144±0. 5
	Точіння напівчисте	6.3	14	1.0	2	1.0	142±0. 5

Продовження таблиці 3.8

Лінійний розмір 80							
5 9	Заготовка	25	16	±0.55			77.8±0.55
	Точіння чорнове	12.5	14	0.74	1.2	0.6	79±0.37
	Точіння напівчисте	6.3	14	0.74	2	0.5	80±0.37
Внутрішня циліндрична поверхня ø80							
18	Свердлення ø10	12.5	14	0.36	5	2.5	10±0.18
	Розсвердлення ø20	6.3	14	0.52	5	2.5	20±0.26
	Розточування ø80 (i=1)	6.3	14	0.74	30	1.5	80±0.37
Лінійний розмір 355							
7 14	Заготовка	25	16	±1			360±1
	Точіння чорнове	12.5	14	1.4	3.0	1.5	357±0.7
	Точіння напівчисте	6.3	14	1.4	2.0	1.0	355±0.7
Лінійний розмір 168±0.05							
27	Розточування чорнове	12.5	14	1.0			162.28±0.5
	Розточування напівчисте	6.3	12	0.4	2.5	1.25	164.78±0.2
	Розточування чистове	3.2	10	0.16	1.5	0.75	166.28±0.08
	Розточування тонке	1.6	10	0.16	1.5	0.75	167.78±0.08
	Розточування тонке	0.8	9	0.1	0.2	0.1	167.98±0.05
	Притирка	0.2	9	0.1	0.02	0.01	168±0.05
Внутрішня циліндрична поверхня ø150.6							
21	Розточування чорнове	12.5	14	1.0	1.5	0.75	125.5±0.5
	Розточування чорнове	6.3	12	0.4	2.3	11.15	147.8±0.2
	Розточування напівчисте	3.2	10	0.16	1.5	0.75	149.3±0.08
	Розточування чистове	2.5	9	0.1	0.4	0.2	150.6±0.05
Внутрішня циліндрична поверхня ø107.2							
25	Розточування чорнове	12.5	14	0.87	23.4	11.7	103.4±0.43
	Розточування напівчисте	6.3	14	0.87	1.6	0.8	105±0.43
	Розточування чистове	3.2	14	0.87	1.5	0.75	106.5±0.43
	Розточування тонке	1.6	14	0.87	0.5	0.25	107±0.43
	Розточування тонке	0.8	14	0.87	0.2	0.1	107.2±0.43
Внутрішня поверхня М36×3-64							
22	Свердлення	12.5	14	0.36	10	5	10±0.18
	Розсвердлення	12.5	12	0.21	11.5	5.75	20±0.105
	Розсвердлення	12.5	12	0.25	1.45	0.725	31.5±0.125
	Зенкувати	6.3	10	0.1	0.05	0.025	32.95±0.05
	Зенкувати	6.3	10	0.1	5	2.5	38±0.05
	Розгорнути	3.2	9	0.062	3	1.5	33±0.031
	Нарізати різьблення		6Н	0.236			36±0.118

Продовження таблиці 3.8

Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 105$						
Розточування чорнове	12.5	14	0.74	50	25	80±0.37
Розточування напівчисте	6.3	10	0.14	23	11.5	103±0.07
Розточування чистове	3.2	9	0.087	1.3	0.65	104.3±0.04
Розточування тонке	1.6	8	0.054	0.5	0.25	104.
Розточування тонке	0.8	7	0.035	0.2	0.1	8±0.027
						105.
						8±0.017

3.8 Розрахунок режимів різання, нормування технологічних процесів

Швидкість різання для нарізання різьби коректується за формулою:

$$v = v_T \cdot K_{vm} \cdot K_{vk}, \quad (3.2)$$

де K_{vm} – коефіцієнт від властивостей матеріалу $K_{vm}=0.65$

K_{vk} – коефіцієнт від ступені точності різьби $K_{vk}=1.0$

$$v = 10.2 \cdot 0.65 \cdot 1.0 = 6.6 \text{ м/хв}$$

Визначити скоректовану частоту обертання шпинделя.

$$n = (1000 \cdot v) / \Pi D$$

де v – скоректована швидкість різання, м/хв.

D – діаметр інструменту

для свердлення

$$n = (1000 \cdot 16.25) / 3.14 \cdot 10 = 518 \text{ об/хв}$$

для розсвердлення

$$n = (1000 \cdot 11.24) / 3.14 \cdot 18 = 198.8 \text{ об/хв}$$

для розгортання

$$n = (1000 \cdot 4.6) / 3.14 \cdot 18.25 = 80.3 \text{ об/хв}$$

для зенкування

$$n = (1000 \cdot 8.7) / 3.14 \cdot 25 = 110.8 \text{ об/хв}$$

для нарізання різьби

$$n = (1000 \cdot 6.6) / 3.14 \cdot 18.25 = 115 \text{ об/хв}$$

Визначити хвилину подачу

$$S_{xb} = S_o \cdot n \quad (3.3)$$

де S_o – скорегована подача, мм/об

n – скорегована частота обертання шпинделя, об/хв.

для свердлення $S_{xb} = 0.12 \cdot 518 = 62.2 \text{ мм/хв}$

для розсвердлення $S_{xb} = 0.62 \cdot 198.8 = 123.3 \text{ мм/хв}$

для розгортання $S_{xb} = 0.82 \cdot 80.3 = 65.8 \text{ мм/хв}$

для зенкування $S_{xb} = 0.07 \cdot 110.8 = 7.8 \text{ мм/хв}$

для нарізання різьблення $S_{xb} = 1.0 \cdot 115 = 115 \text{ мм/хв}$

З урахуванням паспортних даних верстата приймаємо:

для свердлення $n_\phi = 500 \text{ хв}^{-1}$; $S_{xb \cdot \phi} = 63 \text{ мм/хв}$; $S_{o \cdot \phi} = 0.125 \text{ мм/об}$

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ПТІМО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

для розсвердлення

$$n_{\phi}=180\text{хв}^{-1}; S_{\text{хв}\cdot\phi}=125 \text{ мм/хв}; S_{o\cdot\phi}=0.6 \text{ мм/об}$$

для розгортання

$$n_{\phi}=90\text{хв}^{-1}; S_{\text{хв}\cdot\phi}=63 \text{ мм/хв}; S_{o\cdot\phi}=0.6 \text{ мм/об}$$

для зенкування

$$n_{\phi}=125\text{хв}^{-1}; S_{\text{хв}\cdot\phi}=8 \text{ мм/хв}; S_{o\cdot\phi}=0.06 \text{ мм/об}$$

для нарізання різьблення

$$n_{\phi}=125\text{хв}^{-1}; S_{\text{хв}\cdot\phi}=125 \text{ мм/хв}; S_{o\cdot\phi}=1 \text{ мм/об}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання

$$V_{\phi}=(\Pi D n_{\phi})/1000$$

де n_{ϕ} – фактична частота обертання шпинделя

для свердлення

$$V_{\phi}=(3.14 \cdot 10 \cdot 500)/1000=15.7 \text{ м/хв}$$

для розсвердлення

$$V_{\phi}=(3.14 \cdot 18 \cdot 180)/1000=10.2 \text{ м/хв}$$

для розгортання

$$V_{\phi}=(3.14 \cdot 18.25 \cdot 90)/1000=5.16 \text{ м/хв}$$

для зенкування

$$V_{\phi}=(3.14 \cdot 25 \cdot 125)/1000=9.8 \text{ м/хв}$$

для нарізання різьблення

$$V_{\phi}=(3.14 \cdot 18.25 \cdot 125)/1000=7.2 \text{ м/хв.}$$

Корегування табличних значень потужності та осьової сили різання.

- для свердлення, розсвердлення, розгортання, зенкування.

$$N = \frac{N_T}{K_{NM}}, \quad (3.4)$$

де N_T – табличні значення потужності, $N_T=0.65$

K_{NM} – коефіцієнт механічних властивостей оброблюємого матеріалу
 $K_{NM}=0.65$.

$$P = \frac{P_T}{K_{PM}}, \quad (3.5)$$

де P_T – табличні значення осьової сили різання

K_{PM} – коефіцієнт механічних властивостей оброблюємого матеріалу

- для нарізання різьби.

$$P=P_T/K_{PM}, \quad (3.6)$$

$$N=N_T/ K_{PM}, \quad (3.7)$$

$$M_{кр}=M_{крт}/K_{MM}, \quad (3.8)$$

- для свердління

$$N=0.62/0.65=0.95 \text{ кВт}$$

$$P=3430/0.65=5277\text{Н}$$

- для розсвердлення

$$N=1.77/0.65=2.7 \text{ кВт}$$

$$P=2189/0.65=3368\text{Н}$$

- для розгортання

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ПТПМО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$N=0.46/0.65=0.7 \text{ кВт}$$

$$P=49.2/0.65=75.7 \text{ Н}$$

- для зенкування

$$N=0.55/0.65=0.85 \text{ кВт}$$

$$P=260/0.65=400 \text{ Н}$$

- для нарізання різьблення.

$$N=11/0.65=1.7 \text{ кВт}$$

$$P=193/0.65=288 \text{ Н}$$

$$M_{кр}=10.9/0.65=16.8 \text{ Н·м}$$

Перевірка обраних режимів потужності привода головного руху та додаткового зусилля подачі.

Згідно паспорта верстат потужність електродвигуна $N_d=4 \text{ кВт}$; $\text{ККД}=0.81$; допустима сила подачі $P_v=15000 \text{ Н}$.

Найбільша потужність, сила різання потрібні при розсвердленні.

$$N=2.7 \text{ кВт}; \quad P=5277 \text{ Н}$$

Перевіряється умова

$$N \leq N_d \cdot \eta$$

$$2.7 < 4 \cdot 0.81$$

$2.7 < 3.24$ – умова виконується

$$P < P_v$$

$5277 < 15000$ – умова виконується

Прийняті режими різання зводимо в таблицю.

Таблиця 3.7 -Режими різання

перехід	Режими різання					
	S_o , мм/об	S , мм/хв	η , хв^{-1}	v , м/хв	P , Н	N , кВт
Свердлення $\varnothing 10$	0.125	63	500	15.7	3368	0.95
Розсвердлення $\varnothing 18$	0.6	125	180	10.2	5277	2.7
Розгортання $\varnothing 18.25$	0.6	63	90	5.16	75.7	0.7
Зенкування $\varnothing 25$	0.06	8	125	9.8	400	0.85
Нарізання різьби трубної R1/2	1.0	125	125	7.2	288	1.7

Визначення часу обробки.

Визначення основного часу автоматичної роботи верстата по програмі.

Основний час роботи верстата по програмі визначаємо за формулою.

$$T_o = (L_{p.x} / S_{хв}) \cdot i, \quad (3.9)$$

де $L_{p.x}$ – довжина робочого ходу

$S_{хв}$ – хвилина, мм/хв

i – кількість отворів $i=1$.

Довжина робочого ходу

$$L_{p.x} = l_0 + l_1 + l_2$$

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ЛТІМО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

де l_0 – довжина обробленої поверхні,
 l_1 – довжина підведення інструмента,
 l_2 – довжина врізання інструмента.

свердління $L_{p.x}=130+5+5=140\text{мм}$
розсвердлення $L_{p.x}=130+2+3=135\text{мм}$
розгорткування $L_{p.x}=130+2+3=135\text{мм}$
зенкування $L_{p.x}=5+2+3=10\text{мм}$
нарізання різьби $L_{p.x}=30+2+3=35\text{мм}$

Основний час

свердління $T_o=140/63=2.2$
розсвердлення $T_o=140/63=2.2$
розгорткування $T_o=135/125=1.08$
зенкування $T_o=10/8=1.25$
нарізання різьби $T_o=35/125=0.2$

Визначення машино-допоміжного часу на виконання автоматичних допоміжних ходів.

для свердління $T_{MBX}=(2R+L_{x.x})/S_{x.x}$

де R – Величина корекції $R=100\text{мм}$.

$S_{x.x}$ – значення подачі холостого ходу.

Для верстата 2P135Ф2 $S_{x.x}=4000\text{ мм/хв}$.

$$T_{MBX}=(200+140)/4000=0.085\text{хв}$$

для інших переходів

$$T_{MBX}=(2(R+K)+L_{x.x})/S_{x.x} \quad (3.10)$$

де $K=10$ величина корекції

розсвердлення $T_{MBX}=2(100+10)+135/4000=0.088\text{хв}$

розгорткування $T_{MBX}=(220+135)/4000=0.088\text{хв}$

зенкування $T_{MBX}=(220+10)/4000=0.057\text{хв}$

нарізання різьби $T_{MBX}=(220+35)/4000=0.063\text{хв}$

Маштндопоміжний час на зміну інструменту

$$T_{MDi}=5 \cdot 0.03=0.15+0.1=0.25$$

де 0.03 – час на поворот (магазину головки, на одну позицію)

0.1 – час провороту револьверної головки на 4 позиції.

Визначення часу циклу автоматичної роботи верстата по програмі

$$T_{ц.а}=\Sigma T_o+\Sigma T_{MBX}+\Sigma T_{MDi} \quad (3.11)$$

$$T_{ц.а}=(2.2+1.08+2.1+1.25+0.2)+(0.085+0.088+0.088+0.057+0.063)+(0.25)=7.48\text{ хв}$$

Визначасмо норму штучного часу.

$$T_{ш}=(T_{ц.а}+T_o)(1+\frac{a_{mex}+a_{фz}+a_e}{100}) \quad (3.12)$$

де T_d – допоміжний час який складається:

$$T_d=T_y+T_{оп}+T_{вим} \quad (3.13)$$

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ПТІМО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

де T_y – час установки та зняття деталі , $T_y=0.32$ хв.

$T_{оп}$ – допоміжний час, який пов'язаний з операцією .

$T_{оп}=0.11$ хв.

$T_{вим}$ - час на вимірювання , $T_{вим}=0.11$ хв.

$$T_d=0.32+0.82+0.11=1.25\text{хв}$$

$A_{тех}$, $a_{орг}$, $a_v=8\%$ від оперативного часу

Визначаємо норму штучного часу: $T_{ш}=(7.46+1.25) \cdot 1.08=9.40$ хв.

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.03.ЛТІМО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Розрахунок технологічної собівартості проводиться за варіантом:
заготовки однакові – два верстати 16K20, порівнюється з верстатом з ЧПК
HAAS ST -10.

Вихідні дані					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	16K20	16K20	3-й верстат	4-й верстат	HAAS ST-10
Деталі					
Річний обсяг випуску деталей N, шт.	1500				1500
Кількість запусків партій деталей в рік, п	12				12
Тривалість випуску деталей Z, років	3				3
Штучний час обробки деталі $t_{шт}$, хв.	58,6	58,6			38,5
Час наладки верстата, хв.	65	65			50
Розряд: контролера верстатника наладчика наладчика інструменту	5				5
	4	4			4
	3	3			5
					4
Кількість кадрів програми, шт.					600
Вартість заготовки $S_{заг}$, грн.	1542,48				1542,48
Вартість комплекту спец. пристосувань $K_{пр}$, грн					
Оптова ціна на прокат одного УСП $\Pi_{усп}$, грн					
Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.					15
Середній період стійкості інструменту, хв.	60	60			90
Середня кількість граней пластинки, шт.	1	1			3
Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному k_T	0,1	0,1			0,2
Вартість одного кадру ПК, грн.					100

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.04.ТЕО		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Яворський				ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ ТП	Лит.	Лист
Провер.	Цивінда						50
Реценз.						Каф. ТМ гр.ПМ-24м	
Н. Контр.	Нечаєв						
Утверд.	Рязанцев						

електротехнічної частини R_e	43	43			99
Кількість верстатів, що обслуговує один	1	1			2
Оптова ціна верстата Π , грн.	16906	16906			420000
Коефіцієнт завантаження верстата η_z	0,8	0,8			0,95
Площа верстата за габаритами A , м. кв.	25,0	25,0			35,0
Площа пристрою ЧПК A_y , м. кв.					0,25
Витрати на одну одиницю ЕРС верстата, грн.					
механічної частини H_m	215	215			272
електротехнічної частини H_e	120	120			200
Норматив річних витрат на поточне обслуговування та ремонт ПЧПК Q , грн.					5800
Коеф., що враховує додаткову площу верстата, γ	0,3	0,3	0,3		0,5
Коеф., що враховує клас точності верстата, μ	1	1			1,8
Ефективний річний фонд часу роботи верстата $\Phi_{об}$, год	3975	3975			4015

Виробничі та інші площі					
Вартість 1 м. кв. площі механічної $\Pi_{пл.зд.}$, грн	500				500
Вартість 1 м. кв. площі, що займають службово-побутові приміщення $\Pi_{сл. поб.}$, грн	1000				1000
Площа службово-побутових приміщень, що приходяться на одного робочого A_6 , м. кв.	7				7
Витрати на утримання та амортизаційні витрати на 1 м. кв. цеху $H_{пл.}$, грн.	180	180			180

Розрахунок допоміжних показників					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	16K20	16K20	3-й верстат	4-ий верстат	HAAS ST-10
Трудомісткість обробки $T_{шт}$, год	1465	1465	0	0	962,5
Час наладки верстата впродовж року T_n , год	13	13	0	0	10
Час наладки інструмента поза верстатом впродовж року $T_{н.ін}$, год	0	0,00	0	0	55,61
Час контролю деталей впродовж року T_k , год	146,5	146,5	0	0	192,5

Кількість верстатників $P_{ст}$, чол. (розрах.)	0,79	0,79	0,00	0,00	0,26
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків верстатів P_n , чол. (розрахункова)	0,0070	0,0070	0,0000	0,0000	0,0054
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків інструмента поза верстатом $P_{н.ін}$, чол. (розрахункова)	0	0,0000	0	0	0,02990
(дійсна)	0	0	0	0	1
Кількість контролерів P_k , чол. (розрах.)	0,08	0,08	0,000	0,00	0,01
(дійсна)	1				1
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК $P_{дод}$, чол (розрахункова)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
(дійсна)	0	0	0	0	1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	5				1
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску $P_{в}$	0,46	0,46	0,0000	0,000	0,25

