

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут Інженерної механіки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування
Гузаревич Олег Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Розробка технологічного процесу виготовлення деталей
(назва роботи)

“Корпус і кришка редуктора ПЕК 31.112/113 для умов великосерійного типу
виробництва”

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування
(назва освітньої програми)

131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

О.А. Гузаревич

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Одосій Зіновій Михайлович, к.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступень, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Проф. В.Г. Панчук
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ - 2021 р.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут Іммерсійної механіки

Кафедра конструктивного машинобудування

Освітній рівень магістр

Спеціальність 131 - Тришарпа механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Гузаревичу Олесь Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технологічного процесу виготовлення деталей корпусу і кришки редуктора ПЕК 37.112/113 для ушов великосерійного типу виробництва

керівник роботи Юдосій Зіновій Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "29" 10 2021 року № 546/7

2. Строк подання студентом роботи 13. 12. 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Креслення деталі. 2. Матеріали перед-дипломної практики. 3. Тип виробництва - великосерійне.

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

1. Технологічна частина. 2.

2. Конструкторська частина.

3. Літатційне дослідження роботи відповідальних органів фрезерного пристрою.

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

1. Карта налагодження 05 - 1 фт. А1

2. Графічний аналіз точності 1А фт. А1

3. Тристрії фрезерний 2 арк. фт. А1

4. Тристрії для повздовжнього фрезерування 2 арк. фт. А1

5. Літатційне дослідження фрезерного пристрою 2 арк. фт. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна	Одосій З. М., прор. каф. КМВ	<i>ЗМ</i> 08.11.21	<i>ЗМ</i>
Комп'ютерна	Одосій З. М., прор. каф. КМВ.	<i>ЗМ</i> 08.11.21	<i>ЗМ</i>
Дослідницька	Одосій З. М., прор. каф. КМВ	<i>ЗМ</i> 08.11.21	<i>ЗМ</i>

7. Дата видачі завдання 08.11.2021р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Технологічна частина.	19.11.21р.	
2.	Комп'ютерна частина.	26.11.21р.	
3.	Тимчасове закінчення роботи відновлення пароперегрівача.	3.12.21р.	
4.	Оформлення записки та графічної частини.	10.12.21р.	

Студент

[Signature]
(підпис)

Тузаревиц О.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

[Signature]
(підпис)

Одосій З.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної магістерської роботи на тему: “Розробка технологічного процесу виготовлення деталей “Корпус і кришка редуктора ПЕК 31.112/113 для умов великосерійного типу виробництва”

Розрахунково-пояснювальна записка: 75 сторінок, 53 рисунки, 18 таблиць, 11 посилань, 3 додатки на 9 сторінках.

Графічна частина: 6 аркушів формату А1.

Об’єкт дослідження – процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталі «Корпус і кришка редуктора ПЕК 31.112/113».

Мета роботи – розробити, на основі базового, проектний технологічний процес механічної обробки підвузла, що буде більш дешевшим у порівнянні із базовим, а також розробити працездатні конструкції двох верстатних пристроїв з оптимізацією конструкції їх притискних ланок.

Згідно поставленій задачі в роботі проведений детальний аналіз базової технології (аналіз конструкції деталей, призначення та їх функцій у вузлі, базовий спосіб отримання заготовки та маршрут механічної обробки). По результатах аналізу та рекомендацій опрацьованих літературних джерел розроблено проектний маршрут механічної обробки підвузла, вибрано спосіб отримання заготовки, розраховано припуски, режими різання та проведено нормування операцій. Для закріплення деталі на фрезерних операціях 025 та 070 розроблено конструкцію двох спеціальних пристроїв із пневмоприводом, працездатність якого підтверджена розрахунками наведеними в 2-му та 3-му розділах пояснювальної записки.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

Ключові слова: *деталь, заготовка, техпроцес, режими різання, швидкість різання, сила різання, операція, інструмент, обладнання, пристрій.*

Студент: Гузаревич О.А.

SUMMARY

qualifying master's thesis on the topic: "Development of the technological process of manufacturing parts" Housing and cover of the gearbox ПЕК 31.112 / 113 for large-scale production "

Calculation and explanatory note: 75 pages, 53 figures, 18 tables, 11 links, 3 appendices on 9 pages.

Graphic part: 6 sheets of A1 format.

The object of research is the process of machining.

Subject of research - details "Housing and cover of the gearbox ПЕК 31.112 / 113".

The purpose of the work is to develop, on the basis of the basic, design technological process of mechanical processing of the subassembly, which will be cheaper than the basic one, as well as to develop workable designs of two machine tools with optimizing the design of their clamps.

According to the task in the work a detailed analysis of the basic technology (analysis of the design of parts, purpose and their functions in the node, the basic method of obtaining the workpiece and the route of machining). Based on the results of the analysis and recommendations of the studied literature sources, the design route of mechanical processing of the subassembly was developed, the method of obtaining the workpiece was chosen, allowances, cutting modes were calculated and rationing of operations was carried out. To fix the part on milling operations 025 and 070, the design of two special devices with pneumatic drive was developed, the efficiency of which is confirmed by the calculations given in the 2nd and 3rd sections of the explanatory note.

The results of the work can be used in the engineering industry.

Keywords: detail, workpiece, technical process, cutting modes, cutting speed, cutting force, operation, tool, equipment, device.

Student: Guzarevich O.A.

Зміст

Вступ

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення та конструкції деталі

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталей

1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії. Вибір форми організації виробництва

1.4. Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології

1.5 Розробка операційної технології

2 Конструкторська частина

2.1 Пристрій для фрезерування площини роз'єму корпусу та кришки редуктора

2.1.1 Опис конструкції та принципу роботи

2.1.2 Розрахунок сил затиску

2.1.3 Розрахунки, які підтверджують працездатність пристрою

2.1.4 Розрахунок пристрою на точність

2.1.5 Рівень стандартизації пристрою

2.2 Пристрій для поздовжнього фрезерування

2.2.1 Опис конструкції та принципу роботи

2.2.2 Розрахунок сил затиску

2.2.3 Розрахунки, які підтверджують працездатність пристрою

2.2.4 Розрахунок пристрою на точність

2.2.5 Рівень стандартизації пристрою

3 Імітаційне дослідження роботи відповідальних ланок фрезерного пристрою

3.1 Імітаційне дослідження притискового пристрою

3.2 Визначення сили контакту тертя, що виникає між елементами притискового пристрою за допомогою імітаційного моделювання

Висновки

Література

Додатки

					МР.ПМК-126.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Гузаревич				Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Одосій							
Реценз.								
Н. Контр.	Одосій					ІФНТУНГ ПМКм-20-1		
Затверд.	Панчук							

Вступ

Науково-технічний процес в машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток всього народного господарства країни. Найбільш важливими умовами прискорення науково-технічного процесу є ріст продуктивності праці, підвищення ефективності суспільного виробництва і підвищення якості продукції.

Покращення технологічних методів виготовлення машин має при цьому первинне значення. Якість машини, надійність, довговічність і економічність в експлуатації залежить не тільки від бездоганності її конструкції, але і від технології виробництва. Використання прогресивних високопродуктивних методів обробки, які забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей машин, сучасних верстатів та оснастки, електронно-обчислювальних машин та іншої нової техніки, використання прогресивних форм організації та економіки виробничих процесів – це направлено на вирішення основних задач: підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

Важливим етапом у вирішенні цих задач являється підготовка висококваліфікованих інженерних кадрів.

Дипломне проектування являється заключним етапом навчання, метою якого являється:

- 1) систематизація, закріплення і розширення теоретичних знань і практичних навиків;
- 2) вивчення методики проектування;
- 3) закріплення знань і розширення навиків використання математичних методів та ЕОМ при вирішенні конкретних наукових та виробничих задач.

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення і конструкції деталі

Деталі “корпус редуктора ПЕК 31.112” та ”кришка редуктора ПЕК 31.113” входять до складу корпусного підвузла циліндричного редуктора ПЕК 31.110-01, який являється одним з основних вузлів гідравлічної системи навантажувача-екскаватора ПЭ-0,8В.

Навантажувач-екскаватор ПЭ-0,8В призначений для навантаження сипучих (піску, гравію та ін.), мало сипучих (органічних та мінеральних добрив, силосу, торфу та ін.), штучних і затарених вантажів у транспортні засоби, підгрібання матеріалу, який навантажується, а також для розвантаження, риття та засипання ям, канав, траншей. Навантажувач монтується на тракторах “Беларусь” ЮМЗ-6Л; ЮМЗ-6М.

Поворот поворотної частини, подачі і опускання стріли, зміна її вильоту, приведення в рух робочого органу, піднімання та опускання домкратів та бульдозера, використовується за допомогою гідравлічної системи, яка приводиться в дію через редуктор ПЕК 31.110-01 від валу відбору потужності трактора.

Редуктор ПЕК 31.110-01 призначений для відбору потужностей від заднього валу відбору потужності трактора і роз приділення її на два шестерних насоси (редуктор понижаючий).

Змащення шестерень і редуктора проводиться розбризкуванням масла, залитого в корпус редуктора через отвір в кришці. Рівень масла в редукторі контролюється зливом через контрольну пробку. Редуктор одівається на вал відбору потужності трактора і кріпиться в площини заднього моста трактора за допомогою шпильок.

Деталі підвузла ПЕК 31.112/113 до групи корпусних деталей. На них монтуються інші підвузли та деталі редуктора.

До деталей підвузла ПЕК 31.112/113 ставляться наступні вимоги:

- 1) точність отворів $\varnothing 90^{+0,035}$, $\varnothing 12^{+0,035}$ точність різьбових отворів М20×1,5-7Н, М10-7Н, М6-7Н по IT7;

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2) відхилення розміру $125 \pm 0,105$, на решти розмірів зовнішніх і внутрішніх поверхонь по IT14;
- 3) допуск паралельності осей отворів $\varnothing 90^{+0,035}$ відносно поверхні “Е” дорівнює 0,032 мм, допуск паралельності площини (розмір 125) відносно базових поверхонь корпусу і кришки редуктора дорівнює 0,05мм, допуск паралельності торця бобишок відносно поверхні “К” корпусу і поверхні “З” кришки дорівнює 0,05мм;
- 4) допуск перпендикулярності осей отворів $\varnothing 90^{+0,035}$ відносно поверхонь “К” і “З” дорівнює 0,05мм, допуски перпендикулярності торця бобишок відносно площини “К” корпусу дорівнює 0,04, відносно площини “З” кришки -0,05мм;
- 5) допуск позиціювання різбових отворів відносно базових поверхонь дорівнює 0,2мм.

Дані вимоги можна отримати шляхом обробки на універсальному та спеціалізованому обладнанні.

Деталі корпус та кришка редуктора виготовляються з сірого чавуну СЧ-18 ГОСТ1412-85.

Можливий лише один спосіб виготовлення заготовок-литво. Відливки виконуються по другому класу точності.

В таблиці відповідно заносимо дані про хімічний склад та механічні властивості сірого чавуну СЧ-18.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад чавуну СЧ-18 (ГОСТ 1412-85)

Кремній S %	Марганець Mn %	Фосфор P %	Сірка S %
		не більше	
3,3-3,5	1,4-2,4	0,2	0,15

Таблиця 1.2 – Механічні властивості чавуну СЧ-18 (ГОСТ 1412-85)

Граничний опір розтягу σ_B , МПа	Граничний опір згину ϵ_u , МПа	Твердість НВ	
		МПа	Кгс/мм ²
не менше			
180	358	1668-2246	170-229

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталей

Деталі “корпус редуктора” ПЕК.31.112 та “кришка редуктора” ПЕК.31.113 виготовляються з сірого чавуну СЧ-18 ГОСТ 1412-85 литвом, тому конфігурація зовнішнього контуру та внутрішніх поверхонь не викликає значних труднощів при отриманні заготовки. Але форма зовнішніх поверхонь обох деталей досить складна, що вимагає додаткових затрат при формовці.

Роз’ємні отвори під підшипники не вимагають застосування стержневої формовки для утворення їх внутрішніх поверхонь.

З точки зору механічної обробки деталі мають наступні недоліки:

- 1) фрезерування бобишок кришки в розмір R25 ведеться не напрохід, що вимагає затрат часу на підведення та відведення інструменту;
- 2) деталі підвузла мають глухі різьбові отвори М10-7Н-12 отворів і М6-7Н-12 отворів, що значно утруднює обробку за рахунок підводу-відводу інструменту та настройку на глибину отвору.

Конструкція та службове призначення підвузла не дозволяють використовувати наскрізь і різьбові отвори замість глухих.

Інші поверхні технологічні. Деталі і під вузол в цілому допускають використання високопродуктивних режимів обробки, мають достатню жорсткість і хороші базові поверхні для чорнових і чистових операцій.

Розташування різьбових та гладких отворів допускає багато інструментальну обробку, в тому числі на агрегатних верстатах.

Посадочні поверхні під підшипники можуть бути оброблені за один прохід на багатошпindelних верстатах, або за допомогою розточних головок.

Технологічність деталі згідно ГОСТ 14.201-73

Оцінюється коефіцієнтами.

1.2.1 Рівень технологічності по точності обробки.

$$K_{\text{цт}} = \frac{K_{\text{цт}}}{K_{\text{ми}}} \quad (1.1)$$

де $K_{\text{цт}}$ і $K_{\text{ми}}$ відповідно базовий та досягнутий коефіцієнт точності обробки.

Коефіцієнт точності обробки визначаємо по формулі:

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{mi} = I - \frac{I}{T_{сер}} = I - \sum_{i=1}^m \frac{T_{ni}}{T_{mi}}; \quad (1.2)$$

p_i – число розмірів відповідного класу точності

m – число класу точності.

$$T_{сер.} = \frac{H7 \cdot (30) + H18 \cdot (2) + H10 \cdot (2) + H14 \cdot (52)}{86} = 11,32;$$

$$K_{mi} = 1 - \frac{1}{11,32} = 0,912;$$

Так як $K_{mi} > 0,8$ то, згідно ГОСТ 14.202.-73, деталь вважається не повністю технологічною.

1.2.2 Рівень технологічності конструкції по шорсткості поверхні визначаємо по формулі:

$$K_{цм} = \frac{K_{\sigma_m}}{K_m}; \quad 1.3$$

де K_{σ_m} і K_m - відносно базовий і досягнутий коефіцієнт шорсткості поверхонь.

$$K_m = \frac{I}{Ш_{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^m a_{im}}{\sum_{i=1}^m Ш_{nim}}; \quad 1.4$$

де $Ш_{сер.} = \frac{\sum_{i=1}^m Ш_{im}}{\sum_{i=1}^m Ш_{nim}} = \frac{n1 + 2n2 + \dots + 14n14}{n1 + n2 + n3 + \dots + n14}$ – середній клас шорсткості поверхонь;

n і m – число поверхонь відповідного класу шорсткості.

$$Ш_{сер.} = \frac{3 \cdot 39 + 4 \cdot 3 + 5 \cdot 4 + 6 \cdot 10}{56} = 3,7 =$$

$$K_m = \frac{1}{3,7} = 0,27$$

Так як $K_m = 0,27 >$ то, згідно ГОСТ 14.202-73, деталь технологічна, підвузол в цілому технологічний.

Оскільки деталі та підвузол в цілому не повністю технологічні тільки по коефіцієнту точності обробки, а інші ознаки характеризують її технологічність, то в цілому деталі і підвузол рахуються технологічними.

					MP.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії.

Вибір форми організації виробництва

Річна програма визначається багатьма факторами, основними з яких являються тип виробництва, трудоемкість виготовлення та маса деталі.

Вихідні дані для розрахунку:

Тип виробництва – великосерійний.

Коефіцієнт серійності – $K_c = 6,95$.

Запасні частини $\beta = 0\%$.

Режим роботи обладнання 2 зміни в добу.

Дійсний строк часу обладнання $F_o = 4029$ год. згідно [1] табл.2.1. стор.22.

Річну програму випуску знаходимо з формули

$$T = \frac{F_o}{N}, \text{ хв./шт.} \quad (1.5)$$

$$\text{звідси } N = \frac{F_o}{t}, \text{ шт;} \quad (1.6)$$

де t – такт випуску підвузла з формули коефіцієнта серійності.

$$K_c = \frac{t}{T_{um.cer}}; \quad (1.7)$$

$$\text{звідси } t = K_c \cdot T_{um.cer}, \text{ хв./шт.} \quad (1.8)$$

де $T_{um.cer}$ – середнє значення штучного часу.

Згідно технологічного процесу виготовлення підвузла

$$T_{um.cer} = \frac{t_{um1} + t_{um2} + \dots + t_{umn}}{n} = . =$$

$$\frac{1,492 + 1,492 + 3,821 + 0,619 + 2,688 + 1,31 + 0,744 + 1,579 + 1,683 + 2,12 + 2 \cdot 2,574 + 1,121 + 2,427 + 6,144 + 4,7}{16} = 2,32 \text{ хв};$$

Підставивши формулу (1.8) в (1.6) отримуємо

$$N = \frac{4029 \cdot 60}{6,95 \cdot 2,32} = 14993 \text{ шт.} \quad (1.9)$$

Приймаємо $N = 15000$ шт.

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При великосерійному виробництві обробка здійснюється партіями. Кількість підвузлів визначаємо в залежності від фонду роботи обладнання та програми, випуску, згідно рекомендацій [1] стор.23

$$n = \frac{N \cdot a}{254}; \quad (1.10)$$

де a – періодичність запуску в днях: $a=6$ днів;

$$n = \frac{15000 \cdot 6}{254} = 355 \text{ шт.}$$

Для зручності планування і організації виробництва, коректуємо величину партії наступним чином:

1) визначаємо розрахункове число змін на обробку всієї партії під вузлів на основних робочих місцях

$$C_p = \frac{T_{ш.к.сер} \cdot n}{476 \cdot 0,8}; \quad (1.11)$$

де $T_{ш.к.сер}$.- середній штучно-калькуляційний час по основним операціям діючого на виробництві тех. процесу; $T_{ш.к.сер} = 3,71$ хв;

476 – дійсний фронт роботи верстату в зміну, хв;

$$C_p = \frac{3,71 \cdot 3,55}{476 \cdot 0,8} = 3,458;$$

Розрахункове число змін закругляємо до прийнятого цілого числа $C_{np} = 4$

Визначаємо прийняте число деталей в партії:

$$n_{np} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot C_{np}}{T_{ш.к.сер}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 4}{3,71} = 410,56, \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_{np} = 411$ шт.

1.3.3. Для умов великосерійного виробництва приймаємо початкові методи праці, тобто за організаційну основу приймається багатопредметна потокова лінія (обладнання розміщується по ходу технологічного процесу).

За даною лінією закріплено декілька технологічно споріднених деталей, а тому спеціалізація робочого місця дозволяє виконувати одну операцію на

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

декількох деталях, закріплених за лінією, після відповідної перекладки обладнання.

Не потокові методи праці не забезпечують у даному випадку заданої ритмічності випуску, утруднюють організацію виробництва.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Заготовки до деталей підвузла ПЕК 31.112/113 з сірого чавуну СЧ-18 ГОСТ1412-85 можна отримати лише литвом.

Проаналізуємо два варіанти отримання заготовок:

1) перший варіант - литво в піщані форми по дерев'яним моделям при ручній формовці;

2) другий варіант – литво піщані форми в землю по металевих моделях машинним способом формовки.

Згідно креслень деталей маємо сумарну масу підвузла $q=8,9+7,6=16,5$ кг.

Решту даних, необхідних для розрахунку, заносимо в таблицю 1.3.

Розрахунок проводимо згідно рекомендацій [1] стор. 25.

Таблиця 1.3 – Порівняння варіантів методів отримання заготовок

Найменування показників	Варіанти	
	перший	другий
Найменування заготовки	відливка	відливка
Вид заготовки	З	З
Групи складності	III	III
Клас точності	12	10
Вартість/т заготовок, прийнятих за базу Сз, грн	13600	13600
Вартість/т стружки, Свідх, грн	1200	1200
Сумарна маса заготовок Q, кг	14,44+12,8=27,24	12,86+11,4=24,26

Собівартість заготовок визначаємо по формулі:

$$S_{заг} \left(\frac{Si}{1000} Q_i \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_n \right) - (Q_i - q) \cdot \frac{S_{від}}{1000}; \text{ грн} \quad (1.12)$$

де S_i – базова вартість 1 т. заготовок, грн.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ				

$Q_i \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_n$ – коефіцієнти, які залежать відповідно від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок. Коефіцієнти знаходимо по [1], табл. 2.8 стор.33.

$$K_m=1; K_{m_2}=1,05; K_c=1; K_v=0,84; K_n=1; K_n=0,76;$$

Q_i – маса заготовки, кг;

q_i – маса готової деталі, кг;

$S_{від}$ – ціна 1т відходів, грн.

Визначимо собівартість виготовлення кожної деталі по кожному варіанту, користуючись формулою (1.12)

$$S_{заг1}^1 = \left(\frac{13600}{1000} \cdot 14,44 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,76 \right) - (14,44 - 8,9) \cdot \frac{1200}{1000} = 118,72 \text{ грн.};$$

$$S_{заг2}^1 = \left(\frac{13600}{1000} \cdot 12,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,76 \right) - (12,8 - 7,6) \cdot \frac{1200}{1000} = 104,89 \text{ грн.}$$

Собівартість заготовок по другому варіанту

$$S_{заг1}^2 = \left(\frac{13600}{1000} \cdot 12,86 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,76 \right) - (12,86 - 8,9) \cdot \frac{1200}{1000} = 112,49 \text{ грн.}$$

$$S_{заг2}^2 = \left(\frac{13600}{1000} \cdot 11,4 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,76 \right) - (11,4 - 7,6) \cdot \frac{1200}{1000} = 99,37 \text{ грн.}$$

Сумарна собівартість заготовок по кожному з варіантів буде дорівнювати:

$$S_n^1 = S_{заг1}^1 + S_{заг2}^1 = 118,72 + 104,89 = 223,61 \text{ грн.}$$

$$S_n^2 = S_{заг1}^2 + S_{заг2}^2 = 112,49 + 99,37 = 211,86 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від впровадження машинного способу формовки дорівнює:

$$N_n = (S_n^1 - S_n^2) \cdot 15000 = (223,61 - 211,86) \cdot 15000 = 176250 \text{ грн.}$$

Як бачимо, другий варіант більш економічний, ніж перший, завдяки економії матеріалу, окрім того зменшує трудоемкість виготовлення заготовок і підвищує їх клас точності.

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.2.Опис та аналіз базового технологічного процесу та техніко-економічне обґрунтування вибору проектного варіанту

1.4.2.1.Опис базового технологічного процесу проводимо у вигляді таблиці.

Таблиця 1.4 – Базовий технологічний процес

Номер назва і зміст операції	Тип і модель верстату	Характеристика пристрою	Схеми базування
1	2	3	4
015 Вертикально-фрезерна Фрезерувати поверхню “Б” з двох сторін, витримавши розмір $25 \pm 0,75$	Вертикально-фрезерний 6P12	Спеціальний з пневматичним затиском	Схема 1
020 Вертикально-фрезерна Фрезерувати поверхню “С” з двох сторін, шириною 30 витримавши розмір $45_{-0,2}$	Вертикально-фрезерний 6P12	Спеціальний з пневматичним затиском	Схема 2
025 Вертикально-фрезерна. Фрезерувати поверхню “А” послідовно на чорно і на чисто витримавши розміри ПЕК31.112- $27 \pm 0,5$; ПЕК31.113- $22 \pm 0,5$; і чистоту обробки $R_z 20$	Вертикально-фрезерний 6P12	Спеціальний з пневматичним затиском	Схема 1,2
030 Радіально-свердлильна Свердлити на прохід 2 отв. $\varnothing 11,8^{+0,2}$	Радіально-свердлильний 2A53	Спеціальний з пневматичним затиском	Схема 3
035 Агрегатна свердлити 4 отвори $\varnothing 8,5$ на прохід і 4 середніх отв. $\varnothing 8,5$ на глибину $25 \pm 0,5$ і отв. $\varnothing 18,5$ на прохід, нарізати різьбу М10 7Н на $L = 11,8^{+0,3}$ в чотирьох середніх отв., і М20 $\times 1,5-7Н$ напрохід.	Агрегатний АМ 9085	Спеціальний з пневматичним затиском	Схема 4
040 Вертикально-свердлильна. Свердлити 8 отворів $\varnothing 11^{+0,4}$ напрохід одночасно	Вертикально-свердлильний 2Н135	Спеціальний з пневматичним затиском	Схема 5
045 Радіально-свердлильна Цекувати чотири передніх отвори $\varnothing 11^{+0,4}$ до $24^{+0,4}$ витримавши розмір $34 \pm 0,5$ і чистоту поверхні $R_z 80$	Радіально-свердлильний 2A53	Спеціальний з пневматичним затиском	Схема 6
050 Радіально-свердлильна. Установити кришку редуктора на корпус, сумістивши по контуру, наживити 8 болтів М10 $\times 50-051$ ГОСТ 796-70, завернути до відказу	Радіально-свердлильний 2A53	Патрон для нарізання різьб з торцевим ключем під головку болтів М10	

Арк.

МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

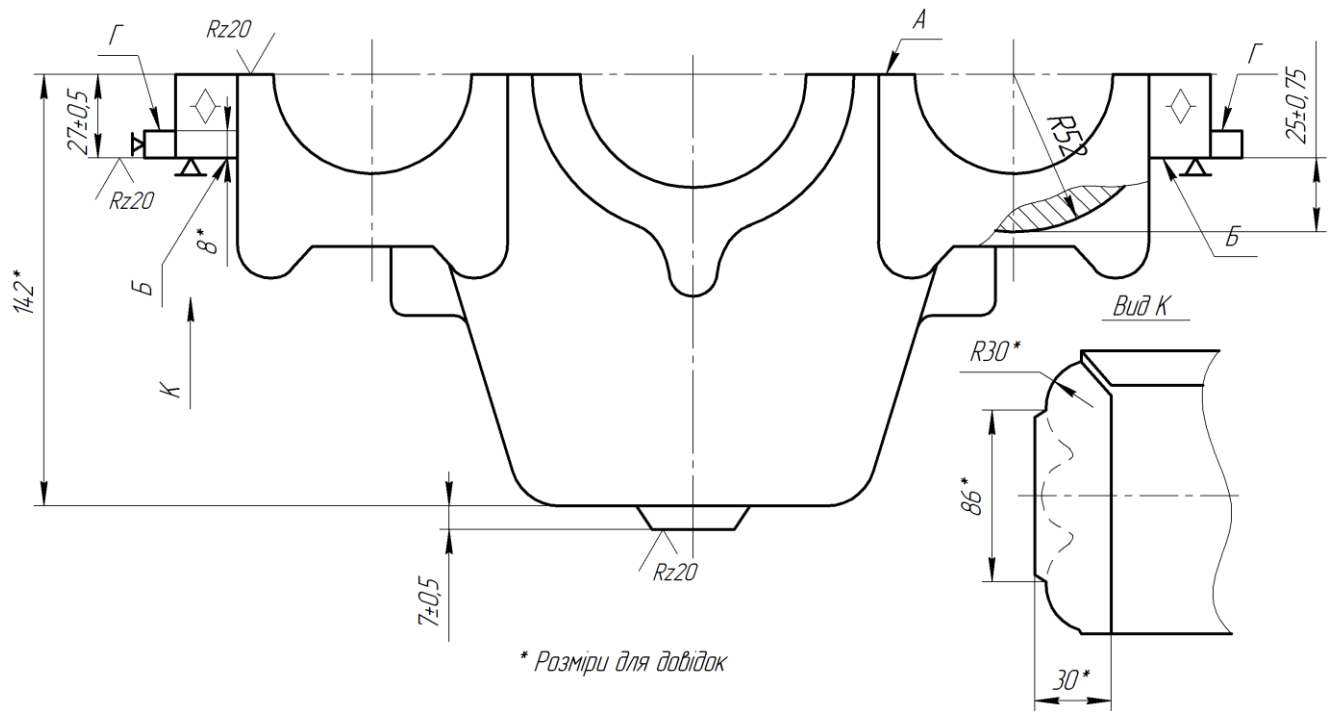


Схема 1

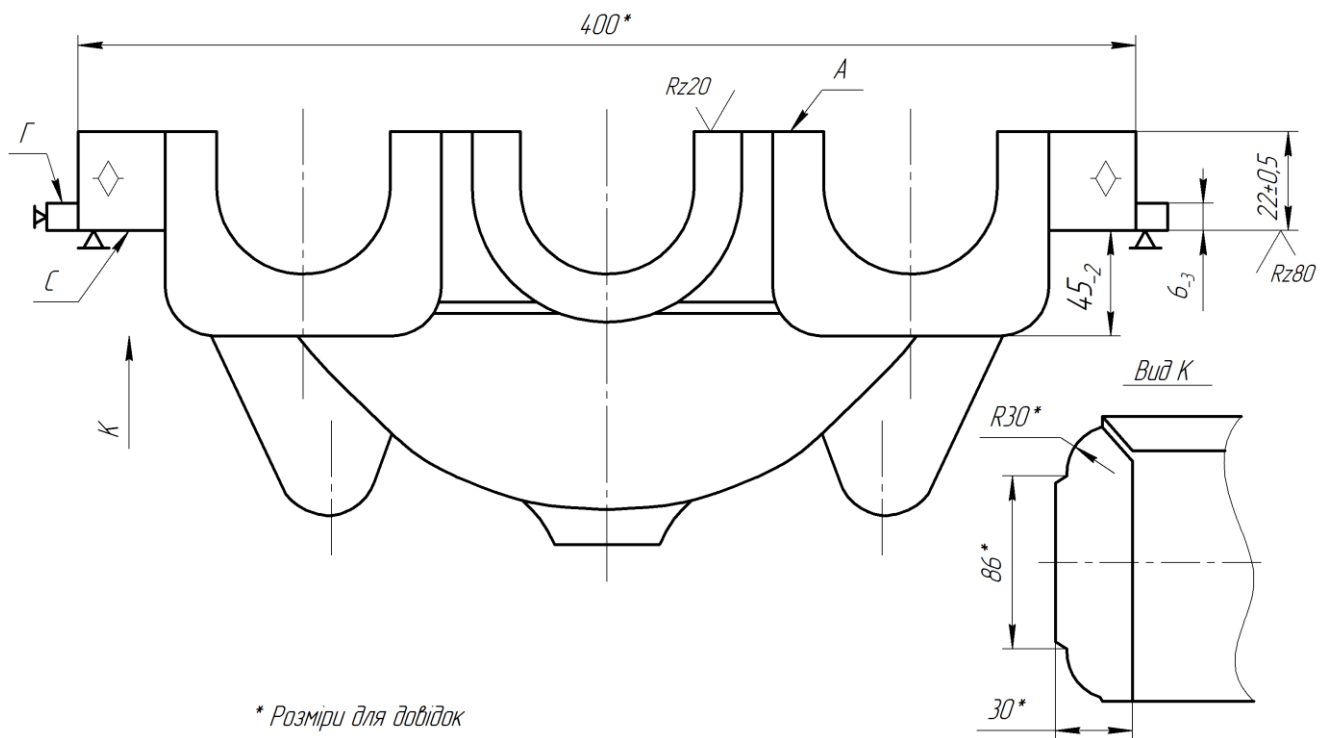


Схема 2

					MP.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

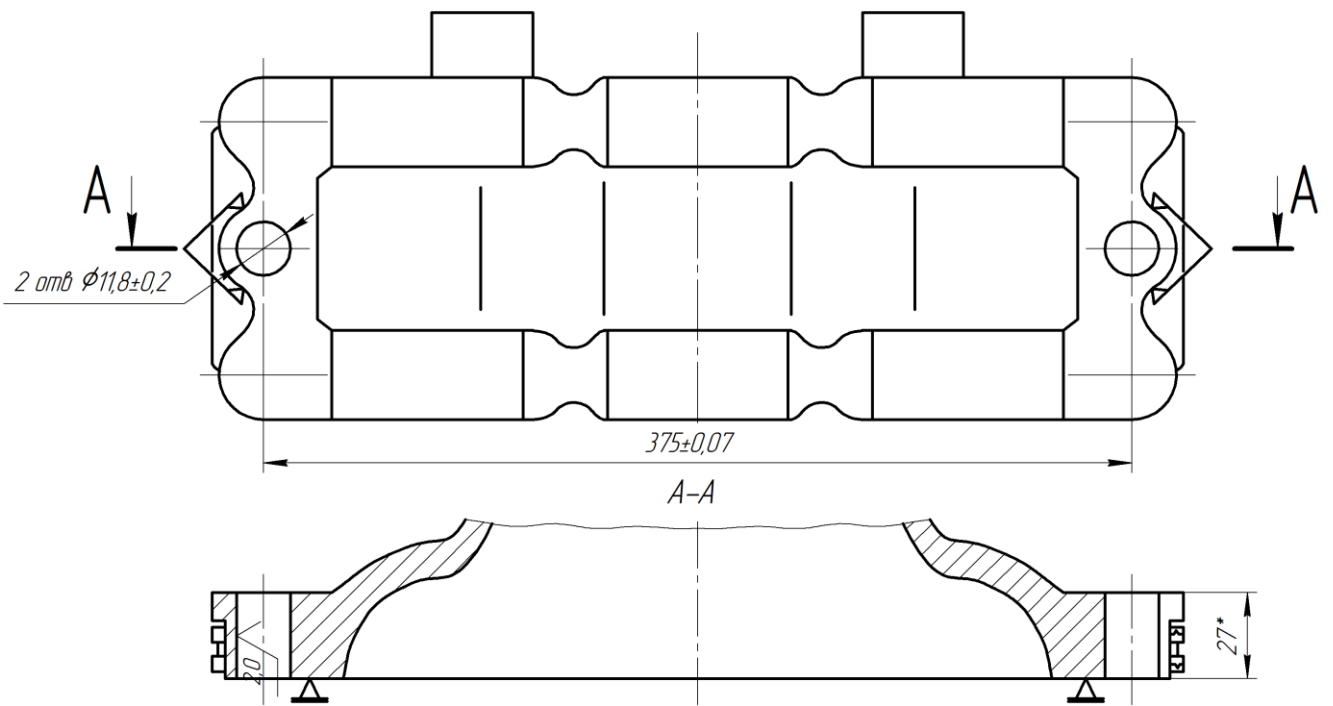


Схема 3

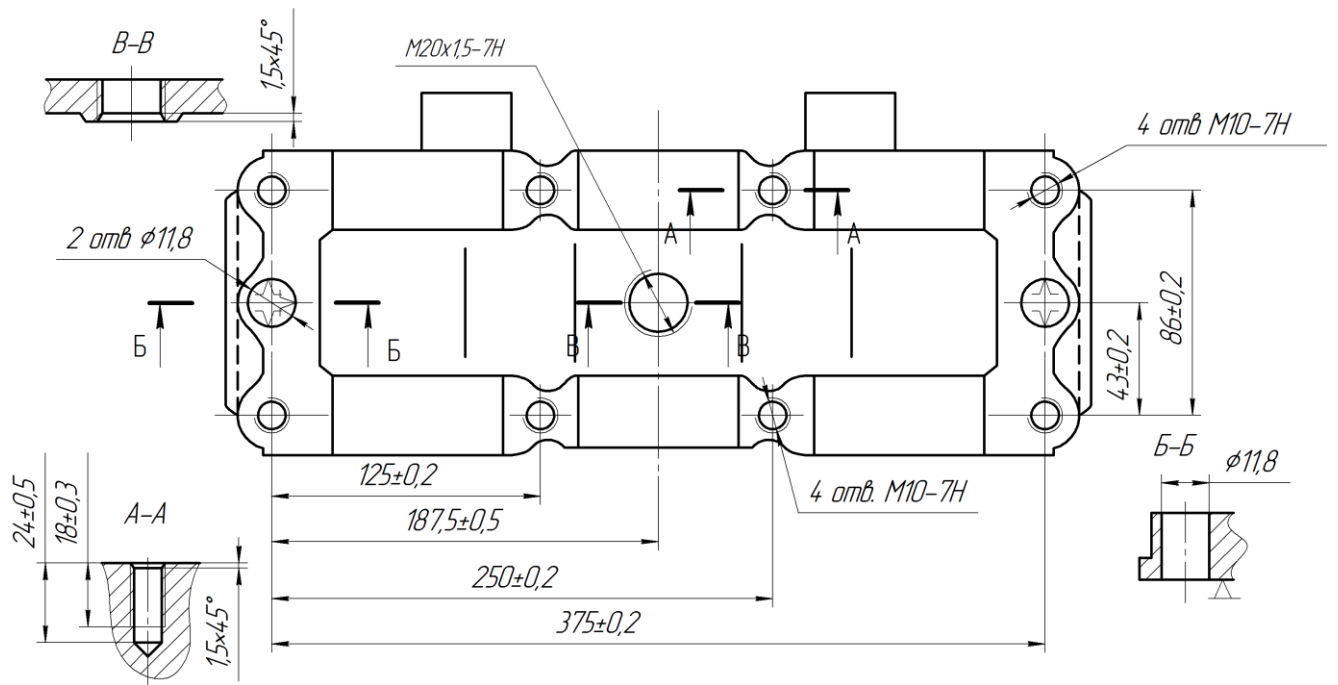


Схема 4

					Арк.	
					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

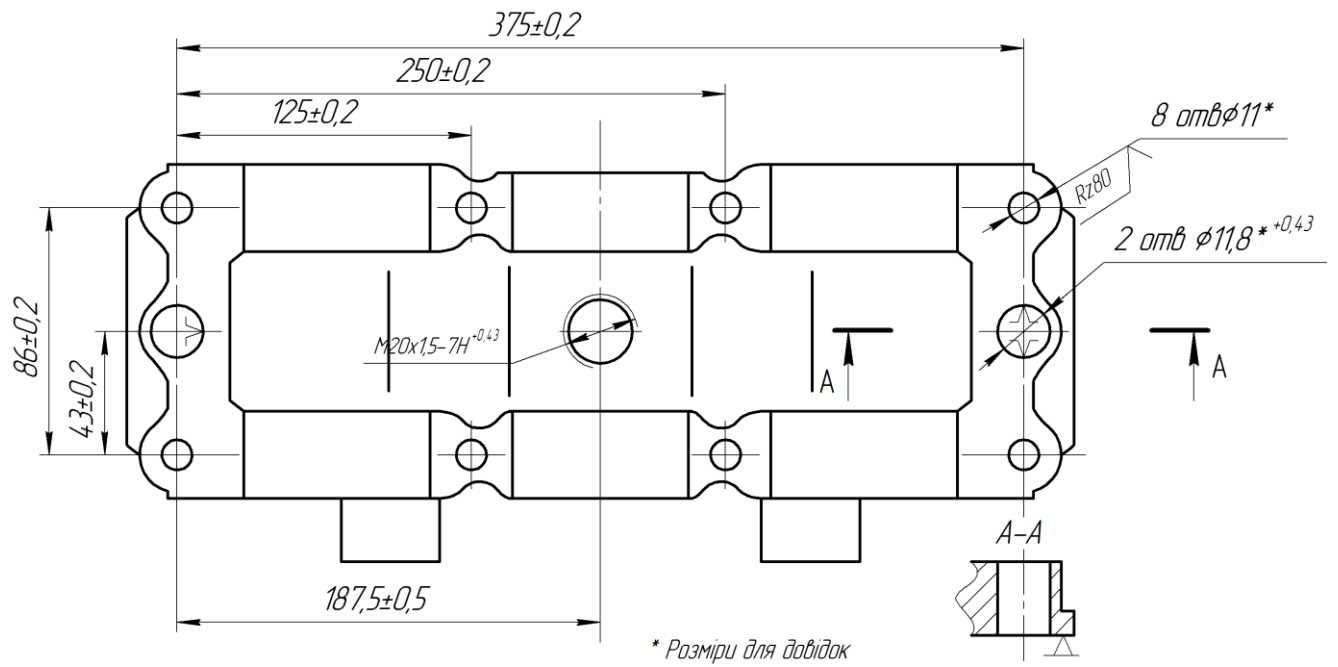


Схема 5

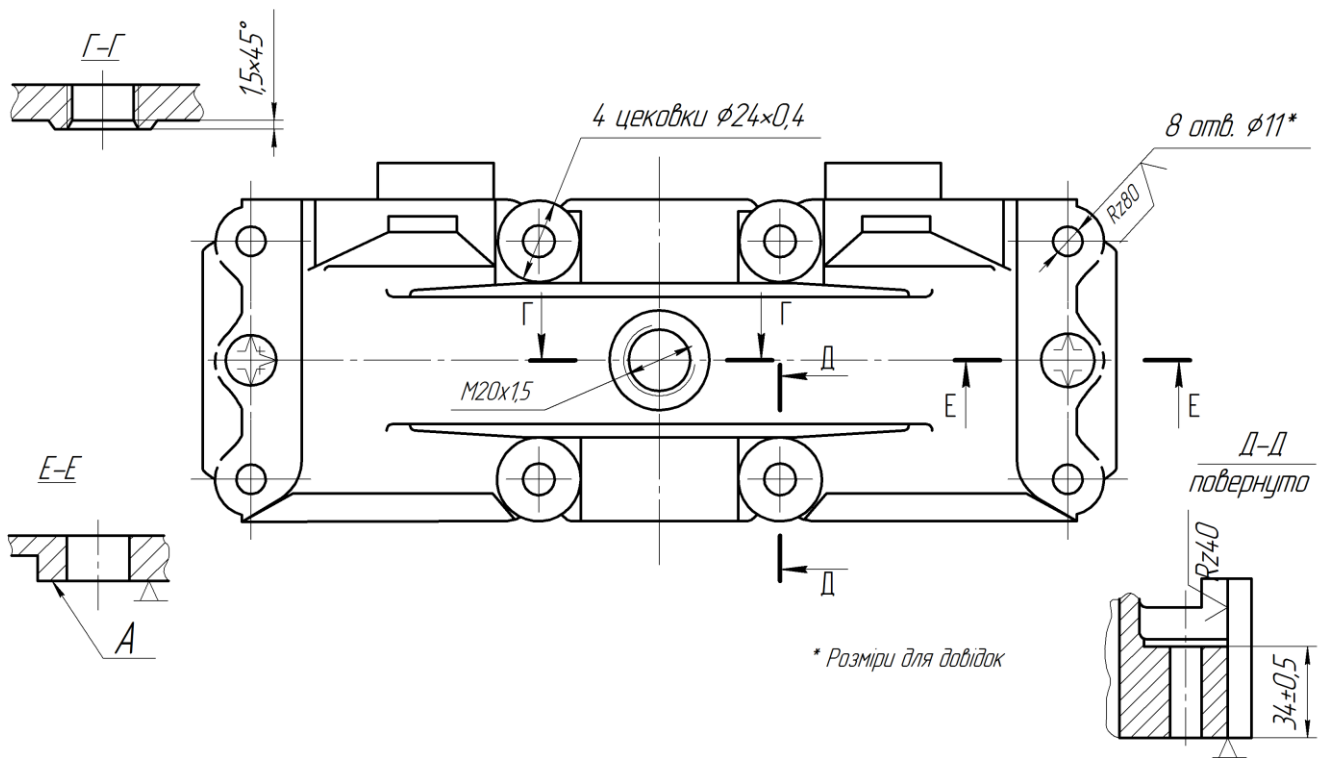


Схема 6

					Арк.	
					MP.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

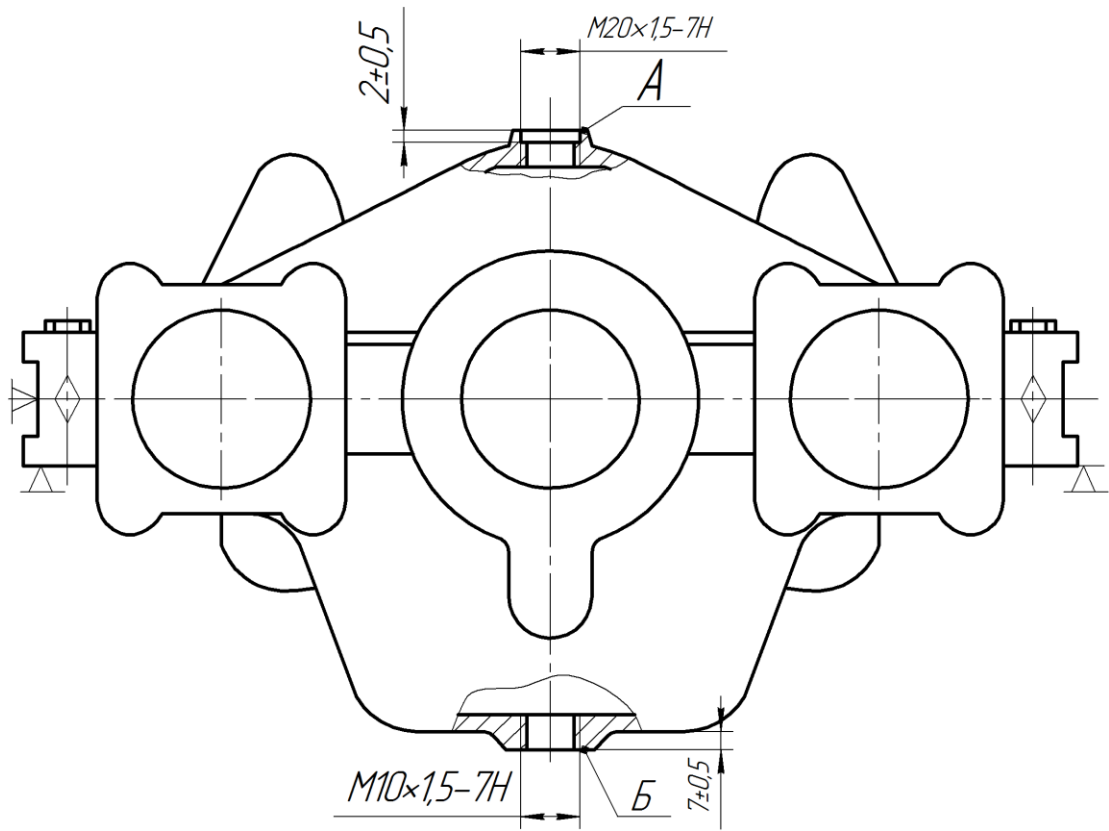


Схема 7

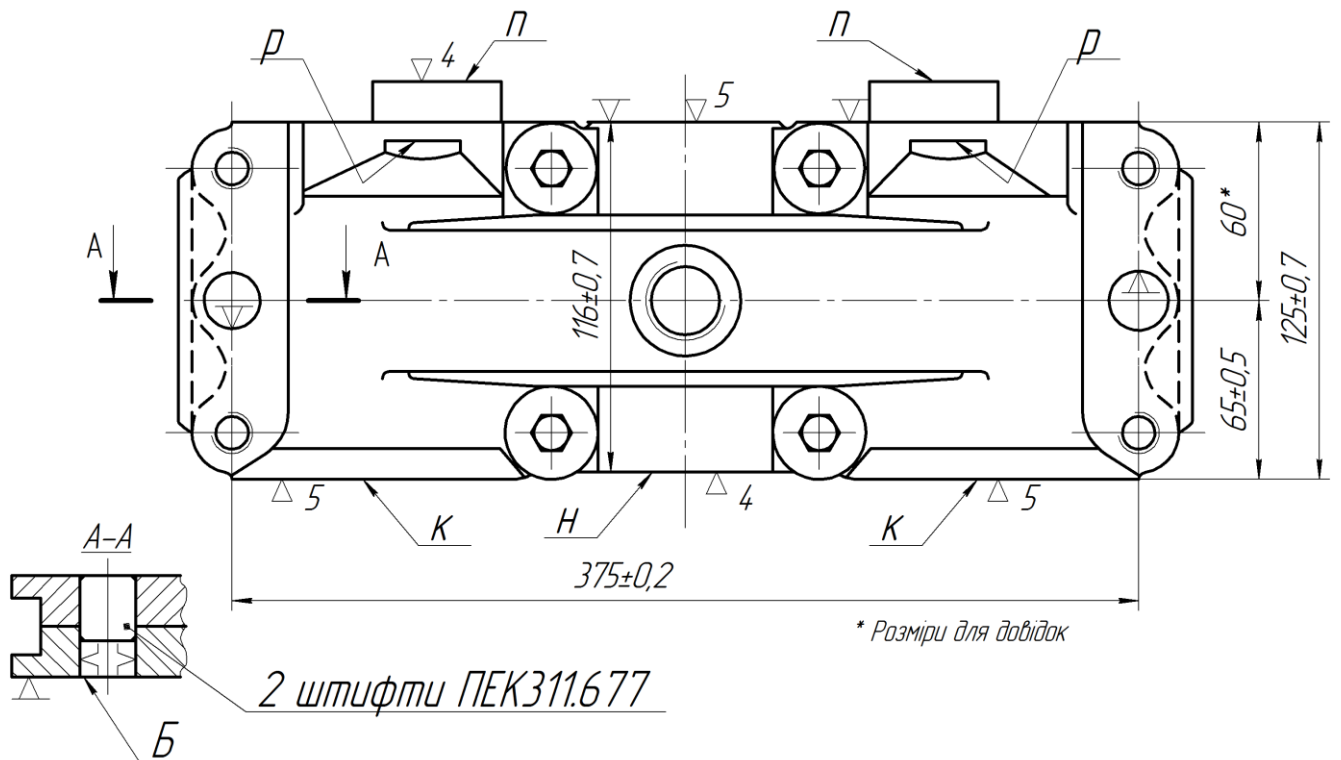
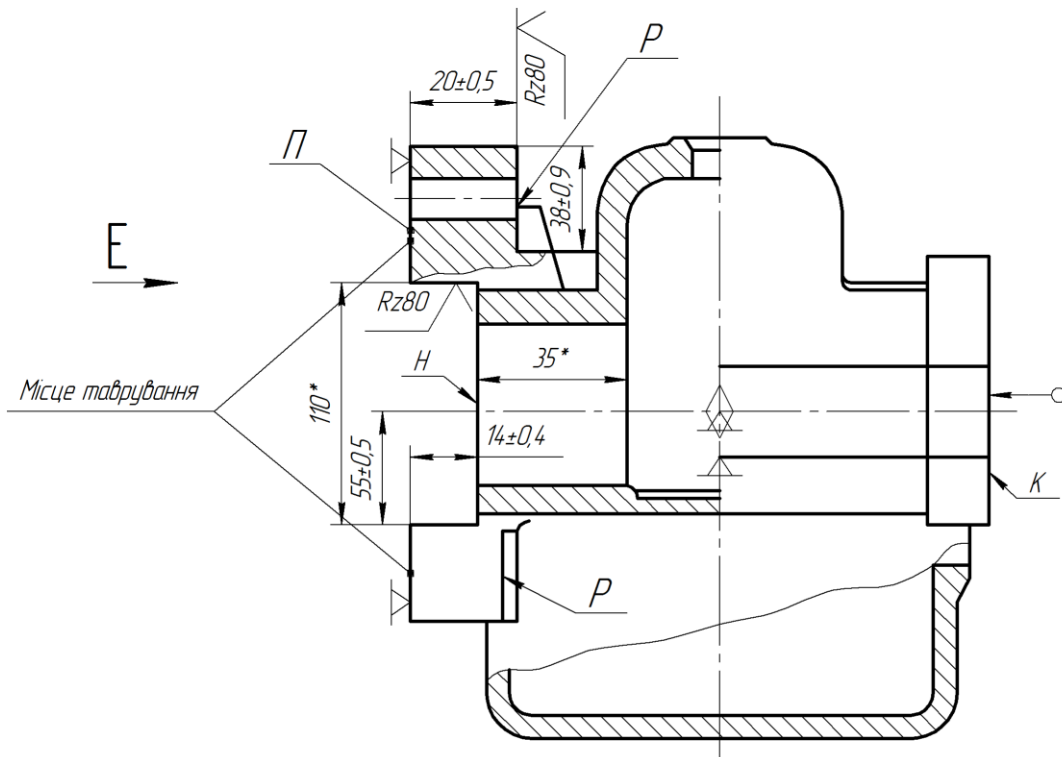


Схема 8

					Арк.	
					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



*Розміри для довідок

Вид Е

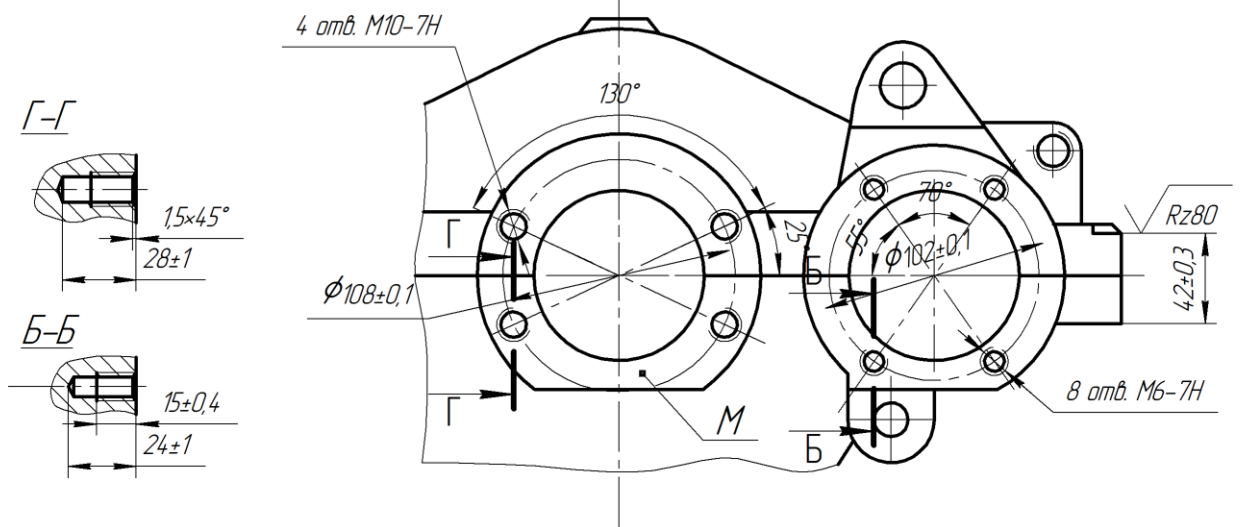


Схема 9

					Арк.	
МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

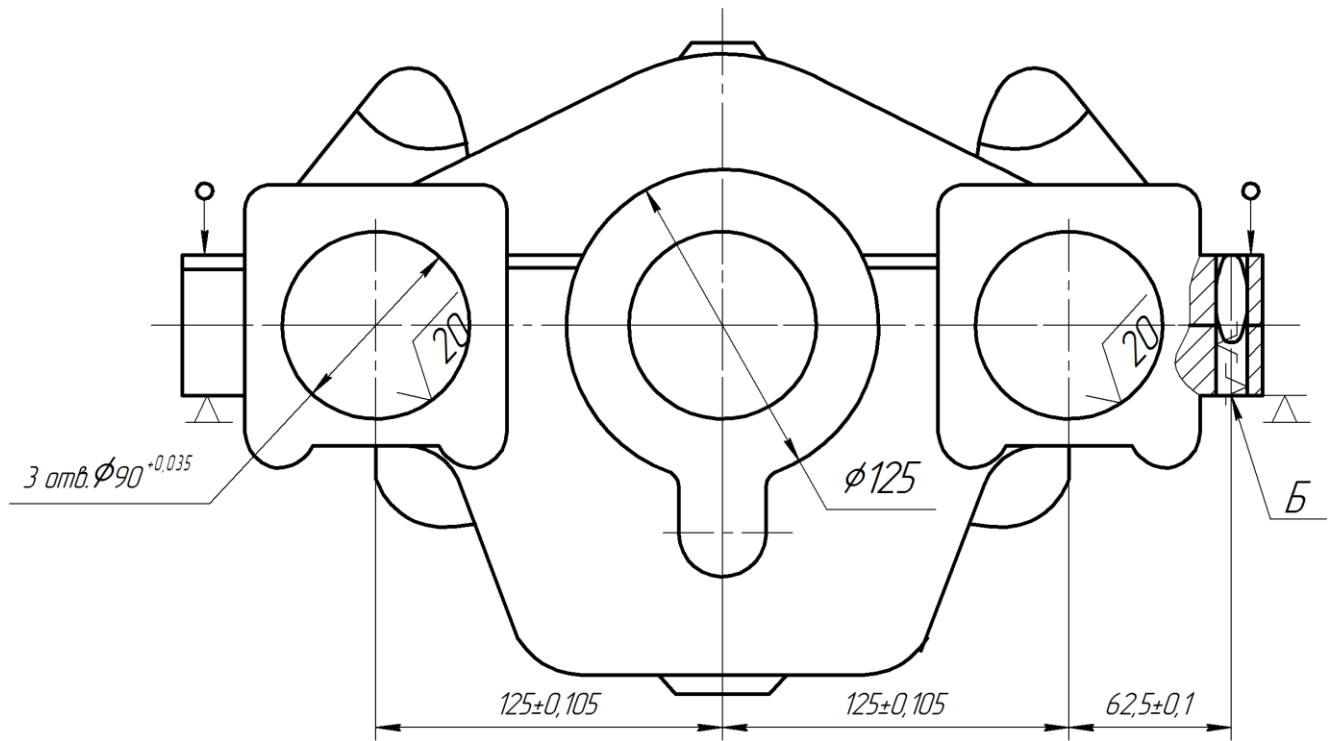
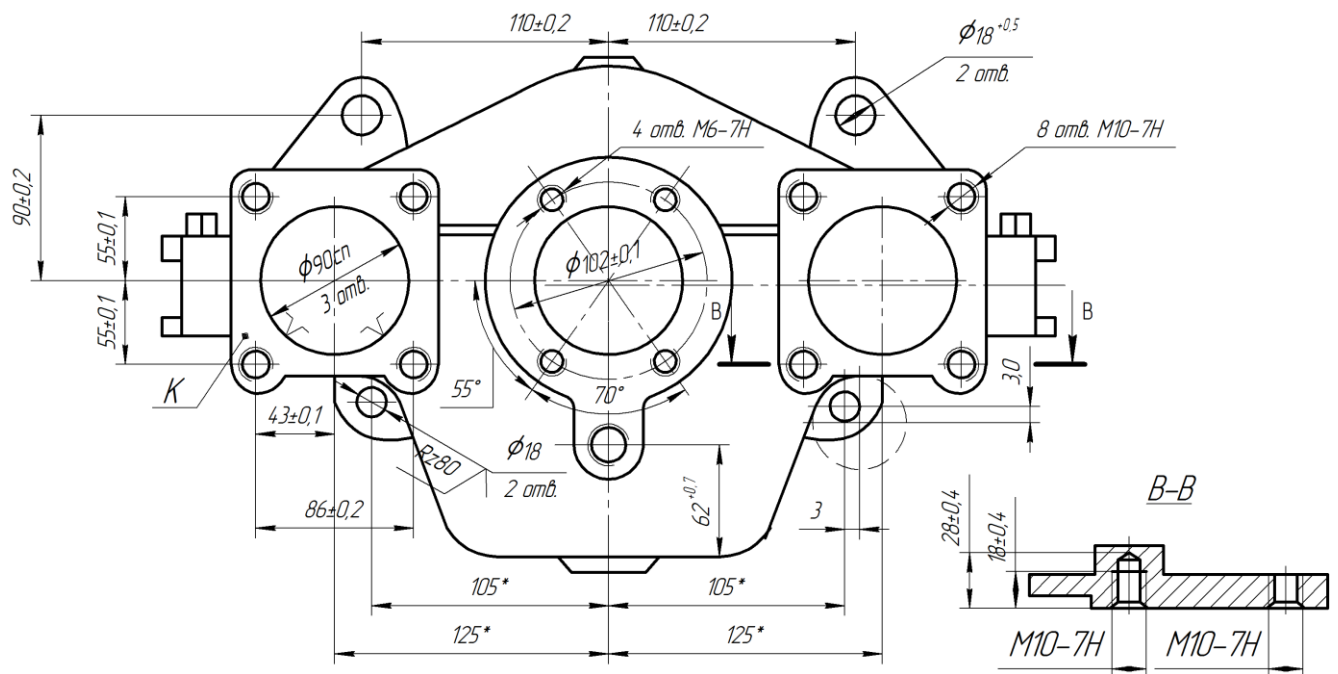


Схема 10



*Разміри для справок

Схема 11

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

1.4.2.2 Способи базування деталей і підвузла в цілому при механічній обробці

Виходячи з службового призначення підвузла, а також вимог на кресленнях деталей, бачимо, що найбільш високі вимоги накладаються на точність позиціонування різьбових отворів відносно вказаних базових поверхонь, точність і чистоту обробки, також розташування поверхонь посадочних отворів під підшипники, точність, чистоту і розташування поверхонь площин роз'єму.

Виходячи з цих вимог бачимо, що розглянуті у базовому технологічному процесі послідовність роботи і схем базування, забезпечують при обробці вказані на кресленнях деталей параметри. Базові поверхні зручні, зокрема поверхня "Б" використовується як базова на декількох операціях. Змінювати схеми будування, а також послідовність обробки не доцільно, так як це приведе до зниження параметрів точності та чистоти обробки.

1.4.2.3. Аналіз базового технологічного процесу з точки зору механічної обробки.

При обробці деталей і підвузла в цілому застосовуються прогресивні методи. Так, наприклад, гладкі та різьбові отвори обробляються на агрегатних верстатах, або на універсальних з застосуванням багатошпіндельних свердлильних головок. На операціях 015 і 020 застосовується двошпіндельна фрезерна головка. Посадочні отвори під підшипники розточуються за допомогою трьохшпіндельної розточної головки. Чистова обробка посадочних отворів проводиться на спеціалізованому верстаті ОС-1170. Застосування таких методів обробки скорочує час на обробку деталей, підвищує точність і якість поверхні, але слабким місцем існуючого технологічного процесу є обробка площин роз'ємну корпусу і кришки редуктора на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Р12. Така обробка вимагає значних витрат часу на перестановку деталей, холості пробіги стола, настройку фрези на розмір, так як обробка проводиться за два переходи – чорнове і чистове фрезерування.

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Такий метод обробки вимагає також установки на лінії двох верстатів моделі 6P12, так як один вимагає частоті перекладки з однієї деталі на іншу при коефіцієнті завантаження більше нормативного.

Пропоную замінити на операції 025 два вертикально-фрезерні верстати моделі 6A23. Цей верстат призначений для неперервного фрезерування торцевими фрезами деталі із сталі та чавуну в умовах великосерійного і масового виробництва. Фрезерна бабка з двома шпинделями дозволяє вести чорнову і чистову обробку за один прохід. Клас точності верстату Н. Крім того скорочується операційний час за рахунок перекриття основного часу, часу на установку та закріплення деталі та часу на виміри.

Тому в подальших розрахунках вважаємо операцію 025 карусельно-фрезерною і подальші розрахунки проводимо для верстату 6A23.

1.4.2.4 Вибір необхідного ріжучого інструменту для кожної операції

Вибір матеріалу ріжучої частини має першочергове значення для підвищення продуктивності праці і зниження собівартості обробки.

В великосерійному виробництві для обробки сірого чавуну СЧ-18 ГОСТ1412-85 доцільно застосовувати інструменти, оснащені пластинками з твердого сплаву (вольфрамо-коальбатові).

Для свердління отворів вибираємо свердла з швидкоріжучої сталі P5M6, так як вони витримують в процесі різання нагрівання до температури вище 600°C, не втрачаючи ріжучих властивостей.

Для нарізання різьб застосовуємо машинні мітчики.

Для цекування отворів застосовуємо цековку, оснащену твердосплавними пластинами і направляючою.

Вибираємо інструменти для кожної операції. Дані заносимо в таблицю.

					MP.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.6 – Застосування ріжучого інструменту по операціях.

Номер і назва операції	Найменування ріжучого інструменту	Позначення або нормативний документ	Кількість інструменту на операції, шт.
1	2	3	4
015 Вертикально-фрезерна.	Фреза торцева спеціальна Ø60 BK8	ПЕК.02.304	2
020 Вертикально-фрезерна.	Фреза торцева спеціальна Ø60 BK8	ПЕК.02.304.	2
025 Карусельно-фрезерна	Фреза торцева спеціальна Ø400 2214-0173 BK8	ГОСТ 9473-80	2
030 Радіально-свердлильна	Свердло Ø11,8 23,01-0063	ГОСТ10903-77	2
035 Агрегатна	Свердло ступінчасте	АМ 9085.050.301.	4
	Свердло ступінчасте	АМ 9085.050.302.	4
	Свердло Ø18,5 2301-0063	ГОСТ 10903-77	1
	Мітчик 2620-1435-Н4 Н10-7Н	ГОСТ 3266-81	8
	Мітчик 2620-1713-Н4 М20×1,5-7Н	ГОСТ 3266-81	1
040 Вертикально-фрезерна	Свердло Ø11	ГОСТ 14121-69	8
045 Радіально-свердлильна	Цековка BK8 Ø24 з направляючою Ø11	105.026.2350-4004	4
055 Радіально-свердлильна	Свердло Ø11,8-1 2301-0193	ГОСТ 10903-81	1
	Розвертка Ø12 2663-0193	ГОСТ 1672-80	1
	Свердло Ø18,5 2301-0063	ГОСТ 10903-7	1
060 Радіально-свердлильна	Мітчик 2620-1713-Н4 М20×1,5-7Н	ГОСТ 3266-81	1
	Цековка Ø36, BK8 з направляючою Ø17	ПЕК.40.101.	1
	Фреза комбінована 2214-0161 BK8	105.026.2214-4011	1
065 Поздовжньо-фрезерна	Фреза комбінована 2214-0161 BK8	ГОСТ 9473-80	1
070 Поздовжньо-фрезерна	Фреза комбінована 2214-0161 BK8	105.026.2214-4011	1
075 Вертикальна фрезерна	Фреза торцева Ø40 BK6 2223-0506	ГОСТ 9473-80	1
080 Токарно-гвинторізна	Фреза торцева Ø40 BK6 2223-0506	ГОСТ 20537-75	1
080 Токарно-гвинторізна	Різці BK8: 2142-0051 2142-0052	ГОСТ 23.5394-78	4
085 Алмазно-розточна	Різець спеціальний розточний BK3	P21	3
090 Агрегатна	Свердло ступінчасте	АМ 7867.050.301.	13
	Свердло ступінчасте	АМ 7867.050.302.	12
	Свердло Ø 18 2301.0061	ГОСТ 10903-77	4
	Мітчик М10-7Н 2620-1435	ГОСТ 3266-81	
	Мітчик М6-7Н2620-1153	ГОСТ 3266-81	

Арк.

МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Для контролю розмірів використовуємо такі стандартні вимірні інструменти: штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-80; контрольні пробки різьбові М20×1,5-72; контрольна пробка гладка Ø12Н7 СТСЭВ157-75; індикаторний нутромір ГОСТ 9378-75. Для контролю позиціювання різьбових отворів використовуємо шаблони.

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1. Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунково-аналітичним методом визначаємо припуски на механічну обробку розмірів $\text{Ø}90^{+0,035}$ і 27Н14.

На решту поверхонь назначаємо припуски згідно ГОСТ 26645-85.

1.5.1.1. Розрахунок припуску на обробку і проміжні граничні розміри для отвору $\text{Ø}90^{+0,035}$.

Заготовка збірна – дві відливки, клас точності II, сумарна маса 16,5 кг.

Технологічний маршрут обробки отворів $\text{Ø}90^{+0,035}$ складається з двох операцій – чорнового і чистового розточування. Базами для заготовки служать площина “Б” і два отвори $\text{Ø}12^{+0,035}$. Схема установки при обробці показана на ескізі (див. схему 10).

Розрахунок припусків на обробку отворів $\text{Ø}90^{+0,035}$ проводимо у формі таблиці 1.7, в яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки отворів і всі значення елементу припуску.

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.7 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам на обробку отвору підвузла $\varnothing 90^{+0,035}$.

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 90^{+0,035}$	Елементи припуску, НКН				Розрахунковий припуск $2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір др, мм	Допуск δ , мкм	Граничні розміри		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	T	ρ	E				d_{\min}	d_{\max}	Z_{\max}^{np}	Z_{\min}^{np}
Заготовка	800		457	-	-	87,232	3600	83,63	8723	-	-
Розточування											
- чорнове	50	-	23	80,4	1264×2	89,76	140	89,62	89,76	2530	5990
- чистове	20	-	-	84,4	135,5×2	90,035	35	90	90,035	275	380
Всього	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2805	6370

Значення R_z і T, які мають якість поверхні литих заготовок дорівнюють у сумі 800мм. згідно [5] стор. 174. Після технологічної обробки (чорнове та чистове розточування), значення T і R_z знаходимо згідно [5], табл. 15, стор. 75.

Після першого технологічного переходу T, для деталей сірого чавуну, не враховується, тому для чистового та чорнового переходів в таблицю 1.7, заносимо лише залишкову шорсткість R_z .

Сумарне значення просторових відхилень для корпусних заготовок

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{зм}}^2} \quad (1.19)$$

Короблення отвору враховуємо як в діаметральному, так і в осьовому його сиченні, тому

$$\sqrt{\rho_{\text{кор}}^2} = \sqrt{(\Delta_{\kappa} d)^2 + (\Delta_{\kappa} d)^2} \quad (1.20)$$

де Δ_{κ} – питома величина короблення;

$\Delta_{\kappa} = 0,7$; [5] табл. 14, стор. 174;

d – діаметр отвору, мм.

l – довжина обробки, мм.

