

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

УДК 621

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Технологічний процес виготовлення деталі «Шатун КВ 9532Ф1-23-303»
(назва роботи)
для умов середньосерійного типу виробництва

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

131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

С.М.Баланик

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Шуляр Ірина Орестівна, к.т.н., доц.
(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

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної магістерської роботи на тему: “Технологічний процес виготовлення деталі “Шатун КВ 9532Ф1-23-303” для умов середньосерійного типу виробництва”.

Розрахунково-пояснювальна записка 90 сторінок і містить: 32 рисунки, 12 таблиць, 21 посилання на літературу та додатки на 13 сторінках.

Графічна частина: 7 аркушах формату А1.

Об’єкт дослідження – процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “Шатун КВ 9532Ф1-23-303”.

Мета роботи – розробити, на базі існуючого заводського технологічного процесу механічної обробки шатуна КВ 9532Ф1-23-303 покращений проектний, який дозволить здешевити його виготовлення, а отже і собівартість, при цьому залишивши якість та точність вказану на кресленні деталі, а також розробити конструкції верстатного та контрольного пристроїв, їх складальні креслення, підтвердивши працездатність верстатного розрахунками з допомогою програмного продукту SolidWorks що дозволить оптимізувати конструкцію притискних ланок даного пристрою.

Згідно поставленої задачі в роботі проведений аналіз конструкції, призначення і функцій деталі у вузлі, аналіз заводського способу отримання заготовки та маршруту механічної обробки. По результатах аналізу та прислухавшись рекомендацій технічних літературних джерел, розроблено проектний технологічний маршрут механічної обробки шатуна, вибрано оптимальний спосіб отримання заготовки, пораховано припуски, режими різання та норми часу. Для закріплення деталі на горизонтально-розточній операції (025) розроблено конструкцію спеціального верстатного пристрою з гідроприводом, працездатність котрого підтвердили розрахунки проведенні в 2-му та 3-му розділах пояснювальної записки.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

Ключові слова: *деталь, заготовка, операція, технологічний процес, обладнання, пристрій, інструмент, режими різання, сила різання.*

Студент: Баланик С.М.

SUMMARY

qualifying master's thesis on the topic: "Technological process of manufacturing the part "Connecting rod KB 9532Φ1-23-303" for conditions of medium series production". The calculation and explanatory note is 90 pages and contains: 32 figures, 12 tables, 21 references to the literature and appendices on 13 pages.

Graphic part: 7 sheets of A1 format.

The object of research is the process of mechanical processing.

The subject of the study is the part "Connecting rod KB 9532Φ1-23-303".

The purpose of the work is to develop, on the basis of the existing factory technological process of mechanical processing of the connecting rod KB 9532Φ1-23-303, an improved design that will allow to reduce its production, and therefore the cost, while maintaining the quality and accuracy indicated on the drawing of the part, as well as to develop the design of the machine tool and control devices, their assembly drawings, confirming the operability of the machine by calculations using the SolidWorks software product, which will allow optimizing the design of the pressure links of this device.

According to the task, the analysis of the design, purpose and functions of the part in the node, the analysis of the factory method of obtaining the workpiece and the route of mechanical processing was carried out in the work. Based on the results of the analysis and after listening to the recommendations of technical literary sources, a project technological route of mechanical processing of the connecting rod was developed, the optimal method of obtaining the workpiece was selected, allowances, cutting modes and time standards were calculated. To fix the part on the horizontal boring operation (025), a design of a special machine tool with a hydraulic drive was developed, the efficiency of which was confirmed by the calculations carried out in the 2nd and 3rd sections of the explanatory note.

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

Key words: *part, workpiece, operation, technological process, equipment, device, tool, cutting modes, cutting force.*

Student: Balanyk S.M.