1. Зарплатня верстатника (основна та додаткова) I_1

$$I_1 = N_{ст.лаг} \cdot T_{шт} / d$$

де $N_{ст.лаг}$ – середньочасова зарплатня верстатників зі усіма нарахуваннями, грн.;
 $T_{шт}$ – час обробки деталей в обсязі їх річного випуску, год;
 d – кількість верстатів, які обслуговує один робочий

$$N_{ст.лаг} = N_{ст} + Z_d + C_{соц} + C_{прем}$$

де $N_{ст}$ – тарифна ставка верстатника, грн;

Z_d – додаткова зарплатня платня, 8%

$C_{соц}$ – відрахування на соціальне страхування, 12%

$C_{прем}$ – преміальні доплати, 35%

Базовий варіант					Новий варіант			
16K20	$I_1 = N_{ст.лаг} \cdot T_{шт} / d$	77920	53,19	1465	1	HAAS ST-10	$I_1 = N_{ст.лаг} \cdot T_{шт} / d$	41595
16K20	$I_1 = N_{ст.лаг} \cdot T_{шт} / d$	76553	52,25	1465	1	Всього I_{12}	41595	
3-й верстат	$I_1 = N_{ст.лаг} \cdot T_{шт} / d$	0	0,00	0	0			
4-й верстат	$I_1 = N_{ст.лаг} \cdot T_{шт} / d$	0	0	0	0			
Всього I_{11}		154473						

2. Зарплатня за наладку верстата I_2

$$I_2 = N_{нал.лаг} \cdot T_n$$

де $N_{нал.лаг}$ – середньочасова зарплатня наладчиків з усіма нарахуваннями, грн;
 T_n – час налазки верстата впродовж року, год

$$N_{нал.лаг} = N_{нал} + Z_d + C_{соц} + C_{прем}$$

де $N_{нал}$ – тарифна ставка наладчика, грн;

Z_d – додаткова зарплатня платня, 8%

$C_{соц}$ – відрахування на соціальне страхування, 12%

$C_{прем}$ – преміальні доплати, 30%

$$T_n = t_n \cdot j_p / 60$$

де t_n – час налазки верстата для обробки партій деталей, хв;

j_p – кількість запусків партій деталей за рік

Базовий варіант				Новий варіант			
16K20	$I_2 = N_{нал.лаг} \cdot T_n$	535,59	41,20	13	HAAS ST-10	$I_2 = N_{нал.лаг} \cdot T_n$	539,36
16K20	$I_2 = N_{нал.лаг} \cdot T_n$	535,59	41,20	13	Всього I_{22}	539,36	
3-й верстат	$I_2 = N_{нал.лаг} \cdot T_n$	0,00	0,00	0			
4-й верстат	$I_2 = N_{нал.лаг} \cdot T_n$	0,00	0,00	0			
Всього I_{21}		1071,17					

3. Зарплатня наладжувальника інструмента поза верстатом, I_{31}

$$I_{31} = N_{ин} \cdot T_{ин.п.}$$

де $N_{ин}$ – середньочасова зарплатня наладчика, грн;

$T_{ин.п.}$ – час, який затрачується на налагодження інструмента поза верстатом, хв

$$T_{ин.п.} = 1,3 \cdot t_{ин} \cdot T_{шт} \cdot k_t / (T \cdot n_l)$$

де 1,3 – коеф., що враховує випадкову втрату інструменту та його вихід з ладу;

$t_{ин}$ – середній час налагодження за прибором одного інструмента, хв.;

$T_{шт}$ – час обробки деталей в обсязі їх річного випуску поза верстатом з ЧПК, год;

k_t – коеф., який враховує питому вагу основного часу в штучному і дорівнює

T – середній період стійкості інструменту, хв.;

n_l – кількість граней пластинки, що не переточується

Базовий варіант				Новий варіант			
16K20	$I_{31} = N_{ин} \cdot T_{ин.п.}$	0	0	0	HAAS ST-10	$I_{31} = N_{ин} \cdot T_{ин.п.}$	2224,44
16K20	$I_{31} = N_{ин} \cdot T_{ин.п.}$	0,00	0	0,00	Всього I_{32}	2224,44	
3-й верстат	$I_{31} = N_{ин} \cdot T_{ин.п.}$	0,00	0	0			
4-й верстат	$I_{31} = N_{ин} \cdot T_{ин.п.}$	0,00	0	0			
Всього I_{31}		0,00					

4. Витрати на підготовку та поновлення керуючої програми I_{41}

$$I_{41} = K_{пк} / Z$$

$$I_{41} = K_{пк} / Z$$

$$I_{41} = K_{пк} / Z$$

Базовий варіант				Новий варіант			
16K20	$I_{41} = K_{пк} / Z$	0	0	3	HAAS ST-10	$I_{41} = K_{пк} / Z$	4100
16K20	$I_{41} = K_{пк} / Z$	0,00	0	3	Всього I_{42}	4100	
Всього I_{41}		0,00					

Лист

КНУ.КМР. 131.25.1-19.04.ТЕО

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

10. Витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання I_p
 $I_p = (H_p \cdot R_p + H_p \cdot R_p) \cdot \mu \cdot \beta$
 де H_p , H_p – витрати на оцінку ремонтної складності
 відповідно механічної та електротехнічної частин, грн.;
 R_p , R_p – ремонтна складність відповідно механічної та
 електротехнічної частин, що приймається за паспортном
 верстата, а для левих верстатів ЧПК;
 μ – коефіцієнт, який враховує клас точності верстата, що
 приймається для класу точності Н, П, В, А, С – відповідно
 1, 1,2; 1,5; 1,8; 2,2

Базовий варіант						Новий варіант					
16K20	$I_p = (H_p \cdot R_p + H_p \cdot R_p) \cdot \mu \cdot \beta$	7694,4	215	53	120	43	1	0,46	HAAS ST-10	$I_p = (H_p \cdot R_p + H_p \cdot R_p) \cdot \mu \cdot \beta$	21570,0
16K20	$I_p = (H_p \cdot R_p + H_p \cdot R_p) \cdot \mu \cdot \beta$	7694,4	215	53	120	43	1	0,46	Всього I_{p2}		21570,0
3-й верстат	$I_p = (H_p \cdot R_p + H_p \cdot R_p) \cdot \mu \cdot \beta$	0,0	0	0	0	0	0	0,00			
4-ий верстат	$I_p = (H_p \cdot R_p + H_p \cdot R_p) \cdot \mu \cdot \beta$	0,0	0	0	0	0	0	0,00			
Всього I_{p1}											16388,9

11. Витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК I_y

$I_y = Q \cdot \beta$
 де Q – річні витрати при експлуатації у дві зміни і повній
 загрузці верста з ЧПК, грн

Базовий варіант				Новий варіант			
16K20	$I_y = Q \cdot \beta$	0	0	0,46	HAAS ST-10	$I_y = Q \cdot \beta$	1478,8
16K20	$I_y = Q \cdot \beta$	0	0	0,46	Всього I_{y2}		1478,8
3-й верстат	$I_y = Q \cdot \beta$	0	0	0,00			
4-ий верстат	$I_y = Q \cdot \beta$	0	0	0,00			
Всього I_{y1}				0,0			

12. Зарплатня контролера I_k

$I_k = N_k \cdot T_k$
 де N_k – середньочасова заробітна платня контролера 5-го
 розряду, грн.;
 T_k – час контролю деталей впродовж року, год.
 Для базових верстатів:
 $T_{k1} = 0,083 \cdot T_{шт}$
 де 0,083 – середньостатистична частка
 трудомісткості контрольних операцій
 Для обробки на верстатах з ЧПК
 $T_{k1} = 0,2 \cdot T_{шт}$

Базовий варіант				Новий варіант			
16K20	$I_k = N_k \cdot T_k$	4395,00	30	146,50	HAAS ST-10	$I_k = N_k \cdot T_k$	439,5
16K20	$I_k = N_k \cdot T_k$	4395,00	30	146,50	Всього I_{k2}		439,5
3-й верстат	$I_k = N_k \cdot T_k$	0,00	30	0,00			
4-ий верстат	$I_k = N_k \cdot T_k$	0,00	30	0,00			
Всього I_{k1}				8790,00			

Совбартість механічної обробки річного випуску деталей

$C = I_z + I_k + I_{пк} + I_{пк} + I_{пк} + I_{пк} + I_{пк} + I_{пк} + I_{пк} + I_{пк} + I_{пк} + I_{пк}$

де I_z – зарплатня верстатника;
 I_k – зарплатня за наладку верстата;
 $I_{пк}$ – зарплатня наладжувальника інструмента поза верстатом $I_{пк}$ – витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання;
 $I_{пк}$ – витрати на підготовку та поновлення керуючої програми I_y – витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК;
 $I_{пк}$ – витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосувань I_k – зарплатня контролера
 $I_{пк}$ – витрати на прокат універсально-зорних пристосувань
 при їх використанні;
 $I_{пк}$ – амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання;

C_1 на деталь = 144,60
 C_2 на деталь = 76,00

$C_1 =$	154473	+	1071,17	+	0,00	+	0,00	+	0	+	916,19	+	1254,91	+	35000	+	15388,9	+	0,0	+	8790,00	=	216894,48
$C_2 =$	41595	+	539,36	+	2224,44	+	4100	+	0	+	6243,07	+	808,88	+	35000	+	21570,0	+	1478,8	+	439,5	=	113998,64

1. Балансова вартість верстата K_6

$K_6 = C \cdot \alpha \cdot \beta$

де C – оптова ціна верстата, грн
 α – коеф., що враховує витрати на доставку та
 встановлення верстата та приймається рівним 1,1;
 β – частка завантаження верстата

$\beta = T_{шт} + T_k / (F_{об} \cdot \eta_p)$

Базовий варіант					Новий варіант				
16K20	$K_6 = C \cdot \alpha \cdot \beta$	8643	16906,00	1,1	0,46	HAAS ST-10	$K_6 = C \cdot \alpha \cdot \beta$	117794	420000,00
16K20	$K_6 = C \cdot \alpha \cdot \beta$	8643	16906,00	1,1	0,46	Всього K_{62}		117794	
3-й верстат	$K_6 = C \cdot \alpha \cdot \beta$	0	0	1,1	0,00				
4-ий верстат	$K_6 = C \cdot \alpha \cdot \beta$	0	0	1,1	0,00				
Всього K_{61}									17287

2. Вартість приміщення, яке займає верстат $K_{пк}$

$K_{пк} = C_{пк} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$
 де $C_{пк}$ – вартість 1 м. кв. площі механічного цеху;
 A – площа, яку займає верстат по габаритах, м. кв.;
 A_y – площа, яку займають вимісні, допоміжні
 пристрої, м. кв.;
 γ – коефіцієнт, який враховує додаткову площу

Базовий варіант						Новий варіант					
16K20	$K_{пк} = C_{пк} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	1743	500	25,002	0	0,3	0,46	HAAS ST-10	$K_{пк} = C_{пк} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	2246,8785	500
16K20	$K_{пк} = C_{пк} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	1743	500	25	0	0,3	0,46	Всього $K_{пк2}$		2246,88	
3-й верстат	$K_{пк} = C_{пк} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	0	500	0	0	0,3	0,00				
4-ий верстат	$K_{пк} = C_{пк} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	0	500	0	0	0	0,00				
Всього $K_{пк1}$											3486

5 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ

Для створення керуючої програми застосовуємо CAD/CAM систему – Feature CAM DELCAM. Отримані траєкторії при створенні керуючої програми, а також твердотільну симуляцію обробки зображуємо на рисунках 5.1–5.12.

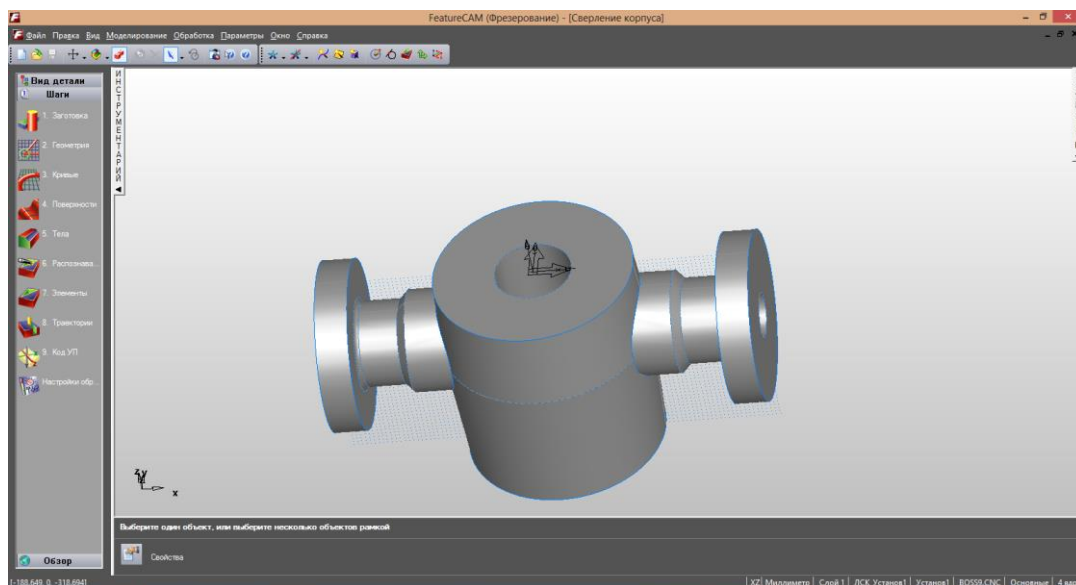


Рисунок 5.1 – Імпортована модель

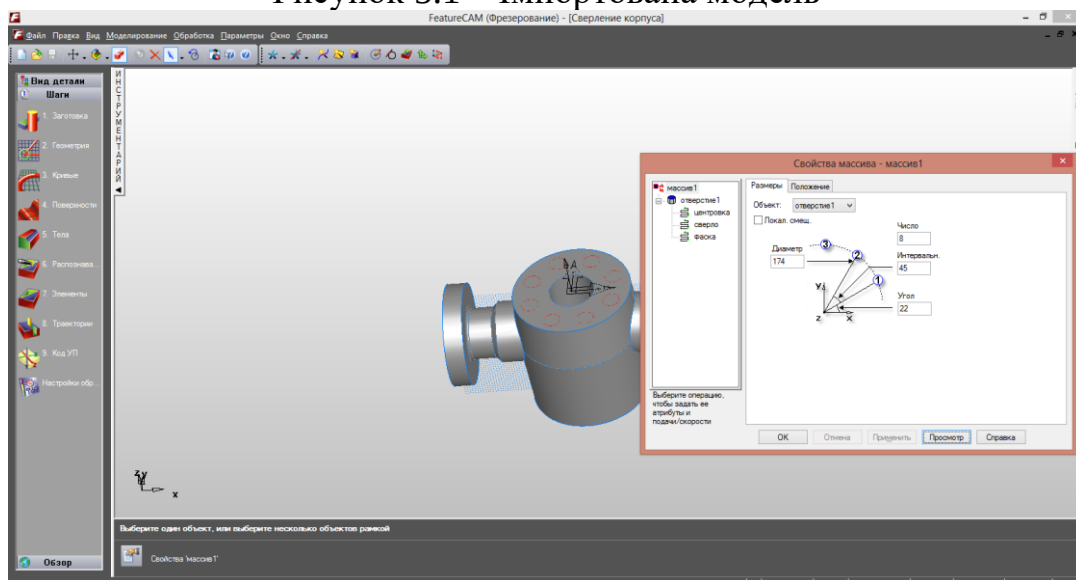


Рисунок 5.2 - Створення масиву отворів

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.05.МПО		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТЕХНИКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ ТП		
Разраб.	Яворський						
Провер.	Цивінда						
Реценз.							
Н. Контр.	Нечасєв						
Утверд.	Рязанцев				Лит.		
						Лист	Листов
						57	
					Каф.ТМ гр.ПМ-24м		