Згідно формули (1.20)

$$\rho_{\text{кон}} = \sqrt{(0,07 \cdot 90)^2 + (0,7 \cdot 38)^2} = 68 \text{ мм.}$$

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ

При визначені $\rho_{зм}$, слід мати на увазі точність розташування базових поверхонь, які використовуються при даній схемі базування і одержаних на попередніх операціях відносно оброблюваної в даній установці поверхні.

Зміщення при даному способі установки визначають точність обробки базових поверхонь площини "Б" і отворів під штифти, а також зміщення при виготовлення відливки, а тому

$$\rho_{зм} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{520}{2}\right)^2 + \left(\frac{740}{2}\right)^2} = 452$$

Допуски та розміри приймаємо згідно [1], табл. 2.4, стор. 28.

Таким чином сумарне значення просторових відхилень згідно формули (1.19), буде дорівнювати

$$\rho_3 = \sqrt{68^2 + 452^2} = 457 \text{ мкм};$$

Залишкове просторове відхилення після чорнового розточування

$$\rho_1 = 0,05\rho^3 = 0,05 \cdot 457 = 23 \text{ мкм};$$

Похибки установки при чорновому розточуванні

$$E = \sqrt{E_\sigma^2 + E_3^2}$$

Похибка базування E_σ , в даному випадку виникає за рахунок перекосу заготовки в горизонтальній площині при установці її на штирі пристрою. Перекос при цьому виникає через наявність зазорів між найбільшим діаметром штирів. Найбільший зазор між отворами і штирями

$$S_{\max} = \delta_a + \delta_\sigma + S_{\min} = 0,035 + 0,018 + 0,017 = 0,07 \text{ мм};$$

де δ_a, δ_σ – відповідно допуски на діаметри отвору і штиря, мкм, згідно ГОСТ25347-82;

S_{\min} – мінімальний зазор між діаметром штиря і отвору.

Тоді найбільший кут повороту заготовки на штирях може бути найдений з відношення найбільшого зазору при повороті на одну сторону до відстані l між базовими отворами

$$\text{tg } \alpha = \frac{S_{\max}}{l} = \frac{0,07}{375} = 0,0002 \text{ мм};$$

					MP.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Похибка базування на довжині обробки $l_0=38$ мм буде дорівнювати

$$E_0 = l_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 38 \cdot 0,0002 = 0,0076 \text{ мм} = 8 \text{ мкм};$$

Похибка закріплена, згідно [1], табл.4.13. стор 81 буде дорівнювати $E_3=80$ мкм, тоді сумарна похибка установки при чорновому розточуванні згідно формули

$$E_1 = \sqrt{80^2 + 8^2} = 80,4 \text{ мкм}; \quad (1.21)$$

Похибка при чистовому розточуванні

$$E_2 = 0,05E_1 + E_i \quad (1.22)$$

де E_i – похибка пере установки.

Так як при чистовому розточуванні проводиться переустановка деталі при аналогічних базових поверхнях і аналогічному способі закріплення то $E_i = E_1 = 80,4$ мкм;

На основі даних розрахунків, а також даних таблиці 1.7, визначаємо мінімальні значення між операційних припусків, користуючись формулою

$$2Z_{\min} = 2(R_{zi-1} + T_{zi-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2}); \quad (1.23)$$

Згідно даної формули, мінімальний припуск під чорнове розточування:

$$2Z_{\min 1} = 2(800 + \sqrt{457^2 + 80,4^2}) = 2 \cdot 1264 \text{ мкм};$$

під чистове розточування:

$$2Z_{\min 2} = 2(50 + \sqrt{23^2 + 84,4^2}) = 2 \cdot 135,5 \text{ мкм};$$

Графу таблиці 1.7 “Розрахунковий розмір ” (d_p) заповнюємо, починаючи з розміру на кресленні, послідовним відніманням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу.

Таким чином отримуємо для чорнового розточування:

$$d_{p1} = 90,035 - 0,275 = 89,76 \text{ мм};$$

для заготовки:

$$d_{p3} = 89,76 - 0,528 = 87,232 \text{ мм};$$

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення допусків для кожного переходу приймаємо по таблицях у відповідності з еквівалентом того чи іншого виду обробки і заносимо в таблицю 1.7

В графі "Найбільші граничні розміри" (d_{\max}), записуємо їх значення, округленими до знаку, з яким даний допуск.

Знаходимо найменші граничні розміри:

для чистового розточування:

$$d_{\min 2} = d_{\max 2} - \delta_2 = 90,035 - 0,035 = 90 \text{ мм};$$

для чорнового розточування:

$$d_{\min 1} = d_{\max 1} - \delta_1 = 89,76 - 0,014 = 89,62 \text{ мм};$$

для заготовки:

$$d_{\min 3} = d_{\max 3} - \delta_3 = 87,23 - 3,6 = 83,63 \text{ мм};$$

Мінімальні граничні значення припусків Z_{\min}^{np} дорівнюють різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні значення Z_{\max}^{np} – відповідно різниці найменших граничних розмірів.

Отже, для чистового розточування:

$$2Z_{\min 2}^{np} = 90,035 - 89,76 = 0,275 \text{ мм} = 275 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max 2}^{np} = 90 - 89,62 = 0,38 \text{ мм} = 380 \text{ мкм};$$

для чорнового розточування:

$$2Z_{\min 1}^{np} = 89,76 - 87,23 = 2,53 \text{ мм} = 2530 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max 1}^{np} = 89,62 - 83,63 = 5,99 \text{ мм} = 5990 \text{ мкм};$$

Загальні граничні припуски

$$2Z_{\text{оюм}} = 2Z_{\text{оmin}} + ES_3 - ES_D = 2735 + 1800 - 35 = 4500 \text{ мкм};$$

Загальний номінальний припуск

$$d_{\text{юм}} = d_{\text{гюм}} - Z_{\text{оюм}} = 90 - 4,5 = 85,5 \text{ мм};$$

Перевіримо правильність виконаних розрахунків для чистового розточування:

$$2Z_{\min 2}^{np} - Z_{\min 2}^{np} = 380 - 275 = 105 \text{ мкм};$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 140 - 35 = 105 \text{ мкм};$$

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для чорнового розточування:

$$2Z_{\max 1}^{np} - 2Z_{\min 1}^{np} = 5990 - 2530 = 3460 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max 1}^{np} - 2Z_{\min 1}^{np} = \delta_3 - \delta_1 = 3600 - 140 = 3460 \text{ мкм.}$$

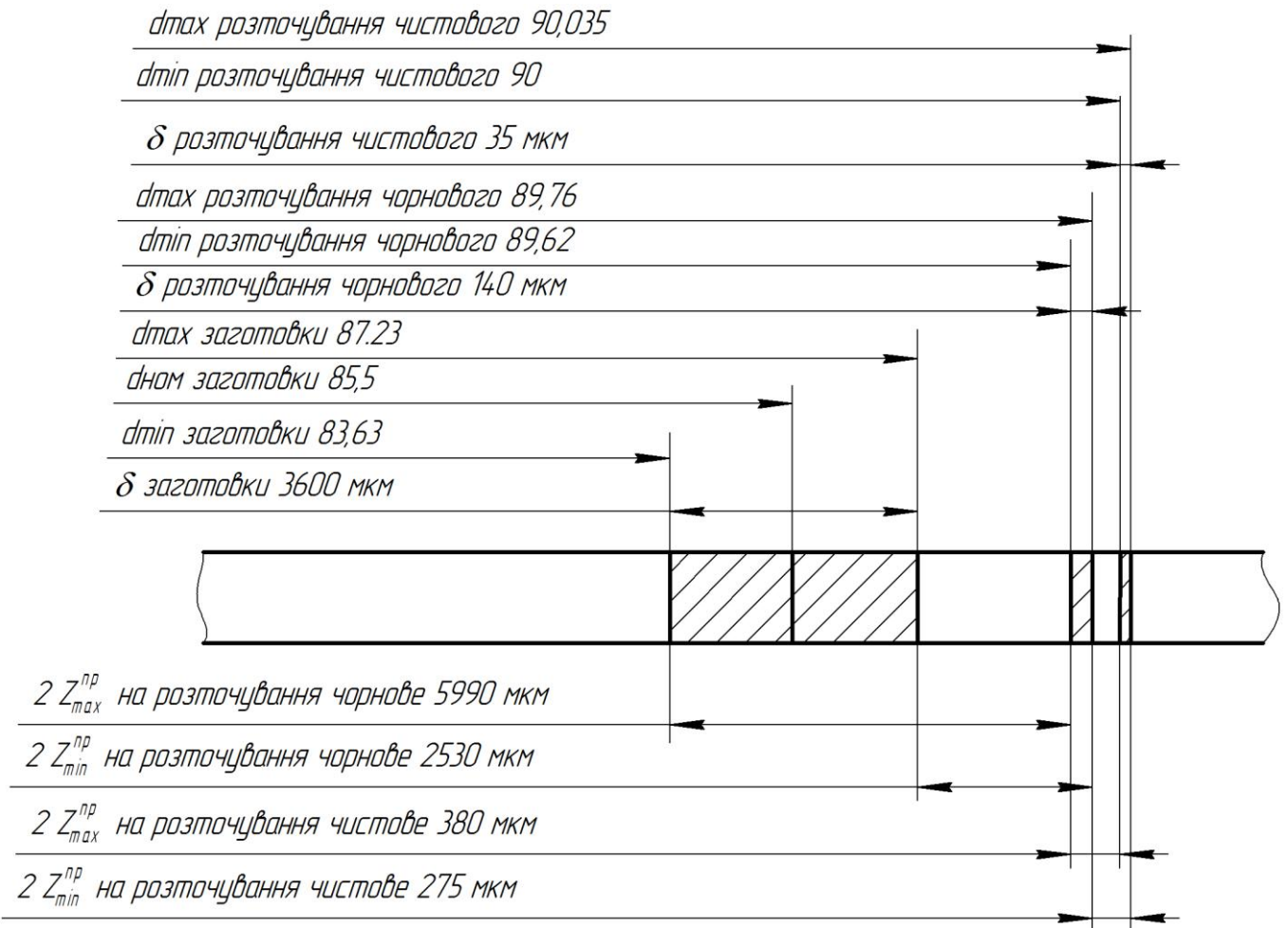


Рисунок 1.1- Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору $\text{Ø}90^{+0,035}$

1.5.1.2 Розрахунок припусків на обробку і проміжні граничні розміри для розміру $27h14_{-0.52}^0$.

Технологічний маршрут обробки площини роз'єму "А" складається з однієї карусельно-фрезерної операції (чорнове і чистове фрезерування). Базою для заготовки установки служить поверхня "Б" (ПЕК.31.112). Схема установки показана на ескізі (див. схема 1).

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ				

Розрахунок припусків і проміжних граничних розмірів проводимо у формі таблиці 1.8, в яку попередньо записуємо технологічний маршрут обробки площини "А".

Таблиця 1.8 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку площини роз'єму "А" корпусу редуктора в розмір 27h14.

Технологічні переходи обробки поверхні $27h14_{-0,52}^0$	Елементи припуску				Розрахунковий припуск $Z_{\min 1}$, мкм	Розрахунковий розмір l_{p1} , мм	Допуск δ_1 , мкм	Граничні розміри		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	T	ρ	E				l_{\min}	l_{\max}	Z_{\min}^{np}	Z_{\max}^{np}
Заготовка	800	800	288	-	-	28,483	2800	28,48	31,28	-	-
Фрезерування											
- чорнове	100	100	15	-	1788	26,695	840	26,69	27,53	1790	3750
- чистове	25	25	-	-	215	26,48	520	26,48	27	210	530
Всього	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2000	4280

Значення R_z і T, які характеризують якість поверхні литих заготовок, знаходимо по [5], табл.6, стор. 182, а також згідно рекомендацій [5] стор.185.

$$R_z + T = 500 + 100 = 1500.$$

Велике значення цих елементів припуску обумовлюємо врахуванням усадочних раковин, які утворюються у верхній частині заготовки при литті.

Сумарне значення просторових відхилень для заготовок даного типу.

$$\rho = \rho_{кор} \Delta_k L \quad (1.24)$$

де $\rho_{кор}$ – короблення відливки, мкм;

L – найбільший розмір заготовки мм;

Δ_k – питома величина короблення, $\Delta_k = 0,07$; [S] табл.8, стор.183.

Згідно формули (1.24)

$$\rho_1 = 0,05 \cdot 288 = 15 \text{ мкм.}$$

Похибка установки $E_y = 0$, так як діє принцип суміщення баз (вимірної установочної).

На основі занесених в таблицю 1.8 даних проводимо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків по формулі.

$$Z_{i \min 1} = R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + E_{iji}, \quad (1.25)$$

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

мінімальний припуск буде дорівнювати:

під чорнове фрезерування

$$Z_{1\min} = 1500 + 288 = 1788 \text{ мкм};$$

під чистове фрезерування

$$Z_{2\min} = 100 + 100 + 15 = 215 \text{ мкм};$$

Розрахунковий розмір l_p визначаємо шляхом послідовного додавання розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу до найменшого граничного розміру по креслені:

$$l_{p_1} = 26,48 + 0,215 = 26,695 \text{ мм};$$

$$l_{p_{заг}} = 26,695 + 1,788 = 28,483 \text{ мм};$$

Записуємо в таблицю 1.8 значення допусків на кожний технологічний перехід у відповідності з квалітетом того чи іншого виду обробки. Значення допусків приймаємо по ГОСТ 26645-85 та ГОСТ 25346-82.

Найбільші граничні розміри визначаємо шляхом додавання допуску до найменшого граничного розміру:

$$l_{z_{\max}} = 28,48 + 2,8 = 31,28 \text{ мм};$$

$$l_{1\max} = 26,69 + 0,84 = 27,53 \text{ мм};$$

$$l_{2\max} = 28,48 + 0,52 = 29 \text{ мм};$$

Визначаємо граничні значення припусків:

під чистове фрезерування

$$Z_{2\min}^{np} = 29,69 - 26,48 = 0,21 \text{ мкм};$$

$$Z_{2\max}^{np} = 27,53 - 27 = 0,53 \text{ мкм};$$

під чорнове фрезерування

$$Z_{1\min}^{np} = 28,48 - 26,69 = 1,79 \text{ мкм};$$

$$Z_{1\max}^{np} = 31,28 - 27,53 = 3,75 \text{ мкм};$$

загальні припуски

$$Z_{0\min} = 210 + 1,79 = 211,79 \text{ мкм};$$

$$Z_{0\max} = 530 + 3,75 = 533,75 \text{ мкм}.$$

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номінальний припуск:

$$Z_{\text{оном}} = Z_{\text{оmin}} + EI_{\text{заг}} - EI_g = 2000 - 1400 - 520 = 2800 \text{ мкм.}$$

Номінальний розмір заготовки

$$l_{\text{зном}} = l_{\text{гном}} + l_{\text{оном}} = 27 + 2,88 = 29,88 \text{ мм.}$$

Проводимо перевірку:

$$Z_{2\text{max}}^{\text{np}} - Z_{2\text{min}}^{\text{np}} = 530 - 210 = 320 \text{ мкм;}$$

$$b_1 - b_2 = 840 - 520 = 320 \text{ мкм;}$$

$$Z_{1\text{max}}^{\text{np}} - Z_{1\text{min}}^{\text{np}} = 3750 - 1790 = 1960 \text{ мкм;}$$

$$b_{\text{заг}} - b_1 = 2800 - 840 = 1960 \text{ мкм.}$$

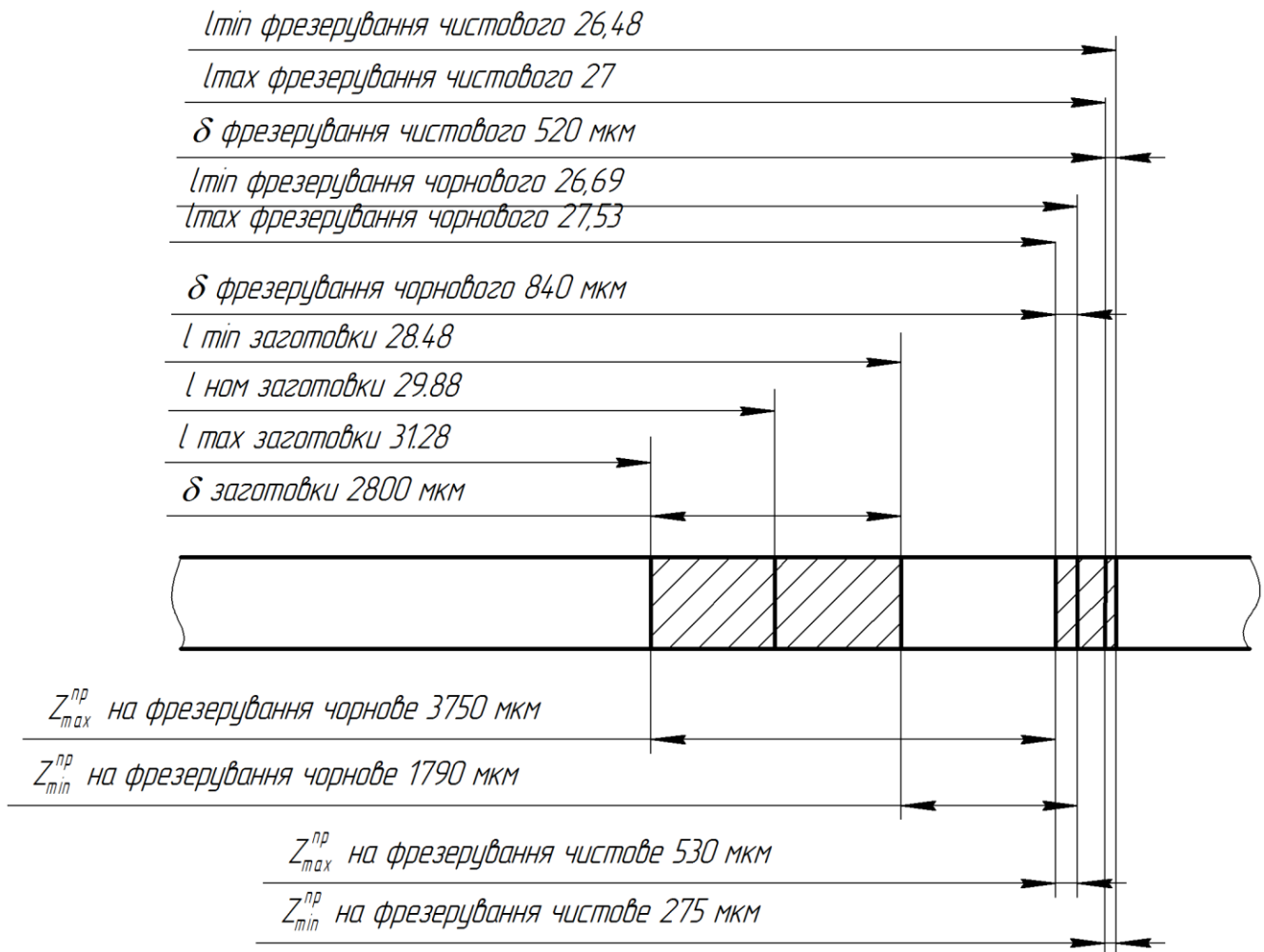


Рисунок 1.2 – Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку площини роз'єму "А" корпусу редуктора в розмір 27h14

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ				

На решту поверхонь назначаємо припуски згідно ГОСТ 26645-85. Дані заносимо в таблицю 1.9.

Таблиця 1.9 – Припуски і допуски на поверхні, що обробляються, корпусу редуктора по ГОСТ 26645-85

Поверхня	Розмір мм	Припуск, мм		Допуск мм
		Табличний	Розрахунковий	
Б	27	4,2	-	2,8
С	22	4,2	-	2,4
А	27/22	4,2	4,28	2,8
К	65	5,0	-	3,6
М	125	5,0	-	4,0
П	14	4,0	-	2,2
Р	20	4,0	-	2,4
Ж,З,У	Ø90	2,3,15	2,3,185	3,6

1.5.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів

1.5.2.1 Визначаємо розрахунковим методом режимом різання для чорнового розточування посадочних отворів під підшипники (розмір на креслені $\text{Ø}90^{+0,035}$).

Початкові дані:

Верстат – токарно-гвинторізний.

Інструмент – різець розточний з твёрдосплавною пластикою ВК8:

- 1) задній кут $\lambda = 8^\circ$;
- 2) передній кут $\gamma = 10^\circ$;
- 3) головний кут в плані $\varphi = 45^\circ$;
- 4) кут нахилу ріжучої кромки $\lambda = -5^\circ$.

Оброблюваний матеріал СЧ-18 ГОСТ 1412-85; НВ229.

Режим різання

Похибка різання $t = 6$ мм.

Подача на один оберт шпінделя

$$S_0 = 0,21 \text{ мм [6] табл. 3, стор. 259.}$$

Швидкість різання для розточування

$$\sigma = \frac{C_\sigma}{T^{m_t} t^{x_t} S_0^{y_\sigma}} K_\sigma \text{ м/хв}; \quad (1.26)$$

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C_v – коефіцієнт, [6] табл.17 стор.270.

S_0 – подача на оберт мм;

t – глибина різання,мм;

$m; x_\sigma; y_\sigma$ – показники степені [6] 17 стор.270;

T – період стійкості різця [6] стор.268;

$C_v = 243; X_\sigma = 0,15; y_\sigma = 0,4; m = 0,2;$

$T = 60$ хв;

K_σ – загальний поправковий коефіцієнт на швидкість різання

$$K_\sigma = K_{m\sigma} \cdot K_{u\sigma} \cdot K_{n\sigma},$$

де $K_{m\sigma}$ – коефіцієнт, що враховує оброблюваного матеріалу

$$K_{m\sigma} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n\sigma}, \quad (1.27)$$

де n_σ – показник степені [6] табл.2 стор.262.

$$K_{m\sigma} = \left(\frac{190}{229} \right)^{1,25} = 0,79;$$

$K_{m\sigma}$ – коефіцієнт на матеріал інструменту;

$K_{n\sigma} = 0,83$ [6] табл.2 стор.262;

$K_{n\sigma}$ – коефіцієнт, що враховує якість поверхні заготовки;

$K_{n\sigma} = 0,85$ табл.5 стор.262;

$$K_\sigma = 0,79 \cdot 0,83 \cdot 0,85 = 0,56.$$

$$v = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 6^{0,15} \cdot 0,21^{0,4}} \cdot 0,56 = 86 \text{ м/хв};$$

Частота обертання шпінделя верстата:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 86}{3 \cdot 14 \cdot 90} = 304 \text{ хв}^{-1}. \quad (1.28).$$

Уточнюємо швидкість різання:

$$v = \frac{\pi D_n}{100} = \frac{3 \cdot 14 \cdot 90 \cdot 315}{1000} = 89 \text{ м/хв}. \quad (1.29).$$

Визначаємо складові сили різання при розточуванні:

$$P = 10 C_p \cdot t^{xp} S^{xp} V^n K_p, \quad (1.30).$$

					MP.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C_p – коефіцієнт [6] табл.22 стор.274;

$$S^{xp}=46; S_{py}=54; S_{pz}=92;$$

$X_p; y_p; i P$ – показники степені [6] табл.22 стор.274;

$$X_p = 1; y_{px} = 0,4; n = 0;$$

$$X_{py} = 0,9; y_{py} = 0,75; n = 0;$$

$$X_{pz} = 1; y_{pz} = 0,75; n = 0;$$

K_p – загальний поправковий коефіцієнт на суму різання.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{2p} \cdot K_{\nu p}$$

де K_{mp} – коефіцієнт, що враховує якість оброблювального матеріалу [6] табл. 22, стор. 264;

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n; \quad (1.31)$$

де n – показник степені [6] табл.2 стор.264;

$$n = 0,4;$$

$$K_{mp} = \left(\frac{229}{190} \right)^{0,4} = 1,07;$$

$K_{\varphi px}$ – коефіцієнт, що враховує головний кут в плані [6] табл.2 стор.264;

$$K_{\varphi px} = 1; K_{\varphi py} = 1; K_{\varphi pz} = 1;$$

$K_{\gamma p}$ – коефіцієнт, що враховує передній кут [6] табл.2 стор.264;

$$K_{\gamma p} = 1; K_{\gamma py} = 1; X_{\gamma p2} = 1;$$

$X_{\lambda p}$ - коефіцієнт, що враховує кут нахилу ріжучої кромки кут [6] табл. 2, стор. 264;

$$K_{\lambda px} = 1,07; K_{2py} = 0,75; K_{\lambda pz} = 1;$$

K_{2p} – коефіцієнт, що враховує радіус заокруглення різця.

Для твердосплавних різців радіус заокруглення не враховується, отже $K_{2p} = 1$.

$$K_{px} = 1,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,07 \cdot 1 = 1,14;$$

$$K_{py} = 1,07 \cdot 1 \cdot 1,07 \cdot 1 = 0,8;$$

$$K_{pz} = 1,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,07;$$

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно формули (1.30)

$$P_x = 10 \cdot 46 \cdot 6^1 \cdot 0,21^{0,4} \cdot 89^0 \cdot 1,14 = 1685,4 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 \cdot 54 \cdot 6^{0,9} \cdot 0,21^{0,75} \cdot 89^0 \cdot 0,8 = 672,1 \text{ Н};$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 6^1 \cdot 0,21^{0,75} \cdot 89^0 \cdot 1,7 = 1832,3 \text{ Н}.$$

Потужність різання

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1832,3 \cdot 89}{1020 \cdot 60} = 2,66 \text{ кВт.} \quad (1.32)$$

Так як одночасно обробляються три отвори

$$N_{\text{різпр}} = 2,66 \cdot 3 = 7,8 \text{ кВт.}$$

Потужність вибраного верстату

$$N_g = N_e \cdot \eta \text{ кВт.} \quad (1.33)$$

де N_e – потужність електродвигуна верстату,

$$N_e = 14 \text{ кВт.}$$

η – коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,81$

$$N_g = 14 \cdot 0,81 = 11,4 \text{ кВт.}$$

Вибрано токарно-гвинторізний верстат моделі 163.

Паспортні дані верстату занесемо в таблицю 1.10.

Таблиця 1.10 – Паспортні дані верстату мод. 163

Найменування показників	Числове значення
Вимоги центрів, мм	315
Найбільший діаметр оброблюваної деталі, мм над станиною	630
над нижньою частиною ступора	340
Діаметр в отворі шпінделі, мм	70
Відстань між центрами, мм	1400; 2800
Число швидкостей обертів шпінделя	24
Границі чисел обертів шпінделя, хв^{-1}	10-1250
Кількість величин подачі супорта, $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$	40
повздовжніх	0,10-3,20
поперечних	0,04-1,18
Границі величини подач верхньої частини супорта, м/хв.	0,033-1
Швидкість швидких повздовжніх переміщень супорта, м/хв.	36
Потужність головного електродвигуна, кВт	14
Габаритні розміри, мм	4950×1690×1420

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ					

1.5.2.2 Визначаємо розрахунковим методом режими різання для фрезерування площини роз'єму корпусу і кришки редуктора.

Початкові дані:

Верстат карусельно-фрезерний

Інструмент – дві торцеві фрези $\varnothing 400$ мм; $Z=36$;

- 1) передній кут $\gamma = 10^0$;
- 2) кут нахилу різальної кромки $\lambda = 0^0$;
- 3) головний кут в плані $\varphi = 45^0$;

Оброблювальний матеріал – СЧ-18 ГОСТ 1412-85; НВ 229.

Режими різання

Глибина різання $t = 3,5$; $t_2 = 1,8$.

Подача $S_m = 125 \frac{мм}{хв}$; $S_z = 0,28 \frac{мм}{хв}$;

Швидкість різання для фрезерування

$$v = \frac{C_\sigma D^{q_\sigma}}{T^m \cdot t^{x_\sigma} \cdot S_z^{y_\sigma} \cdot B^{p_\sigma} Z^{r_\sigma}} = K_\sigma \text{ м/хв}; \quad (1.34)$$

де C_σ – коефіцієнт, [6] табл.39, стор.288, $C_\sigma = 445$;

X_σ ; Y_σ ; Q_σ ; u_σ ; P_σ і m показники степені [6] табл.39, стор.288, $X_\sigma = 0,15$;
 $Y_\sigma = 0,35$; $Q_\sigma = 0,2$; $u_\sigma = 0,35$; $Q_\sigma = 0,02$; $u_\sigma = 0,2$; $P_\sigma = 0$; $m = 0,32$;

K_σ – загальний поправковий коефіцієнт на швидкість різання

$$K_\sigma = K_{m\sigma} \cdot K_{n\sigma} \cdot K_{u\sigma};$$

де K_σ – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу, згідно формули (1.27)

$$K_{m\sigma} = \left(\frac{190}{NB} \right)^{n_\sigma} = \left(\frac{190}{229} \right)^{1,25} = 0,791;$$

де n_σ – показник степені.

$n_\sigma = 1,25$ [6] табл.2, стор. 262;

$K_{n\sigma}$ – коефіцієнт, що враховує якість поверхні заготовки

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{n\sigma_1} = 0,85$; $K_{n\sigma_2} = 1,0$ [6] табл.5, стор. 263;

$K_{n\sigma}$ – коефіцієнт на матеріал інструменту

$K_{n\sigma} = 0,83$ [6] табл.5, стор. 263;

$$K_{\sigma_1} = 0,791 \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,56;$$

$$K_{\sigma_2} = 0,791 \cdot 1,0 \cdot 0,83 = 0,656;$$

T – період стійкості фрези, хв.;

T=400 хв [6] табл.40, стор. 290;

B – ширина фрезерування, мм;

B=125 мм.

Тоді згідно формули (1.34), швидкість різання буде дорівнювати:
для чорнового фрезерування:

$$\sigma_1 = \frac{445 \cdot 400^{0,2}}{400^{0,2} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,028^{0,35} \cdot 125^{0,2} \cdot 36^0} \cdot 0,56 = 133,9 \text{ м/хв};$$

для чистового фрезерування:

$$\sigma_1 = \frac{445 \cdot 400^{0,2}}{400^{0,32} \cdot 0,8^{0,15} \cdot 0,028^{0,35} \cdot 125^{0,2} \cdot 36^0} \cdot 0,656 = 195,3 \text{ м/хв};$$

Частоти обертання фрез, згідно формули (1.28)

$$n_1 = \frac{1000\sigma_1}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 133,9}{3,14 \cdot 400} = 106,6 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_2 = \frac{1000\sigma_2}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 195,3}{3,14 \cdot 400} = 155,49 \text{ хв}^{-1};$$

Приймаємо:

$$n_{1np} = 125 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{2np} = 160 \text{ хв}^{-1};$$

Коректуємо швидкості різання згідно прийнятих частот обертання фрез,
користуючись формулою (1.29):

$$\sigma_{1np} = \frac{\pi D n_{1np}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 125}{1000} = 157 \text{ м/хв};$$

$$\sigma_{2np} = \frac{\pi D n_{2np}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 160}{1000} = 200,96 \text{ м/хв};$$

Визначаємо силу різання при фрезеруванні:

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p t^{xp} \cdot S^{yp} B^n \cdot Z}{D^q n^w} \cdot K_{np} H \quad (1.35)$$

де C_p – коефіцієнт, [6] табл.41, стор. 291.

$$C_p = 54,5;$$

$X_p; y_p; u; q; w$ – показники степені [6] табл.41, стор.291.

$$X_p = 0,9; y_p = 0,74; u = 1,0; q = 1; w = 0;$$

$$K_{np} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n,$$

$n = 1$ [6] табл.9, стор. 264.

$$K_{np} = \left(\frac{229}{190} \right)^1 = 1,2;$$

$$H_{z1} = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3,5^{0,9} \cdot 0,028^{0,74} \cdot 125^{1,0} \cdot 36}{400^1 \cdot 125^0} \cdot 1,2 = 1611,7H;$$

$$H_{z2} = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 0,8^{0,9} \cdot 0,028^{0,74} \cdot 125^{1,0} \cdot 36}{400^1 \cdot 160^0} \cdot 1,2 = 426,9H$$

Крутний момент на шпінделі:

$$M_{kp} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (1.36)$$

$$M_{kp1} = \frac{1611,7 \cdot 400}{2 \cdot 100} = 3223,4 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{kp2} = \frac{426,9 \cdot 400}{2 \cdot 100} = 853,8 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Потужність різання згідно формули (1.32)

$$N_{piz1} = \frac{P_{z1} \sigma_1}{1020 \cdot 60} = \frac{1611,7 \cdot 125}{1020 \cdot 60} = 3,29 \text{ кВт};$$

$$N_{piz2} = \frac{P_{z2} \sigma_2}{1020 \cdot 60} = \frac{426,9 \cdot 160}{1020 \cdot 60} = 1,12 \text{ кВт};$$

$$N_{piz} = N_{piz1} + N_{piz2} = 3,29 + 1,12 = 4,41 \text{ кВт}.$$

Потужність вибраного верстату, згідно формули (1.33)

$$N_B = N_e \cdot \eta = 13 \cdot 0,81 = 10,53 \text{ кВт}.$$

Вибрано, фрезерувати площину роз'ємну корпусу і кришки редуктора за один прохід на чорно і на чисто. Верстат карусельно-фрезерний моделі 6A23.

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.2.3 Проводимо розрахунок режимів різання для операції 030
радіально-свердлильної за допомогою ЕОМ

При цьому використовуємо стандартну програму RREZ бібліотеки ЕОМ.

Переходи на операції 030 – свердлити одночасно два отвори $\varnothing 11,8$ напрохід.