ЗМІСТ

Вступ

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення і конструкції деталі

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії

1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології

1.4.1 Техніко - економічне обґрунтування вибору заготовки

1.4.2 Опис та аналіз базового технологічного процесу

1.4.3 Розробка маршруту механічної обробки, вибір змісту і формування послідовності обробки

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку отвору і визначення технологічних розмірів

1.5.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів

1.5.3 Аналіз точності обробки

1.5.4 Технічне нормування

2 Конструкторська частина

2.1 Пристрій для розточування

2.1.1 Опис призначення і роботи пристрою

2.1.2 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції

2.1.3 Розрахунок точності базування

2.1.4 Розрахунок на міцність

2.1.5 Розрахунок коефіцієнта уніфікації

2.2 Контрольний пристрій

2.2.1 Опис конструкції, призначення і роботи пристрою

2.2.2 Розрахунок на точність

2.2.3 Розрахунок коефіцієнта уніфікації

3 Імітаційне моделювання роботи розточного пристрою

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Баланик С.М			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Шуляк І.О.					1	
Реценз.								
Н. Контр.		Шуляк І.О.						
Затверд.		Панчук В.Г.						
						ІФНТУНГ ПМКм-22-1		

ВСТУП

Технологія машинобудування, як наукова дисципліна виникла на початку ХХ століття, з початком інтенсивного росту промисловості та необхідністю висококваліфікованих спеціалістів-технологів. Розвиток машинобудування в значній степені визначає розвиток всього народного господарства держави. Важливою умовою прискорення науково-технічного прогресу є ріст продуктивності праці та підвищення ефективності суспільного виробництва.

Велике значення має розвиток машинобудування в теперішній час, розроблення конструкції і налагодження випуску нового обладнання, високонадійного і економічного, в якому широко механізовані та автоматизовані допоміжні операції, наприклад установка, закріплення і подача деталі (заготовки) в робочу зону верстатів, установку, закріплення, зміну ріжучого інструменту, автоматичний контроль виготовлення, а також зняття і передачу деталі на подальшу обробку. Розроблені нові моделі верстатів загального призначення, створені поточні механізовані і автоматизовані лінії.

Застосування прогресивних високопродуктивних методів обробки, які забезпечують високу точність і шорсткість оброблених поверхонь деталей верстатів, ефективне використання сучасних металооброблювальних верстатів, ріжучого і вимірного інструменту – все це направлено на вирішення основних завдань: підвищення ефективності виробництва і якості випущених верстатів.

В даній магістерській роботі приводиться детальний і технологічний аналіз механічної обробки деталі шатун КВ 9532Ф1-23-303.

Вносяться пропозиції по вдосконаленню технологічного маршруту обробки, виборі обладнання, технологічної оснастки, вибору ріжучого і вимірного інструменту.

Внесені пропозиції по покращенню і організації праці значно випереджують сучасний.

При виконанні магістерської роботи враховуються основні перспективні напрямки в сучасному машинобудуванні.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис, призначення і конструкції деталі

Деталь шатун KB 9532Ф1-23-303 призначена для перетворення обертового руху ексцентрикової втулки в зворотно-поступальний рух повзуна. Працює шатун разом з ексцентриковою втулкою і штоком пресу. На ексцентрикову втулку шатун встановлюється поверхню 4, через бронзову втулку, яка запресовується в отвір 4. В різьбу M80×6-7H отвору 15 в шатун вкручується шток, який передає зусилля повзуну.

По конструкції і виготовленню шатун проста деталь.

Працездатність деталі визначається параметром точності розточування бронзової втулки, запресованої в отвір 4. Цей розмір має важливе значення при роботі пресу, він визначає зазор між шатуном і ексцентриковою втулкою.

Довговічність пари шатун-шток визначає допуск на перпендикулярності різьби відносно поверхні 14, який дорівнює 0,05 мм. При великому відхиленні від перпендикулярності шток буде працювати не тільки на стиск, але і на згин, а також виникає додаткова напруга у витках різьби.

При обертанні ексцентрикової втулки відхилення від перпендикулярності торців 1 і 2 відносно отвору 4, яке дорівнює 0,06 мм має значення як торцеве биття на спряженні з шатуном деталі. На функціональні властивості шатуна це відхилення не впливає.

Деталь шатун KB 9532Ф1-23-303 згідно креслення виготовляється із сталі 35Л ГОСТ 977-75, замінимо на Сталь 35Л ДСТУ 8781:2018.