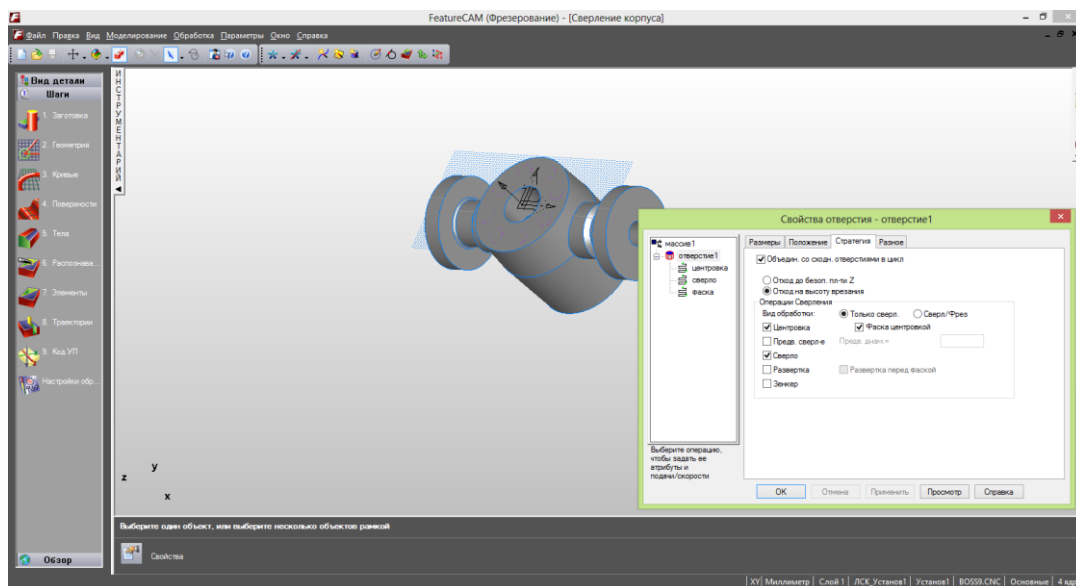


Рисунок 5.3 – Вибір стратегії обробки

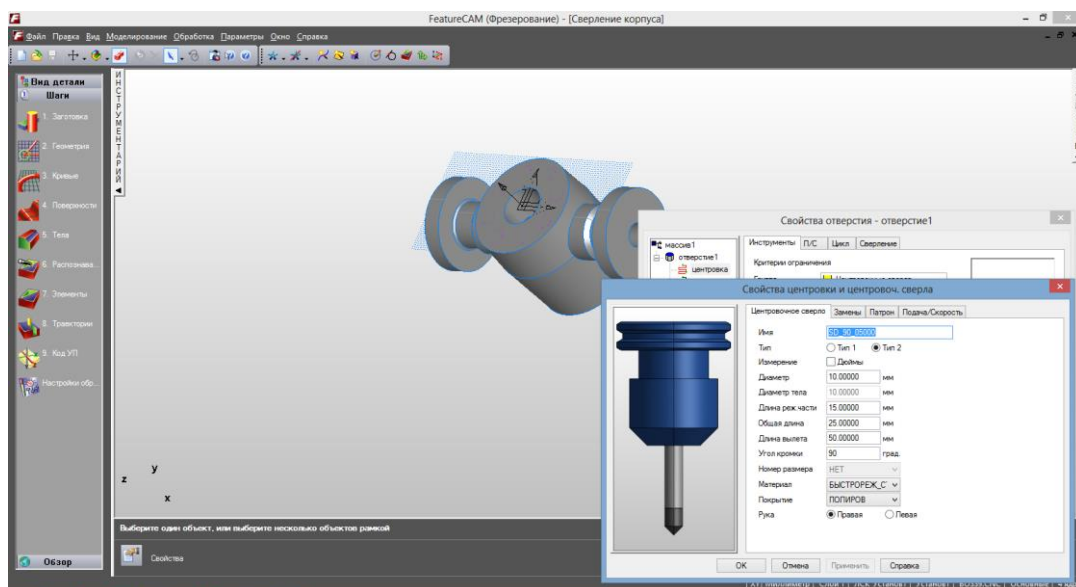


Рисунок 5.4 – Створення центрального свердла

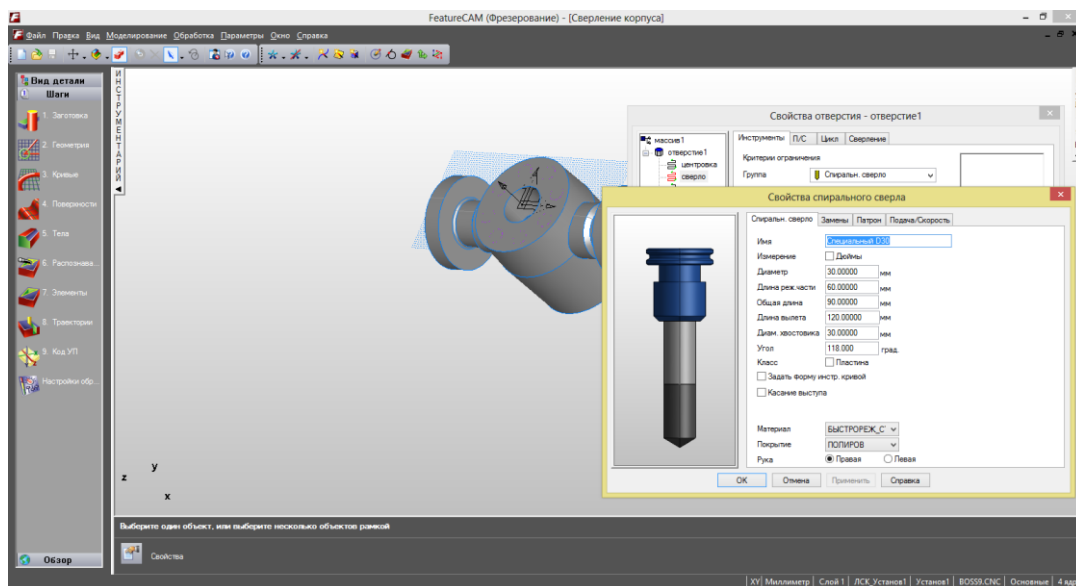


Рисунок 5. 5 – Створення свердла

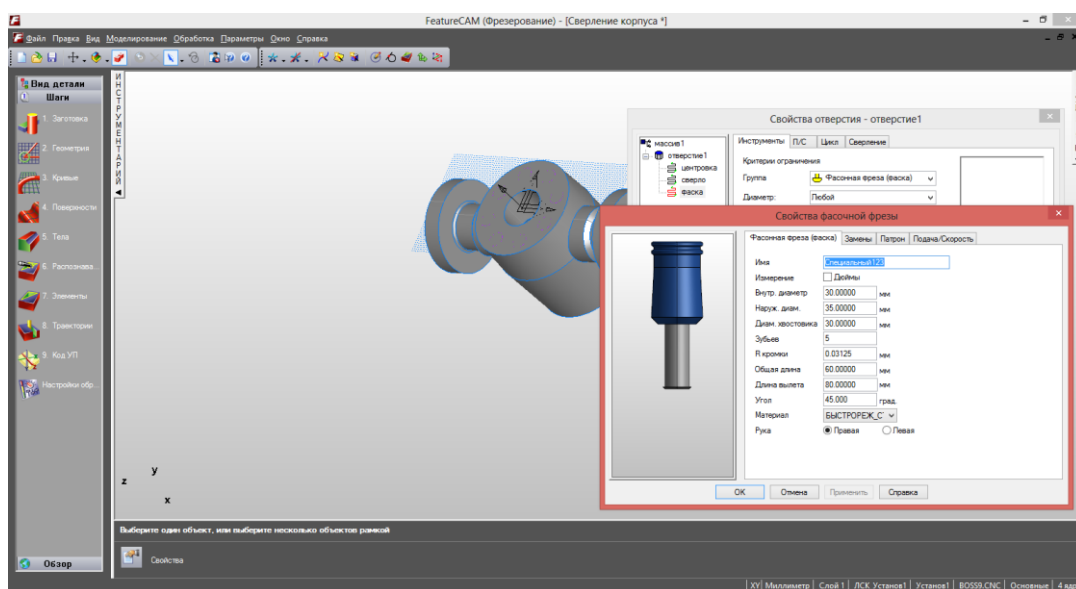


Рисунок 5.6 – Створення фасонної фрези для зняття фаски

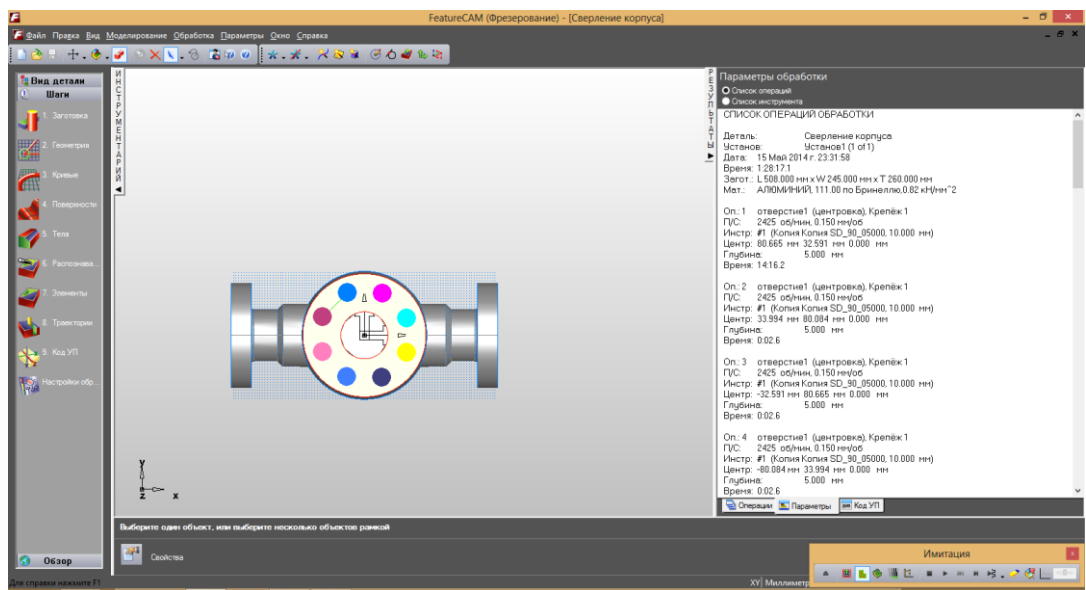


Рисунок 5.9 – 2D імітація обробки

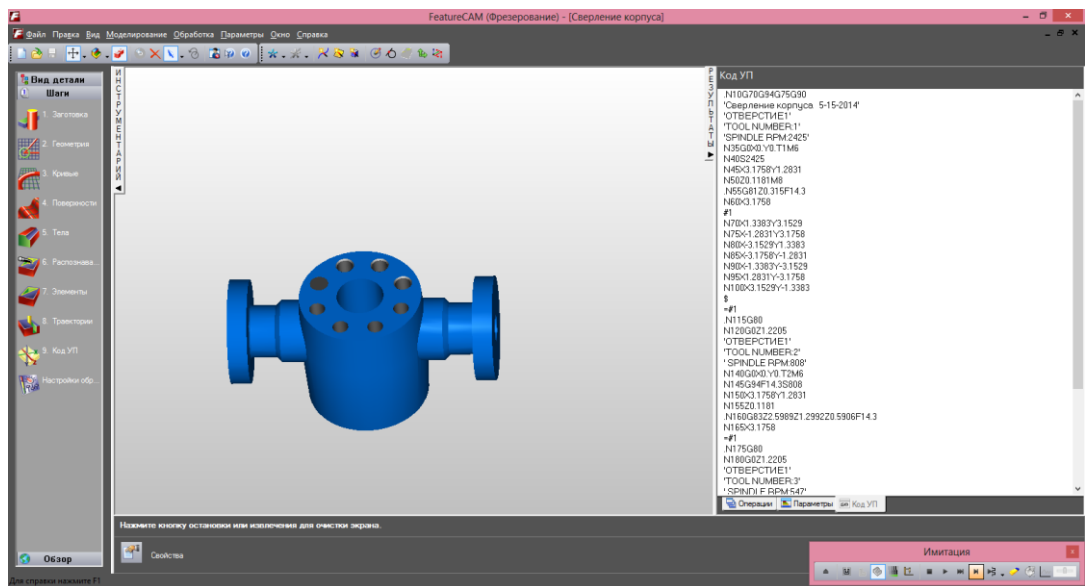


Рисунок 5. 10 – 3D імітація обробки

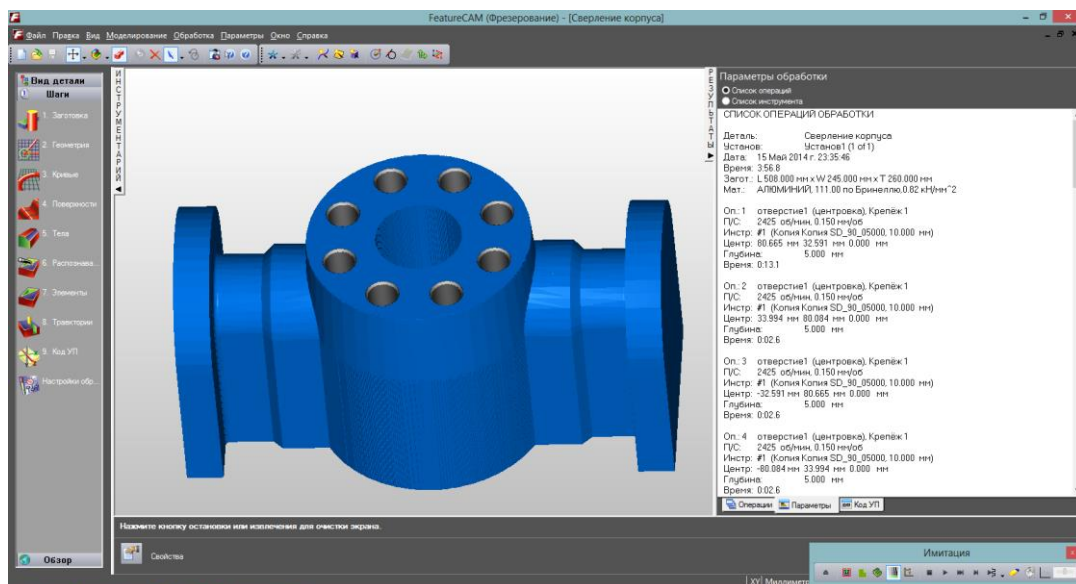


Рисунок 5.11 – 3D імітація обробки (швидка)

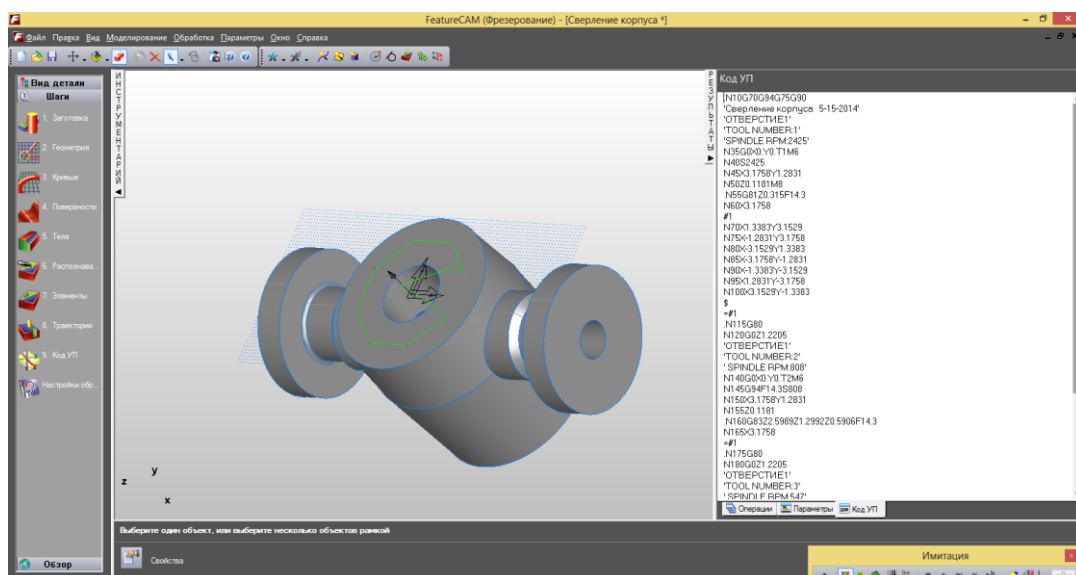


Рисунок 5.12 – Код керуючої програми

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КНУ.КМР. 131.25.1-19.05.МПО

Лист

6 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

6.1 Проектування верстатного оснащення

Пристосування проектуємо для обробки внутрішніх отворів деталі корпус Ø80, Ø128, на лоботокарній операції з ЧПК на верстаті 1М692Ф3.

Деталь установлюється в ложементи поз.2 на опори і закріплюється за допомогою прихватів поз. 9.

В пристосуванні мається можливість повертати пристрій та обробити три отвори під кутом 90° за рахунок черв'ячної передачі поз 23,12. Деталь фіксується в потрібному положенні за рахунок фіксаторів поз.17.

Установочна база-дві зовнішні циліндричні поверхні Ø 142.

Установочні елементи- призми.

Визначаємо похибку базування.

$$\varepsilon_b = 0,5TD \quad (6.1)$$

де TD-допуск на розмір базуючої поверхні.

$$\varepsilon_b = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ мм}$$

Визначаємо зусилля зажиму.

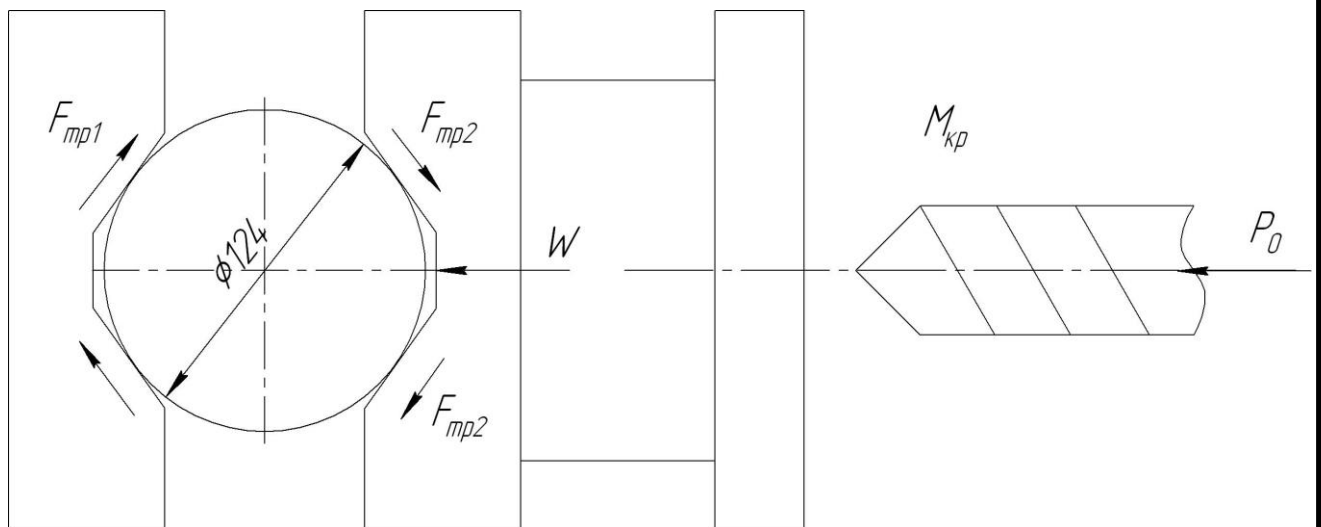


Рисунок 6.1- Схема прикладання зусиль при обробці

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.06.КПВ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Яворський				КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА	Лит.	Лист
Провер.	Цивінда						63
Реценз.						Каф.ТМ гр.ПМ-24м	
Н. Контр.	Нечасв						
Утверд.	Рязанцев						

$$\sum M_o = 0 \quad (6.2)$$

$$F_{TP1} \times D/2 \times \cos 45^\circ + F_{TP2} \times D/2 = K P_0 d_{CB}/2 \times f_1 + M_{кр} \quad (6.3)$$

$$W \times f \times D/2 \times \cos 45^\circ + W \times f \times D/2 \times \cos 45^\circ = K \times P_0 \times d_{CB}/2 \times f + M_{кр} \quad (6.4)$$

$$W = \frac{K \times P_0 \times d_{CB}/2 + M_{кр}}{f \times D/2 \times \cos 45^\circ + f \times D/2 \times \cos 45^\circ} \quad (6.5)$$

$$W = \frac{2,5 \times 300 \times 9 \times 0,11 + 120}{0,11 \times 124/2 \times \cos 45^\circ + 0,11 \times 124/2 \times \cos 45^\circ} = 84,3 \text{ КН}$$

6.2 Проектування контрольного пристосування

Дане пристосування і призначене для контролю симетричності торців виточень.