Таблиця 1.12 – Позначення та коди

Параметри	Позначення	Ідентифікатор	Числове значення
1	2	3	4
ST			
Признак свердління $R=\varnothing$			
Кількість основних даних №=18			
Постійна в формулі швидкості різання	C_v	L(1)	4.7
Діаметр отвору після обробки, мм	D	L(2)	11.8
Показник степені у формулі швидкості різання	q_v	L(3)	$\varnothing 0.25$
Період стійкості свердла, хв.	T	L(4)	60
Показники степені у формулі швидкості різання	M	L(5)	$\varnothing 0.125$
	X_v	L(6)	1
	y_v	L(7)	$\varnothing 0.55$
Діаметр отвору до обробки, мм	d	L(8)	\varnothing
Коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу	K_{MV}	L(9)	1
Коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал	K_{UV}	L(10)	1
Коефіцієнт, який враховує глибину свердління	K_{IV}	L(11)	1
Постійна у формулі крутного моменту	C_H	L(12)	$\varnothing 0.021$
Показники степені у формулі крутного моменту	Q_H	L(13)	2. \varnothing
	Y_M	L(14)	$\varnothing 0.8$
Коефіцієнт, який враховує відмінні від табличних умови різання $K_p = K_{mp}$	K_p	L(15)	1
Постійна у формулі осьової сили	C_p	L(16)	42.7
Показники степені у формулі осьової сили	Q_p	L(17)	1
Мінімальна подача, мм/об	Y_p	L(18)	$\varnothing 0.8$
	S_{min}	S	$\varnothing 0.24$
Крок зміни подачі, мм/об	ΔS	B	$\varnothing 0.08$
Максимальна подача, мм/об	S_{max}	H	$\varnothing 0.31$

Вихідні дані для розрахунку на ЕОМ

“Корпус” $\varnothing 18$ 14.7 11.8 $\varnothing 0.25$ 6 $\varnothing 0.125$ 1 $\varnothing 0.55$ $\varnothing 1$ 1 1 \varnothing .

$\varnothing 8$ 1 42.7 1 $\varnothing 8$ $\varnothing 0.24$ $\varnothing 0.08$ $\varnothing 0.31$.

Згідно результатів розрахунку вибрано радіально-свердлильний верстат моделі 2A53.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MP.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ				

Таблиця 1.13 – Значення показників

Найменування показників	Числове значення
Найбільший діаметр свердління, мм	35
Вміст шпінделя, мм	
максимальний	1200
мінімальний	400
Найбільший кут отвору навколо осі колони, град.	360
Найбільш вертикальне механічне переміщення, мм	700
Швидкість вертикального переміщення, м/хв.	127
Кількість швидкостей шпінделя	12
Границі швидкостей шпінделя, х/в ⁻¹	50/2240
Кількість подач	8
Принцип подач, мм/об	0,06-1,22
Крутний момент ^{к2см}	3750
Габарити, мм	2250×910×3070
Діаметр занятої площі круга, мм	3600

1.5.2.4 На решту операцій технологічного процесу режими різання назначаємо згідно загально будівних нормативів на режими різання.

Дані заносимо в таблицю 1.14

Таблиця 1.14 – Режими різання

Назва операції	Глибина різання t, мм	Частота обертання шпінделя $n, \frac{1}{\text{хв}}$	Швидкість різання $V_1 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$	Подача S
1	2	3	4	5
015 Вертикально-фрезерна фрезерувати поверхню "Б" з двох сторін, витримавши розмір 25±0,75	4,2	400	96	160
020 Вертикально-фрезерна. Фрезерувати поверхню "С" з двох сторін, шириною 30, витримавши розмір 45 _{-0,2}	42	400	96	160
025 Карусельно-фрезерна. Фрезерувати поверхню "А", витримавши розміри ПЕК.31.112-27±0,5	3,5	125	157	125
	0,8	160	200,96	125
030 Радіально-свердлильна. Свердлити на прохід 2 отв. Ø11,8 ^{+0,2}	5,9	200	7,4	0,24

Арк.

МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 1.14

1	2	3	4	5
035 Агрегатна Свердлили: 4 отв. Ø8,5 на прохід; 4 отв. Ø8,5 на глибину 24±0,5 свердлили отв. Ø8,5 на прохід нарізати різьбу М10-7Н на L=18±0,3 в чотирьох середніх отворах; М20×1,5-7Н на прохід одночасно	4,25 4,25 9,25 1,5 1,5	380 380 240 160 100	10,1 13,2 14 5,0 6,3	0,138 0,138 0,218 1,5 1,5
040 Вертикально-свердлильна Свердлили 8 отв. Ø11 ^{+0,4} на прохід одночасно.	5,5	500	16	0,1
045 Радіально-свердлильна Цекувати 4 середніх отв. Ø11 ^{+0,4} , витримавши розмір 34±0,5 і чистоту поверхні R _z 80.	6,5	300	22,5	0,2
050 Радіально-свердлильна Установити кришку редуктора на корпус, сумістити по контуру, наживити 8 болтів М10×50-051 ГОСТ 796-70, завернути до відказу	-	500	-	1,5
055 Радіально-свердлильна Свердлили 2 отв. Ø11,8 на вихід в кришці ПЕК.31.113 Розвернути 2 отв. Ø11,8 до Ø11,8 ^{+0,035} , забезпечивши шорсткість Ra2.0, наживити і запресувати 2 штифта ПЕК.31.67 в рівень з поверхнею кришки.	5,9 0,1	630 160	23,4 6	0,224 0,69
060 Радіально-свердлильна Свердлили отв. Ø18,5 на похід в центрі бобики кришки А, цекувати бо-бишку А в розмір 7±20,5 мм, нарізати різьбу М20×1,5-7Н,	9,25 20 0,7 20 0,7	280 280 100 280 100	16,2 33 6,3 33 6,3	0,24 0,24 1,5 0,24 1,5
065 Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати поверхні “К ₁ ” “М” і “П” на чисто, витримавши розміри 127±0,7; 55±0,5; 65±0,5 і шорсткість R _z = 40	4 4	250 200	200 68	157 250
070 Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати одночасно поверхні “К ₁ ” “М” і “П” начисто, витримавши роз-міри 125±0,7; 55±0,5; 65±0,5 і шорсткість R _z = 40	1 1	200 200	157 68	250 250
075 Вертикально-фрезерна Фрезерувати поверхню “Р”, витримавши розміри 20±0,5	6	315	89	0,21

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ					

Продовження таблиці 1.14

1	2	3	4	5
080 Токарно-гвинторізна Розточити одночасно 3 отв. до $\varnothing 89,8^{+0,23}$ начорно, витримавши розміри $62,5 \pm 0,1$ проторцювати розмір $\varnothing 125$	6	315	89	0,21
085 Алмазно-розточна Розточити на чисто 3 отв. з $\varnothing 89,8^{+0,23}$ до $\varnothing 90^{+0,035}$, витримавши розміри $62,5 \pm 0,1$; $125 \pm 0,105$.	0,37	355	100	0,06
090 Агрегатна. Свердлити: 9 отв. $\varnothing 8,5$ на глибину $l = 28$; 4 отв. $\varnothing 5$ на глибину $l = 24$; 4 отв. $\varnothing 8,5$ на глибину $l = 28$; 8 отв. $\varnothing 5$ на глибину $l = 24$; 4 отв. $\varnothing 18^{+0,5}$ напрохід. нарізати різьбу: М10-7Н в 4 отв. на глибину $18 \pm 0,4$; М6-7Н в 8 отв. на глибину $15 \pm 0,4$; М10-77Н в 4 отв. на глибину $18 \pm 0,4$; М6-7Н в 8 отв. на глибину $15 \pm 0,4$.	4,25 2,5 4,25 2,5 9 0,75 0,5 0,75 0,5	420 700 420 700 250 180 270 180 270	15,7 15,4 15,7 15,4 13,4 5,7 5,1 5,7 5,1	0,118 0,07 0,118 0,07 0,02 1,5 1,0 1,5 1

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.3 Аналіз точності обробки

Початкові дані:

Оброблюють циліндричну поверхню – посадочний отвір під підшипник $\varnothing 90^{+0,035}$ на алмазно-розточному верстаті ОС-1170. матеріал деталі сірий чавун СЧ-18 ГОСТ 1412-85, $\sigma_B=180$ МПа=18 кгс/мм². Деталі обробляють в зборі і закріплюють в спеціальному пристрої. Інструмент - розточний різець, оснащений пластикою твердого сплаву ВК-3 з геометрією ріжучої частини $\varphi = 30^\circ$; $\varphi = 34^\circ$; $\gamma_1=12^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $\lambda = 34^\circ$. Обробку ведуть на заздалегідь настроєному верстаті, настроювання здійснюють методом пробних проходів з використанням індикаторного нутроміра НУ·100Н.

Ескіз обробки дано на аркуші графічної частини проекту.

Основними похибками, що виникають при розточуванні циліндричної поверхні і впливають на точність її радіуса – замикаючої ланки технологічного розмірного ланцюга, є:

Δ_B – похибка форми від геометричної не точності верстату в радіальному напрямку: Δ_B^I – зумовлена радіальним биттям шпінделя в осьовому напрямку, Δ_B^{II} зумовлена відхиленням паралельності вісі шпінделя від напрямних станини в горизонтальному напрямку. Ця похибка постійна;

Δ_H – похибка настроювання системи ВПІД на отримання заданого розміру. При багаторазовому настроюванні вона має випадковий характер проявлення в часі;

Δ_Y – похибка від зміни величини деформації системи ВПІД в наслідок зміни сил різання, викликаних зміною механічних властивостей оброблюваного матеріалу. Оскільки деталь жорстка, і обробка ведеться на не великій площині, то зміною податливості системи по довжині обробки нехтуємо. Δ_Y – випадкова похибка;

Δ_i – похибка від розмірного спрацювання різця, береться зі знаком “-”, систематична, закономірно змінна;

Δ_T – похибка від теплової деформації різця, бореться зі знаком “+”, систематична постійна похибка форми.

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема технологічного розмірного ланцюга показана в графічній частині проекту. Формули для розрахунку похибок, значення параметрів, від яких залежать похибки та джерела інформації, а також результати розрахунку похибок зведені в табл. 1.15

Таблиця 1.15 – Розрахунок похибок обробки $\varnothing 90^{+0,035}$

Формули та розрахунок похибок обробки (на радіус)	Параметри, що впливають на похибку обробки	Значення параметрів та джерело інформації
1	2	3
$\Delta^1 b_R = \frac{a^1}{2} = \frac{0.002}{2} = 0.001 \text{ мм.}$ $\Delta^{11} b_R = \frac{a^{11}}{2} = \frac{0.004}{2} = 0.002 \text{ мм}$ $\Delta b_R = \Delta^1 b_R + \Delta^{11} b_R = 0.001 + 0.002 = 0.003 \text{ мм}$ $\Delta_{HR} = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{вим}}{2}\right)^2 + \Delta_p^2} = \sqrt{\left(\frac{0.015}{2}\right)^2 + 0.002^2} = 0.0077 \text{ мм}$ $\Delta_{yp} = 11 C_p S^{n_{py}} \cdot \sigma^{n_{py}} \cdot K_p \left(\frac{x_{py}}{t_{max}} - \frac{x_{py}}{t_{min}}\right) \cdot x$ $x10 = 11 \cdot 54 \cdot 0.006^{0.75} \cdot 100^0 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (0.37^{0.9} - 0.2^{0.9}) \cdot x$ $x0.19 = 2,3 \text{ мм} = 0,002 \text{ мм};$ $\Delta_{mR} = 1,2 \sqrt{\Delta_m^2 + \Delta_y^2} + \Delta_g^2 = 1,2 \sqrt{0,0077^2 + 0,003^2} = 0,009 \text{ мкм};$ $\Delta_{HM} = 2 \Delta_{HMR} = 0,009 \cdot 2 = 0,018 \text{ мкм};$	<p>a^1 - постійність відхилення від круглості, мм;</p> <p>a^{11} - постійність діаметра зразка в повздовжньому перетині;</p> <p>$\Delta_{вим}$ - похибка вимірювання, мм</p> <p>Δ_p - похибка регулювання положення різця, мм</p> <p>$t_{max}, t_{min}, S, \sigma$ – режими різання;</p> <p>K_p – поправочний коефіцієнт;</p> <p>$C_{py}, U_{py}, C_{py}, X_{py}$ – коефіцієнт і показники степеня для визначення R_{py};</p> <p>R_y – нормальна складова мм різання Н;</p> <p>ω – податливість системи ВПД, мкм/Н</p> <p>Δ – похибка миттєвого розсіювання розміру з урахуванням похибки настроювання з розрахунку на діаметр оброблюваної поверхні, мкм.</p>	<p>$a^1 = 0,002 \text{ мм}$</p> <p>$a^{11} = 0,004 \text{ мм}$ згідно паспорту верстату</p> <p>$\Delta_{вим} = 0,015 \text{ мм}$ [9] табл. 18 стор. 565</p> <p>$\Delta_p = 0,002 \text{ мм}$ згідно паспорту верстату</p> <p>$t_{max} = 0,37 \text{ мм};$</p> <p>$t_{min} = 0,02 \text{ мм};$</p> <p>$S = 0,06 \text{ мм/об};$</p> <p>$\sigma = 100 \text{ м/хв.}$ – дані, отримані на попередніх етапах розробки процесу обробки.</p> <p>$C_{py} = 54; X_{py} = 0,9;$</p> <p>$U_{py} = 0,075; n_{py} = 0; K_p = 1;$ [6] табл. 22 стор. 274</p> <p>$\omega = 0.19$ згідно паспорту верстату.</p> <p>Податливістю деталей нехтуємо.</p>

Продовження таблиці 1.15

1	2	3
$\Delta_i = u_0 \left(1 + \frac{\sigma\tau}{1000} \right) = 6 \left(1 + \frac{\sigma\tau}{1000} \right) = 6(1 + 0.1\tau)$	τ - час обробки, хв. u_0 - відносне спрацювання різця, $\frac{\text{МКМ}}{\text{КМ}}$.	τ - змінна величина $u_0 = 6$ мкм/км, [5] табл.28, стор.74 – цю оснащений типом ВКЗ.
$\Delta_T = 54 \frac{L_p}{F} = \sigma^{0.78} \cdot S^{0.72} \cdot t^{0.5} =$ $= 54 \frac{20}{200.96} \cdot 100^{0.78} \cdot 0.06^{0.72} \cdot 0.37^{0.5} = 15.65 \text{ мкм.}$	L_p і F – вміст різця в мм і площа попереднього перерізу його державки, мм^2	$\sigma = 100$ м/хв; $S = 0,06$ мм/об; $t = 0,37$ мм; $L_p = 20$ мм; $F = \frac{\pi \cdot 16^2}{4} = 200.96 \text{ м}$

Таблиця 1.16 – Результати розрахунку систематичної похибки в мкм

τ , хв.	0	2	4	8	12	16	20	40	60	80
Δ_i	0	-7,2	-8,4	-10,8	-13,2	-15,6	-18	-30	-42	-54
Δ_T	0	15,65	15,65	15,65	15,65	15,65	15,65	15,65	15,65	15,65
$\Delta_{\text{СИСТ}}$	0	16,9	14,5	9,7	4,9	0,1	-4,7	-28,7	-52,7	-76,7

Теоретична діаграма точності обробки показана в графічній частині проекту.

З діаграми визначаємо технологічну стійкість інструмента $T_T = 30,2$ хв.

Оскільки технологічна стійкість T_E різниці становить 60 хв, тобто $T_T < T_E$, то загальна похибка обробки буде дорівнювати допуску на розмір $\Delta_{\text{сум}} = 0,035$ мм.

Настроюваний розмір $d_{\text{настр}}$ буде становити

$$d_{\text{настр}} = d_{\text{max}} + 0.5\Delta_{\text{МН}} + \Delta_{\text{сист.мах}}; \text{мм} \quad (1.37)$$

де d_{max} - найбільше граничне значення розміру, $d_{\text{max}} = 90$ мм.

де $\Delta_{\text{сист.мах}}$ найбільше граничне значення систематичної похибки, табл. (1.16),

$$\Delta_{\text{сист.мах}} = 16,9 \text{ мм};$$

$$d_{\text{настр}} = 90 + 0,5 \cdot 0,018 + 0,0169 = 90,025 \text{ мм.}$$

Тривалість обробки до вимушеної зміни різця

$$T_{\text{зм}} = \frac{T_e(T^0 + T_{\text{пер}})}{T^0} = \frac{60(4,32 + 1,824)}{4,32} = 85 \text{ хв.} \quad (1.38)$$

Питомий вклад C_j первинних похибок обробки в загальну похибку визначаємо за формулою (1.39)

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$C_j = \frac{\Delta_j}{\Delta_{\text{сум}}} \cdot 100\% ; \quad (1.39)$$

де Δ_j - величина j-ї похибки.

Результати зведені в табл. 1.17, на основі яких побудована гістограма похибок в графічній частині проекту.

Таблиця 1.17 – Результати розрахунку питомого вкладу первинних похибок обробки в загальну похибку.

Позначення похибки Δ_j	Δ_{ϵ}	Δ_H	Δ_y	$\Delta_{M.H}$	Δ_i	Δ_T	$\Delta_{\text{сист}}$
значення похибки Δ_j , мм	0,003	0,0077	0,002	0,018	0,024	0,0156	0,017
C_j , %	8,5	22	5,7	51	69,25	44,7	49

З гістограми похибок встановлюємо, що змінними похибками обробки є похибки від розмірного спрацювання різця і похибки миттєвого розсіювання.

Можливі заходи по підвищенню надійності забезпечення точності обробки – використання інструмента з вищою стійкістю та більш точне проведення вимірів.

					MP.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.4 Технічне нормування операцій

Дані розрахунки проводимо згідно рекомендації [1], стор. 101-105, а також нормативів [4]. Розрахунки ведемо у такій послідовності:

- 1) визначаємо основний час обробки T_0 ;
- 2) згідно нормативів [4] визначаємо складові штучного часу T_d ; $T_{орг}$; $T_{пер}$;
- 3) визначаємо норму штучного часу $T_{шт}$;
- 4) визначаємо норму штучно-калькуляційного часу $T_{ш.к.}$.

Визначаємо основний час обробки

для фрезерних операцій

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} \text{ хв.}; \quad (1.40)$$

де $L_{p.x}$ – довжина робочого ходу інструменту

$$L_{p.x} = l + l_1, \text{ мм}; \quad (1.41)$$

де L – довжина обробки, мм;

l_1 – величина врізання та перебігу інструменту, мм [4], додаток 1. стор. 159-162;

S_M – подача, мм/хв, приймаємо згідно розрахунків режимів різання;

для свердлильних та розточних операцій

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{n_{пр} \cdot S_0} \text{ хв.} \quad (1.42)$$

де $n_{пр}$ – прийнята частота обертання шпинделя хв^{-1} ;

S_0 – подача на оберт, мм/об.

Норму штучного часу визначаємо по формулі

$$T_{шт} = T_0 + T_d + T_{об} + T_{пер} \text{ хв.}, \quad (1.43)$$

де T_g – допоміжний час, хв.

$$T_d = T_{уст} + T_d + T_{пер} + T_{вим} \text{ хв.}, \quad (1.44)$$

де $T_{уст}$ – час на установку та зняття деталі, хв.;

[4], карат 13, стор.43-51;

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

T_{∂} – час на закріплення деталі в пристрої, хв.;

[4], карат 13, стор.43-51;

$T_{\text{исер}}$ – час на керування верстатом, хв4

[4], додаток 8, стор.237-245; 251-258;

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання заданого розміру.

[4], карта 73, стор.142-153;

$T_{\text{об}}$ – час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця, хв.

$$T_{\text{об}} = T_{\text{мех}} + T_{\text{орз}} \quad (1.45)$$

$T_{\text{мех}}$ – час на технічне обслуговування робочого місця, хв.;

$$T_{\text{мех}} = \frac{T_0 t_{\text{зп}}}{T} \text{ хв.}; \quad (1.46)$$

де $T t_{\text{зи}}$ – час на зміну інструменту, хв. [4], стор.209

T – період стійкості інструменту, хв.

$T_{\text{орз}}$ – час на організаційне обслуговування робочого місця, хв.

[4], карти 25-29 стор.77-82

$T_{\text{нер}}$ – час нормованих перерв, хв. [4], карта 75 стор.156;

Оперативний час визначаємо по формулі

$$T_{\text{мшк}} = \frac{T_{\text{нз}}}{n} + T_{\text{мш}} \text{ хв.}, \quad (1.48)$$

де $T_{\text{нз}}$ – підготовчо-заключний час, хв. [4], додаток 9, стор.228-229;

n – розмір партії деталі, шт.

Оскільки проводити розрахунок для кожної операції окремо, зводимо результати розрахунку в таблицю 1.18.

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.18 – Технічні норми часу по операціях, хв.

Назва операції	T_0	T_{∂}			T_{0n}	$T_{об}$		$T_{пер}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	n	$T_{шк}$
		$T_{ус + мз}$	$T_{кел}$	$T_{вим}$		$T_{тех}$	$T_{орг}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
015 Вертикально-фрезерна Фрезерувати поверхню "Б" з двох сторін, розмір $5 \pm 0,75$	0,99	0,2	0,13	0,05	137	0,015	0,025	0,082	1,492	16,4	4,11	1,53
020 Вертикально-фрезерна. Фрезерувати поверхню "С" з двох сторін, витримавши розмір $45_{-0,2}$	0,99	0,2	0,13	0,05	1,37	0,015	0,025	0,082	1,492	16,4	411	1,53
025 Карусельно-фрезерна. Фрезерувати поверхню "А" витримавши розміри ПЕК $31.112 \cdot 27 \pm 0,5$; ПЕК $31.112 \cdot 27 \pm 0,5$ послідовно начорно; начисто	30,36	0	0,03	0	3,39	0,091	0,14	0,2	3,821	29	822	3,89
030 Радіально-свердлильна Свердлити на прохід 2 отв. $\varnothing 11,8^{+0,2}$	0,23	0,22	0,065	0,055	0,57	0,002	0,008	0,039	0,619	13,2	411	0,65
035 Агрегатна Свердлити: 4 отв. $\varnothing 8,5$ на прохід; 4 сер. отв. $\varnothing 8,5$ на глибину $24 \pm 0,5$	0,732	0	0,03	0,13	1,172	0,05	0,042	0,07	1,334	29,3	411	1,4
Свердлити отвори $\varnothing 18,5$ на прохід, нарізати різьбу М10-7Н на $l = 18 \pm 0,3$ в 4 середніх отв. і на прохід 4 крайніх отвори	0,506	0	0,02	0,04	0,566	0,003	0,03	0,05	649			0,72
М20×1,5-7Н на прохід одночасно	0,42	0	0,02	0,15	0,59	0,032	0,034	0,052	0,705			0,78
									2,688			2,9
040 Вертикально-свердлильна Свердлити 8 отв. $\varnothing 11_{-0,4}$ на прохід одночасно	0,768	0,24	0,12	0,045	1,173	0,03	0,037	0,07	1,31	13,1	411	1,34
045 Радіально-свердлильна Цекувати 4 середніх отв. $\varnothing 11^{+0,4}$ до $\varnothing 24^{+0,4}$, витримавши розміри $34 \pm 0,5$ і чистоту поверхні $R_z 80$	0,266	0,24	0,13	0,042	0,678	0,004	0,021	0,041	0,744	11,5	411	0,77

					MP.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ							Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

Продовження таблиці 1.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
050 Радіально-свердлильна Установити кришку реду-тора на корпус, сумістивши, по контуру, наживити 8 болтів М10×50 _{0,51} ГОСТ 7796-70, завернути до відказу	0,32	0,99	0,11	0	1,42	0	0,017	0,142	1,579	9	411	1,6
055 Радіально-свердлильна Свердлити 2 отв. Ø11,8 на вихід в кришці ПЕК 31.113 Розвернути 2 отв. Ø11,8 до Ø12 ^{+0,035} , забезпечивши шорсткість ^{2.0} V наживити і запресувати 2 штифта ПЕК 31.677 в рівень з поверхнею кришки	0,039	0,026	0,065	0,055	0,77	0,004	0,011	0,054	0,839			0,87
	0,38	0	0,065	0,11	0,555	0,004	0,008	0,039	0,060			0,64
	0	0,22	0	0	0,22	0	0,003	0,015		12,6	4,11	0,27
									0,238			
									1,683			1,78
060 радіально-свердлильна Свердлити отвори Ø18,5 напрохід в центрі бобишки кришки "А", Цекувати обробка "А" в розмір 2±0,5 мм. Нарізати різьбу М20×1,5-7Н; Цекувати бобишку "Б" в розмір 7±0,5 мм; Нарізати різьбу М20×1,5-7Н;	0,03	0,035	0,065	0,055	0,047	0,002	0,007	0,033	0,512			0,54
	0,08	0	0,07	0,055	0,205	0,001	0,003	0,014	0,223			0,25
	0,133	0	0,07	0,16	0,363	0,001	0,005	0,250	0,394			0,043
	0,08	0,035	0,065	0,055	0,55	0,001	0,008	0,038	0,597	12,8	14,1	0,63
	0,113	0	0,07	0,016	0,363	0,001	0,005	0,025	0,394			0,43
									2,12			2,28
065 Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати поверхні "К", "М" і "П" начорно, витримавши розміри 127±0,7; 15±0,4; 55±0,5; 65±0,5	1,6	0,33	0,19	0,18	2,3	0,065	0,048	0,161	2,574	22	411	262
070 Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати одночасно поверхні "К", "М" і "П" на чорно, витримавши розміри 125±0,7; 15±0,5; 65±0,5; 14±0,4 і горсткість поверхні R _z 40	1,6	0,33	0,19	0,18	2,3	0,065	0,048	0,161	2,574	22	411	2,62

Арк.

МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 1.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
075 Вертикально-фрезерна Фрезерувати поверхню "П" витримавши розміри 20±0,5	0,56	0,26	0,15	0,05	1,02	0,013	0,018	0,07	1,121	16,7	4,11	1,16
080 Токарно-гвинтова. Розточити одночасно 3 отв. до Ø89,8 ^{+0,23} , на чорно, витримавши розміри 65±0,1, торцювати розмір Ø125	1,4	0,33	0,22	0,12	2,07	0,17	0,037	0,015	2,427	19,7	411	2,47
085 Алмазно-розточна Розточити одночасно 3 отв. з Ø89,8 ^{+0,23} до Розточити одночасно 3 отв. до Ø90 ^{+0,035} , витримавши розміри 62,5±0,1, і 125±0,105;	4,32	0,033	0,21	0,034	5,2	0,54	0,099	0,031	6,144	18,7	411	6,2
90 Агрегатна Свердлити 9 отв. Ø8,5 на глибину l=28 і 4 отв. Ø5 на глибину l=24	0,75	0,03	0,01	0,05	1,2	0,015	0,043	0,084	1,477			1,56
Свердлити 4 отв. Ø8,5 на глибину l=28 і 4 отв. Ø5 на глибину l=24	0,75	0,03	0,035	0,05	1,135	0,15	0,041	0,079	1,405			1,49
Свердлити 4 отв. Ø18 ^{+0,5} напрохід	0,92	0	0,02	0,071	1,011	0,018	0,036	0,07	1,135	35,2		1,22
Нарізати різьбу М10-7Н, в 9 отв. на глибину l=18±0,4	0,12	0	0,035	0,15	0,305	0,013	0,011	0,021	0,035		411	0,44
М6-7Н, в 4 отв. на глибину l=15±0,4. Нарізати різьбу М10-7Н, в 4 отв. на глибину l=18±0,4 і М16-7Н, в 8 отв. на глибину l=15±0,4	0,12	0	0,02	0,15	0,29	0,013	0,01	0,02	0,333			0,42
									4,7			5,13

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ							Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

2 Конструкторська частина

2.1 Пристрій для фрезерування площини роз'єму корпусу та кришки редуктора

2.1.1 Опис конструкції та принципу роботи

Пристрій для фрезерування площини роз'єму, представлений на кресленні, призначений для обробки корпусних деталей ПЕК 31.112/113 на карусельно-фрезерному верстаті мод. 6A23, умови виробництва масове і крупносерійне. Процес захисту деталі в пристрої легко автоматизувати, завдяки використанню в пристрої пневмоприводу з робочим тиском у циліндрах 0,4 МПа (атм.).

Несучою деталлю в пристрої являється корпус (2) до якого кріпляться деталі та вузли. На площині основи корпусу передбачені отвори для закріплення пристрою на столі верстату.

Установочні елементи – планки 6.

Механізм захисту – важільний. Затиск здійснювати притискачами 3 і 5.

Привід – два пневмоциліндри 1.

Базування деталей здійснюється по тильній стороні фланця площини роз'єму. Базова поверхня попередньо оброблена.

Затиск деталей здійснюється подачею повітря під тиском 0,4 МПа в пневмоциліндри пристрою, завдяки чому поршні, рухаючись в циліндрі, передають силу тиску повітря через шпони на важелі 9 і прихили 3, 5. Притискачі діють безпосередньо на деталі, притискаючи їх до установочних елементів.

Пристрій рекомендується встановлювати на столі верстату таким чином, щоб сили різання при обробці були направлені до упорів пристрою.

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сила затиску пристрою на одному притискачі буде:

$$P_3 = \frac{K}{S} \sqrt{P_z^2 + P_y^2} - P_x \text{ Н}; \quad (2.1)$$

де K – гарантований коефіцієнт запасу, $K=1,5$;

S – коефіцієнт тертя для гладких поверхонь, $S=0,25$

[6] табл..25. стор. 105.

$$P_3 = \frac{1,5}{0,25} \sqrt{1611,7^2 + 805,8^2} - 644,7 = 10166,77 \text{ Н.}$$

Визначаємо необхідну силу на штоці Q_p

$$Q_p = P_3 \frac{l_3}{l_1} \frac{1}{\eta} \text{ Н}; \quad (2.2)$$

де η - коефіцієнт, який враховує витрати на тертя

$\eta=0,8 \pm 0,95$, [1] табл.1. стор. 229.

l_1 і l_3 – плечі важеля, м; (рис. 2.2)

$$Q_p = 10166,77 \frac{0,054}{0,18 \cdot 0,8} = 3812,5 \text{ Н.}$$

З останнього ряду вибираємо циліндр $D=120\text{мм}$ і визначаємо прийняту силу на штоці.

$$Q_{np} = \frac{\pi}{4} D^2 \rho \eta_n \text{ Н};$$

де ρ - робочий тиск в пневмосистемі Па;

η_n - ККД пневмоприводу, $\eta=0,85$ [6] табл.26, стор. 107.

$$Q_p = \frac{3,14 \cdot 0,12^2}{4} \cdot 400000 \cdot 0,85 = 3843,36 \text{ Н.}$$

Коректуємо силу затиску на одному притискачі.

$$P_3^1 = Q_{np} \frac{l_1}{l_3} \eta = 3843,36 \frac{0,18}{0,054} \cdot 0,8 = 10248,96 \text{ Н}; \quad (2.4)$$

Сила затиску на обох притискачах:

$$P_{np.3} = 2P_3^1 = 2 \cdot 10248,96 = 20497,92 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт гарантованого запасу при затиску двома притискачами

$$K = \frac{S \cdot P_{np.3}}{S \cdot P_3} = \frac{0,25 \cdot 20497,92}{0,25 \cdot 10166,77} = 28 \quad (2.5)$$

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Розрахунки, як підтверджують працездатність пристрою

2.1.3.1 Перевірочний розрахунок діаметра штока на міцність

Вибираємо з стандартного ряду шток діаметром $D=42\text{мм}$.

Матеріал – сталь 45.

$$\text{Умова міцності має вигляд } \sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma]; \quad (2.6)$$

де $P = Q$ – сила на штоці, Н;

F – площа поперечного перерізу штока:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,042^2}{4} = 1,38 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2;$$
$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} \text{ Па}; \quad (2.7)$$

де G_T - границя текучості матеріалу;

$$\sigma_T = 360 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad [8] \text{ табл.1, стор. 18.}$$

$n = 1,6$ - коефіцієнт, який враховує матеріал [8] стор. 465.

$$[\sigma] = \frac{360 \cdot 10^6}{1,6} = 225 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

$$\sigma = \frac{3843,36}{1,34 \cdot 10^{-3}} = 2,78 \cdot 10,6 \text{ Па} \quad [8] \text{ табл.1, стор. 18} \angle [G].$$

Вибраний шток задовільняє умову міцності

2.1.3.2 Розрахунок штифта у з'єднанні шток – важіль на зріз.

$$\text{Умова міцності на зріз: } \tau = \frac{4P}{\pi d^2 \cdot K} \leq [\tau]. \quad (2.8)$$

де $P = Q$ – сила, яка діє на штифт, Н;

d – діаметр штифта $d = 16 \text{ мм}$;

K – коефіцієнт, що враховує неоднорідність матеріалу, приймаємо $K = 0,87$.

$[\sigma] = 26 \cdot 10^6 \text{ Па}$ – допустима напруга зрізу (дотична напруга) [G], табл.1, стор 18, для сталі 45.

$$\sigma = \frac{4 \cdot 3843,36}{3,14 \cdot 0,016^2 \cdot 0,87} = 21,98 \cdot 10^6 \text{ Па} \angle \tau.$$

Умова зрізу виконується.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ

2.1.4 Розрахунок пристрою на точність

$$\Delta_{np} \leq T - (K_1 E_{\sigma} + \Delta_{ycm} + K_2 \omega) \text{ мкм} \quad (2.9)$$

де $T=520$ мкм – допуск на розмір;

K_1 – коефіцієнт, $K_1=0,8-0,85$

$\Delta_{ycm}=80$ мкм – похибка установки заготовки, [1] табл.4.13, ст. 82.

$\omega=62$ мкм [5] табл. 4. ст. 8.

$$K_2=0,06 \div 1,0; E_{\sigma}=0$$

$$\Delta_{np} \leq 520 - (0,85 \cdot 0 + 80 + 62) = 378 \text{ мкм.}$$

2.1.5 Рівень стандартизації пристрою

$$K_y = \frac{A_1}{A_2} 100\% \quad (2.10)$$

де A_1 – кількість стандартних деталей;

A_2 – кількість усіх деталей пристрою.

$$K_y = \frac{198}{210} \cdot 100\% = 94\% .$$

2.2 Пристрій для поздовжнього фрезерування

2.2.1 Опис конструкції та принципу роботи

Пристрій для поздовжнього фрезерування, представлений на кресленні в графічній частині. Призначений для обробки корпусного підвузла ПЕК 31.112/113 на поздовжньому фрезерному верстаті 6622 в умовах великосерійного і масового виробництва. Процес затиску підвузла у пристрої легко автоматизувати, завдяки використанню у пристрої пневмоприводу з робочим тиском у циліндрах 0,4 МПа (4 атм.).

Усі деталі пристрою розташовані на плиті (7), яка в свою чергу кріпиться на столі поздовжньо-фрезерного верстату.

Установочні системи – опори (13), і фіксатори (14).

Механізм затиску – ролико-важільний. Затиск здійснюється притискачами (3).

Привід – два пневмоциліндри.

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Базування підвузлів здійснюється по тильній стороні фланця площини роз'єму корпусу редуктора ПЕК 31.112. Базова поверхня попередньо оброблена.

Затиск деталей здійснюється подачею повітря під тиском в пневмоциліндри пристрою. Поршні, рухаючись у циліндрі, передають силу тиску повітря через наштоки на прихвати за допомогою роликів (11) і планок (12). Планки служать ланкою зв'язку між штоками і прихватами і перетворюють поступальний рух штока і обертовий рух важеля. Величина кута нахилу планки до горизонтальної площини впливає на силу затиску пристрою. Ролик, що переміщується по направляючих планки (9) служить для зменшення сили тертя і передачі сили затиску з штока на планку (12). Безпосередній затиск деталей в пристрої здійснюють прихвати (3).