Матеріал вибраний правильно.

Термічної обробки для деталі не потрібно. Виготовити деталь зварною не вигідно. Також чином, залишається лиття або поковка. Поковка буде набагато дорожче відливки.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі 35Л ДСТУ 8781:2018.

σ_T	σ_B	δ_s	ψ
МПа	МПа	%	%
357	524	32,5	52,1

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 35Л ДСТУ 8781:2018 в %

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu
			не більше				
0,32-0,40	0,2-0,52	0,4-0,9	0,3	0,05	0,05	0,3	0,3

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь шатун KB 9532Ф1-23-303 проста по конструкції.

За рекомендаціями [1] стор. 12 проводимо технологічний аналіз деталі.

Необхідні розміри для виготовлення деталі, чистота оброблюваних поверхонь і геометрична точність поверхонь вказані на кресленні деталі:

- 1) обробку площин можна вести на прохід;
- 2) на кресленні деталі нема отворів для обробки на багатошпindelних верстатах;
- 3) на прохід з двох сторін можна розточити один отвір, один – глухий;
- 4) до оброблюваних поверхонь є вільний доступ інструменту;
- 5) поверхні обробляються з зовнішньої сторони або на прохід, крім однієї поверхні, яка підрізається з внутрішньої сторони;
- 6) один глухий отвір в конструкції деталі не можна замінити на сквозний;
- 7) на кресленні нема площин, розташованих під кутами іншими, ніж 90°;
- 8) нема отворів, розташованих не під прямим кутом до площини входу;
- 9) жорсткість деталі достатня і режими різання вона не обмежить;
- 10) базові деталі достатні по розмірах і відстані і немає необхідності вибирати допоміжні бази;
- 11) в конструкції деталі є внутрішня різьба великого діаметру. Замінити її іншими конструктивними елементами нема можливості так, як з допомогою цієї різьби регулюється міжштампова відстань, крім цього вона несе основну навантаження при роботі пресу;
- 12) спосіб одержання відливки простий: відливка в земляні форми. Це найбільш раціональний спосіб одержання заготовки для середньо-серійного виробництва.

Висновок:

Таким чином, деталь проста по конструкції і дозволяє застосувати високопродуктивні методи обробки і прогресивний ріжучий інструмент.

					MP.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії

1.3.1 Вибір форми організації виробництва

Річну програму випуску деталей визначаємо на основі заданого типу виробництва – середньосерійного і базового технологічного процесу.

$$N = \frac{F_{\partial} \cdot 60}{t_{\partial}},$$

де F_{∂} – дійсний річний фонд часу, $F_{\partial}=4015$ год. [1], стор.23, табл. 5;

t_{∂} – такт випуску деталей;

$$t_{\partial} = K_c \cdot T_{ум.ср.},$$

де K_c – коефіцієнт серійності для середньосерійного типу виробництва [1], стор.20, $K_c=10$;

$T_{ум.ср.}$ – середній штучний час:

$$T_{ум.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ум.i}}{n}, \text{ хв.}$$

де $T_{ум.i}$ – штучно-калькуляційний час на кожній операції, хв.;

n – кількість операцій, $n=8$;

$$T_{ум.ср.} = \frac{321}{8} = 40,125 \text{ хв.};$$

$$t_{\partial} = 10 \cdot 40,125 = 401,25 \text{ хв.};$$

$$N = \frac{4015 \cdot 60}{401,25} = 603 \text{ шт.}$$

Приймаємо річну програму $N=600$ шт.