Відповідно до технічних вимог креслення на корпус виникає необхідність контролю симетричності торців виточень (р-р 92Н11^(+0,22) і 136±0,05) щодо загальної осі Ø90Н14. Допуск симетричності складає 0,2 мм. Допуск отвору +0,84 мм. Для контролю симетричності розроблене контрольне пристосування з індикатором І4-10.

Контрольне пристосування розроблене за схемою: мінімальна відстань від центра окружності до площини, що проходить за її межами і знаходиться на перпендикулярі, проведеному з центра окружності до цієї площини.

Пристосування працює за принципом порівняння показань індикатора мінімальної відстані від поверхні торця до центра окружності Ø92.

Технологічно зменшуємо поле допуску Ø90 з +0,84 до +0,03 при цьому номінальний розмір – Ø90,7, тобто отвір обробляємо на верхній межі.

Прилад (див. рисунок 6.2.) складається з плити 6, на якій кріпляться стійка 1 під індикатор і ручка 5, важеля 9 з наконечниками 7 і 8, що обертається на осі 19. Для забезпечення вимірювального зусилля, на важіль установлена пружина 2. При вимірі розмірів прилад встановлюється опорними поверхнями упорів 13 на корпус, а пальцями, що базують, 3 притискається до внутрішнього діаметра корпусу.

Забезпечується контакт наконечника 8 (при вивернутому наконечнику 7) з вимірюваним торцем виточення корпусу. При вимірі переміщення наконечника сприймається вимірювальним стрижнем індикатора через важіль 9. Потім повертаємо пристосування на 180° і робимо однієї виточення

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.06.КПВ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

угвинчуємо наконечник 7 при допомозі ключа, проводимо аналогічний вимір другого виточення.

Робота приладу заснована на методі порівняння з настановною мірою, по якій установлюється нуль на індикаторі. При вимірі визначається відхилення фактичного розміру деталі від розміру настановної міри.

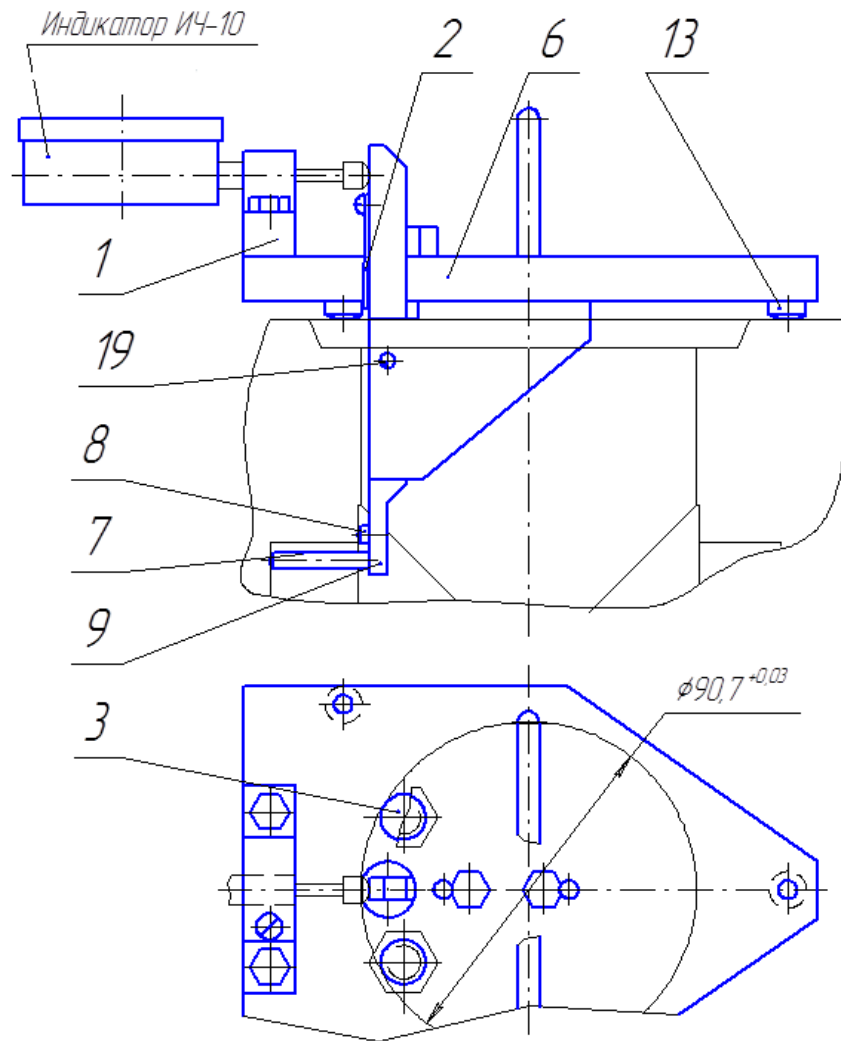


Рисунок 6.2- Прилад для контролю розмірів і симетричності торців виточень

Порядок роботи:

1. Установити прилад на контрольовану деталь, забезпечивши контакт пальців поз, що базують.3 з поверхнею отвору $\varnothing 90,7^{(+0,03)}$ мм, а наконечника поз.8 з одним з торців вимірюваного розміру, наприклад $92H11^{(+0,22)}$. Визначивши точку повернення, зняти показання індикатора $\Delta_{\text{інд.1}}$. Повернути

прилад на 180^0 і, визначивши точку повернення зняти показання індикатора $\Delta_{\text{інд.2}}$.

Визначити відхилення від симетричності по формулі:

$$A = \Delta_{\text{інд.1}}, \Delta_{\text{інд.2}}; \quad (6.6)$$

де: A – відхилення від симетричності (приймається зі знаком плюс);

$\Delta_{\text{інд.1}}, \Delta_{\text{інд.2}}$ – показання індикатора алгебраїчні, тобто узяті зі знаком плюс при відхиленні стрілки індикатора по годинній стрілці від нуля і зі знаком мінус при відхиленні проти вартівий стрілки.

Визначити дійсний розмір 92Н11 $(^{+0,22})$ по формулі:

$$B_1 = 2B + \Delta_{\text{інд.1}} + \Delta_{\text{інд.2}}; \quad (6.7)$$

де: Y_1 – дійсний розмір 92Н11 $(^{+0,22})$;

B – розмір, зазначений на настановній мері (~ 46);

$\Delta_{\text{інд.1}}, \Delta_{\text{інд.2}}$ – показання індикатора алгебраїчні.

2. Увернути наконечник 7 за допомогою ключа і повторити пункт 1. для другого торця визначити дійсний розмір $136 \pm 0,05$ по формулі (6.6.);

де: Y – розмір, зазначений на настановній мірі (~ 68).

3. У процесі роботи необхідний періодично перевіряти нульову установку приладу.

7 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАПІРНІЙ АРМАТУРІ КОМП'ЮТЕРНИМ МОДЕЛЮВАННЯМ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДУЛЯ SOLIDWORKS FLOW SIMULATION

Запірні арматури є спеціалізованими пристроями, які встановлюються на трубах, резервуарах та установках, призначених для транспортування, зберігання або розподілу рідин. Їхнє основне призначення полягає в закритті, відкритті, розподілі потоку рідин, а також у контролі або регулюванні параметрів потоку.

Засувки Ду80 які широко використовуються, зокрема, у нафтовій промисловості, під час експлуатації можуть піддаватися ерозійному зносу. Ерозія спричиняється як високим тиском рідини, так і наявністю у неї твердих частинок піску. В процесі експлуатації поверхні тертя сідел та шиберу схильні до інтенсивного зносу.

Щоб уникнути явища заклинювання між сідлом та шибером рекомендується використовувати різні матеріали для поверхонь контакту тертя або покривати ці поверхні антифрикційним та корозійно-стійким шаром, наприклад Stellite, покриттю на основі кобальтових сплавів HRC 40-48.

Проведемо дослідження руху рідини в корпусі засувки ДУ-80 у модулі SolidWorks Flow Simulation з метою визначення гідравлічних характеристик, розподілу тиску, температури та швидкості потоку для оцінки ефективності конструкції деталі. Активуємо модуль (рис. 7.1).

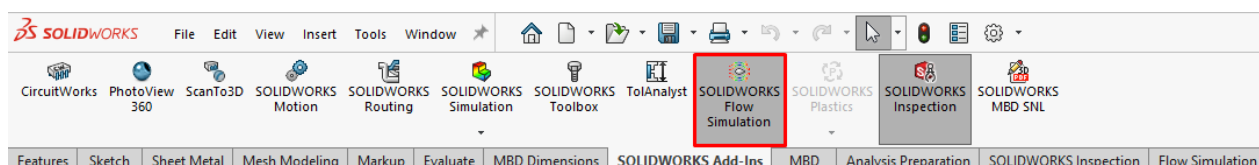


Рисунок 7.1 — Активація модуля Flow Simulation

Перейдемо у майстер проекту (рис. 7.2) та задаємо налаштування (рис. 7.3-7.8):

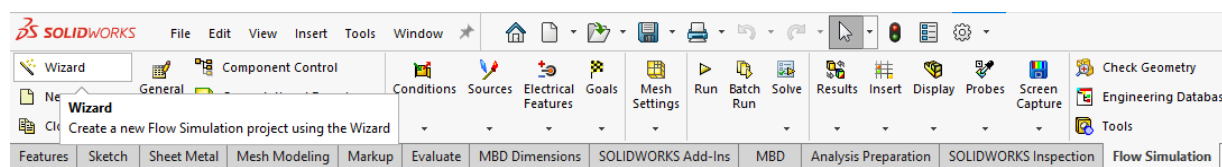


Рисунок 7.2 — Активація майстра проекту

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.07.НДР							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.		Яворський			НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА				Лист.	Лист	Листов	
Провер.		Цивінда									67	
Реценз.									Каф.ТМ гр.ПМ-24м			
Н. Контр.		Нечасєв										
Утверд.		Рязанцев										

Система СИ, тиск у МПа, температура у °C (рис. 7.3).

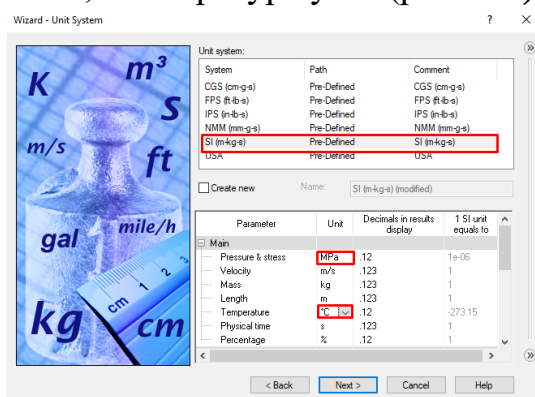


Рисунок 7. 3 — Налаштування системи одиниць вимірювання

Досліджуємо потік газу та теплопровідність. Тип задачі — внутрішня (рис. 7.4).

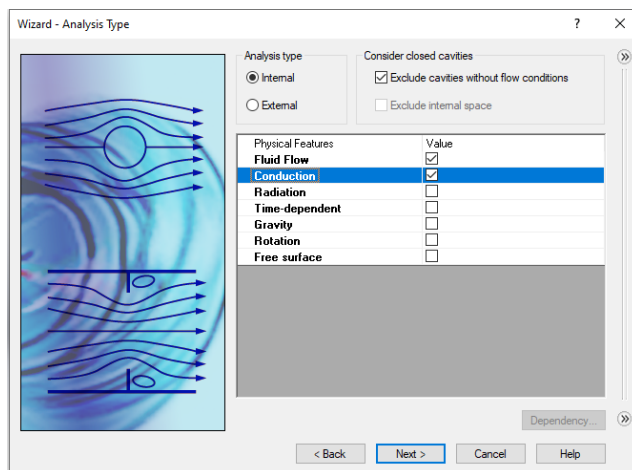


Рисунок 7.4 — Вибір типу задачі

Робочою рідиною засувки є нафта, тому серед вбудованих у систему середовищ за властивостями найближчою рідиною є мастило (olive oil). Тип течії — ламінарний, тому що при низьких швидкостях потоку, характерних для деталей подібного призначення, відсутні турбулентні процеси (рис. 7.5).

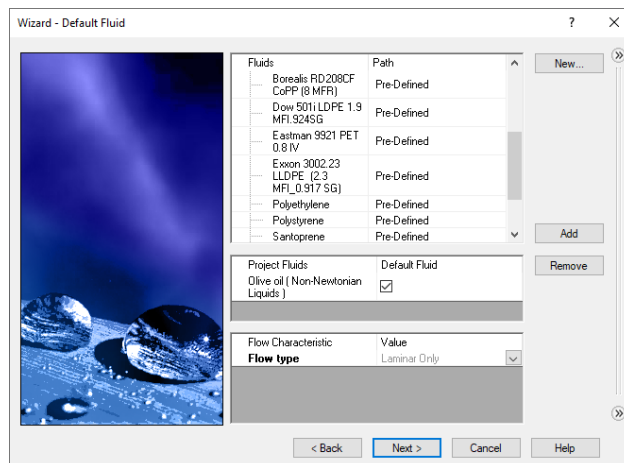


Рисунок 7.5 — Призначення текучого середовища

Призначаємо матеріал деталі (рис. 7.6). Найближчим аналогом сталі 35ХМЛ серед вбудованих є хромиста сталь AISI 1535.

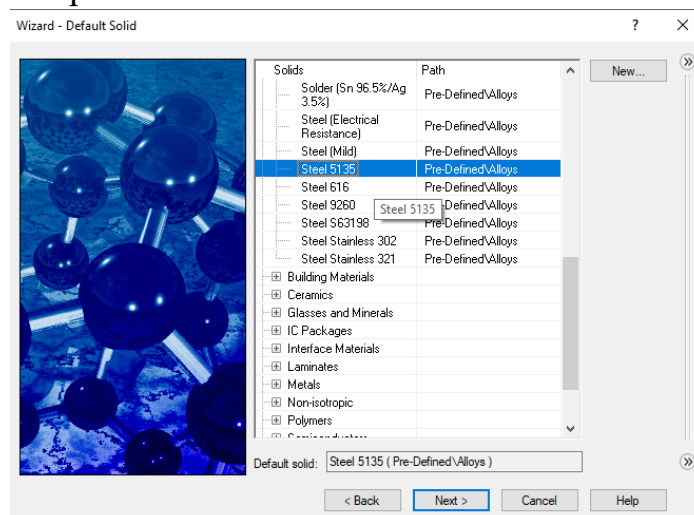


Рисунок 7.6 — Призначення матеріалу деталі

Високий робочий тиск всередині корпусу та можливі високі температури потребують врахування конвекційних процесів на зовнішній поверхні деталі. Вказуємо середні значення коефіцієнту тепловіддачі стінки та температури навколишнього середовища для умов використання механізму (рис. 7.7). Задаємо шорсткість зовнішньої поверхні корпусу за кресленням — Ra 6,3.

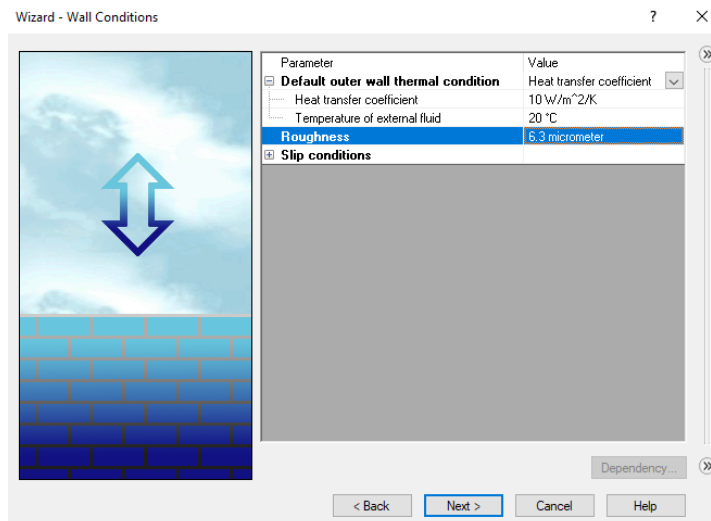


Рисунок 7.7 — Завдання умов на зовнішній стінці

1. Початкові умови виводяться з технічного паспорту механізму, за яким середній робочий тиск складає 50 МПа. Приймаємо початкову температуру транспортованої нафти 40 °С, початкова температура твердого тіла (корпусу) — 20 °С (рис. 7.8).