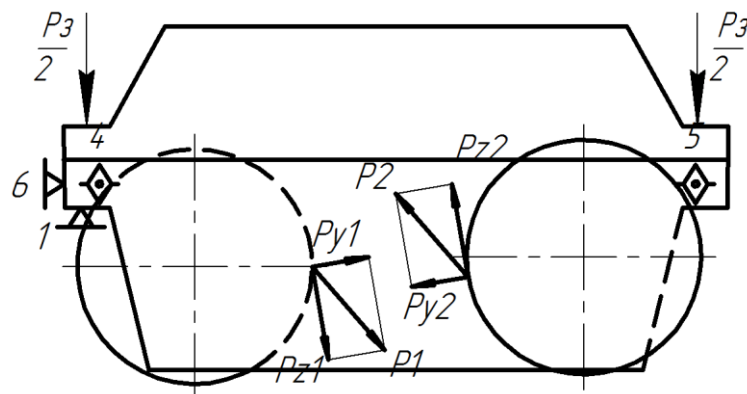
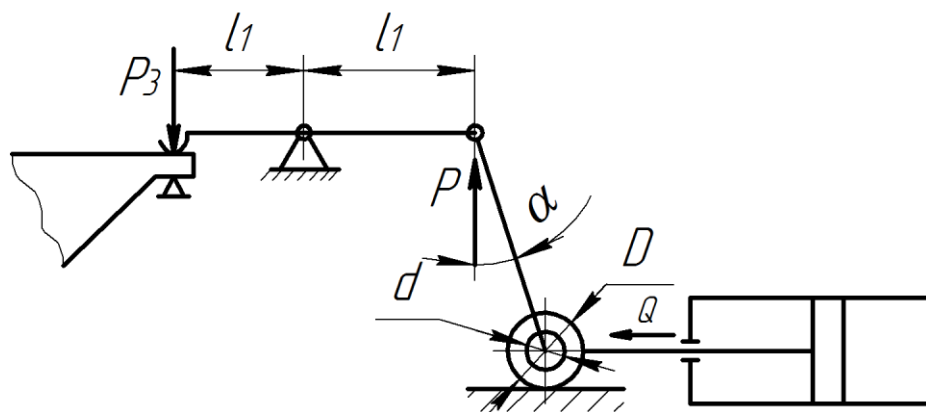


Рисунок 2.3 – Схема сил різання, які діють на деталь



$$l_1=110 \text{ мм}; l_2=48 \text{ мм}; D=44 \text{ мм}; d=16 \text{ мм}; \alpha=8^\circ$$

Рисунок 2.4 – Схема передаточного механізму

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ				

2.2.2 Розрахунок сил затиску

Найбільші сили різання виникають при чорновому фрезеруванні підвузла (див рис.2.3). При розрахунку враховуємо силу P_z , змінну по напрямку, так як інші сили різання при одночасному фрезеруванні двома фрезами з двох боків заготовки. Розрахунок проводимо аналогічно розділу 1.5.2 ПЗ формула (1.34).

$$R_{z1} = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 4^{0,9} \cdot 0,1^{0,74} \cdot 110^1 \cdot 12}{125 \cdot 200^0} 1,2 = 4376,2 \text{ Н};$$

$$R_{z2} = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 4^{0,9} \cdot 0,09^{0,711} \cdot 250^1 \cdot 14}{250^1 \cdot 200^0} 1,2 = 5366,6 \text{ Н};$$

При фрезеруванні фрези обертаються в різні сторони і сили R_{z1} ; R_{z2} зрівноважують одна одну.

Розрахунок проводимо аналогічно розділу (2.1.2) ПЗ для найменш сприятливого випадку, тобто, коли на заготовку діє фреза з силою різання R_{z2} .

Сила затиску на одному притискачі:

$$R_z = \frac{K}{S} R_z = \frac{1,5 \cdot 5366,6}{0,25} = 32199,6 \text{ Н.}$$

Необхідна сила затиску на штоці Q_p : $Q_p = P_3 \frac{l_2}{l_1} \frac{1}{i \eta}$; (2.11)

де i – передаточне відношення важільно-шарнірного механізму даного типу;
 $i = 4,73$ [6], табл.16, стор. 89.

$$Q_p = 321,99,6 \frac{0,048}{0,11 \cdot 4,73 \cdot 0,8} = 3713,2 \text{ Н.}$$

З стандартного ряду вибираємо циліндр, діаметром $D=120$ мм. і визначаємо прийняту силу на штоці.

$$Q_{np} = \frac{\pi D^2}{4} \rho \eta_n = \frac{3,14 \cdot 0,12^2}{4} 400000 \cdot 0,85 = 3843,36 \text{ Н.}$$

Коректуємо силу затиску на одному притискачі:

$$P_3^1 = Q_{np} \frac{l_1}{l_2} i \eta = 3843,36 \frac{0,11}{0,048} 4,73 \cdot 0,8 = 33328,3 \text{ Н.}$$

Сила затиску на обох притискачах:

$$P_{np,з} = 2P_3^1 = 2 \cdot 33328,3 = 66656,6 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт гарантованого запасу при затиску двома притискачами

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ

$$K = \frac{f \cdot P_{\text{нр.3}}}{f \cdot P_3} = \frac{0,25 \cdot 66656,6}{0,25 \cdot 32199,6} = 2,07.$$

2.2.3 Розрахунки, які підтверджують працездатність пристрою

2.2.3.1 Розрахунок осі на зріз.

Умови зрізу: $\tau = \frac{4P}{\pi d^2 K} \leq [\tau],$

де $P = P_3$ – сила яка діє на вісь;

$d = 20$ мм – діаметр осі;

$K = 0,87$;

Матеріали осі – сталь 45Х загартована

$[\tau] = 36$ МПа [8], табл. 1, стор.18.

$$\tau = \frac{4 \cdot 33328,3}{3,14 \cdot 0,02^2 \cdot 0,87} = 30,5 \text{ МПа} < [\tau].$$

Умова міцності на зріз виконується.

2.2.3.2 Перевірочний розрахунок діаметра штока на міцність.

Розрахунок ведемо аналогічно пункту 2.1.3 ПЗ.

Вибираємо з стандартного ряду шток діаметром $D = 30$ мм.

Матеріал – сталь 45.

Умова міцності має вигляд: $\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma];$

де $P = Q$ – сила на штоці, Н:

F – площа поперечного перерізу штока, м^2 ;

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,03^2}{4} = 7,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{360 \cdot 10^6}{1,6} = 225 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

$$\sigma = \frac{3843,36}{7,1 \cdot 10^{-4}} = 5,41 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma];$$

Умова міцності виконується.

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.4 Розрахунок пристрою на точність.

Сумарну похибку пристрою Δ_{np} визначаємо по формулі (2.9), знаючи що допуск на розмір $T=500$ мкм.

$$\Delta_{np} \leq T - (K_1 E_\sigma + \Delta_{уст} + K_2 \omega), \text{ мкм.}$$

де K_1, K_2 – коефіцієнти;

$$K_1 = 0,8 - 0,85; K_2 = 0,6 - 1,0;$$

$\Delta_{уст} = 80$ мкм. – похибка установки заготовки,

[1], табл. 4.13, стор.82;

$\omega = 56$ мкм – точність обробки на даній операції, [5], табл. 4, стор.8;

$$E_\sigma = l \cdot \text{tg} \lambda = 375 \cdot 0,0002 = 75 \text{ мкм, розділ 1.5.1 ПЗ.}$$

$$\Delta_{np} \leq 500 - (0,85 \cdot 75 + 80 + 1 \cdot 56) = 300 \text{ мкм.}$$

2.2.5 Рівень стандартизації пристрою

$$K_y = \frac{A_1}{A_2} \cdot 100\%$$

де A_1 – кількість стандартних деталей;

де A_2 – кількість усіх деталей пристрою.

$$K_y = \frac{129}{160} 100\% = 80,6\%.$$

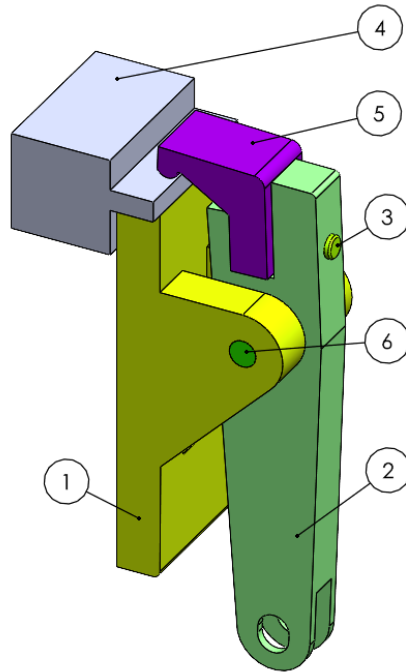
					MP.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Імітаційне дослідження роботи відповідальних ланок фрезерного пристрою

3.1 Імітаційне дослідження притискного пристрою

Імітаційне дослідження притискного пристрою проведено у програмі SolidWorks Simulation.

На рис. 3.1 зображено тривірну модель притискного пристрою.



1 – основа; 2 – важіль; 3 – штифт; 4 – деталь; 5 – прижим

Рисунок 3.1 – Тривимірна модель притискача

Розрахункову схему притискача подано на рис. 3.2.

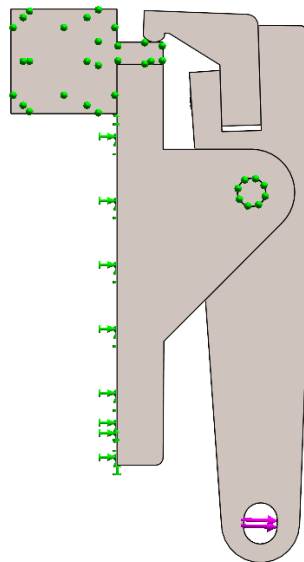


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ				

Навантаження, що прикладається до досліджуваної моделі складає 3812 Н.

Для проведення імітаційного дослідження модель притискача розбито на сітку кінцевих елементів (рис. 3.3).

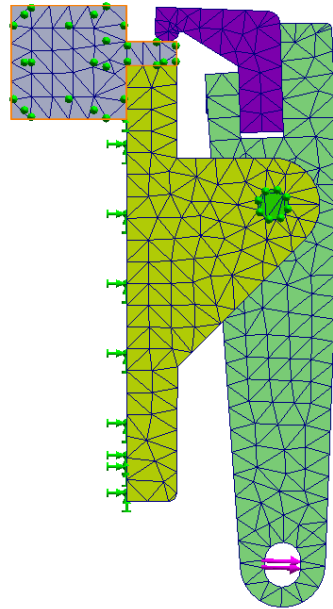


Рисунок 3.3 – Сітка кінцевих елементів

У досліджуваній моделі задано коефіцієнт тертя між усіма поверхнями, що контактують рівним 0. У результатів розрахунку отримані наступні результати:

- еквівалентні напруження;
- деформація;
- переміщення;
- контактний тиск.

					MP.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

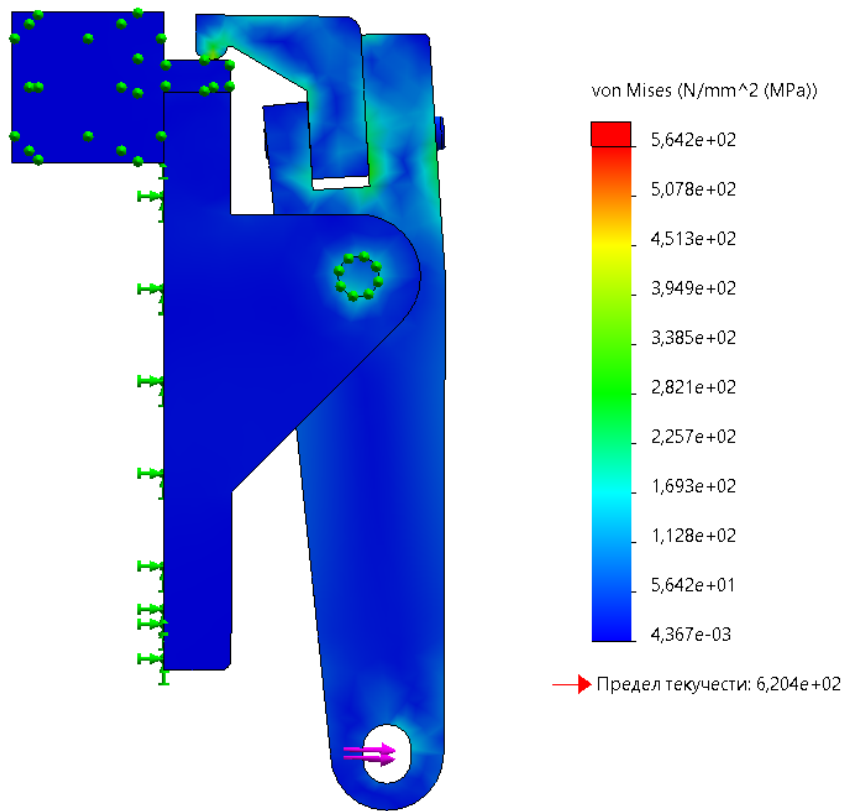


Рисунок 3.4 – Еквівалентні напруження

Максимальне значення еквівалентних напружень становить 564 МПа.

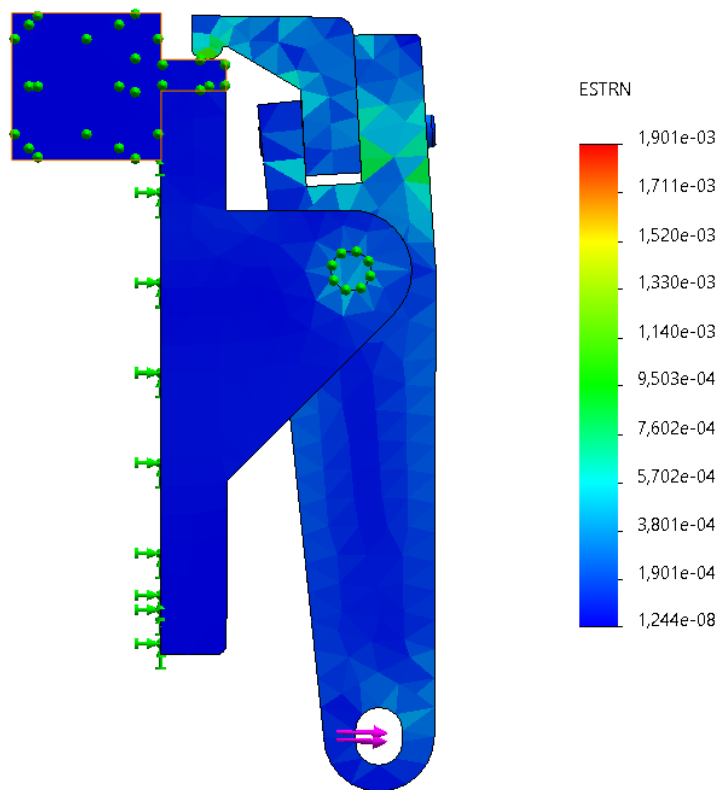


Рисунок 3.5 – Деформація

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

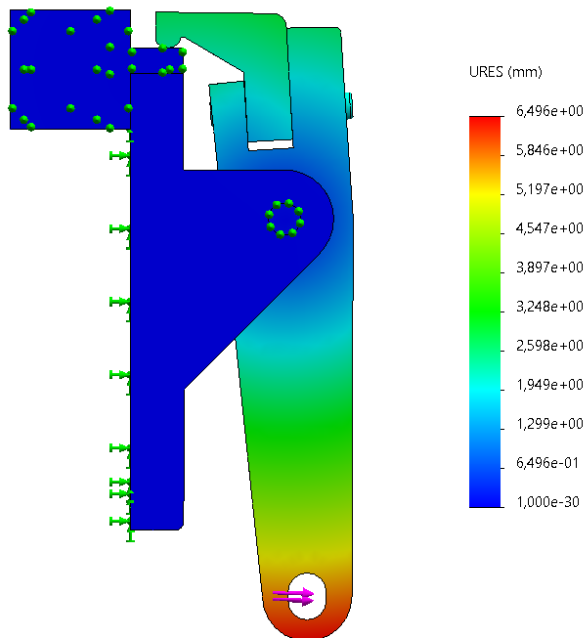


Рисунок 3.6 – Переміщення

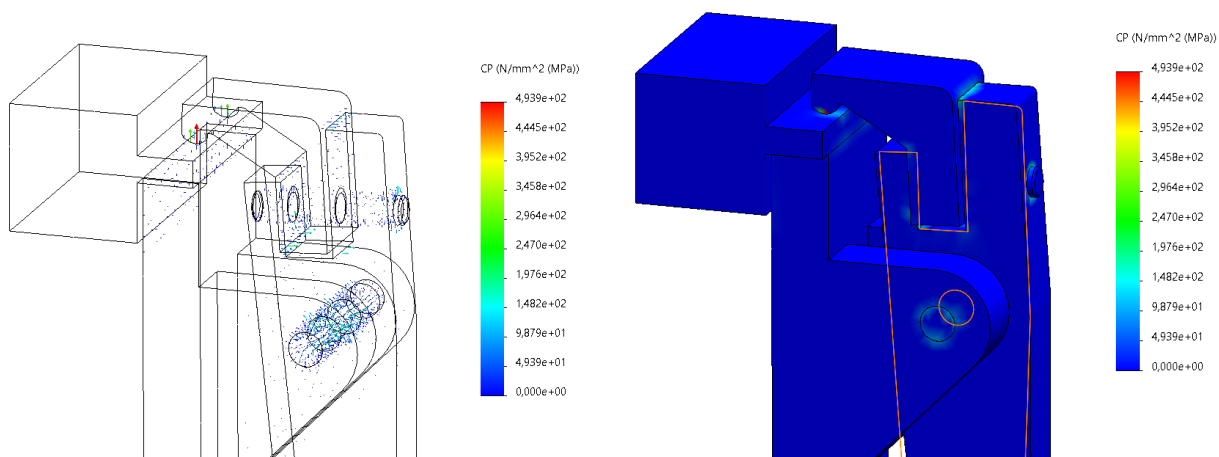


Рисунок 3.7 – Контактний тиск

Максимальне значення контактної тиску у досліджуваній моделі складає 439 МПа.

Висновок. Максимальне значення величини контактної тиску спостерігається у штифті, на який діє навантаження, що намагається його зрізати. Для зменшення величини напруження у штифті слід змінити його розміри, а саме збільшити діаметр.

Щодо контактної тиску, то таке значення пояснюється малою площею контакту притискача та утримуваною деталлю.

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Визначення сили контакту тертя, що виникає між елементами притискного пристрою за допомогою імітаційного моделювання

У програмі SolidWorks побудовано моделі деталей притискного пристрою (рис. 3.8), а дослідження їх взаємодії проведено у її прикладному модулі програми – Simulation.

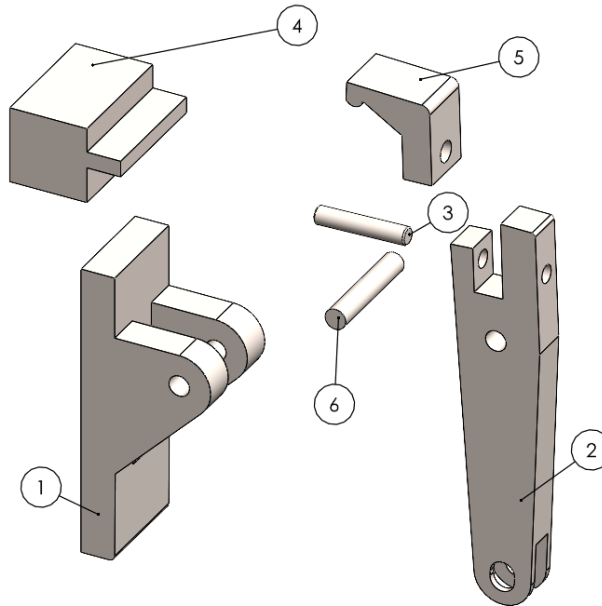


Рисунок 3.8 – Тривимірна модель поршня

На рисунку 3.9 подано зображення зібраного притискного пристрою

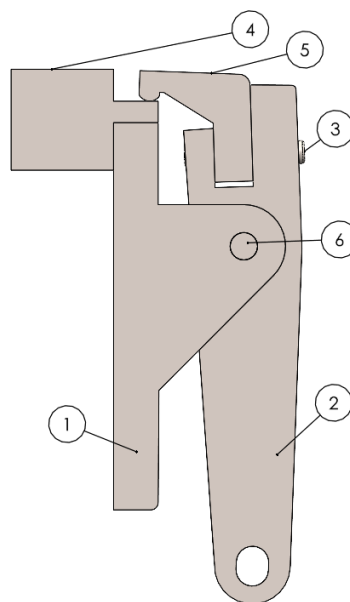


Рисунок 3.9 – Зібраний притискний пристрій

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ				

Розрахункова схема пристрою подана на рисунку 3.10.

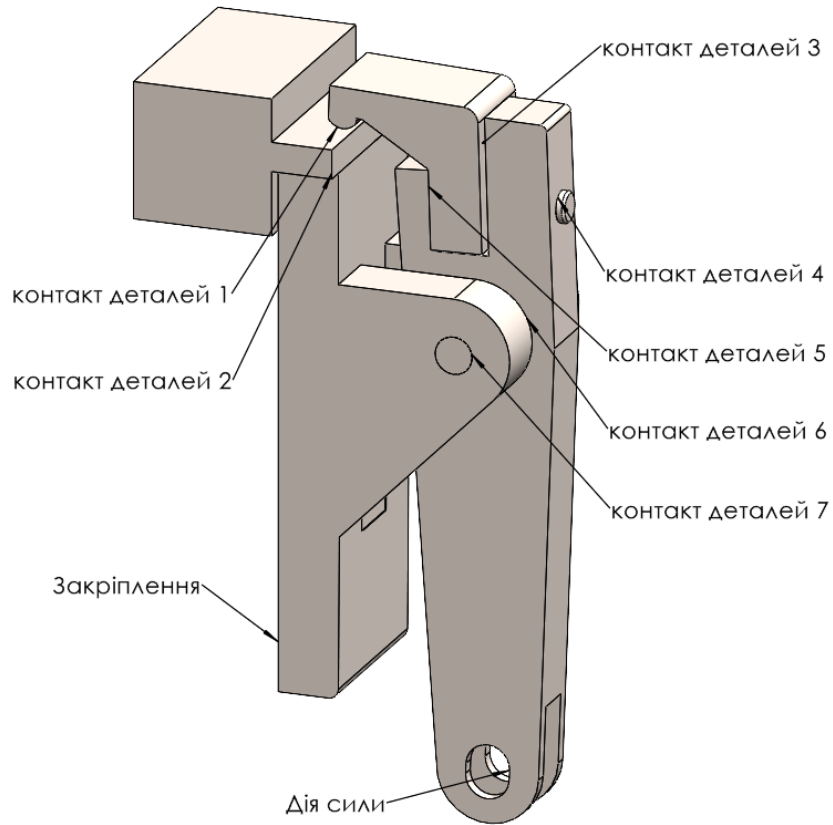


Рисунок 3.10 – Розрахункова схема пристрою

Досліджувану модель пристрою розбито на сітку кінцевих елементів (рис. 3.11).

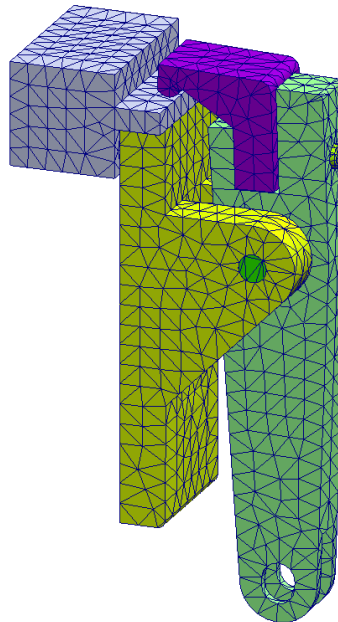


Рисунок 3.11 – Сітка кінцевих елементів

					МП.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунку 3.13 подано також значення сил, але між важілем та притискачем. Вони відповідно складають 1500 Н та 1242 Н.

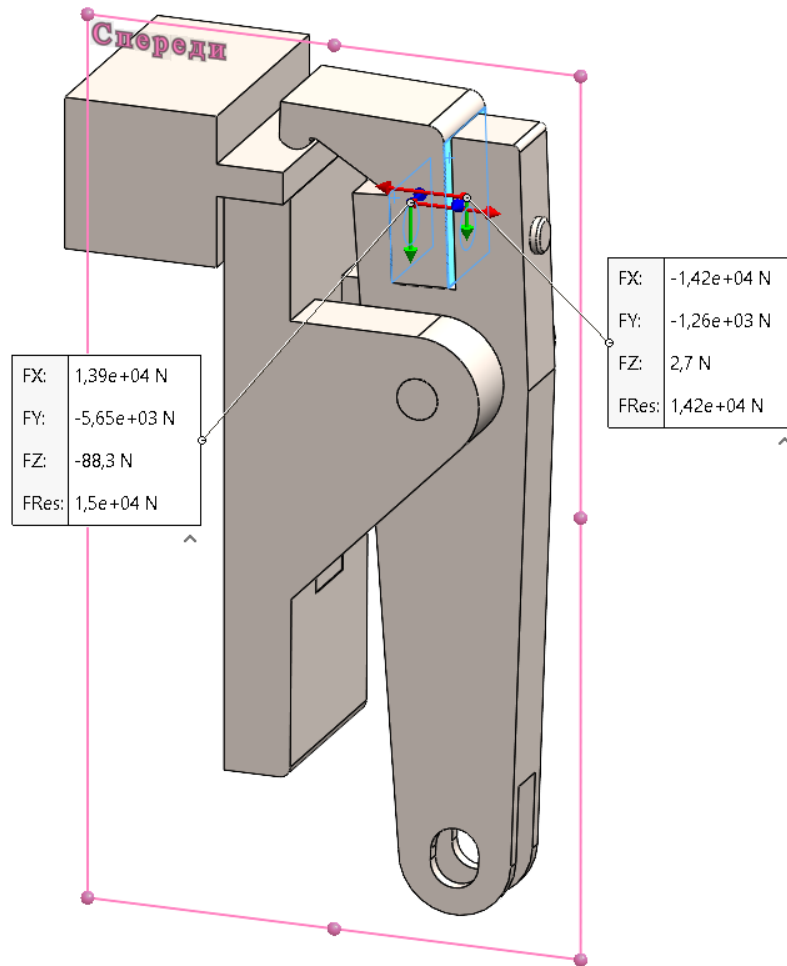


Рисунок 3.14 – Сила контакту

Виходячи із результатів імітаційного дослідження можна зробити висновок, що величина сили контакту між деталлю та притискачем складає 1750 Н.

Висновок

В магістерській роботі розроблена технологія виготовлення корпусного підвузла ПЕК 31.112/113.

На основі проведеного аналізу базового технологічного процесу, врахувавши його недоліки при застосуванні в умовах великосерійного виробництва і розроблено проектний техпроцес.

Для цього запропоновано внести зміни в технологічний процес шляхом заміни двох низькопродуктивних верстатів на один високопродуктивний. Незважаючи на більшу вартість запропонованого верстату (карусельно-фрезерний 6A23 на операції 025), а також на більші затрати на його обслуговування, отримаємо економічний ефект за рахунок значного зменшення норм часу, вивільнення одного робочого місця і за рахунок цього зниження собівартості виготовлення продукції.

В конструкторській частині розроблено конструкції двох верстатних пристроїв та обґрунтовано їх працездатність. Складальні креслення зображено в графічній частині. Роботу одного із них (фрезерного для закріплення на верстаті мод. 6A23) зімітовано з допомогою програмного продукту SolidWorks Simulation в третьому розділі. Також в графічній частині наведено схеми та рисунки до аналізу точності ($\varnothing 90^{+0,035}$) та карти налагодження оп. 025, та до імітаційного дослідження. В додатках наведена технічна документація по техпроцесу виготовлення підвузла ПЕК 31.112/113 та специфікації пристроїв.

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высш. школа, 1983 – 256с.
2. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. – Киев: Высш. школа, 1985 – 255с.
3. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: Учебное пособие. / Под ред. В.В. Бабука. – Минск.: Высш. школа, 1987 – 255с.
4. Общемашиностроительные нормы времени. Крупносерийное производство. Справочник. – М.: Машиностроение, 1964.- 321с.
5. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656с.
6. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656с.
7. Афонькин М.Г., Магницкая М.В. Производство заготовок в машиностроении. – Л.; Машиностроение, 1987. – 256с.
8. Биргер И.А. Расчет на прочность деталей машин. Справочник пособие: - М.: Машиностроение. 1966. – 612с.
9. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ Под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736с.
10. Горошкин А.К. Приспособление для металлорежущих станков. Справочник. – М.: Машиностроение. 1971. – 386с.
11. Методичні вказівки до виконання технологічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 1201. – Івано-Франківськ, 1989. – 57с.

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					МР.ПМК – 126.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

				<i>ІФНТУНГ</i>					
--	--	--	--	----------------	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Затверджую
Зав. кафедри

Панчук В.Г.

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації
механічної обробки
Корпус і кришка редуктора
ПЕК 31.112/113**

Розробив: Гузаревич О.А.

Перевірив: Одосій З.М.

Дубл.																				
Взамін.																				
Підпис																				
Розробив	Гузареvич																			
Перевірів	Одосій																			
Н. контр.	Одосій																			
М01	Відливка ІІ кл. ГОСТ 7855-85																			
	Код	ОВ	МД	ОМ	Н.роз	КВМ	код.загот	Профіль і розміри				КД	МЗ							
М02	–	Кє	8,5	1			відливка					1	12,86	НВ190						
А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код найменування операції				Позначення документа											
Б	Код найменування обладнання							См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кум	Тп.з	Т.шт		
Р								ПІ	D або B		L	t	i	S		n	v			
А01				015	Вертикально-фрезерна															
Б02					6Р12							2					1	16,4	1,49	
03																				
А04				020	Вертикально-фрезерна															
Б05					6Р12							2					1	16,4	1,49	
06																				
А07				025	Карусельно-фрезерна															
Б08					6А23							3					1	29	3,82	
09																				
А10				030	Радіально-свердлильна															
Б11					2А53												1	13,2	0,62	
12																				
А13				035	Агрегатна															
Б14					АМ 9085							4					1	29,3	2,69	
15																				
А16				040	Вертикально-свердлильна															
Б17					2Н135							4					1	13,1	1,31	
МК	Обробка різанням																			

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			МР.ПМК -126.03.00.000 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	МР.ПМК -126.03.01.000	Циліндр Ø20	1	
				<u>Деталі</u>		
		2	МР.ПМК -126.03.00.001	Корпус	1	
		3	МР.ПМК -126.03.00.002	Прижим	2	
		4	МР.ПМК -126.03.00.003	Ричаг	2	
		5	МР.ПМК -126.03.00.004	Прижим	2	
		6	МР.ПМК -126.03.00.005	Планка	2	
		7	МР.ПМК -126.03.00.006	Планка	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		8		Гвинт ГОСТ 11738-72		
				М10х30	6	
		9		Вісь ГОСТ 9650-71		
				16х85	2	
		10		Шплінт ГОСТ 397-76		
				4х32	4	
		11		Штифт 12Гх70		
				ГОСТ 3128-70	2	
		12		Вісь 16х50		
				ГОСТ 9650-71	2	
		13		Шайба 16		
				ГОСТ 9649-70	4	

МР.ПМК-126.03.00.000 ПЗ

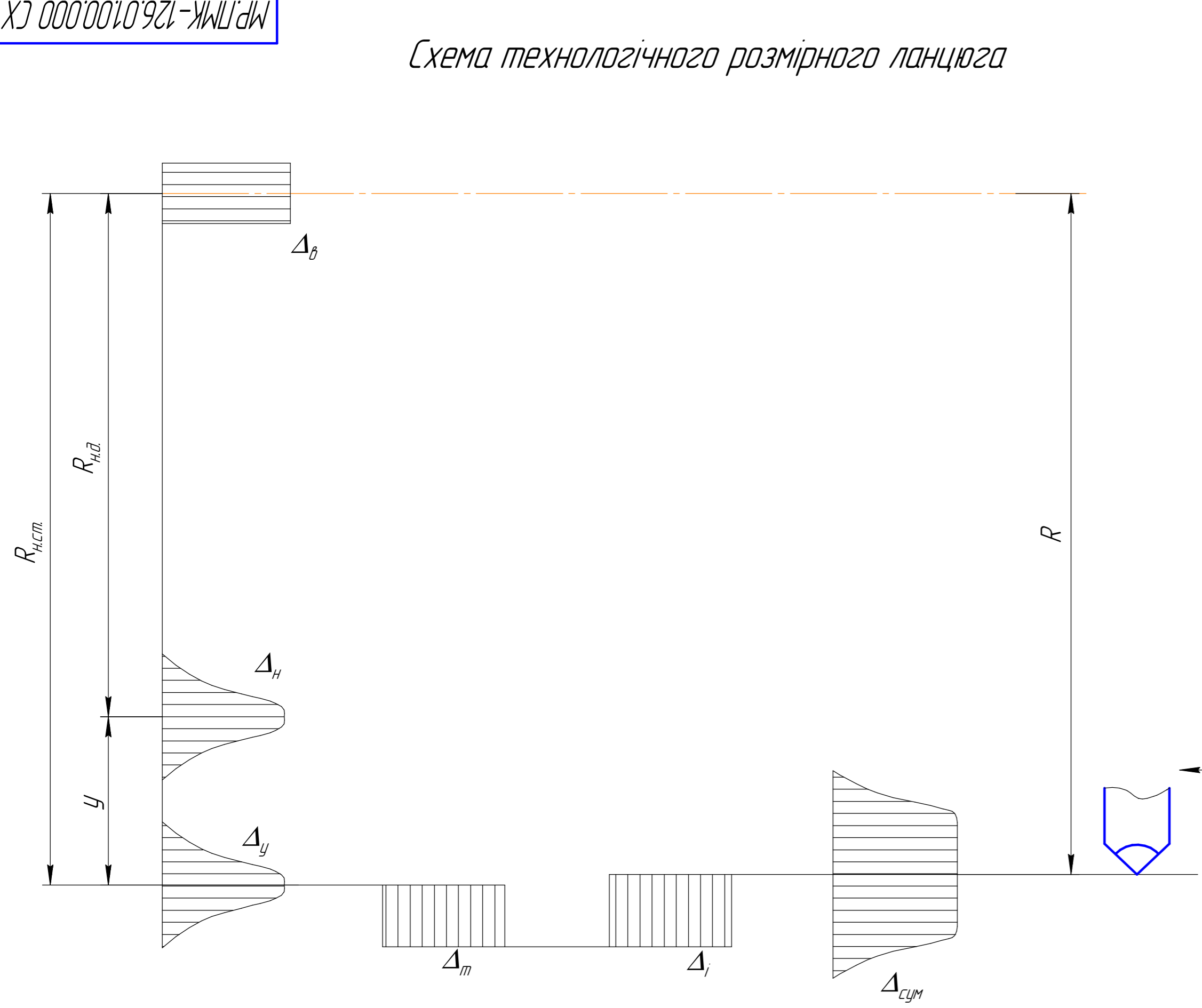
Зм.	Арк	№докум	Підпис	Дата			
Розробив		Гузаревиц			Літ.	Арк	Аркушів
Перевір.		Одосій					
Ре ценз.					ІФНТУНГ ПМКм-20-1		
Н.контр.		Одосій					
Затв.		Панчук					