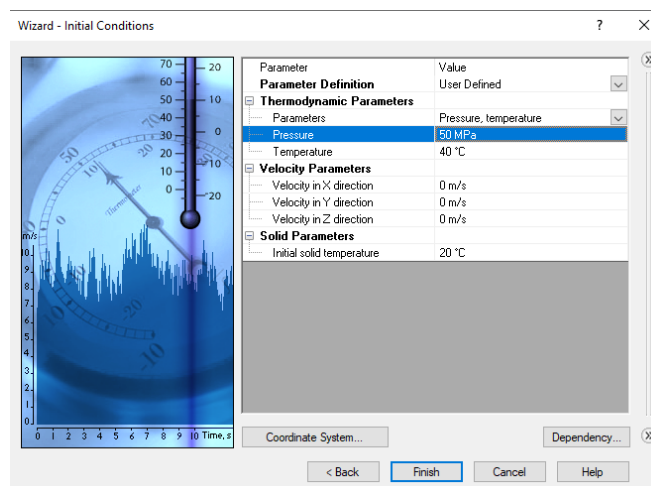


Рисунок 7.8 — Завдання початкових умов

Після завершення підготовки проєкту він з'явиться у дереві дослідження (рис. 9).

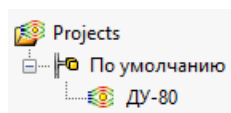


Рисунок 7.9 — Створений файл проєкту

При дослідженні внутрішньої задачі необхідно створити замкнену систему за допомогою інструменту «Заглушки» (рис. 10). Обираємо грані для створення заглушок (рис. 7.11). В дереві побудови видаляємо зайві створені

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.07.НДР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

елементи — всього повинно бути 4 заглушки на основних отворах для створення замкнутого простору (рис. 7.11).

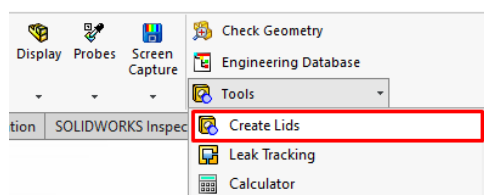


Рисунок 7.10 — Інструмент для створення заглушок

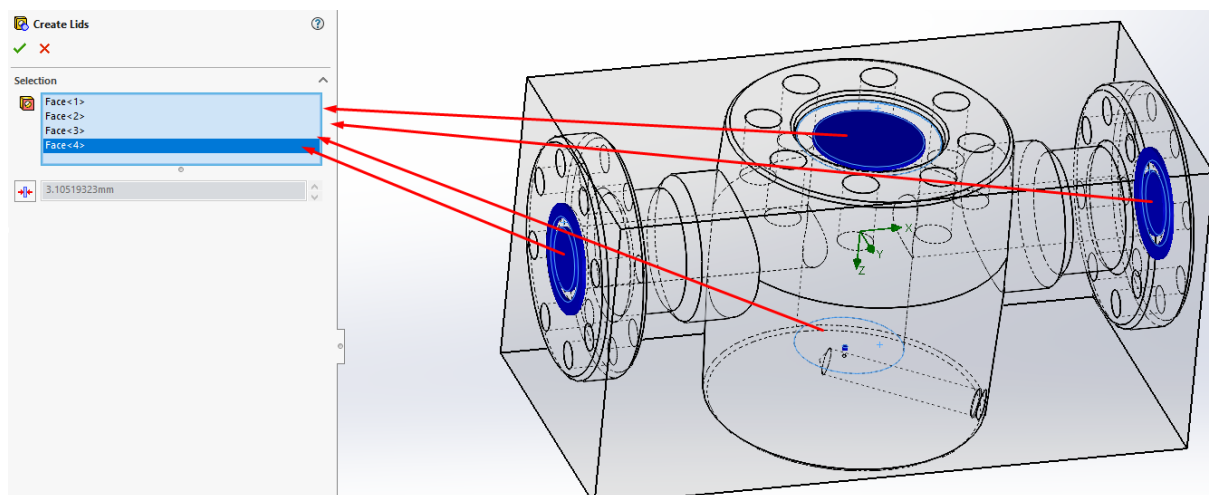


Рисунок 7.11 — Створення заглушок

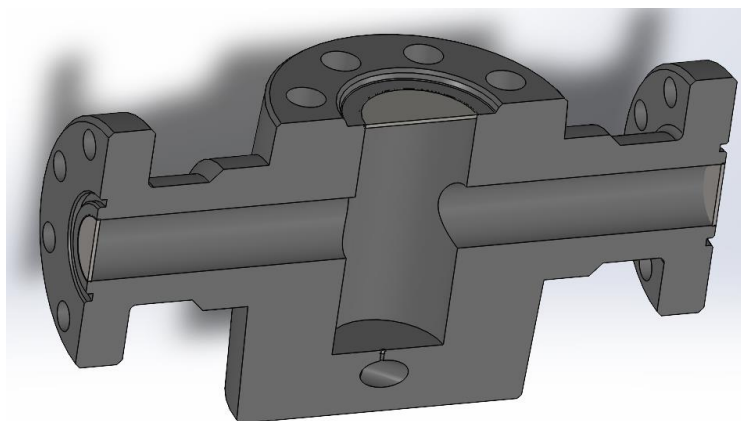


Рисунок 7.12 — Замкнена система з заглушками у розрізі

При необхідності збільшуємо межі розрахункової області так, щоб в неї помістилася вся деталь (рис. 7.13).

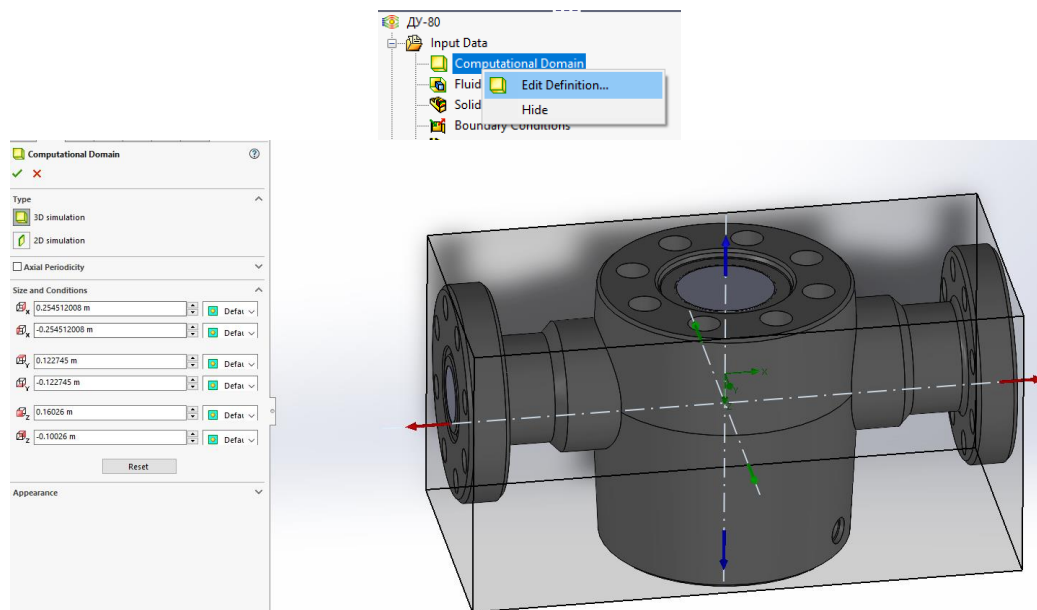


Рисунок 7.13 — Зміна розрахункової області

Розповсюдженою проблемою є, коли деякі дані з майстра не «підтягуються» у дерево дослідження, тому матеріал деталі необхідно задати повторно (рис. 7.14).

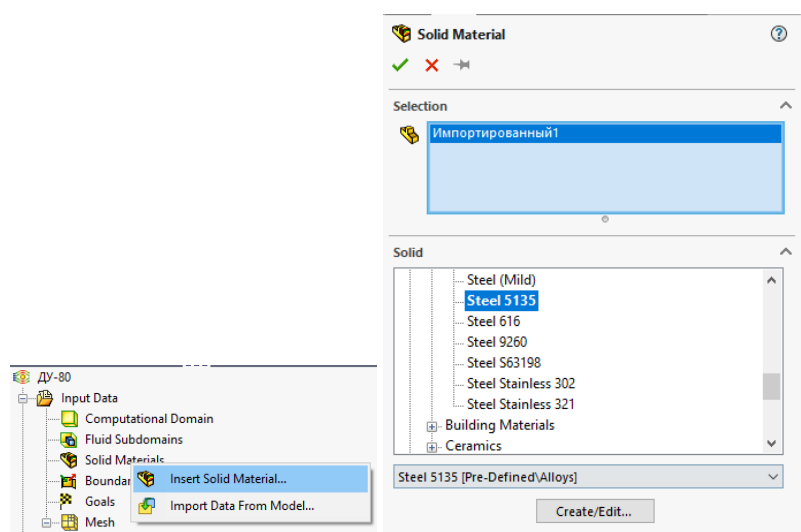


Рисунок 7.14 — Призначення матеріалу деталі

Задаємо граничні умови. Для впускного отвору задаємо статичний тиск у 50 МПа, температура рідини — 40 °С. Вказуємо внутрішній торець відповідної заглушки (рис. 7.15).

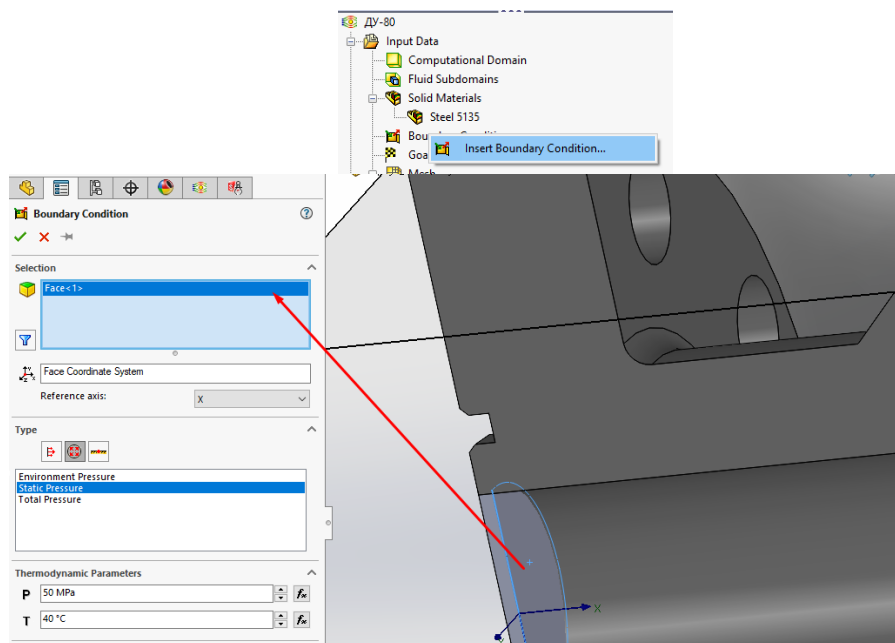


Рисунок 7.15 — Гранична умова на впускному отворі

Для випускного отвору враховуємо зменшення тиску, тому задаємо статичний тиск у 49 МПа, нагріванням рідини нехтуємо, тому температура — 40 °С. Вказуємо внутрішній торець відповідної заглушки (рис. 7.16).

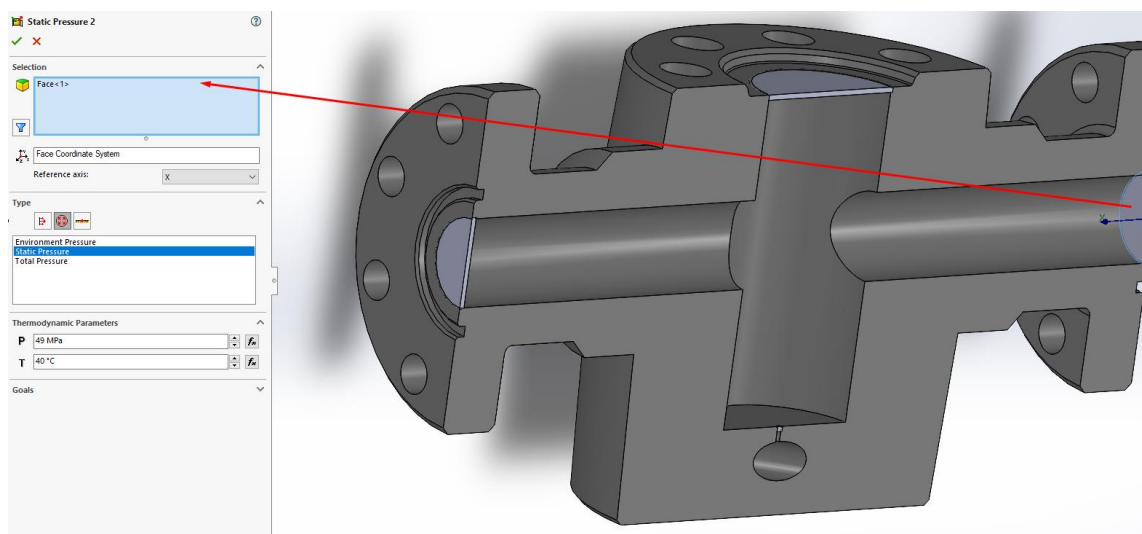


Рисунок 7.16 — Гранична умова на випускному отворі

Задаємо цілі дослідження (рис. 7.17):

- мінімальний та максимальний статичний тиск;
- мінімальний та максимальний повний тиск;
- мінімальна та максимальна температура текучого середовища;
- мінімальна та максимальна швидкості;
- мінімальна та максимальна температура стінки;
- сила;
- мінімальна та максимальна температура твердого тіла.

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.07.НДР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

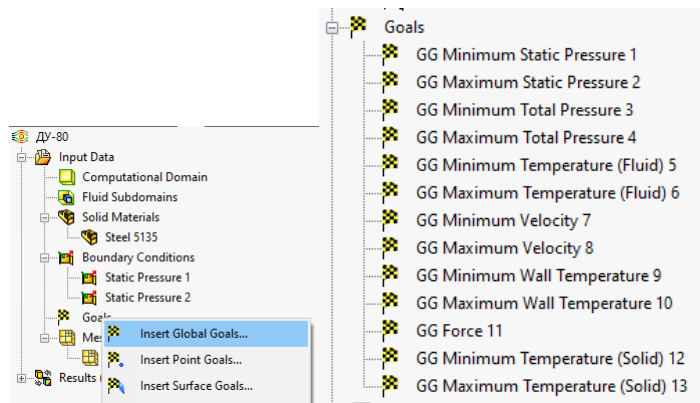


Рисунок 7.17 — Завдання цілей дослідження

Запускаємо дослідження (рис. 7.18).

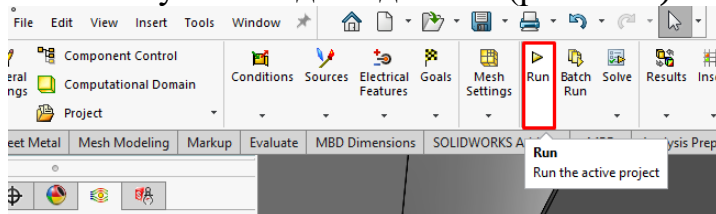


Рисунок 7.18 — Запуск дослідження

Додамо траєкторію потоку, що дозволяє анімувати траєкторію руху рідини. Вказуємо внутрішні торці великих заглушок та нижню грань вертикального отвору Ø124 мм, параметр – тиск (рис. 7.19). Результат наведено на рис. 7.20.

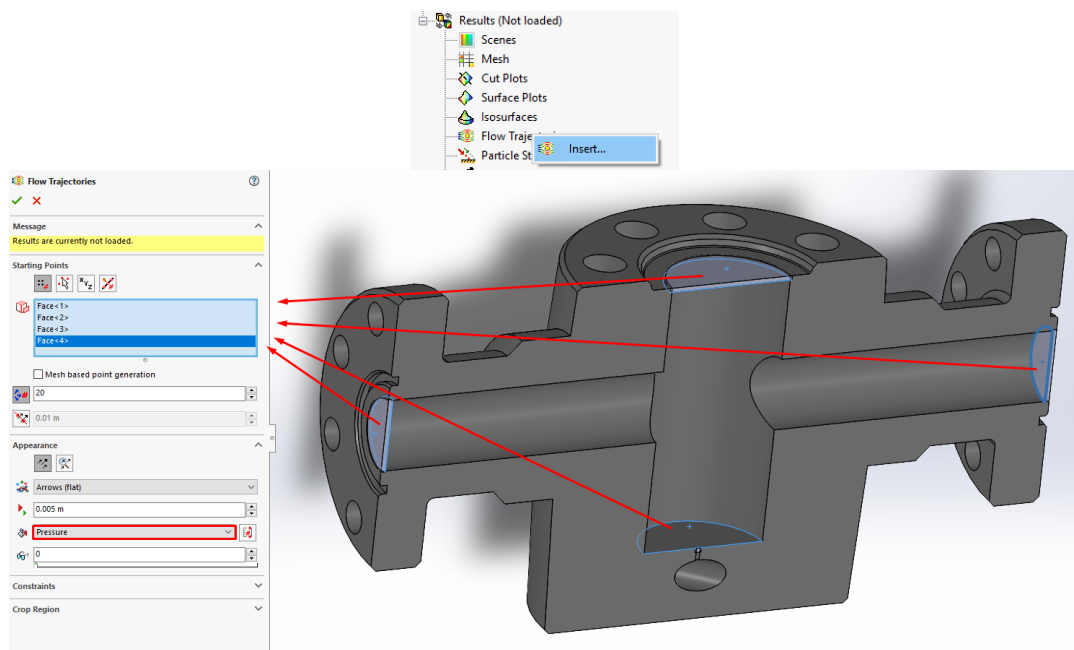


Рисунок 7.19 — Створення траєкторії потоку

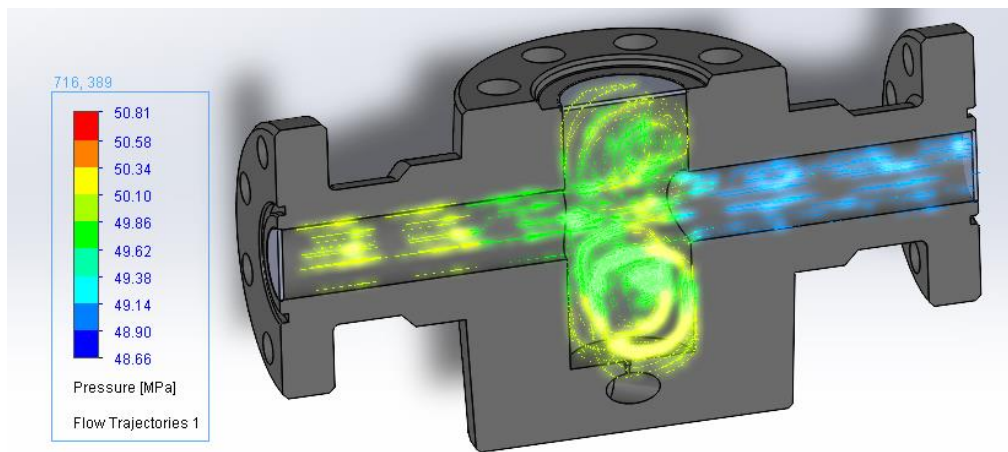


Рисунок 7.20 — Створена траєкторія потоку

Маємо змогу ввімкнути анімацію руху потоку та обрати різні параметри для побудови епюри (рис. 7.21).

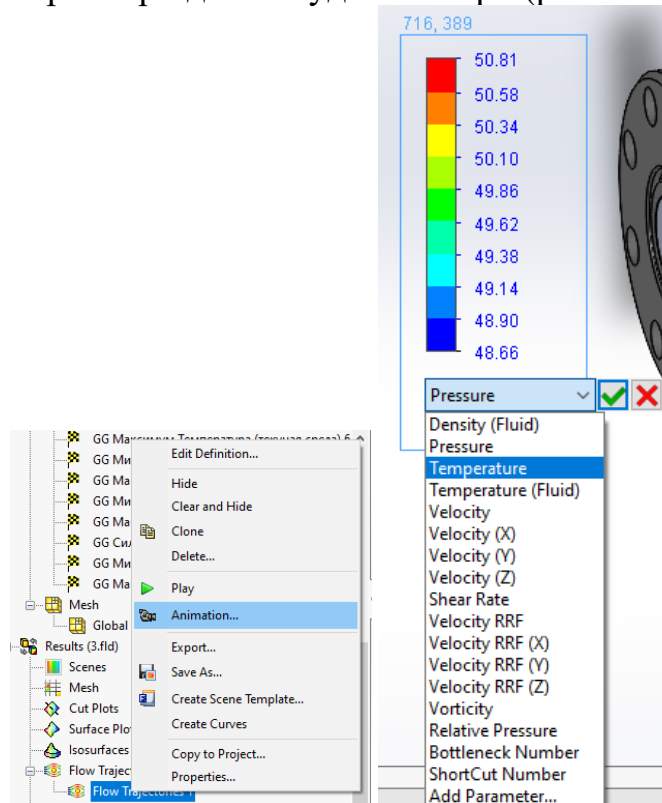


Рисунок 7.21 — Опції відображення та побудови епюр

Створимо картини на поверхні засувки. Обираємо все тверде тіло. Створюємо епюру температури для твердого тіла (рис. 7.22). Результат наведено на рис. 7.23.

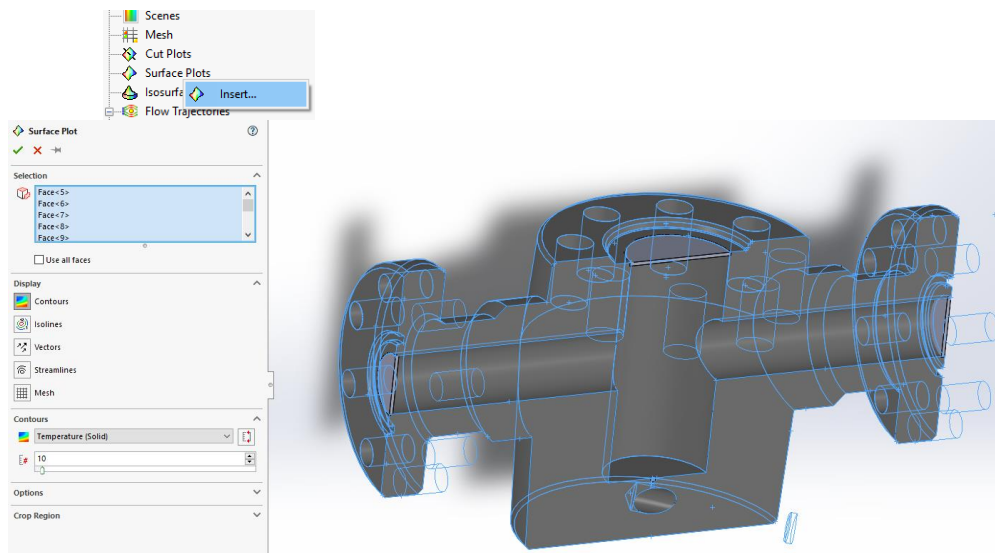


Рисунок 7.22 — Створення епюри на поверхні

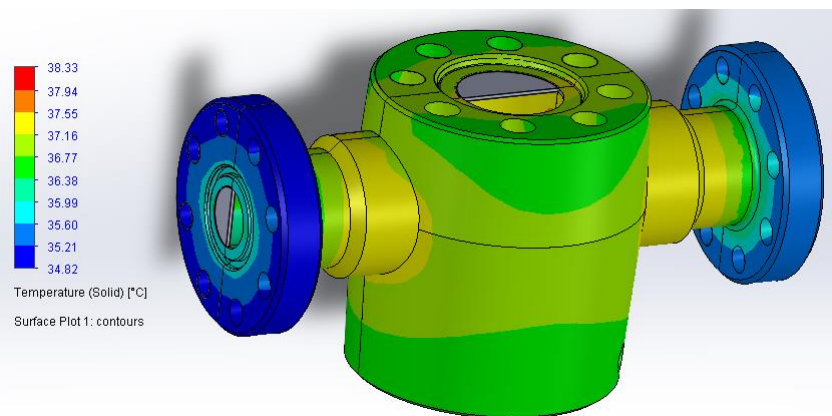


Рисунок 7.23 — Створена епюра температури твердого тіла на поверхні

Створимо картину в розрізі. Обираємо січну площину, тип — температура. Бачимо розподіл температури рідини всередині корпусу (рис. 7.24). Для коректного відображення картини необхідно приховати епюру на поверхні на активувати вид у розрізі (рис. 7.25)

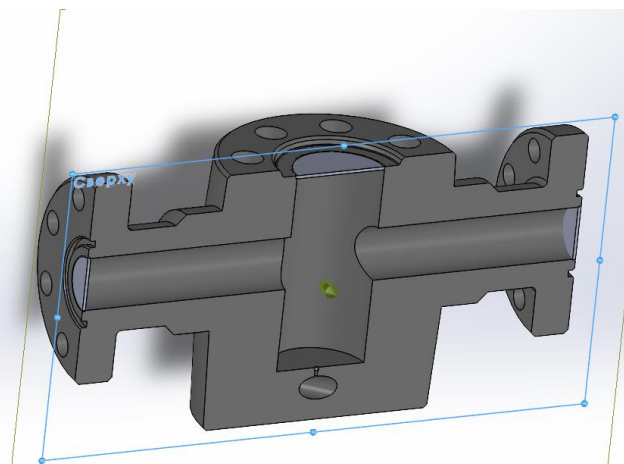
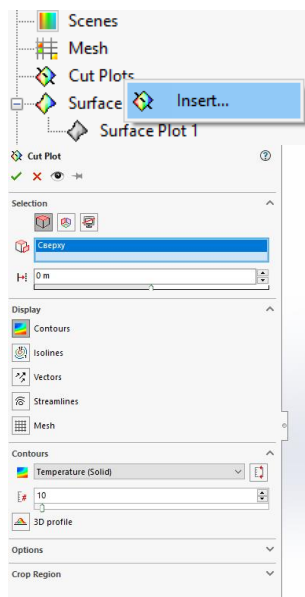


Рисунок 7.24 — Налаштування епюри в розрізі

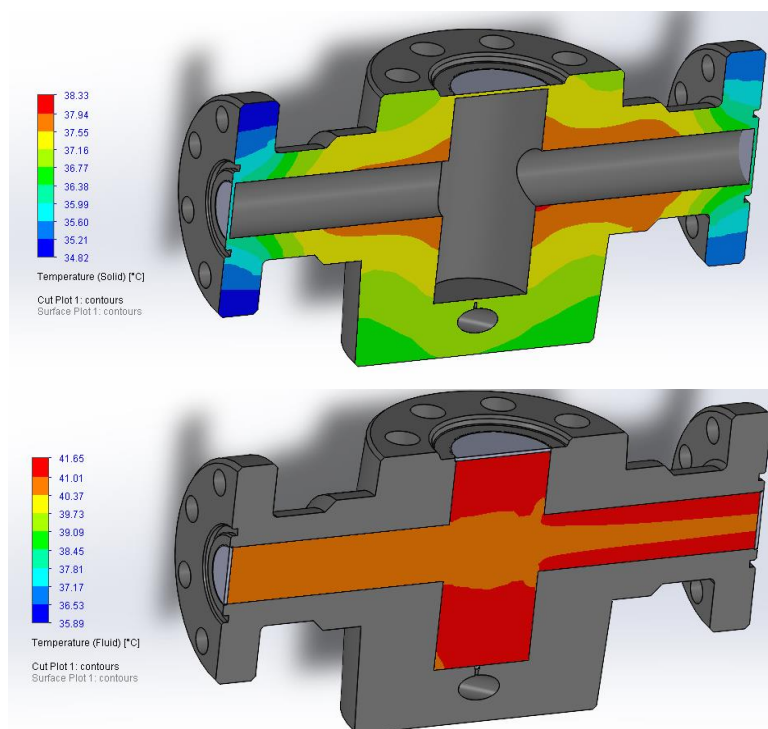


Рисунок 7.25 — Створені епюри температури твердого тіла та рідини в розрізі

Маємо змогу переглянути результати заданих цілей у зведеній таблиці (рис. 7.26). Також є можливість експортувати їх в ЕКСЕЛЬ. Можемо переглянути результати у вигляді графіків (рис. 7.27).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

КНУ.КМР. 131.25.1-19.07.НДР

Лист

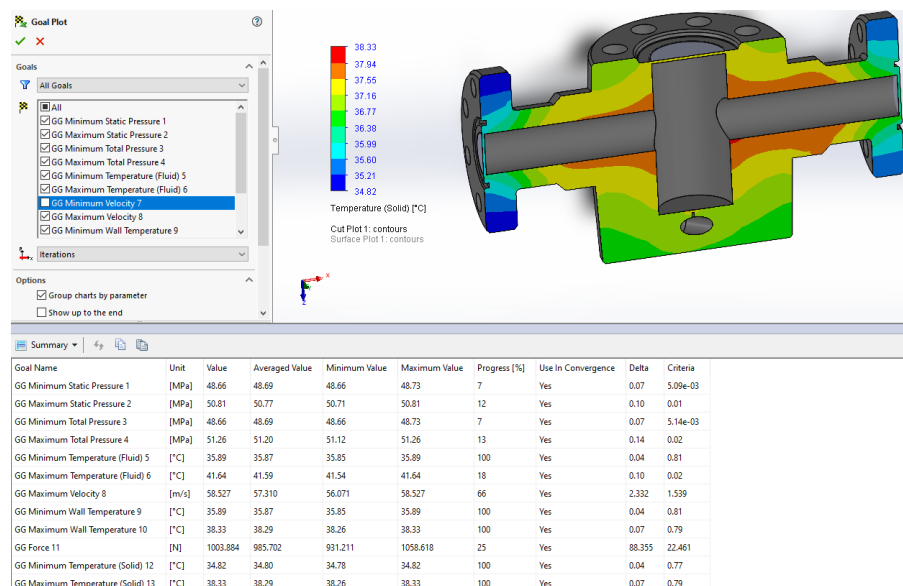


Рисунок 7.26 — Налаштування відображення результатів

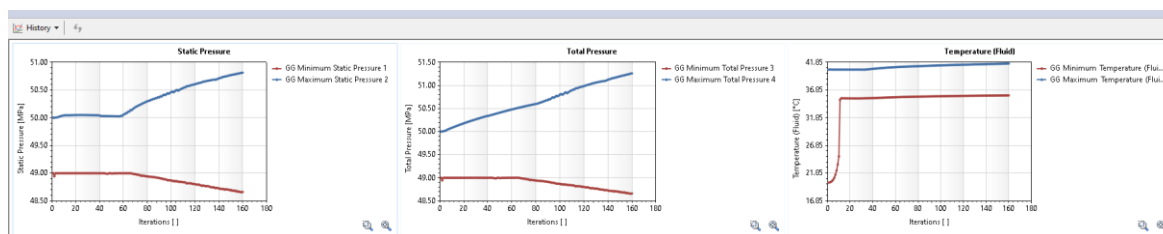


Рисунок 7.27 — Відображення графіків результатів

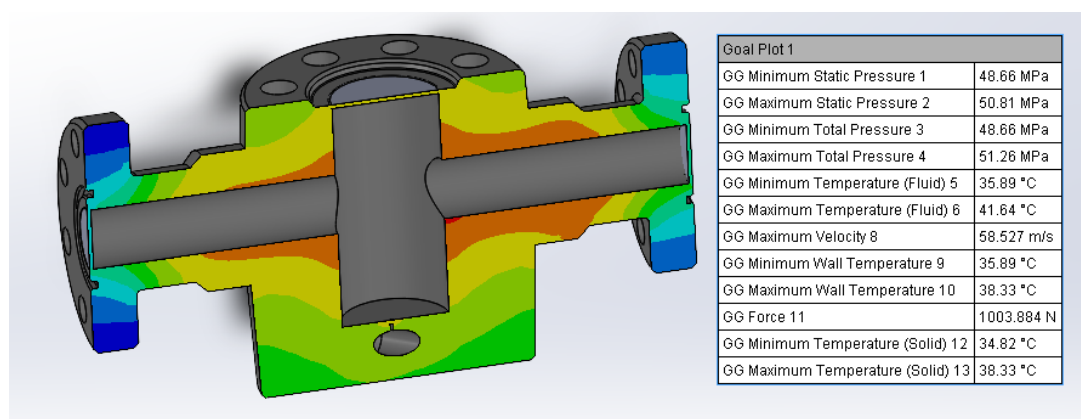


Рисунок 7.28 — Зведена таблиця результатів

Проведемо статичне дослідження корпусу при навантаженні тиском та температурою, створюваними потоком рідини (рис. 7.29, 7.30). Задаємо сітку на основі змішаної кривизни з найбільшим розміром елемента 30 мм. Найбільший коефіцієнт Якобіана складає 3,5, що свідчить про високу якість сітки.

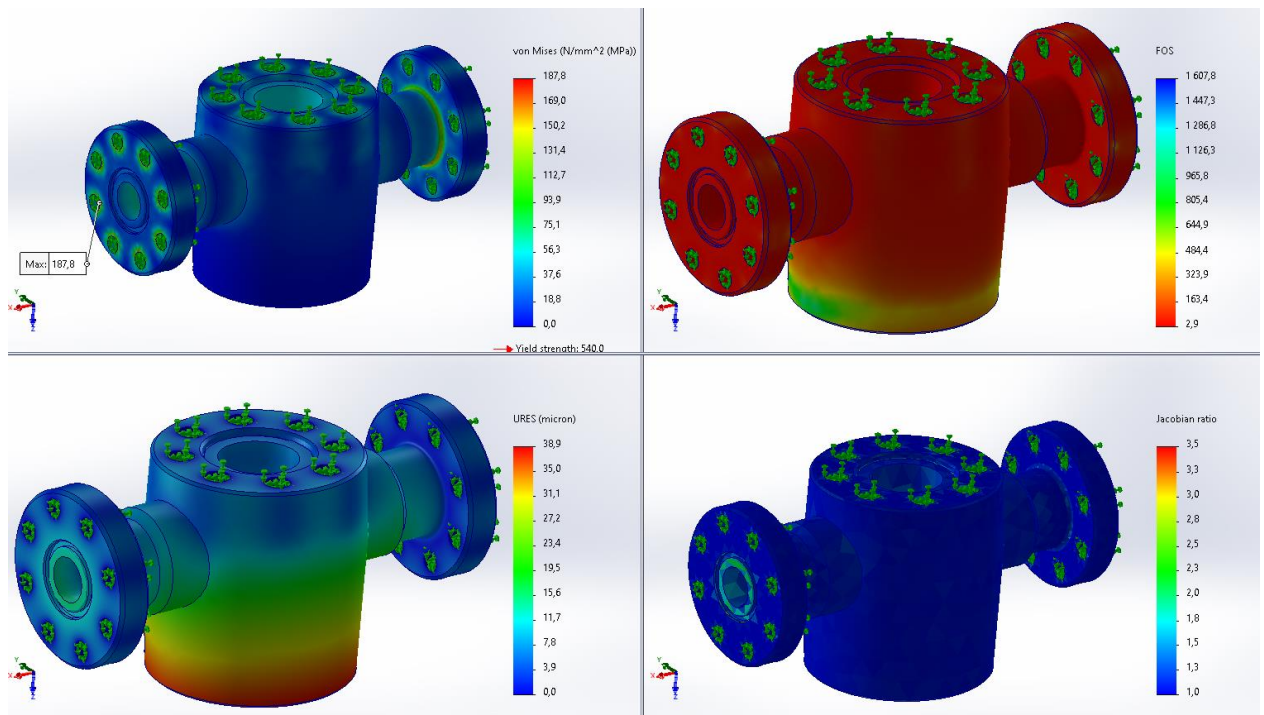


Рисунок 7.29 — Епюри міцності, переміщень, запасу міцності та коефіцієнта Якобіана

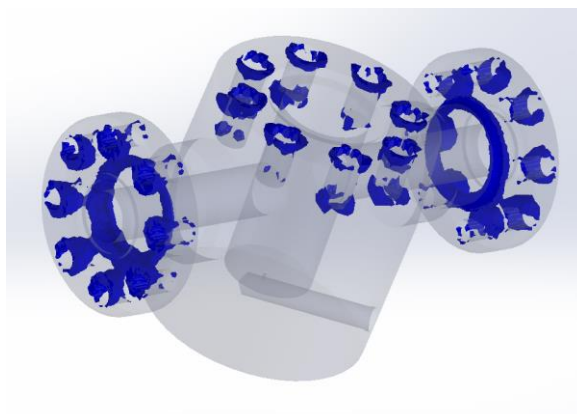


Рисунок 7.30 — Епюра Design Insight з найбільш навантаженими ділянками

Результати статичного дослідження є наступними: максимальне напруження у 187,8 МПа є значно нижчим за межу текучості сталі 35ХМЛ у 540 МПа; максимальне переміщення у 38,9 мкм є незначним для даних габаритів та технічного призначення деталі; мінімальний коефіцієнт запасу міцності складає 2,9, що каже про придатність корпусу до вказаних навантажень.