Пристрій для фрезерування

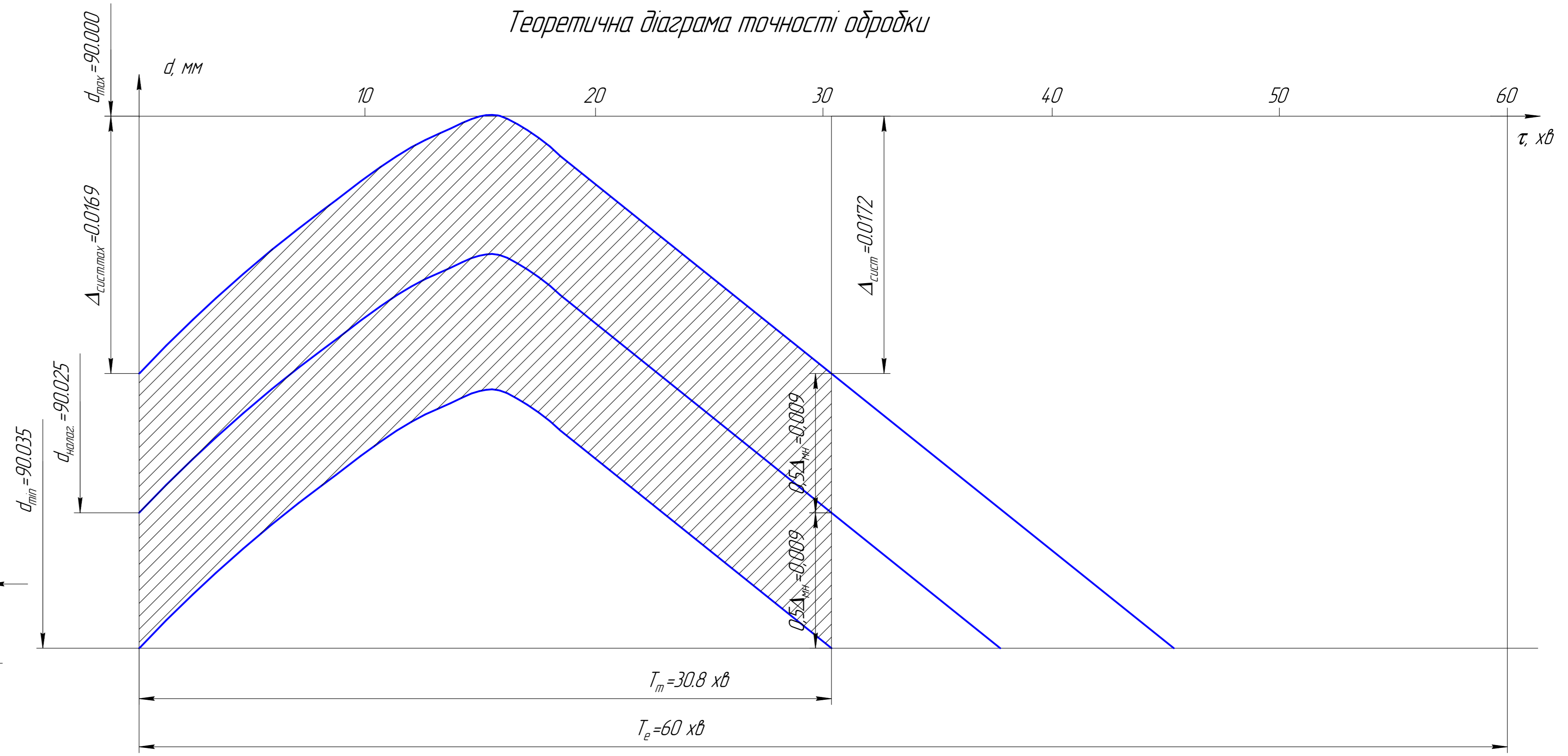
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка		
				<u>Документація</u>				
			МР.ПМК - 126.04.00.000 СК	Складальне креслення				
				Складальні одиниці				
		1	МР.ПМК - 126.04.01.000	Кронштейн	1			
		2	МР.ПМК - 126.04.02.000	Стойка	2			
		3	МР.ПМК - 126.04.03.000	Прижим	2			
				<u>Деталі</u>				
		7	МР.ПМК - 126.04.00.001	Плита	1			
		8	МР.ПМК - 126.04.00.002	Скоба	1 1			
		9	МР.ПМК - 126.04.00.003	Планка	2			
		10	МР.ПМК - 126.04.00.004	Вилка	2			
		11	МР.ПМК - 126.04.00.005	Ролик	2			
		12	МР.ПМК - 126.04.00.006	Планка	2			
		13	МР.ПМК - 126.04.00.007	Опора	2			
		14	МР.ПМК - 126.04.00.008	Фіксатор	2			
		15	МР.ПМК - 126.04.00.009	Планка	2			
				<u>Стандартні вироби</u>				
				Болт ГОСТ 7708-70				
		21		М10x40.56	10			
		22		М12x35.56	16			
				Гвинт ГОСТ 1491-72				
		23		М8x16.56	15			
		24		М8x60.56	2			
		25		Гвинт М12x30.56	4			
				МР.ПМК-126.04.00.000 ПЗ				
Зм.	Арк	Недокум	Підпис	Дата				
Розробив		Гузаревиц			Пристрій для повздовжнього фрезерування	Літ.	Арк	Аркушів
Перевір.		Одосій				н	1	3
Ре ценз.						ІФНТУНГ ПМКм-20-1		
Н.контр.		Одосій						
Затв.		Панчук						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка	
				ГОСТ 11738-72			
				Шайба ГОСТ 6402-70			
		26		1065Г	10		
		27		1265Г	20		
		28		Шайба ГОСТ 9649-70			
				2.12.01	6		
		29		Шплінт 3.2x16			
				ГОСТ 397-76	6		
				Штифт ГОСТ 3128-70			
		30		4m6x25	2		
		31		10m6x20	4		
				Вісь ГОСТ 9650-71			
		32		22-12f9x45.45	2		
		33		22-12f9x65.45	4		
		34		Рим-болт М20			
				ГОСТ 4751-73	2		
		35		Шпонка 7031-0657			
				ГОСТ 14739-76	2		
		36		Циліндр 512.7020-01111			
				СП512-285-70	2		
				<u>Інші вироби</u>			
		39		Гайка ПГУ677	6		
		40		Ніпель ПГУ668	6		
		41		Штуцер ПГУ606	7		
		42		Глушитель П-ГП12	2		
		43		Клапан зворотній			
				П-К12/10000 ГОСТ21324-75	2		
		44		Пневмокран В71-23	1		
				МР.ПМК-126.04.00.000 ПЗ			Арк.
							2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Схема технологічного розмірного ланцюга

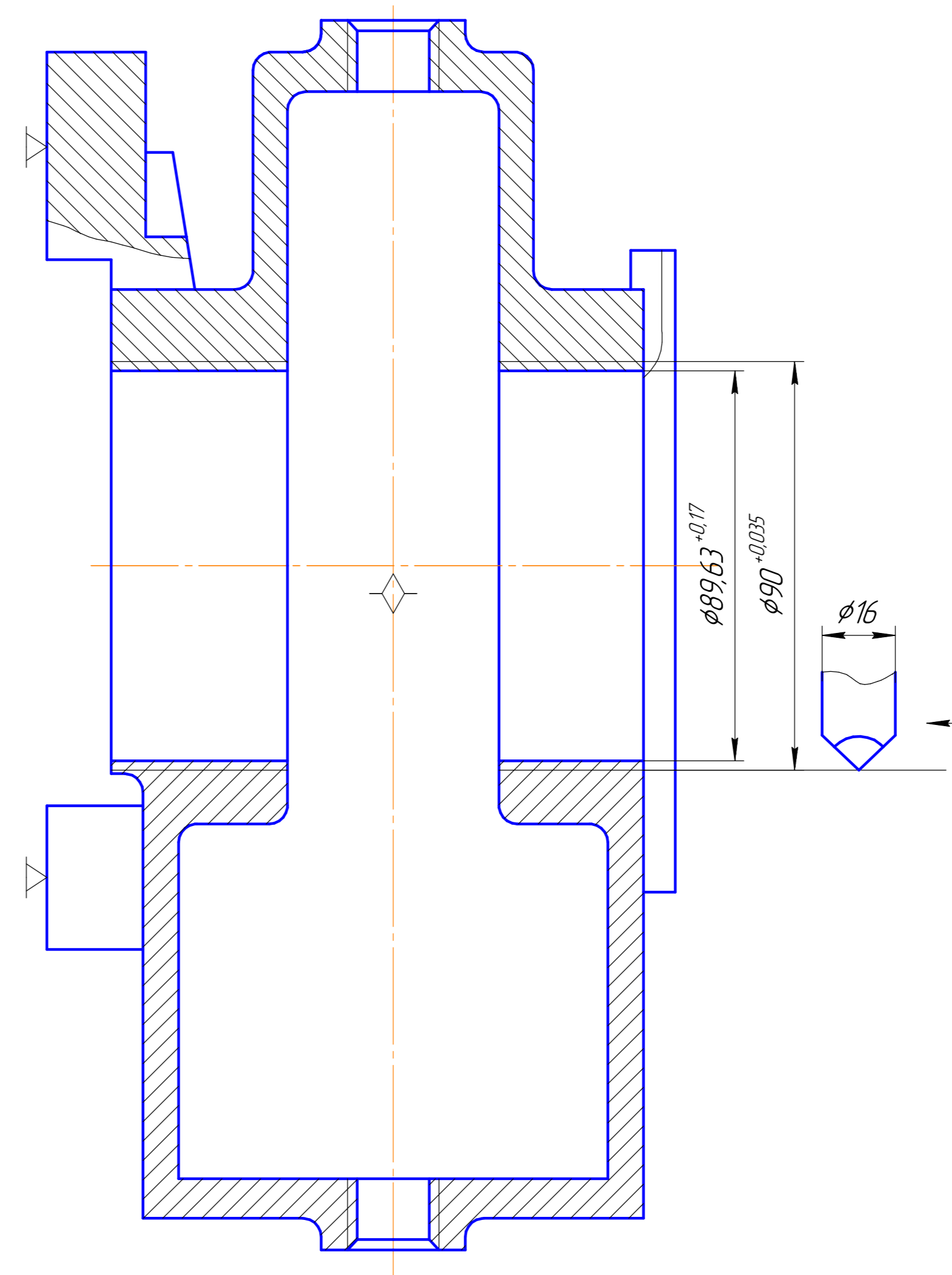


Теоретична діаграма точності обробки

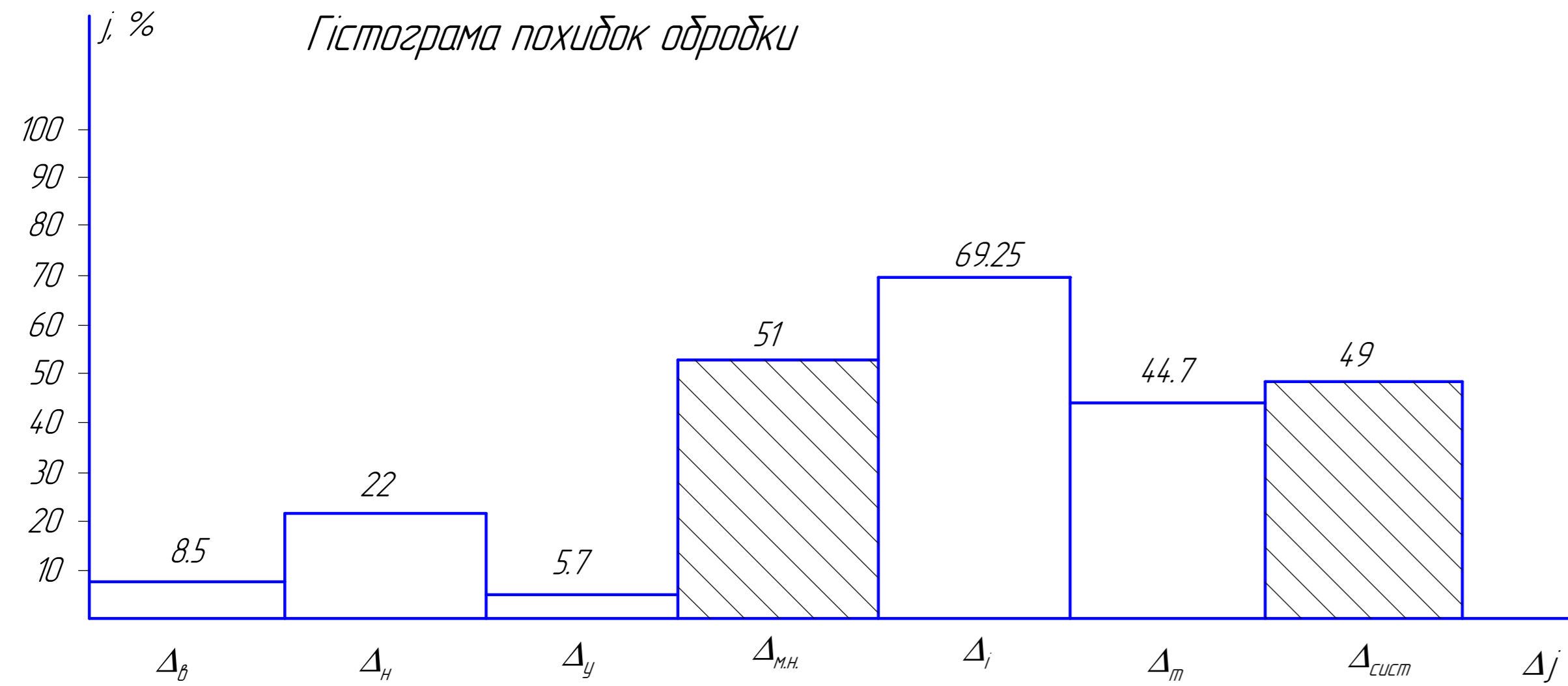


$R_{\phi}, R_c, R_{\delta}$ - відповідно радіус обробки (закриваюча ланка), статичного та динамічного настроювання
 y - постійна складова похибки від деформації системи ВПД під дією сил різання
 Δ_{δ} - похибка форми від геометричної неточності (в радіальному напрямі)
 Δ_y - похибка під дією сили різання; Δ_n - похибка налагодження і Δ_i - похибка розмірного зсрацювання; Δ_m - похибка від теплової деформації

Ескіз обробки

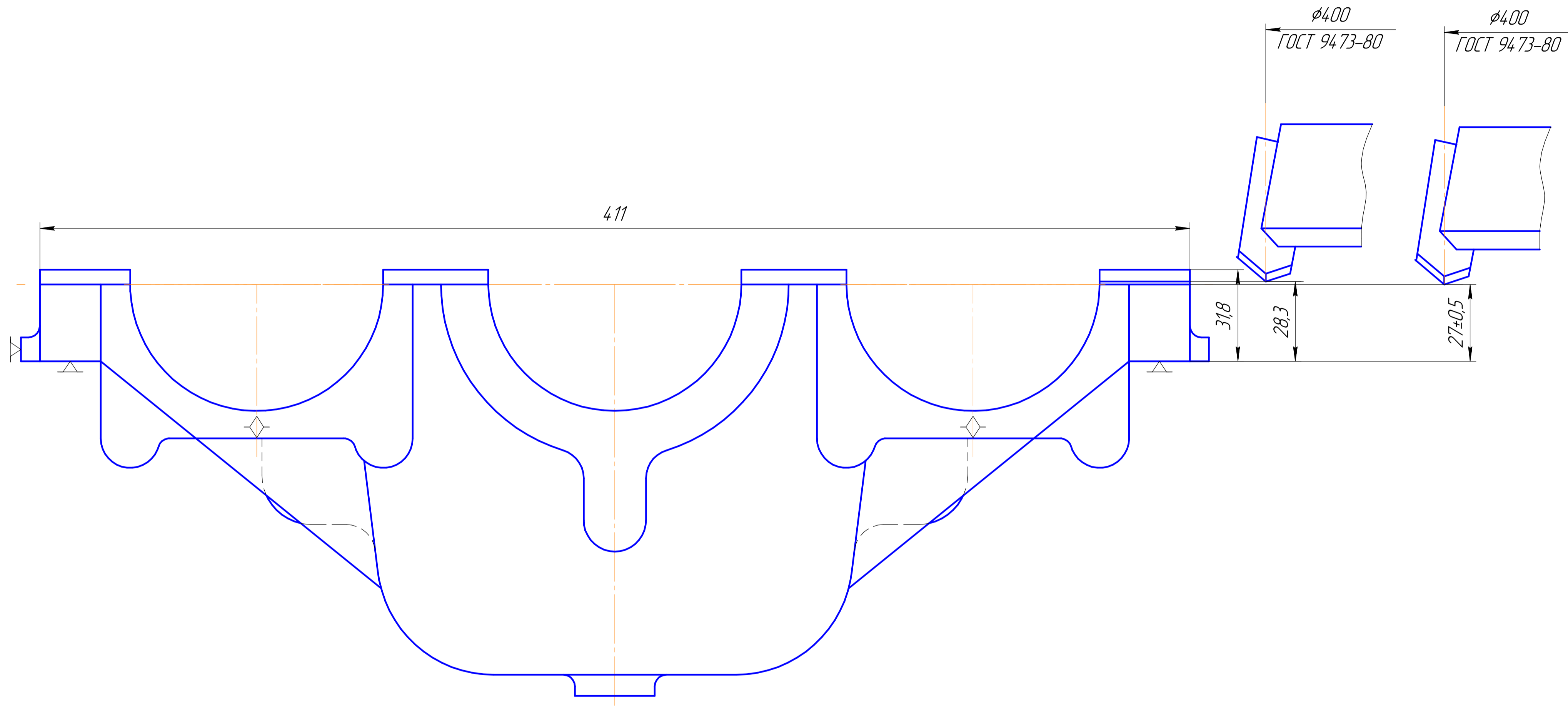


Гістограма похибок обробки



MP.ГМК-126.01.00.000 СХ				Лист	Маса	Масштаб
Взм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Графічний аналіз точності	Н	
Разроб.	Гузаревич				Лист	Листов
Проб.	Одасі			ГМКМ-20-1		
Т.контр.	Одасі					
Н.контр.	Одасі					
Утв.	Ланчук					

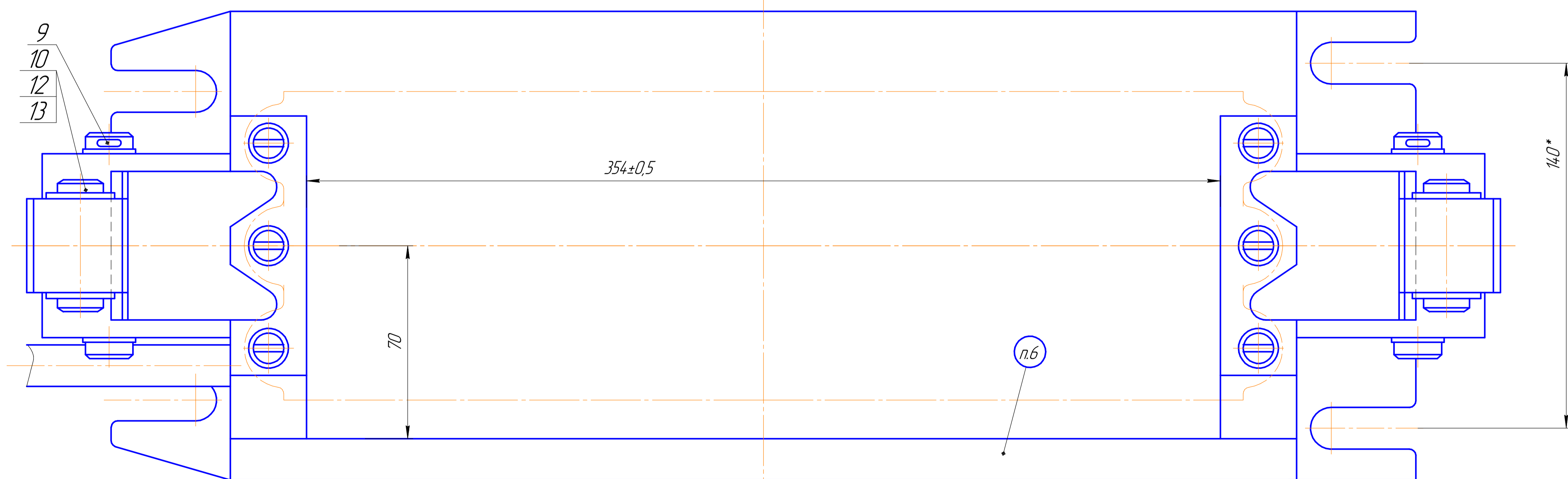
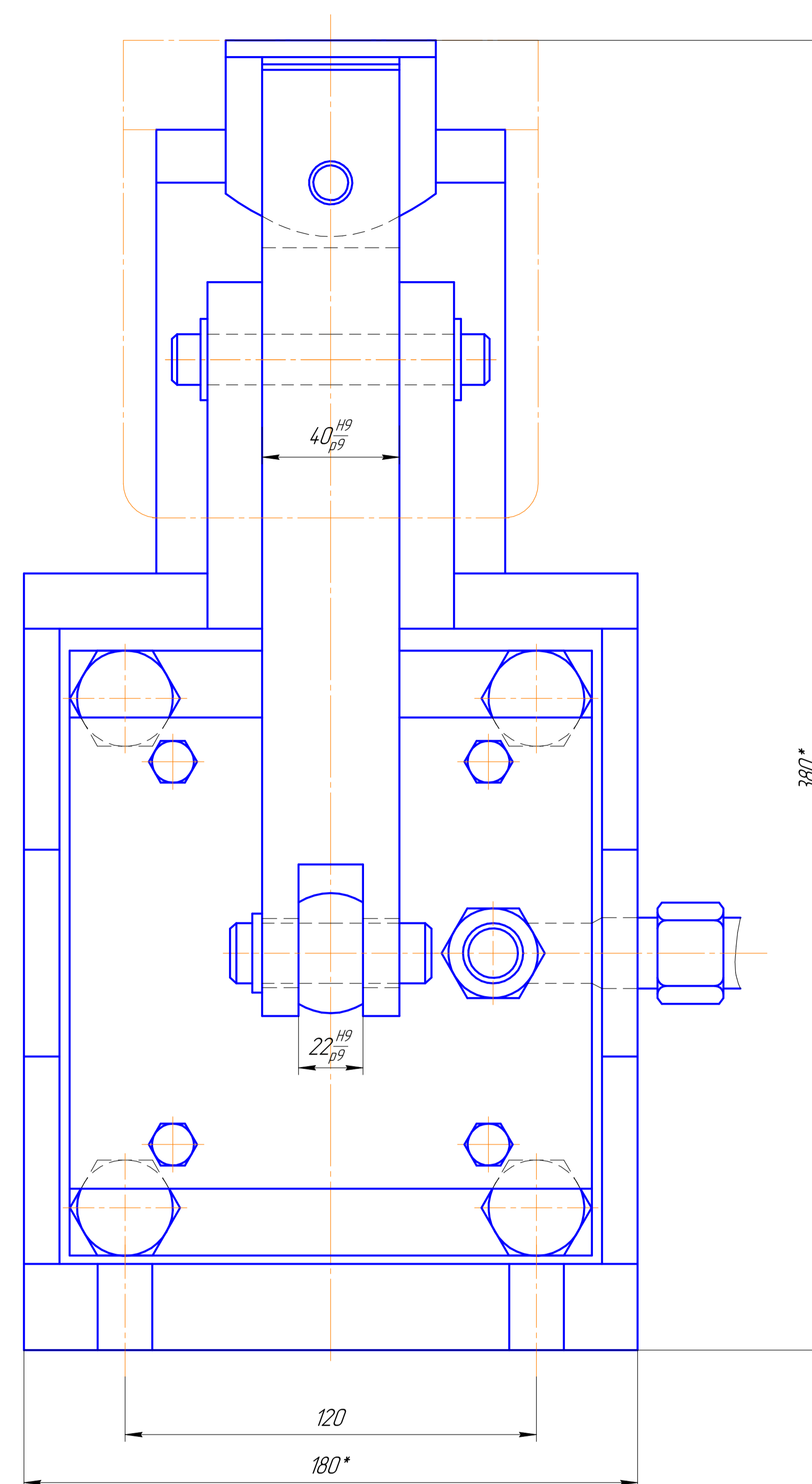
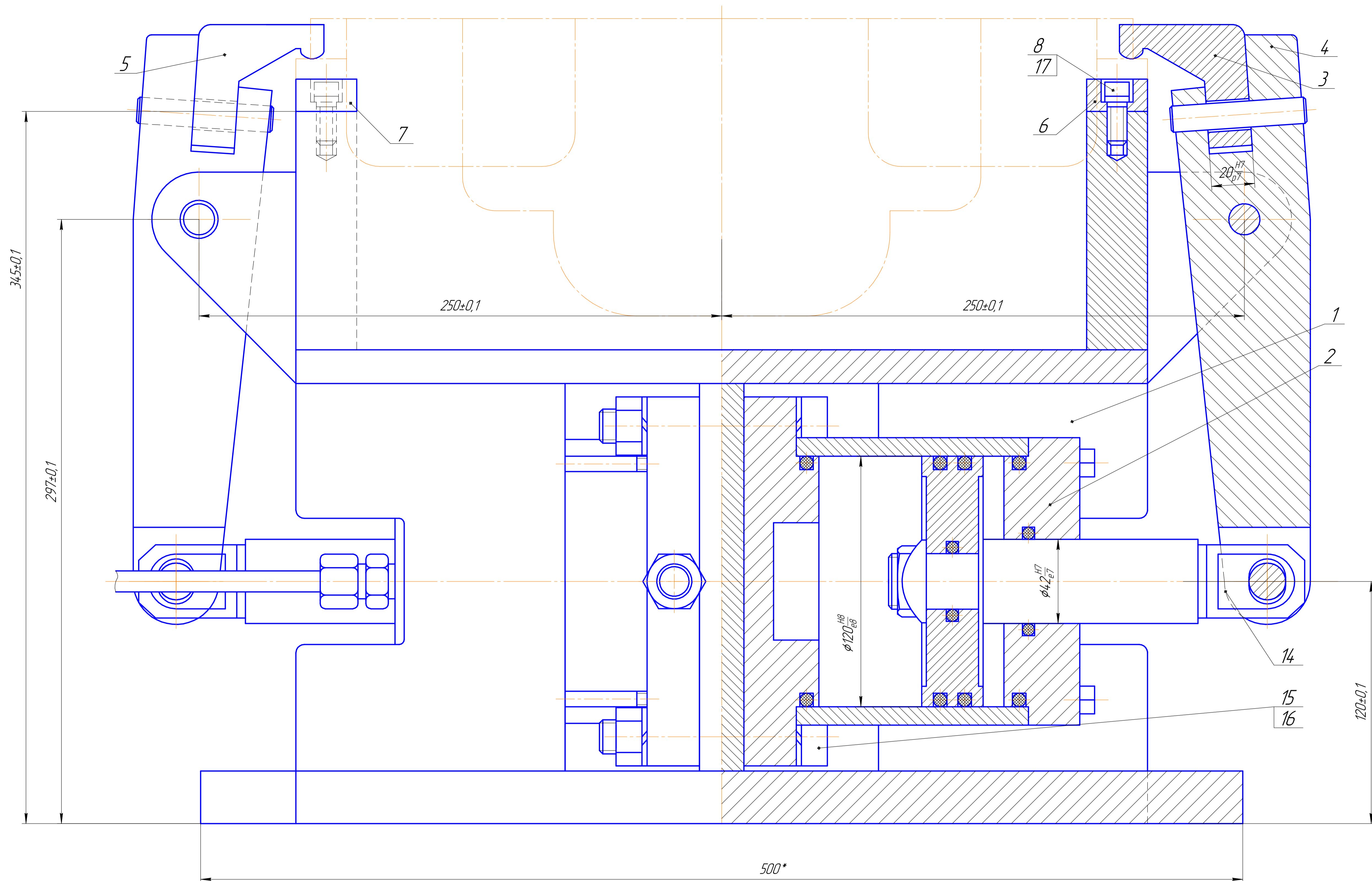
Лист № 1
 Дата
 Підп. і дата
 Взам. інв. №
 Інв. № дубл.
 Стор. №
 Перв. примір.



Перв. примен.
Справ. №

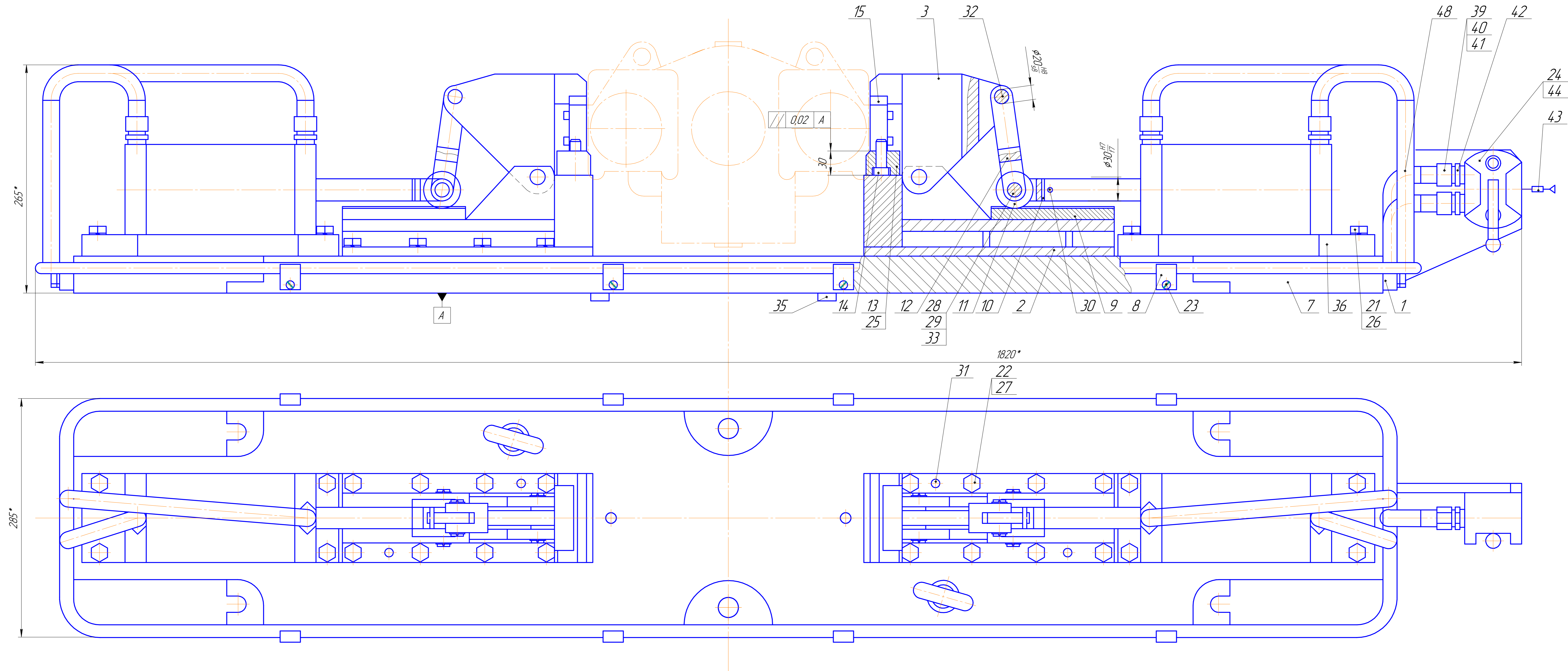
Подп. и дата
Инв. № дробл.
Инв. № дробл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

002	Фрезерувати пов. начисто в розмір 27±0,5	0,8	160	200,96	125
001	Фрезерувати пов. начорно в розмір 28,3	3,5	125	157	125
025	Карусельно-фрезерна				
№ операції	№ переходу	Зміст переходу			
		Назва операції			
		t	n	V	S
MP.ПМК-126.02.00.000 СХ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.
Разраб.		Гузаревич			Масса
Проб.		Одасіу			Масштаб
Т.контр.		Одасіу			Н
					Лист
					Листов
					1
					ПМКМ-20-1
					Копировал
					Формат А2



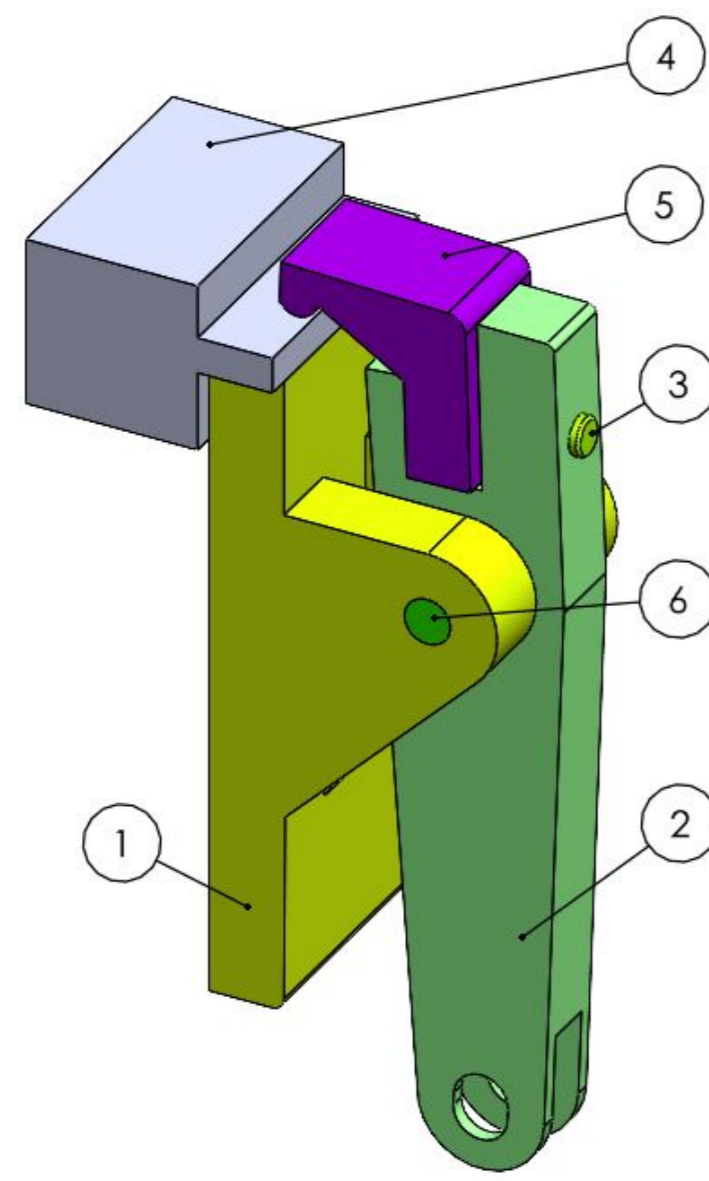
1. * Розміри для довідки
2. Невказані граничні відхилення розмірів Н14, н14, $\pm \frac{IT14}{2}$.
3. Рухомі частини вузлів пристрою повинні пересуватися без заїдань.
4. Частини деталей, які труться змастити консистентним мастилом.
5. Неробочі поверхні фарбувати в зелений колір емаллю ХВ113 ГОСТ 18371-73.
6. Тиск в пневмосистемі - 0,4 МПа.
7. Сумарне зусилля прихватів 20497,92 Н.
8. Маркування:

				MP.ПМК-126.03.00.000 СК		
Ім'я	Дата	№ докум.	Лист	Маса	Масштаб	
Розроб.	11.04.2014	125	11			
Проб.						
Інженер						
Машинист						
Збр.						
				Пристрій фрезерний		
				Лист 125 з 11		
				Лист 125 з 11		
				ПМКМ-20-1		
				Формат А0		



- 1 *Размір для довідок
- 2 Невказані граничні відхилення розмірів: Н14, н14, ±^{IT14}/₂.
- 3 Неробочі поверхні фрезувати в зелений колір емалю ХВ113 ГОСТ 18371-73.
- 4 Маркувати
- 5 Тиск в пневмосистемі 0,4 МПа
- 6. Сумарне зусилля прихватів 66656,6Н.