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.07.НДР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна магістерська робота є практичною розробкою, спрямованою на підвищення ефективності виготовлення запірної нафтофонтанної арматури. Реалізація поставлених завдань стала можливою завдяки впровадженню САПР-технологій у проєктування технологічного процесу виробництва корпусу, зокрема застосуванню CAD/CAM/CAE систем.

Було виконано 3D-моделювання деталі у SolidWorks. Застаріле універсальне обладнання замінено на сучасні високопродуктивні верстати з ЧПК — HAAS ST-10 та HAAS EC-400, що дозволило підвищити продуктивність праці на 2,2%.

Для виготовлення заготовки корпусу рекомендовано використовувати недорогий спосіб — лиття в піщані форми. Під час створення керуючої програми застосовано CAD/CAM систему FeatureCAM (DELCAM). На основі отриманих траєкторій проведено твердотільну симуляцію обробки, що забезпечило перевірку коректності технологічних рішень.

Використання спеціалізованого технологічного оснащення дало можливість скоротити допоміжний час (Тшк) та мінімізувати похибку базування завдяки дотриманню принципу постійності баз.

Дослідження течії рідини в корпусі засувки Ду-80 зі сталі 35ХМЛ за допомогою модуля SolidWorks Flow Simulation проведено з метою визначення гідравлічних характеристик, розподілу тиску, температури та швидкості потоку. Результати підтвердили доцільність вибору матеріалу та покриття.

Рекомендації: Запропоновані в проєкті технічні рішення можуть бути використані й для інших деталей класу корпусних.

Загальний висновок: Реалізація проєкту в умовах виробництва є доцільною та ефективною

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.В						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВИСНОВКИ				Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Яворський										
Провер.	Цивінда									80	
Реценз.									Каф.ТМ гр.ПМ-24м		
Н. Контр.	Нечасв										
Утверд.	Рязанцев										

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
- 2.ДСТУ 2413-94 Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні.
- 3.ДСТУ 2498-94 Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення
- 4.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
5. ДСТУ 8981:2020 Відливки з металів і сплавів. Допуски розмірів, маси і припуски на механічну обробку
6. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок - Львів, Світ ,1996.
- 7.Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,- 860 с.
- 8.ДСТУ 3.1107-81. Базування та бази в машинобудуванні
9. 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
- 10.Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Навч. посібник - К.: Вища шк. 1993р. - 414с.
- 11.Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.
- 12.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.
13. Технологія машинобудування Горбатюк Е.О. Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-360 с.
14. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.СВД			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Яворський				СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Цивінда						81	
Реценз.						Каф.ТМ гр.ПМ-24м		
Н. Контр.	Нечасєв							
Утверд.	Рязанцев							

- 15.Залога В. О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні Суми: СумДУ, 2013.
- 16.Кузнєцов Ю.М. Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Частина 2.-К.-Тернопіль.ТОВ «ЗМОК» -ПП «Гнозіс», 2001.-298 с.
17. Дикань С.А. Безпека людини [Текст]: підручник для студ. вищ. закл. / С. А. Дикань, І. О. Іваницька. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2019. – 279 с.
- 18.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.
- 19.Шкурूपій В. Г. Системи технологій : навчальний посібник. Ч. 1 / В. Г. Шкурूपій, Ф. В. Новіков, Ю. В. Шкурूपій. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2008. – 288 с.
20. Шкурूपій В. Г. Системи технологій : навчальний посібник. Ч. 2 / В. Г. Шкурूपій, Ф. В. Новіков, Ю. В. Шкурूपій. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2008. – 480 с.
- 21.ДСТУ ГОСТ 3.1127:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання текстових технологічних документів. (ГОСТ 3.1127-93, IDT).
- 22.ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів. (ГОСТ 3.1128-93, IDT).
- 23.ДСТУ 2974-95. Технологічне підготовлення виробництва. Основні терміни та визначення.
- 24.ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення.
- 25.ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення).
- 26.ДСТУ ГОСТ 3.1105:2014 Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення
- 27.ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь (ГОСТ 2.308-2011, IDT).
- 28.Єдина система конструкторської документації НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ І ГРАНИЧНИХ ВІДХИЛІВ (ГОСТ 2.307-2011, IDT) ДСТУ ГОСТ 2.307:2013
- 29.ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання
30. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання
31. ДСТУ EN ISO 7200:2005 Розроблення технічної документації. Графи у штампах та основних написах.
- 32.Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної магістерської роботи для студентів спеціальності 131“Прикладна механіка” Освітньо-професійної програми Технології машинобудування усіх форм навчання, Кривий Ріг: КНУ, 2025.

					КНУ.КМР. 131.25.1-19.СВД	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Додаток

АЛЬБОМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КАРТ

Дубл.																
Взам.																
Подл.																
										Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
													Листов	Лист		
Розроб.																
Перев																
Согласов.																
Т. контр.																
Н. Контр.																

«Затверджую»

Зав. кафедрою технології машинобудування

_____(Рязанцев А.О.)

«__»_____2025 р.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

Виготовлення деталі корпус

Узгоджено:

Керівник _____Цивінда Н.І. _____(_____)

Розробник _____Яворський В.А. _____(_____)

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 МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

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

на тему: Підвищення ефективності виробництва запірної арматури
за рахунок використання САПР технологій в проектуванні
технологічного процесу виготовлення корпусу

Виконав:

ст. групи ПМ-24м _____

Яворський В.А.

Керівник роботи

к.т.н, доцент

Цивінда Н.І.

Нормоконтроль

(підпис)

к.н.т., доцент

Нечаєв В.П.

Завідувач кафедри

к.т.н., доцент

Рязанцев А.О.

Кривий Ріг
2025 р.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		A4						
						Графична частина		
Справ. №	A2				КНУ.КМР.131.25.1-19К	Креслення засувки НА	1	
	A2				КНУ.КМР.131.25.1-19К	Схема складання	1	
	A3				КНУ.КМР.131.25.1-19К	Креслення корпусу	1	
					КНУ.КМР.131.25.1-19КШ	Креслення заготовки	1	
	A2					корпусу (штамповки)		
					КНУ.КМР.131.25.1-19КВ	Креслення заготовки-	1	
	A1					корпусу (відливки)		
					КНУ.КМР.131.25.1-19.ТН	Ескізи операцій	2	
	A1				КНУ.КМР.131.25.1-19.ВП	Креслення верстатного	1	
	A1					приспосовування		
Підп. и дата					КНУ.КМР.131.25.1-19.ВІН	Креслення верстатно-		
	A1					інструментального налагодження	1	
					КНУ.КМР.131.25.1-19.КП	Креслення контрольного		
	A1					приспосовування	1	
Інв. № докл.	A1							
Взам. інв. №								
Підп. и дата								
Інв. № подл.					КНУ.КМР.131.25.1-19.В.ОГЧ			
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разрб.	Яворський						
	Проб.	Цибінда						
	Н.контр.	Нечаєв						
	Утв.	Рязанцев						
Відомість об'єму Графічної частини						Лит.	Лист	Листов
						1	1	1
						Каф.ТМ, ПМ-24м		

Копировав

Формат А4

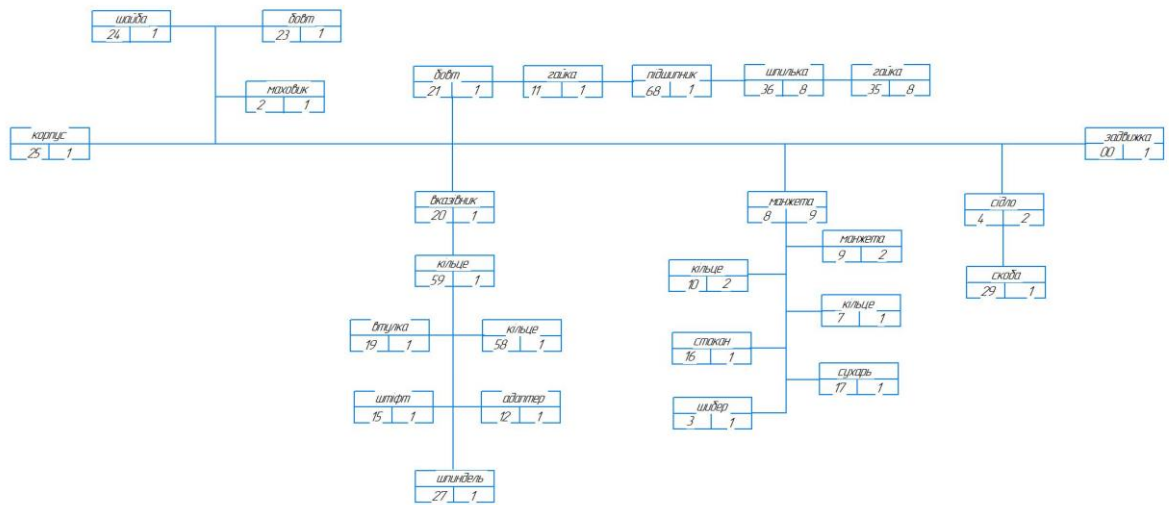
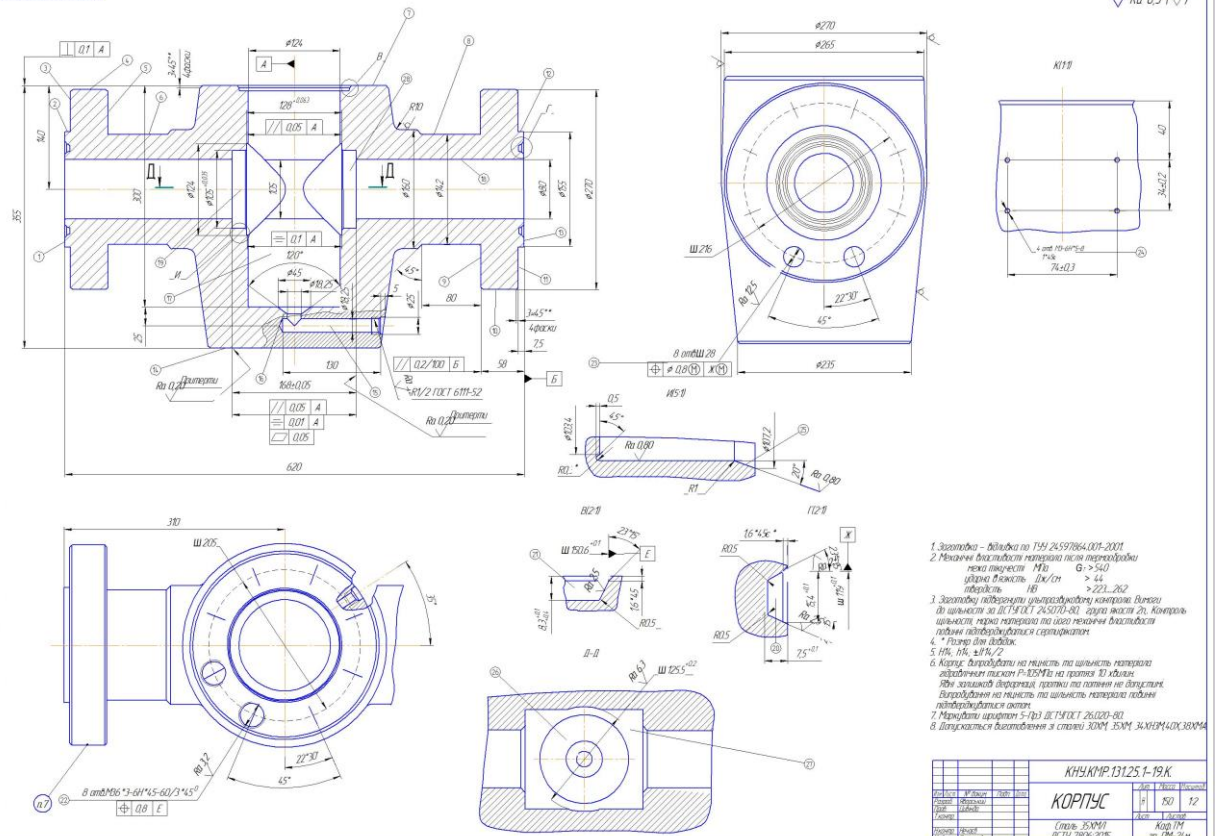
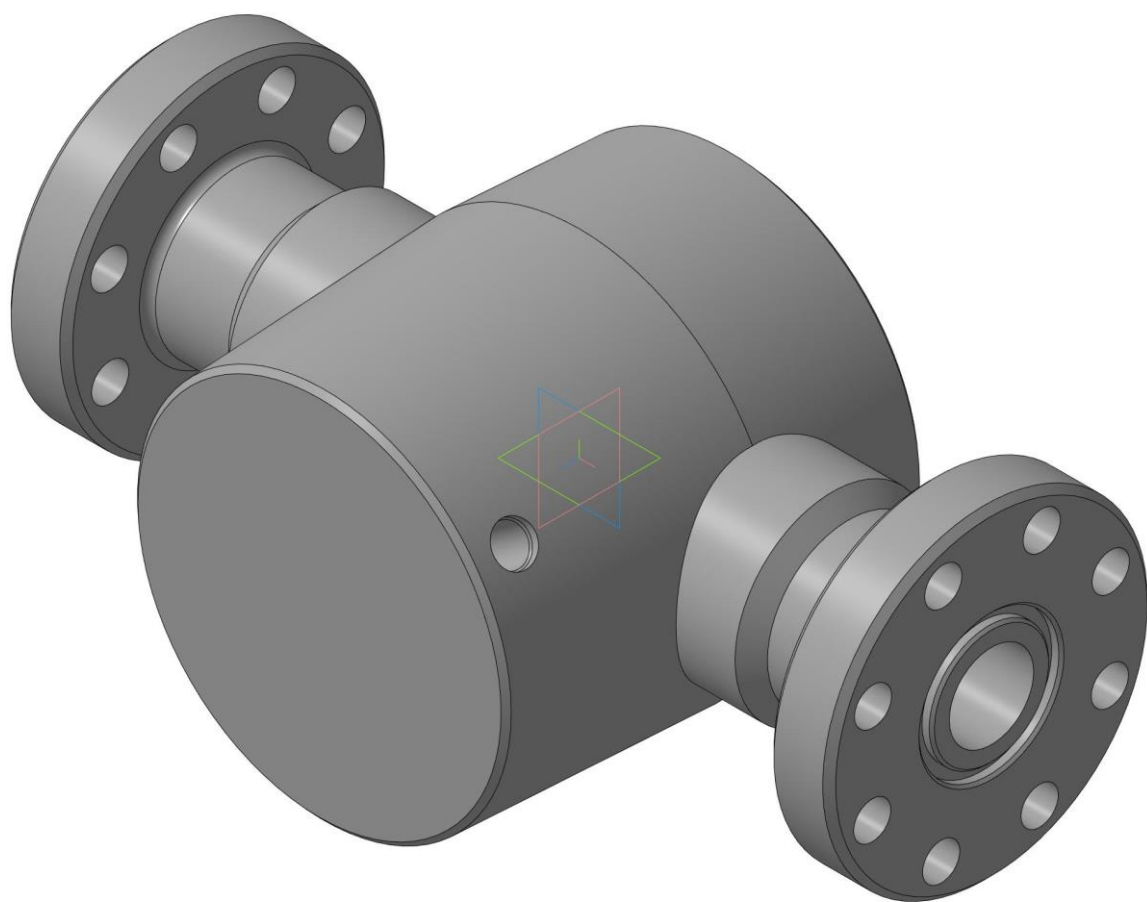


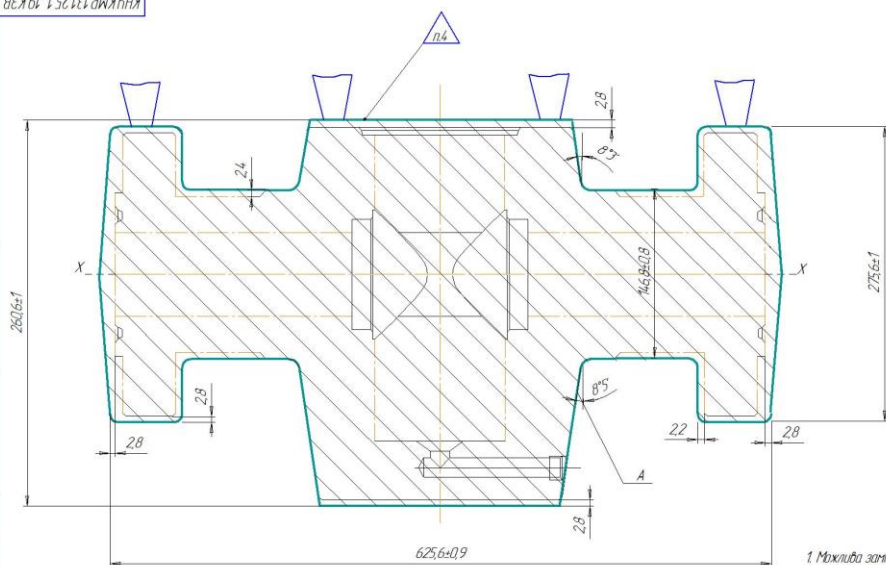
Схема складання внутрішніх складових корпусу задвижки для перевірки зношування шпинделя