				MP.ПМК-126.04.00.000 СК		
				Пристрій для поздовжнього фрезерування		
Лист	№ докум.	Лист	Лист	Лист	Масса	Масштаб
1				Н		1:1
Разр.	Дизайн			Лист		Листов
Проект.	Відосл.					1
Констр.	Відосл.					
Нормат.	Відосл.					
Змін.	Ланцюк					



1 - шпилька; 2 - притискач; 3 - призма; 4 - шток поршня; 5 - деталь
Рисунок 1 - Тривимірна модель притискача

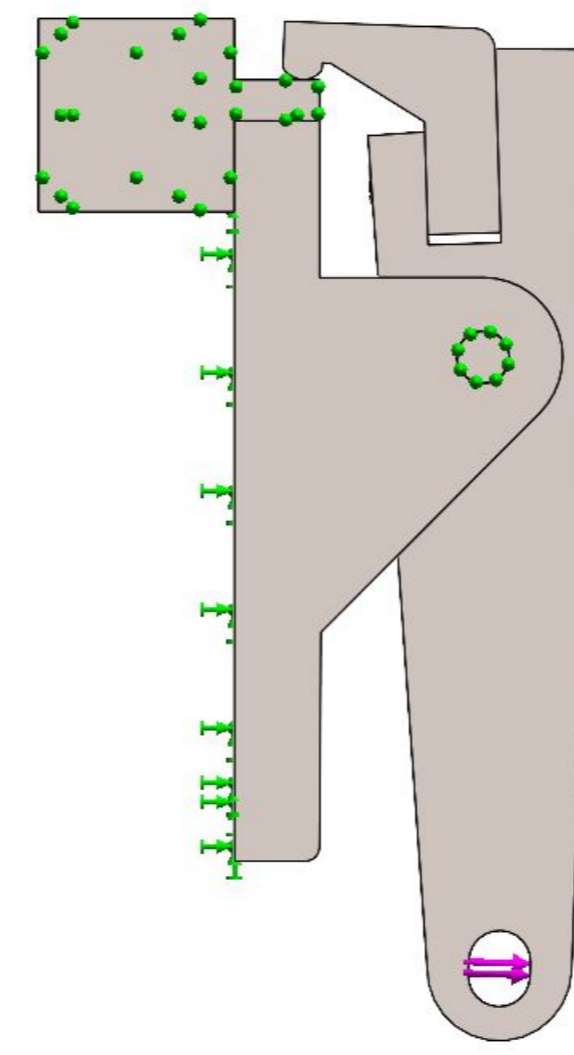


Рисунок 2 - Розрахункова схема

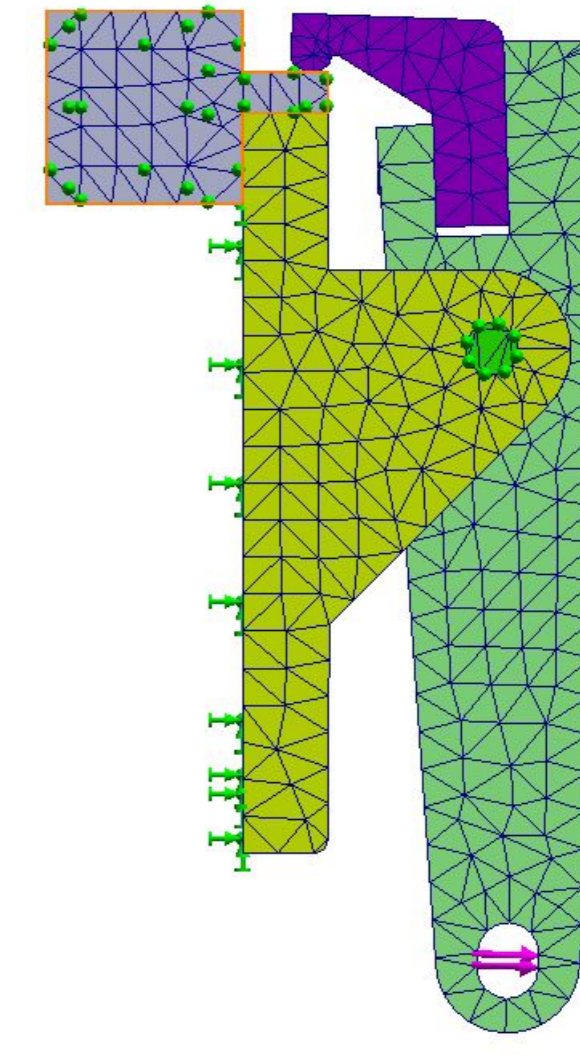


Рисунок 3 - Сітка кінцевих елементів

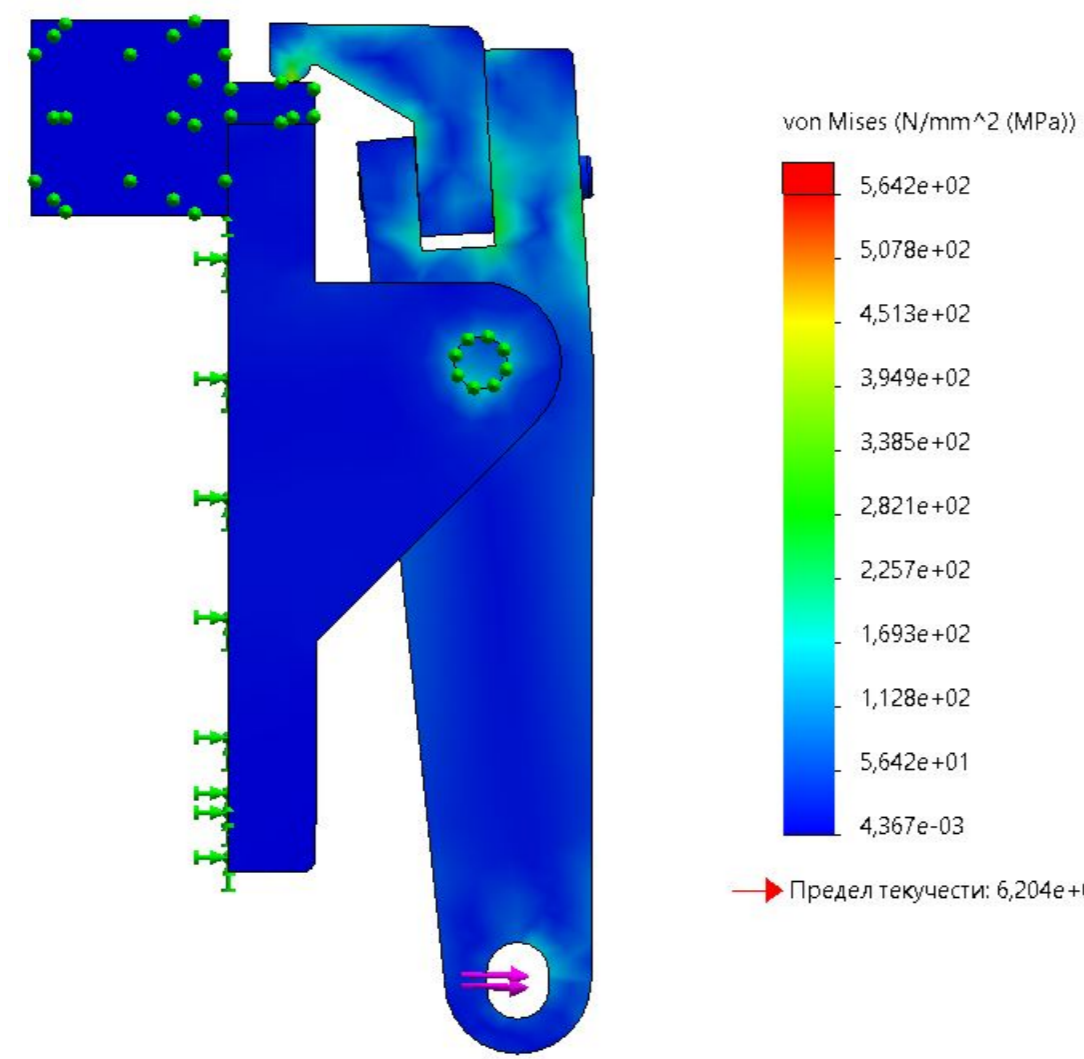


Рисунок 4 - Розподіл еквівалентних напружень

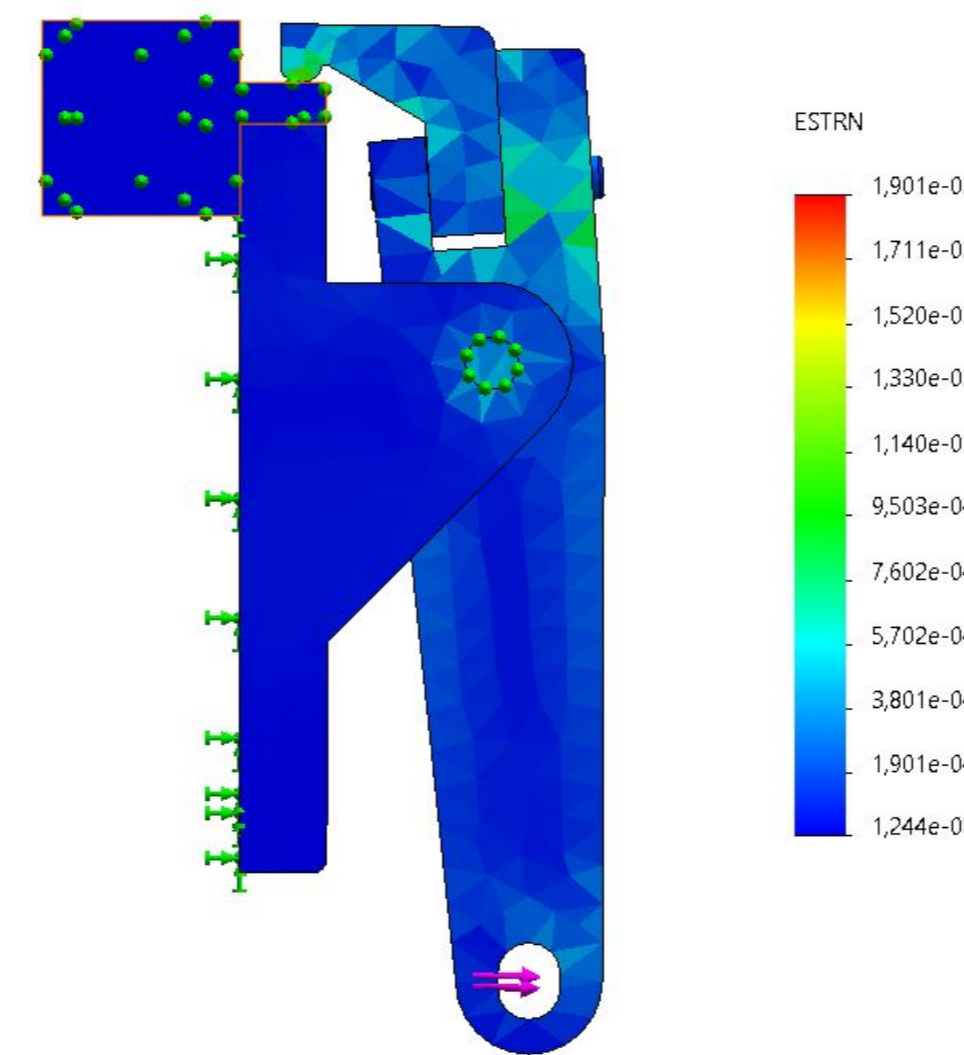


Рисунок 5 - Деформація

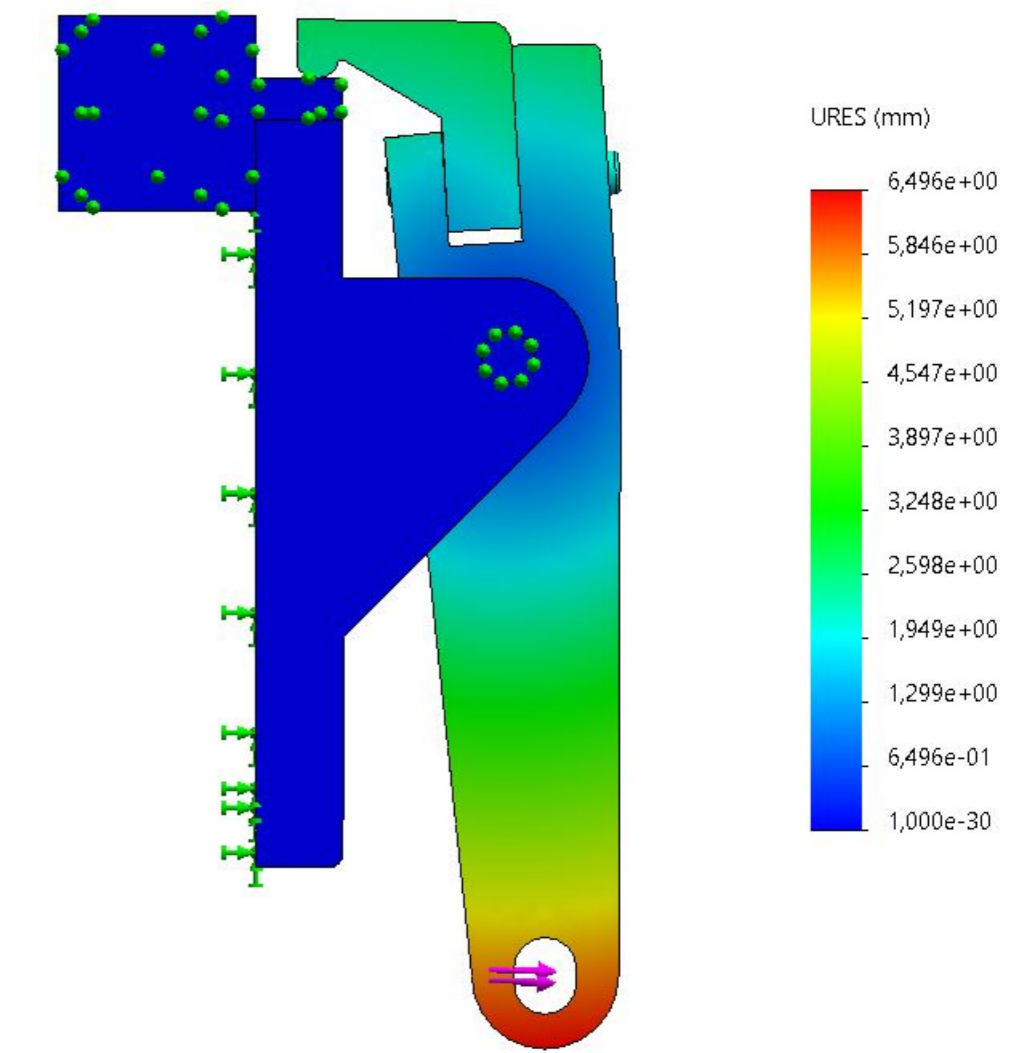
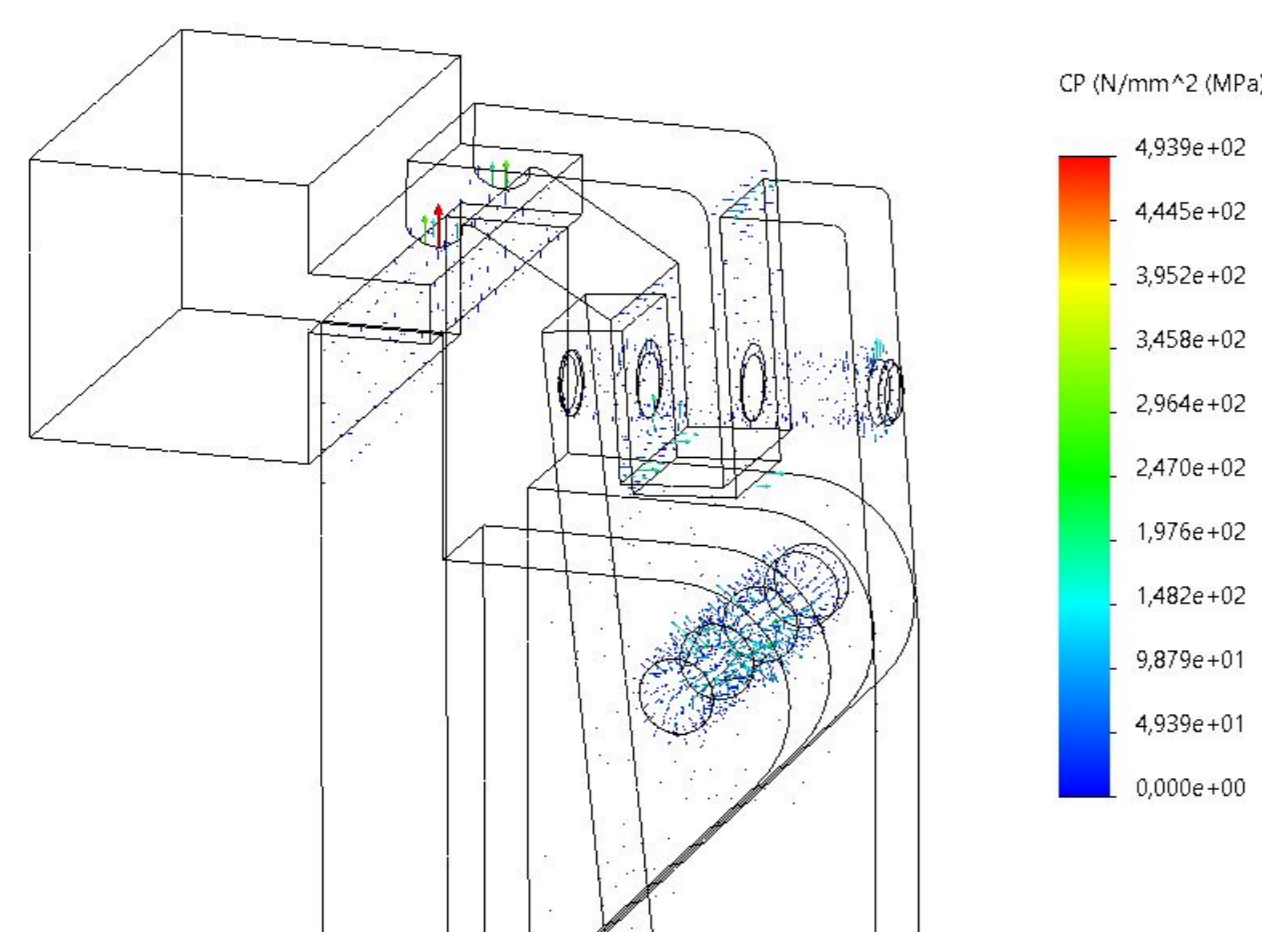
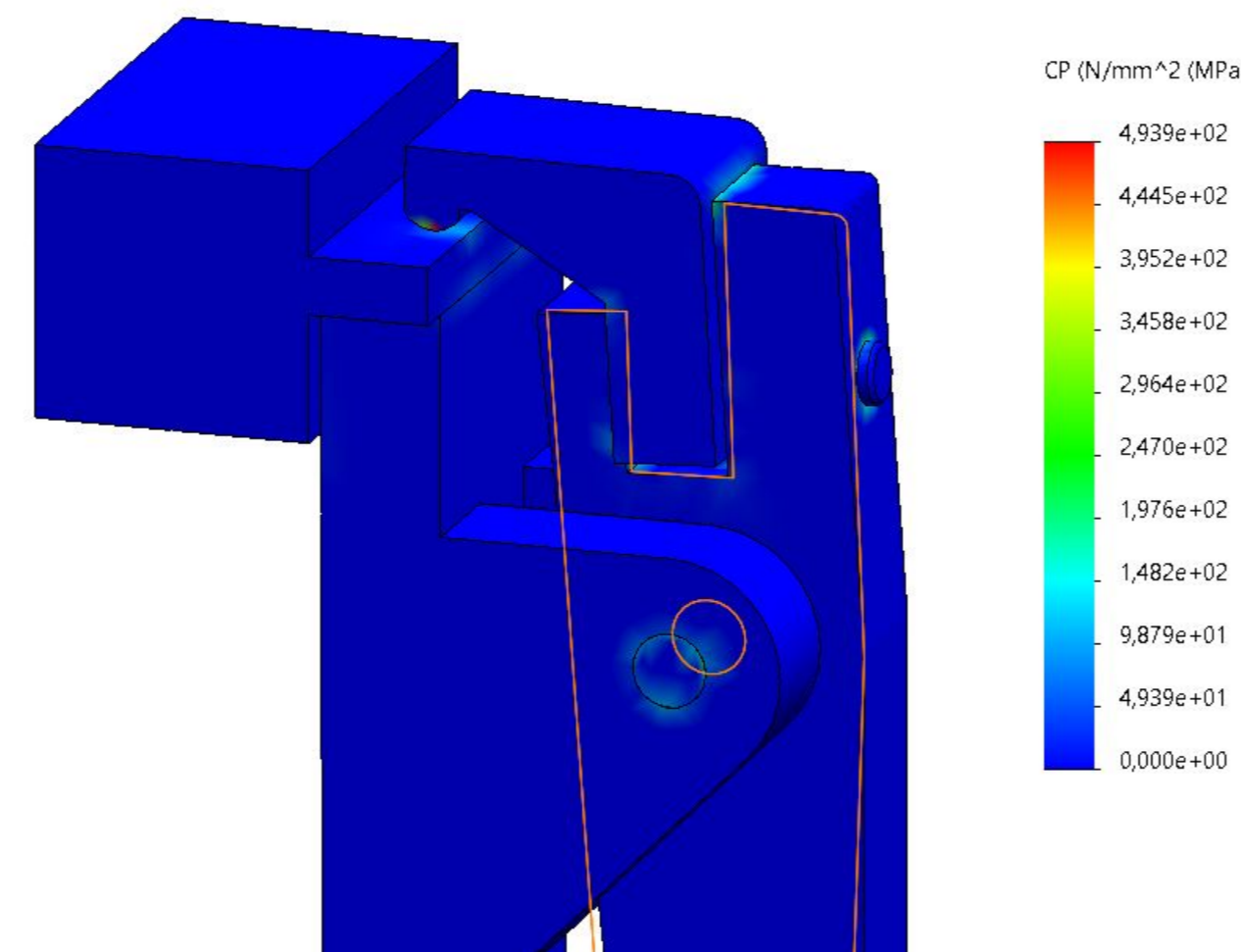


Рисунок 6 - Розподіл переміщень



а)



б)

Рисунок 7 - Розподіл контактної тиску

				MP.ГМК-126.05.00.000 СХ		
Ізм. Лист	№ док.	Подп.	Дата	Імітаційне дослідження		
Розроб.	Гузаревич			Лист	Маса	Масштаб
Проб.	Одасі			Н		
Т.контр.	Одасі			Лист	Листів	1
Н.контр.	Одасі			ГМКМ-20-1		
Утв.	Ланчук					

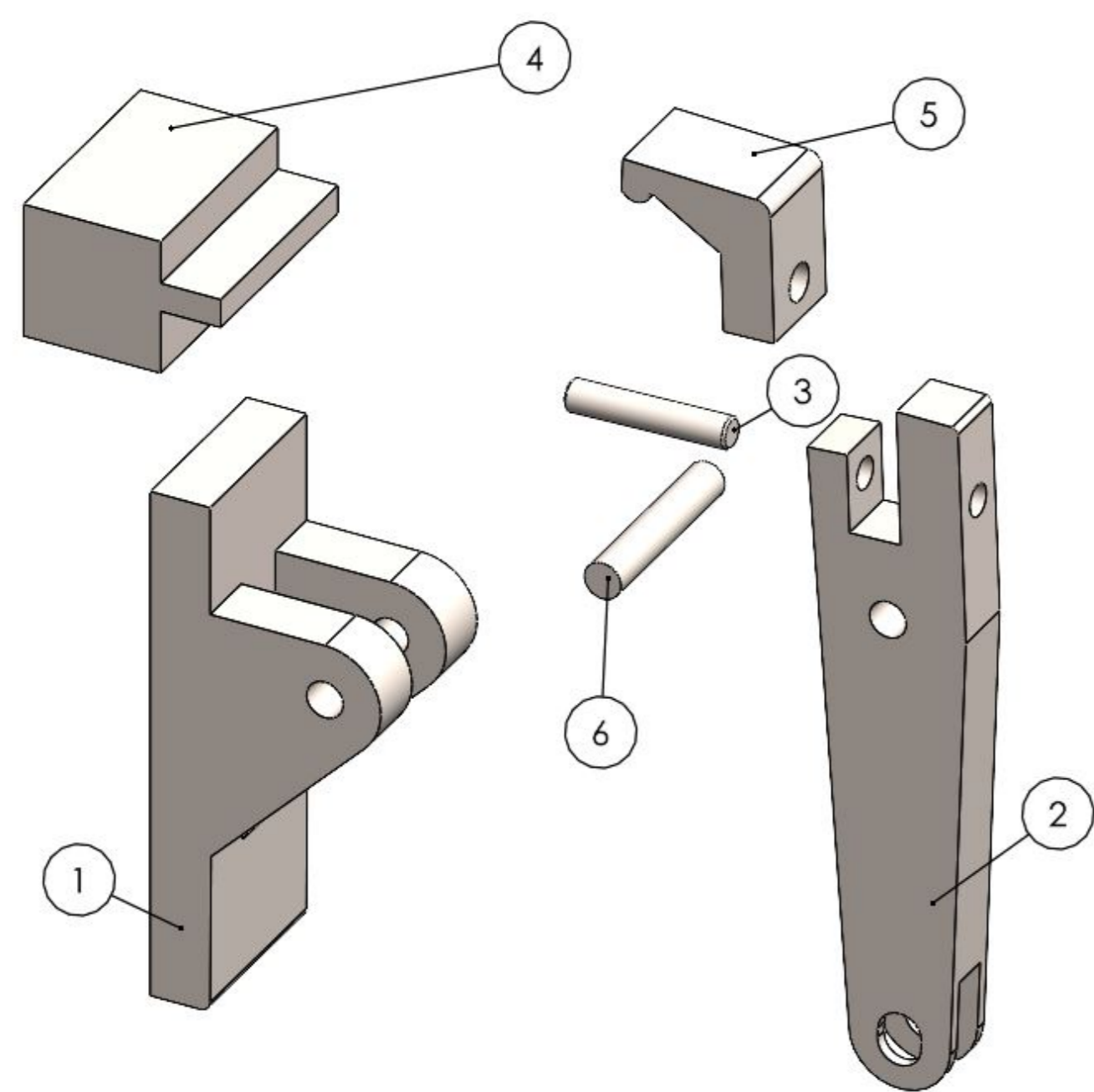


Рисунок 1 - Деталі притискного пристрою

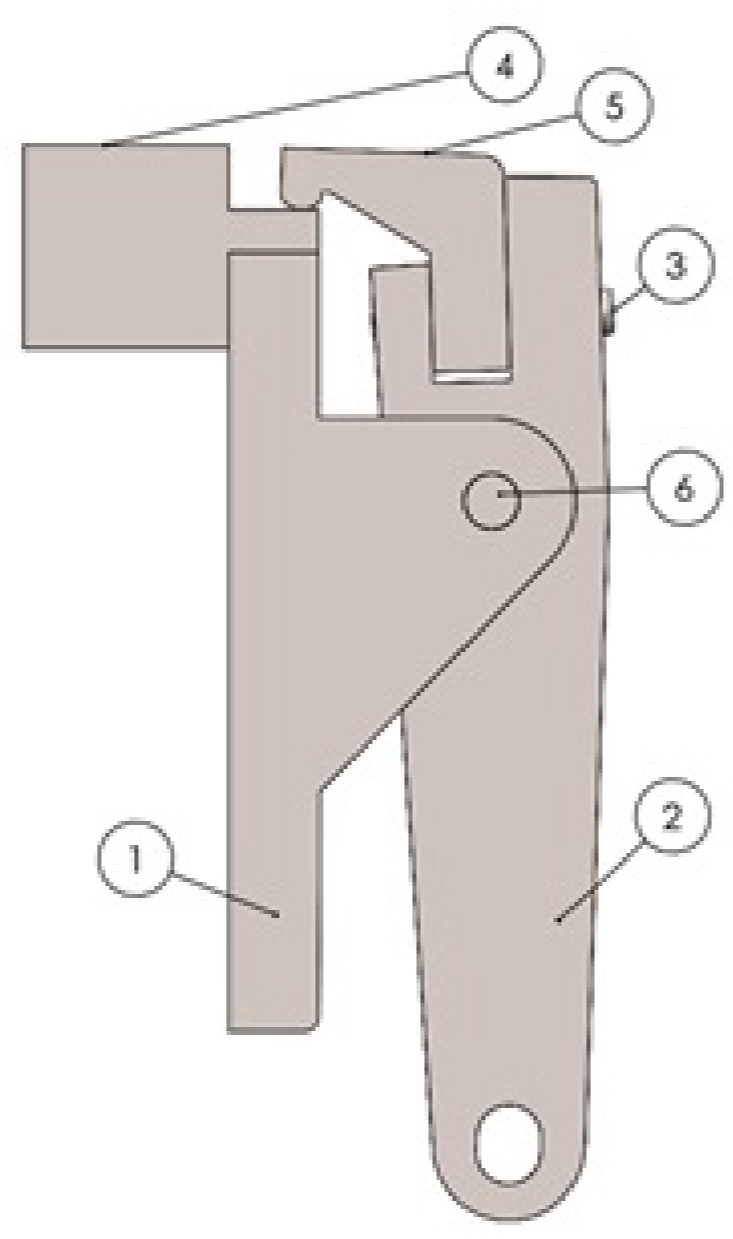


Рисунок 2 - Зібраний пристрій

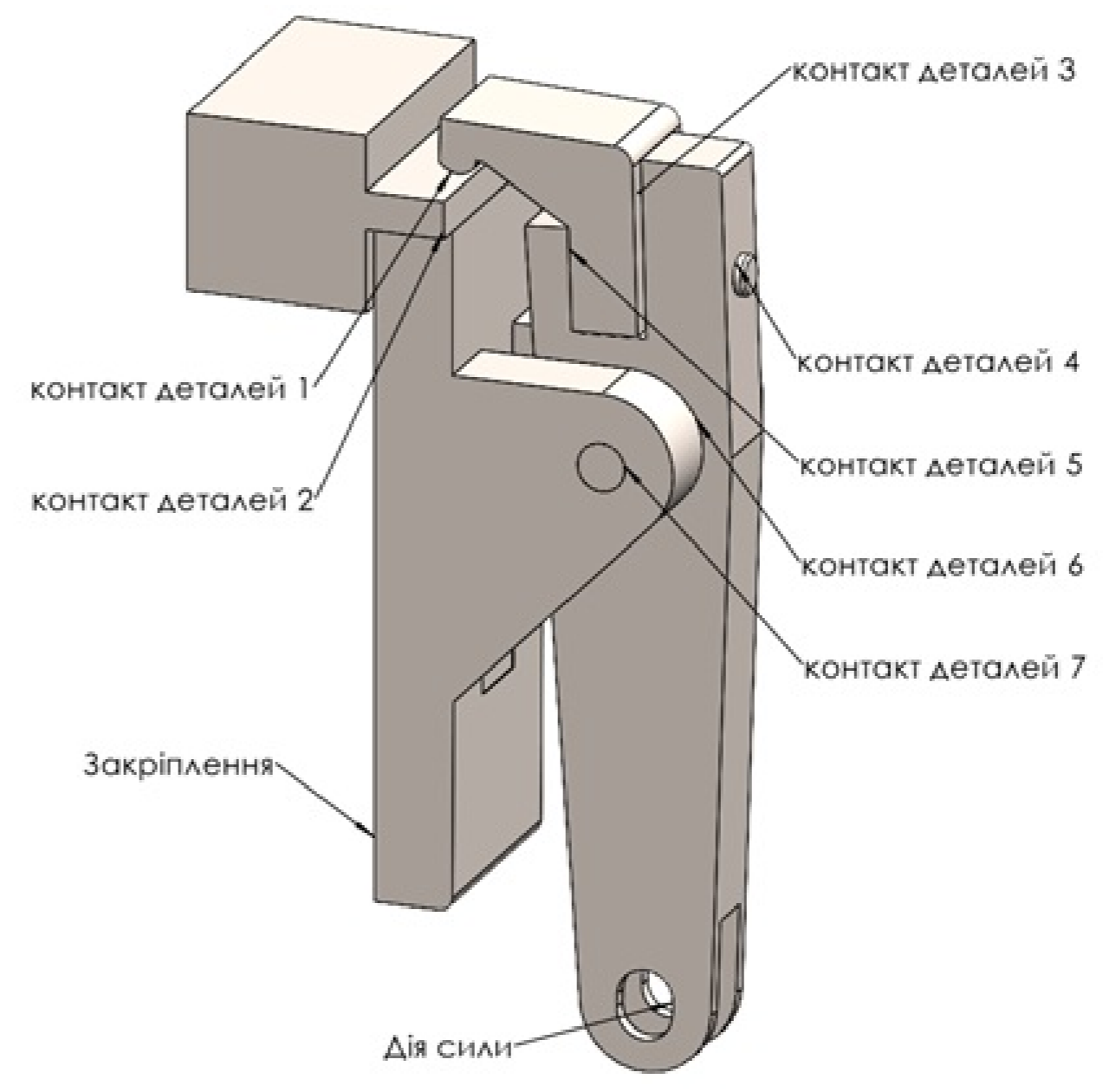


Рисунок 3 - Розрахункова схема

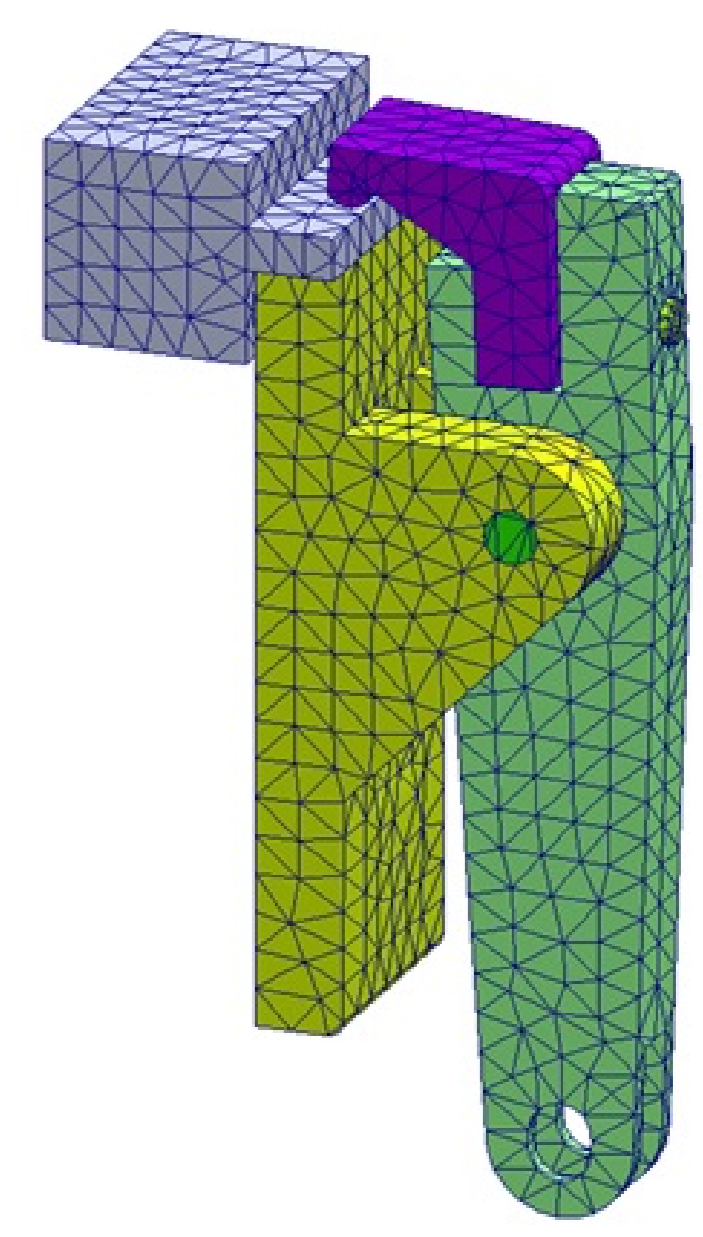


Рисунок 4 - Сітка кінцевих елементів

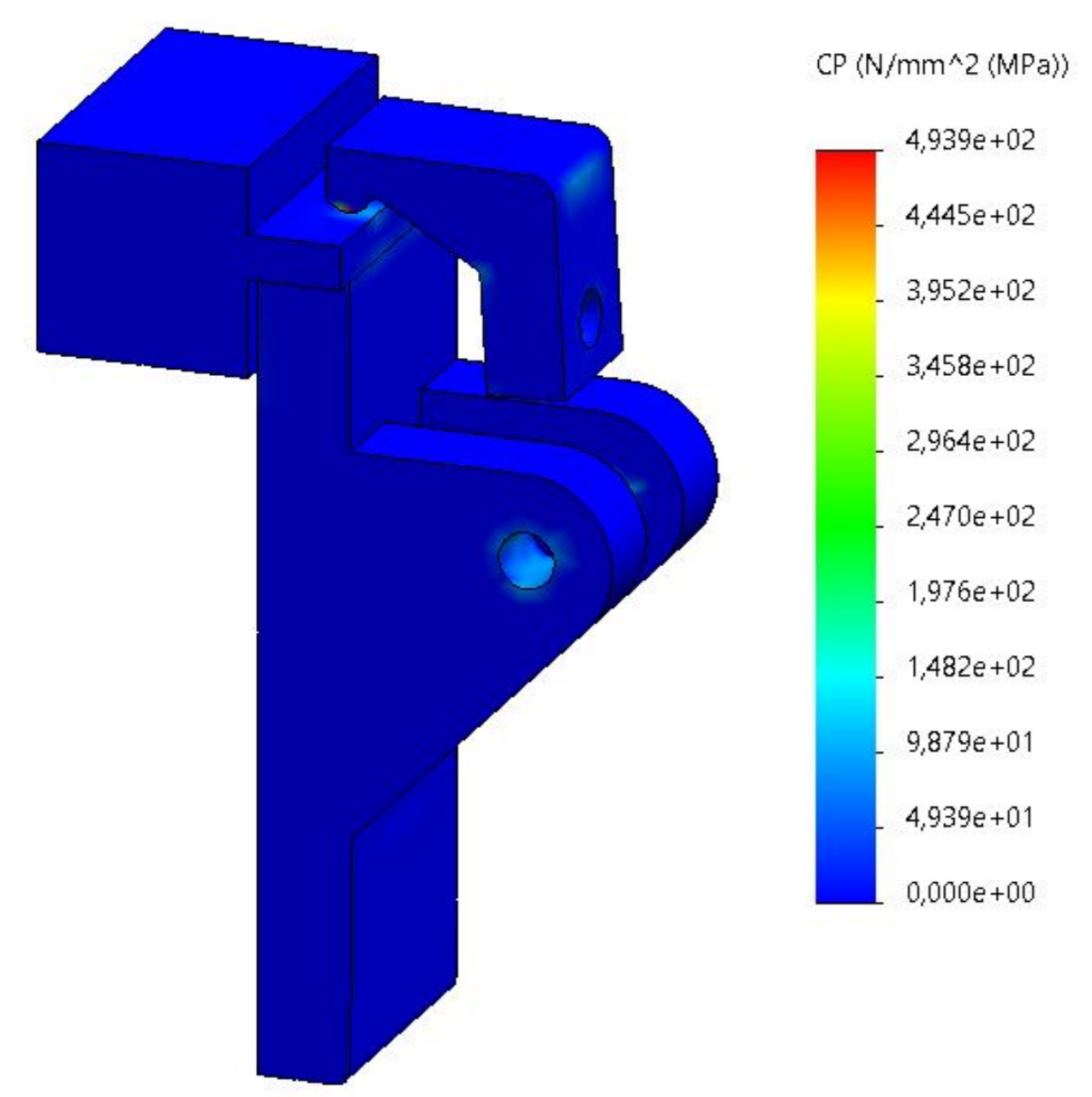


Рисунок 5 - Контактний тиск

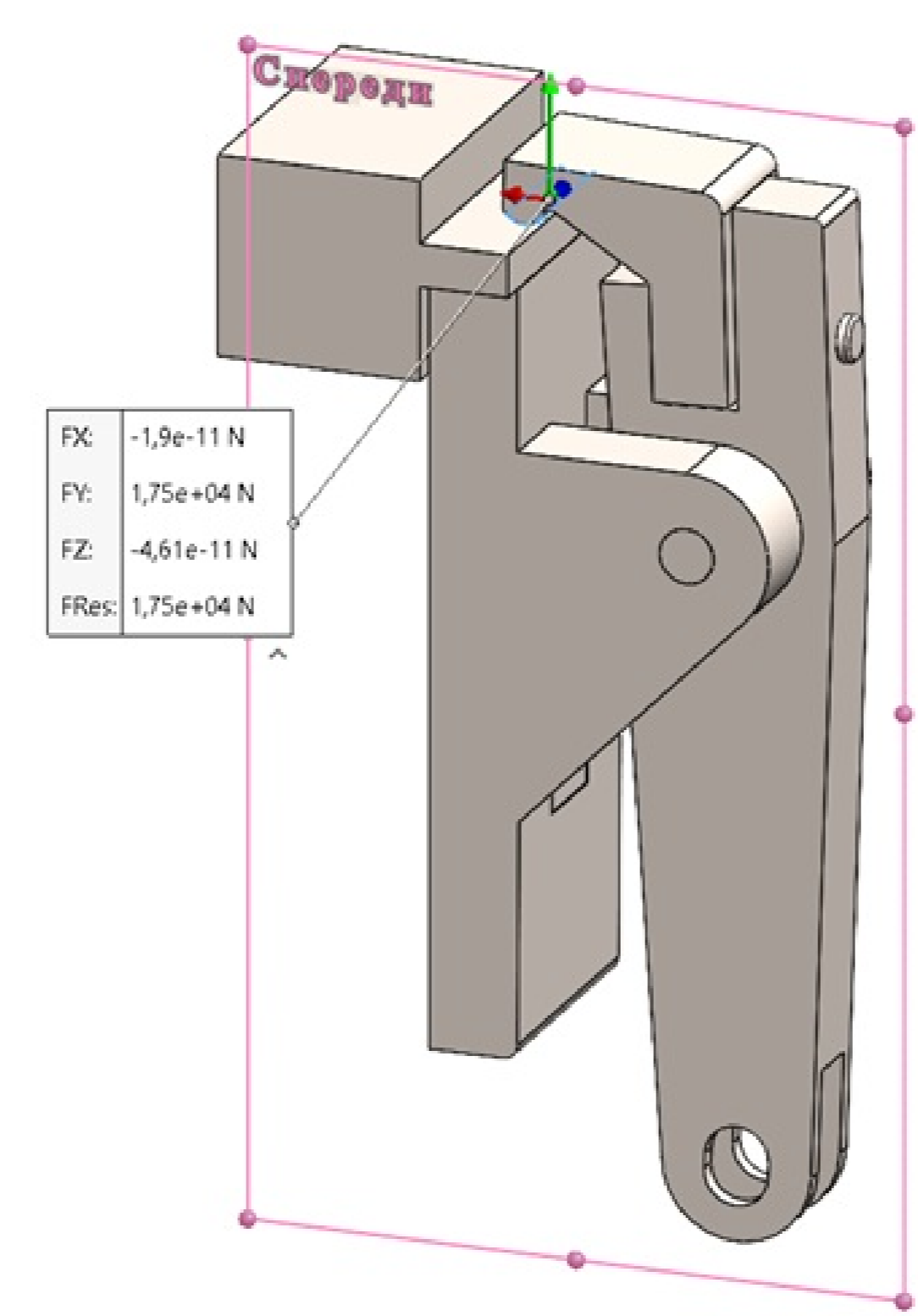
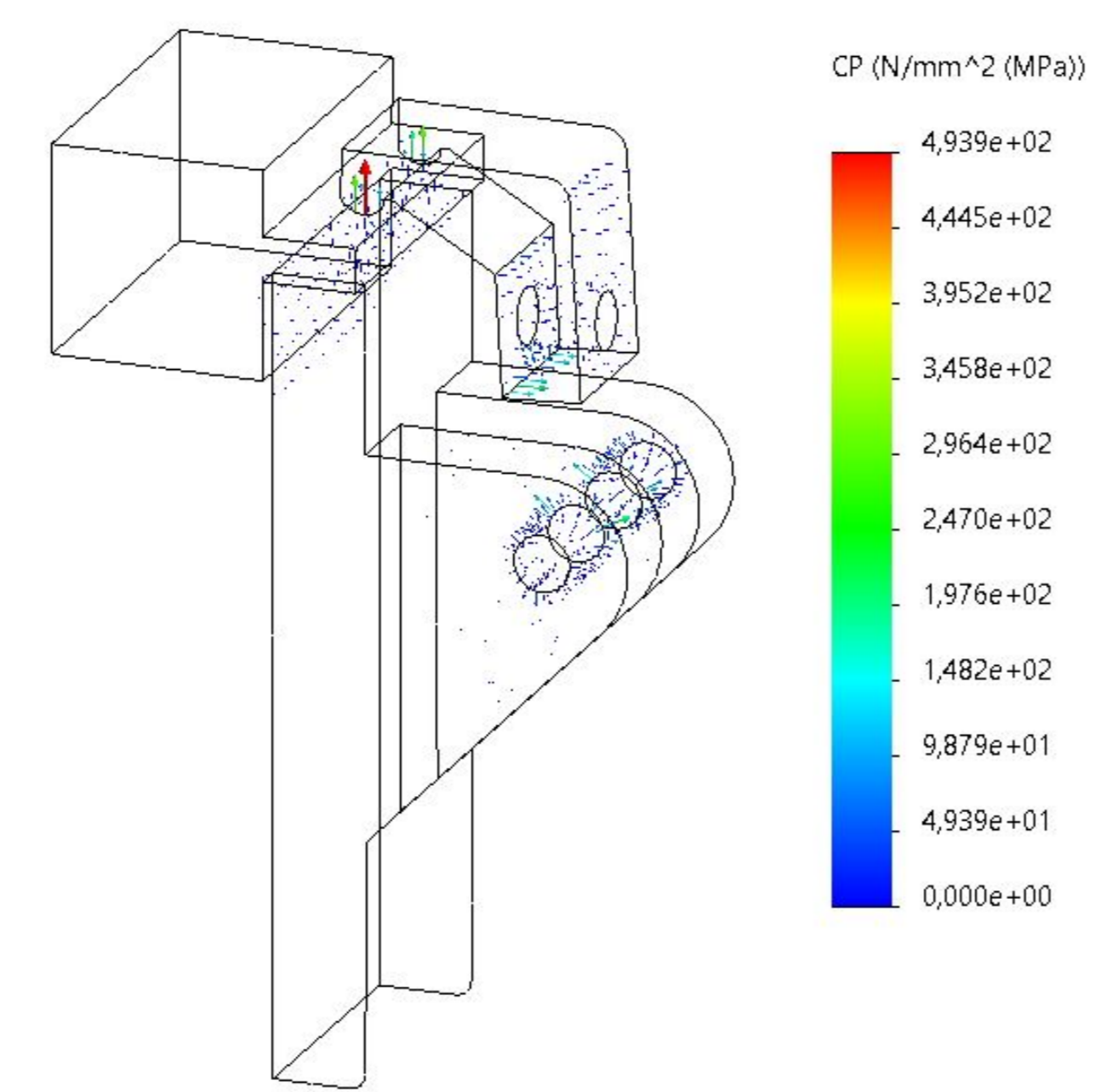


Рисунок 6 - Сила контакту між деталлю та прижимом

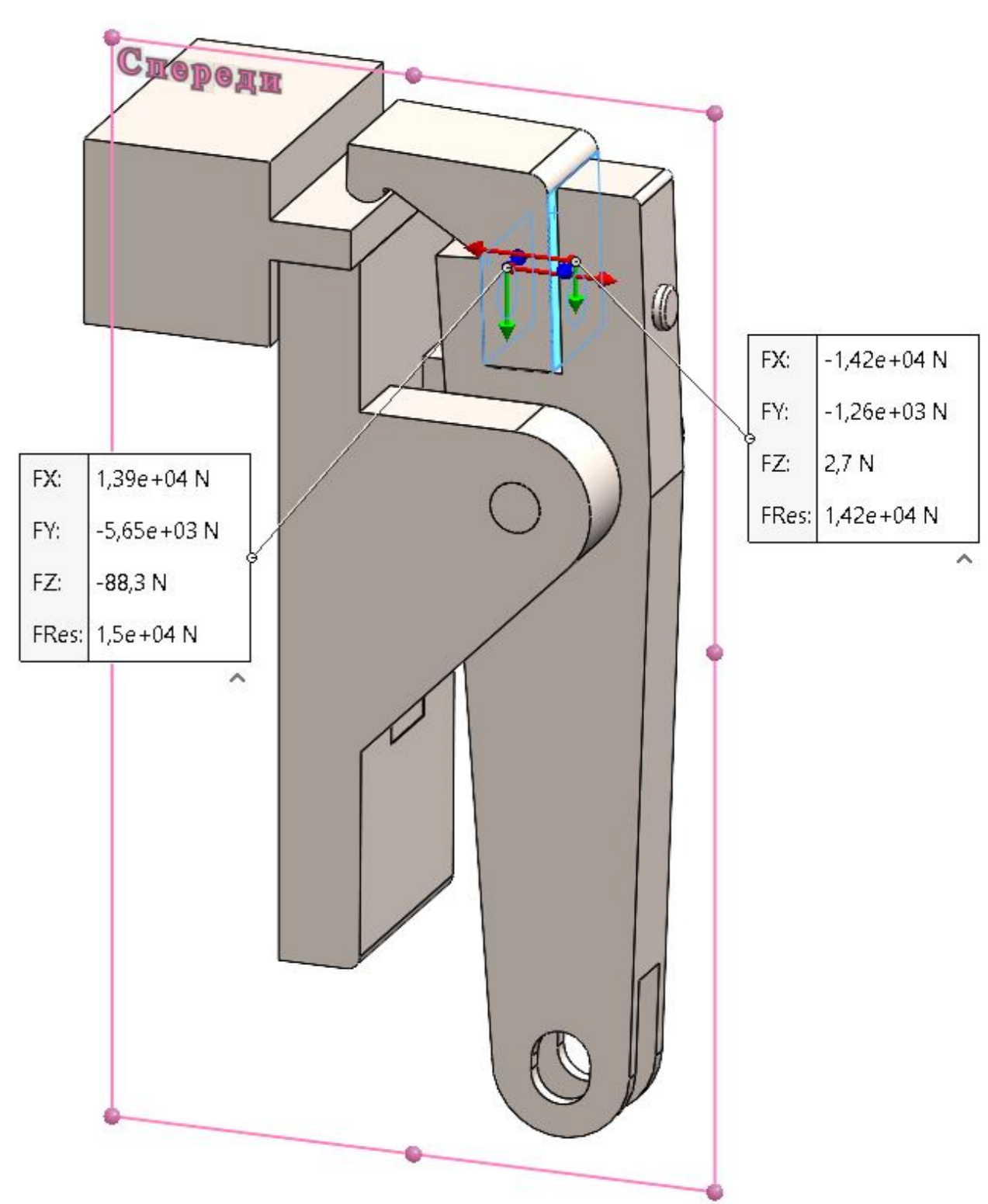
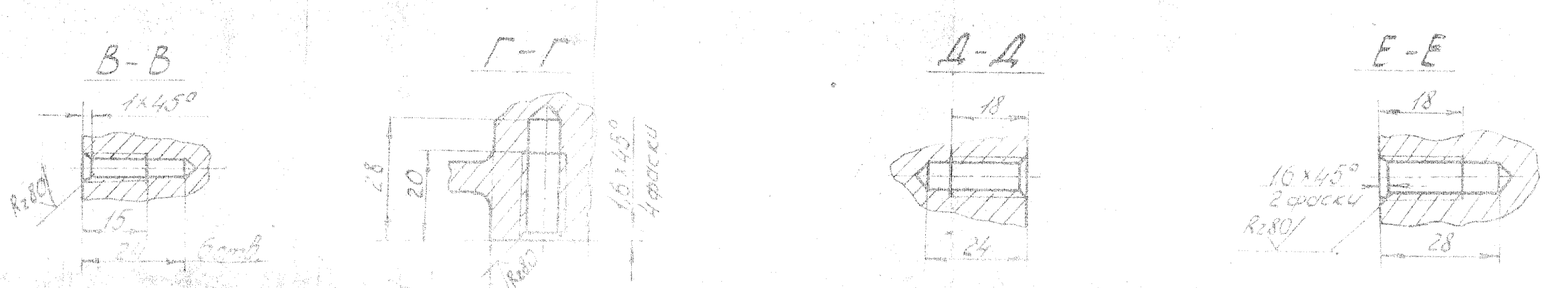
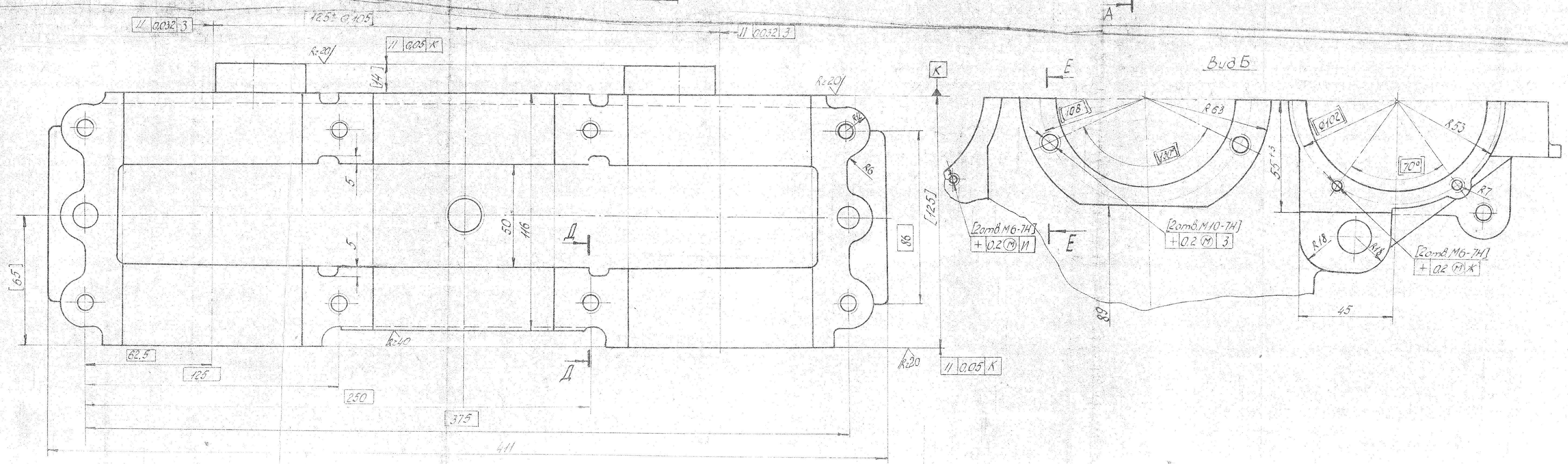
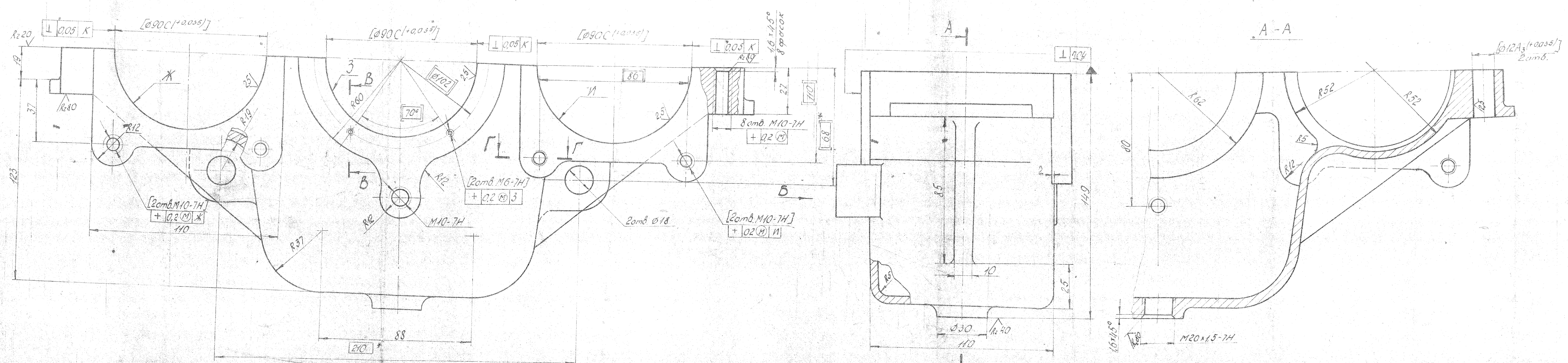


Рисунок 7 - Сила контакту між деталями притискного пристрою

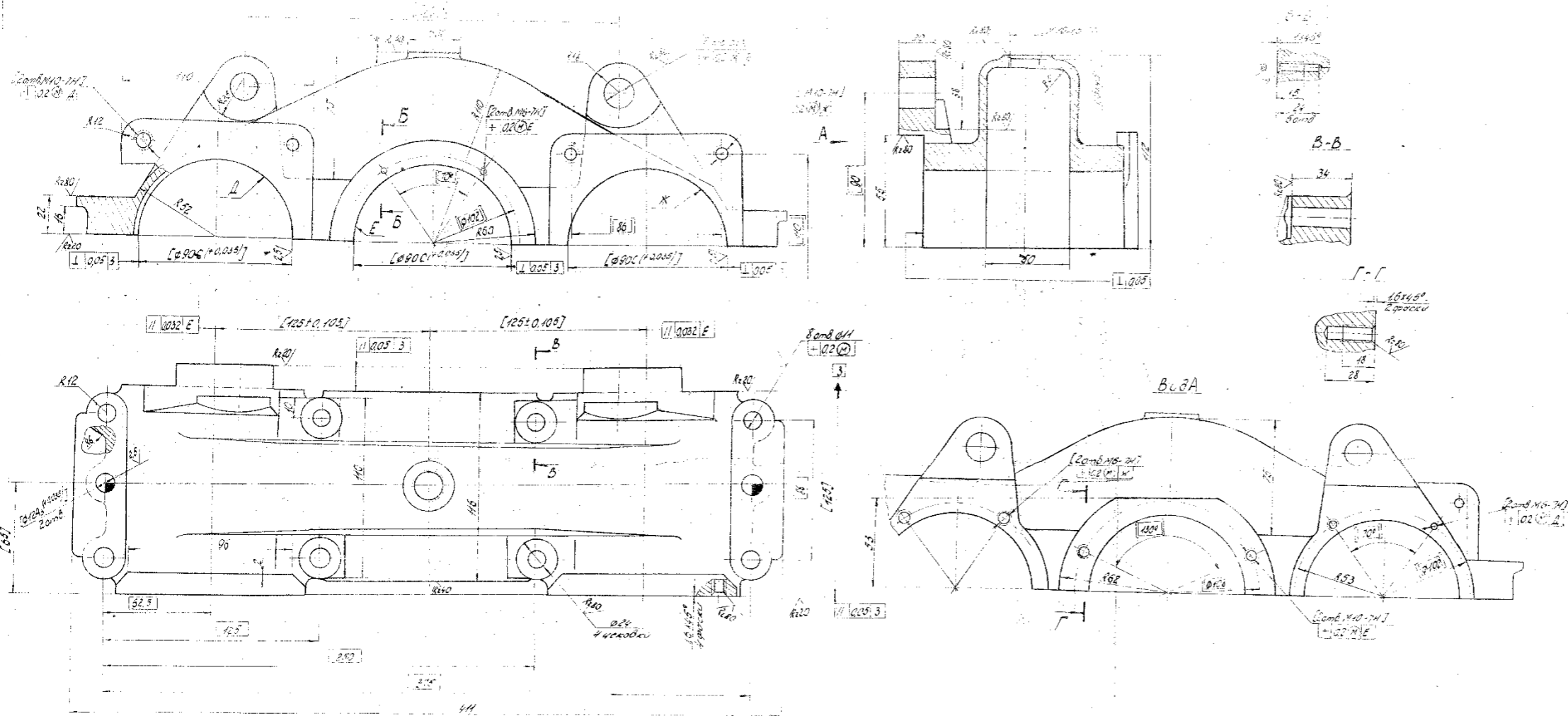
				MP.ПМК-126.06.00.000 СХ			
Изм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Имитационное дослідження роботи притискної ланки фрезерного пристрою	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Гузаревич				Н		
Пров.	Одасі				Лист	Листов	1
Т.контр.	Одасі				ПМКМ-20-1		
Исполн.	Одасі						
Утв.	Ланчук						
				Копирован			
				Формат А1			

Перв. примен.
Справ. №
Лист и дата
Взам. инв. №
Инв. № докум.
Лист и дата



- Отливка II класса точности ГОСТ 1855-53.
- На механически обработанных поверхностях литые дефекты, влияющие на герметичность редуктора, не допускаются.
- В местах отливок после механической обработки криво расположенные раковины не допускаются. Допускаются одиночные раковины, если их глубина не превышает 20% толщины стенки, а диаметр — не больше удвоенной глубины. Одиной толщой раковин не должно превышать 5% поверхности пораженного участка.
- Примечание: Криво расположенными считаются раковины, находящиеся врез от друга на расстоянии менее половины толщины стенки отливки.
- Трещины не допускаются.
- Размеры с нерасставленными отклонениями, относящиеся к механической обработке выверены по ОА 13-219-59.
- Неразъемные шлицевые соединения — по ГОСТ 1134-76.
- Литые углы по ГОСТ 3212-57.
- Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с дет. ПЗК 31.113 при этом несоблюдение контура не более 1 мм. Детали маркировать одним порядковым номером и применять совместно.
- После механической обработки корпус протравить, обезжирить, внутреннюю поверхность окрасить масляной краской.
- Литые дефекты не должны превышать норм, установленных. Общими техническими условиями на сельскохозяйственные машины (краны тракторов и комбайнов, насосы, аппараты и «арды» и т.д.) и т.д. на установку отливок, согласованных с заводом-поставщиком.
- Размер технологической выточки при необходимости.

ПЗК 31.112		Корпус редуктора	
5	8.9	5	8.9
04.18-16 ПЗК 112.70			



1. Сталь 45 после термической обработки 100Т 455-55
 2. Не механически обработанная поверхность не
 должна выжигаться. Выходит на геометрию
 после выжигания
 3. В местах отливок после механической обработки
 должна оставаться поверхность не дошлифованная
 4. Допускается отклонение радиусов от номинала
 не превышает 20% от номинала, если отклонение
 не влияет на работу изделия
 5. Общая шероховатость поверхности не должна превышать
 1,6 мкм Ra
 6. При механической обработке поверхностей
 радиусов, конусов, фасок от фаски до радиуса
 или конуса радиус должен быть не менее
 4. Радиусы не выжигаются
 7. Радиусы с шероховатостью поверхности не
 должны превышать 1,6 мкм Ra
 8. Механические работы 3-4 класс
 9. Поверхности после механической обработки
 должны быть обработаны в соответствии с
 требованиями чертежа
 10. После механической обработки радиусы
 должны быть обработаны в соответствии с
 требованиями чертежа
 11. Радиусы не выжигаются
 12. Радиусы не выжигаются
 13. Радиусы не выжигаются
 14. Радиусы не выжигаются
 15. Радиусы не выжигаются
 16. Радиусы не выжигаются
 17. Радиусы не выжигаются
 18. Радиусы не выжигаются
 19. Радиусы не выжигаются
 20. Радиусы не выжигаются
 21. Радиусы не выжигаются
 22. Радиусы не выжигаются
 23. Радиусы не выжигаются
 24. Радиусы не выжигаются
 25. Радиусы не выжигаются
 26. Радиусы не выжигаются
 27. Радиусы не выжигаются
 28. Радиусы не выжигаются
 29. Радиусы не выжигаются
 30. Радиусы не выжигаются
 31. Радиусы не выжигаются
 32. Радиусы не выжигаются
 33. Радиусы не выжигаются
 34. Радиусы не выжигаются
 35. Радиусы не выжигаются
 36. Радиусы не выжигаются
 37. Радиусы не выжигаются
 38. Радиусы не выжигаются
 39. Радиусы не выжигаются
 40. Радиусы не выжигаются
 41. Радиусы не выжигаются
 42. Радиусы не выжигаются
 43. Радиусы не выжигаются
 44. Радиусы не выжигаются
 45. Радиусы не выжигаются
 46. Радиусы не выжигаются
 47. Радиусы не выжигаются
 48. Радиусы не выжигаются
 49. Радиусы не выжигаются
 50. Радиусы не выжигаются
 51. Радиусы не выжигаются
 52. Радиусы не выжигаются
 53. Радиусы не выжигаются
 54. Радиусы не выжигаются
 55. Радиусы не выжигаются
 56. Радиусы не выжигаются
 57. Радиусы не выжигаются
 58. Радиусы не выжигаются
 59. Радиусы не выжигаются
 60. Радиусы не выжигаются
 61. Радиусы не выжигаются
 62. Радиусы не выжигаются
 63. Радиусы не выжигаются
 64. Радиусы не выжигаются
 65. Радиусы не выжигаются
 66. Радиусы не выжигаются
 67. Радиусы не выжигаются
 68. Радиусы не выжигаются
 69. Радиусы не выжигаются
 70. Радиусы не выжигаются
 71. Радиусы не выжигаются
 72. Радиусы не выжигаются
 73. Радиусы не выжигаются
 74. Радиусы не выжигаются
 75. Радиусы не выжигаются
 76. Радиусы не выжигаются
 77. Радиусы не выжигаются
 78. Радиусы не выжигаются
 79. Радиусы не выжигаются
 80. Радиусы не выжигаются
 81. Радиусы не выжигаются
 82. Радиусы не выжигаются
 83. Радиусы не выжигаются
 84. Радиусы не выжигаются
 85. Радиусы не выжигаются
 86. Радиусы не выжигаются
 87. Радиусы не выжигаются
 88. Радиусы не выжигаются
 89. Радиусы не выжигаются
 90. Радиусы не выжигаются
 91. Радиусы не выжигаются
 92. Радиусы не выжигаются
 93. Радиусы не выжигаются
 94. Радиусы не выжигаются
 95. Радиусы не выжигаются
 96. Радиусы не выжигаются
 97. Радиусы не выжигаются
 98. Радиусы не выжигаются
 99. Радиусы не выжигаются
 100. Радиусы не выжигаются