Лист 1 з 2
Лист 2 з 2
Лист 3 з 2
Лист 4 з 2
Лист 5 з 2
Лист 6 з 2
Лист 7 з 2
Лист 8 з 2
Лист 9 з 2
Лист 10 з 2
Лист 11 з 2
Лист 12 з 2
Лист 13 з 2
Лист 14 з 2
Лист 15 з 2
Лист 16 з 2
Лист 17 з 2
Лист 18 з 2
Лист 19 з 2
Лист 20 з 2
Лист 21 з 2
Лист 22 з 2
Лист 23 з 2
Лист 24 з 2
Лист 25 з 2
Лист 26 з 2
Лист 27 з 2
Лист 28 з 2
Лист 29 з 2
Лист 30 з 2
Лист 31 з 2
Лист 32 з 2
Лист 33 з 2
Лист 34 з 2
Лист 35 з 2
Лист 36 з 2
Лист 37 з 2
Лист 38 з 2
Лист 39 з 2
Лист 40 з 2
Лист 41 з 2
Лист 42 з 2
Лист 43 з 2
Лист 44 з 2
Лист 45 з 2
Лист 46 з 2
Лист 47 з 2
Лист 48 з 2
Лист 49 з 2
Лист 50 з 2
Лист 51 з 2
Лист 52 з 2
Лист 53 з 2
Лист 54 з 2
Лист 55 з 2
Лист 56 з 2
Лист 57 з 2
Лист 58 з 2
Лист 59 з 2
Лист 60 з 2
Лист 61 з 2
Лист 62 з 2
Лист 63 з 2
Лист 64 з 2
Лист 65 з 2
Лист 66 з 2
Лист 67 з 2
Лист 68 з 2
Лист 69 з 2
Лист 70 з 2
Лист 71 з 2
Лист 72 з 2
Лист 73 з 2
Лист 74 з 2
Лист 75 з 2
Лист 76 з 2
Лист 77 з 2
Лист 78 з 2
Лист 79 з 2
Лист 80 з 2
Лист 81 з 2
Лист 82 з 2
Лист 83 з 2
Лист 84 з 2
Лист 85 з 2
Лист 86 з 2
Лист 87 з 2
Лист 88 з 2
Лист 89 з 2
Лист 90 з 2
Лист 91 з 2
Лист 92 з 2
Лист 93 з 2
Лист 94 з 2
Лист 95 з 2
Лист 96 з 2
Лист 97 з 2
Лист 98 з 2
Лист 99 з 2
Лист 100 з 2



КНУК/П 13125-1-19К			
Исполн.	Провер.	Исп.	Мат.
Диз.	Инж.	М	150
Авт.	Инж.	А	12
Корр.	Инж.	А	12
Вед.	Инж.	А	12
Согл.	Инж.	А	12
Согл.	Инж.	А	12

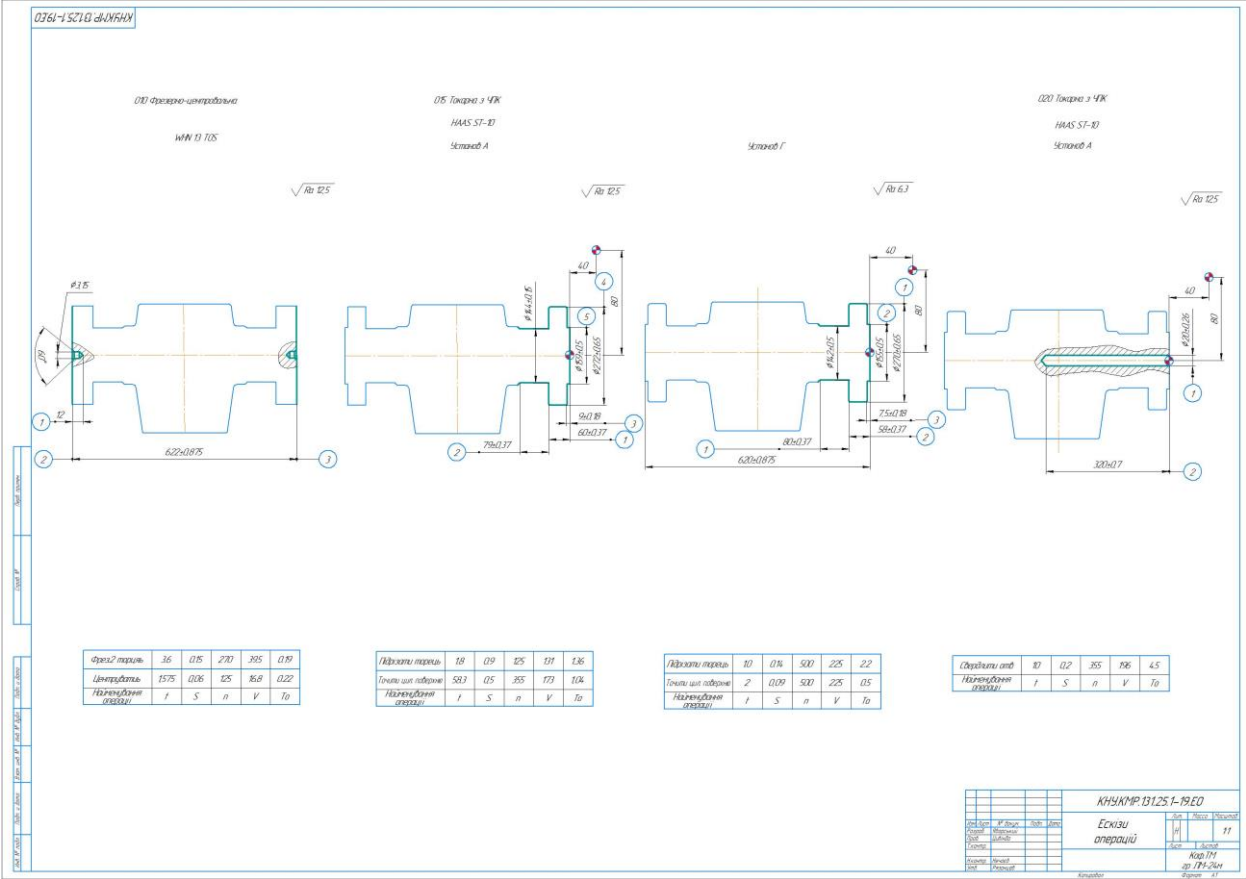




Технічні вимоги

- Технічні вимоги
1. Можлива заміна матеріалу на Сталь 30ХМН ДСТУ 7806:2015
 2. Відповідати до НБ 240.
 3. Підпорядкуєся простоті виготовлення.
 4. Маса виготовлення підпорядковується.
 5. Точність відліку 0,2 мм ДСТУ 7806:2015
 6. Матеріал Сталь 35ХМН ДСТУ 7806:2015
 7. Невказані параметри оригіну $\pm 1\pm 5\%$.
 8. Невказані лінійні радіуси 25мм
 9. На поверхні А розкрити не повинні
 10. Верхня границя відхилення маси не повинна перевищувати 16 кг
 11. Відбірковий контроль 20%

[illegible]

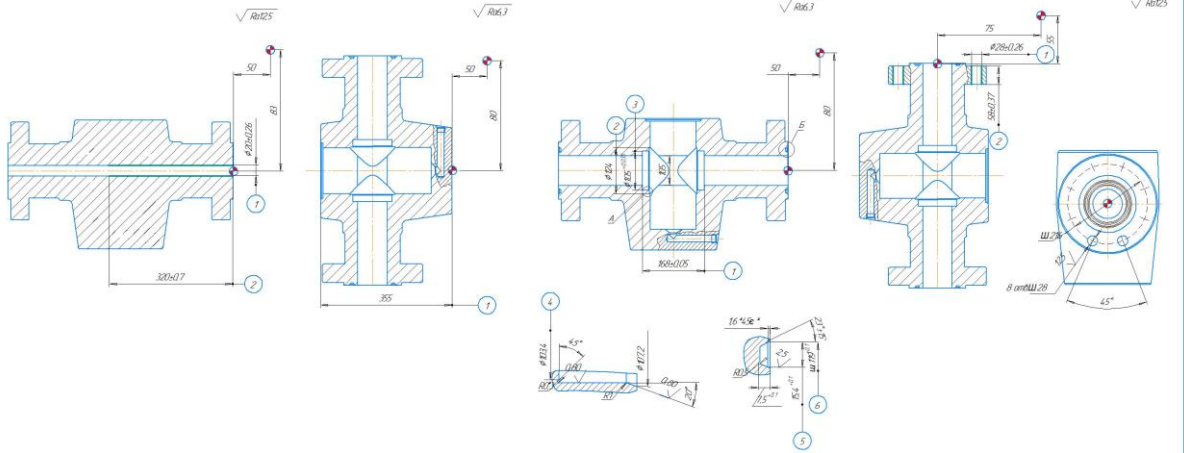


Установка Б

025 Адаптеры з УН
РР/В/В
Установка А

025 Адаптеры з УН
РР/В/В
Установка Б

025 Газопроводы
РР/В/В-400
Установка Б

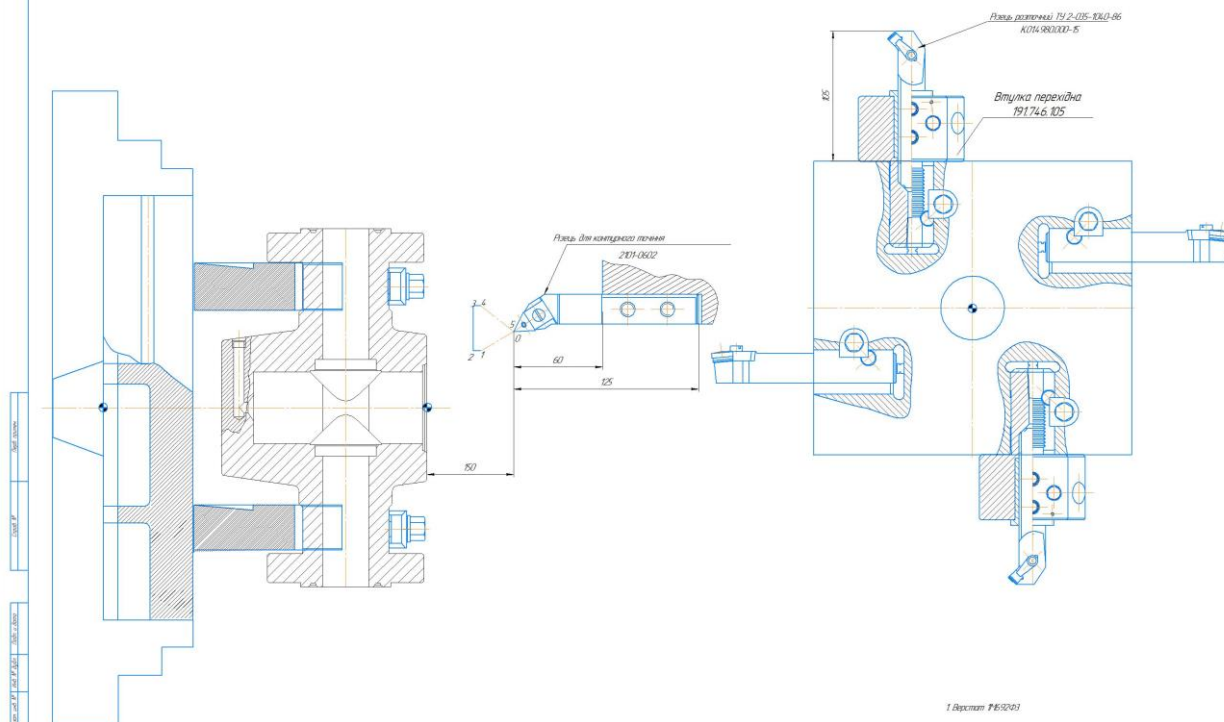


Рисунки	5	01.3	100	17	4.3
Изменения	1	5	11	17	10

Рисунки	10	01.3	100	17	4.3
Изменения	1	5	11	17	10

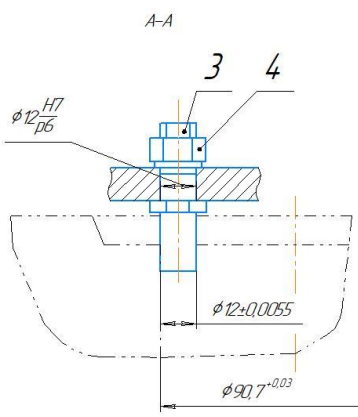
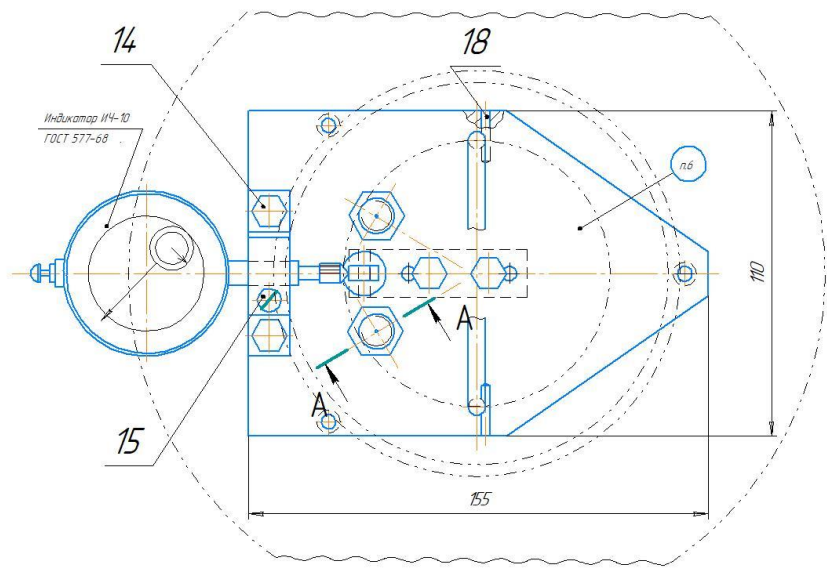
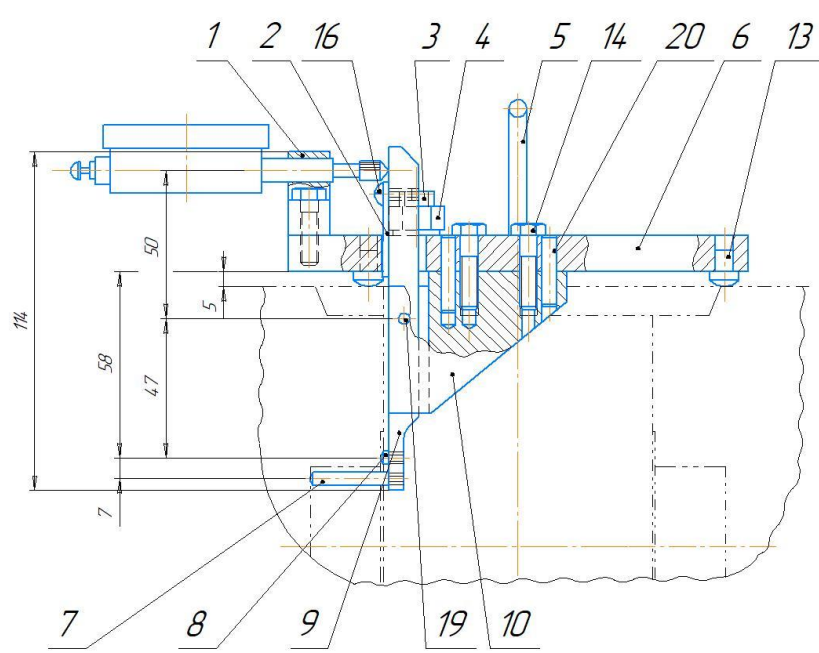
Рисунки	25	01.3	100	17	4.3
Изменения	1	5	11	17	10

Рисунки	75	01.3	100	17	4.3
Изменения	1	5	11	17	10



1 Boxman PE9203

				КНЧКМР.13125.1-19.ВН			
Дат. доз.	М.В.доз.	Дат. доз.	М.В.доз.	ВЕРСТАТНО-ИМПРЕНТАЦИЯ			
Розроб.	М.В.розроб.	Дат. розроб.	М.В.розроб.	НА ЛЕВОВАРНІ ОПЕРАЦІЇ 3 ЧМ			
Голов.	М.В.голов.	Дат. голов.	М.В.голов.				
Асистент	М.В.асистент	Дат. асистент	М.В.асистент	Код 171			
Заст.	М.В.заст.	Дат. заст.	М.В.заст.	зр. 171-241			



- 1.Разміри для справок.
2.Гайку поз.4 ставити заточкою до площини плити поз.6
3.Шпирт поз.19 запобігти від випадання чеканкою крамок отв.φ4, в ушках опори поз.10.
4.Наконечники поз.7,8 зберігати в футлярі.
5.Прилад настраювати по эталону.

КНУ.КМР.131.25.1-19.ПКСТ				ПРИЛАД ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВИТОЧОК КОРПУСУ		
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
1	Яворський			Н		1:1
Лист	Листов	1				
Копіювати				Формат А2		