Таблиця 1.3 – Базовий технологічний процес

№ операції	Найменування операції	Обладнання	Норма часу
010	Токарно-карусельна	1525	36
015	Токарно-карусельна	1525	32
020	Термічна		
025	Токарно-карусельна	1525	23
030	Токарно-карусельна	1525	16
035	Горизонтально-розточна	2620ВФ1	43
040	Токарно-гвинторізна	165	29
045	Вертикально-фрезерна	6А59	65
050	Свердлильна	2М55	77
055	Контрольна		
			321

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.2 Кількість деталей в партії

Визначаємо по формулі:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \text{ шт.}$$

де a – число днів, на яке необхідно мати запас деталей на складі,

$a=15$, [1], стор.22;

F – число робочих днів року,

$F=253$ дні.

$$n = \frac{600 \cdot 15}{253} = 35,573 \text{ шт.}$$

Розраховуємо необхідну кількість змін на обробку партії деталей за формулою:

$$C = \frac{T_{\text{ум.сп.}} \cdot n}{480 \cdot 0,8} = \frac{40,125 \cdot 35,573}{480 \cdot 0,8} = 3,72.$$

Приймаємо $C_{np}=4$ зміни.

$$n_{np} = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{\text{ум.сп.}}} = \frac{4 \cdot 480 \cdot 0,8}{40,125} = 38,280 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість деталей в партії $n_{np}=40$ шт.

					MP.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Матеріал заготовки – сталь 35Л. Таким чином, в якості заготовки можна застосовувати тільки литво. За базовим технологічним процесом застосовують литво в земляні форми III класу точності. В проектуваному технологічному процесі розглянемо литво в кокіль II класу точності.

Визначаємо вартість литих заготовок за формулою:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_\epsilon \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн.}$$

де C_i – базова вартість i -ї заготовки для обох варіантів, [1], стор.33;

$C_i = 6600$ грн.;

Q_1 – вага заготовки по базовому технологічному процесу згідно креслення заготовки,

$Q_1 = 590$ кг;

Q_2 – вага заготовки по проектуваному технологічному процесу. Складає 95% від ваги по III кл. [1], п. 1, стор. 8;

$Q_2 = 560$ кг;

$Q = 510$ кг – вага деталі;

$S_{отх}$ – вартість відходів;

$S_{відх} = 1900$ грн. за тонну;

k_m – коефіцієнт точності відливок;

$k_{m1} = 1,0$;

$k_{m2} = 1,03$ [1], стор. 34;

k_m – коефіцієнт марки матеріалу для обох варіантів $k_m = 1,0$ [1], стор. 34;

k_c – коефіцієнт групи складності відливок.

Для третьої групи складності $k_c = 1,0$ [1], стор. 34;

k_ϵ – коефіцієнт маси відливок $k_\epsilon = 0,67$ [1], стор. 35, табл. 11;

k_n – коефіцієнт групи серійності.

Для першого варіанту група середньосерійності 4, [18], стор. 9, табл. 1.3.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_{n1}=1,2$ [1], стор. 35, табл. 11.

Для другого варіанту $N=600$ група серійності 4, $k_{n2}=1,2$ [1], стор. 35, табл. 11.

Вартість заготовки по базовому технологічному процесу:

$$S_{заз1} = \left(\frac{6600}{1000} \cdot 590 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,67 \cdot 1,2 \right) - (590 - 510) \frac{1900}{1000} = 4131,4 \text{ грн.}$$

Вартість заготовки по проектуваному технологічному процесу:

$$S_{заз2} = \left(\frac{6600}{1000} \cdot 560 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,67 \cdot 1,2 \right) - (560 - 510) \frac{1900}{1000} = 3970,6 \text{ грн.}$$

$$E_p = (S_{заз1} - S_{заз2}) \cdot N = (4131,4 - 3970,6) \cdot 600 = 96480 \text{ грн.}$$

1.4.2 Опис та аналіз базового технологічного процесу

Дані по опису та аналізу базового технологічного процесу механічної обробки деталі шатун приведений в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Опис та аналіз базового технологічного процесу

№ оп.	Назва та зміст операції	Тип та модель верстата	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4	5
010	<u>Токарно-карусельна</u> 1. Точити торець 1 на чорно; 2. Точити поверхню 8 з підрізкою торця 7 на чисто	Токарно-карусельний верстат мод. 1525	Прихвати, Г-подібні гвинти при жимом планки	Схема 1
015	<u>Токарно-карусельна</u> Розточити отвір 4 на чорно	Токарно-карусельний верстат мод. 1525	Прихвати, Г-подібні гвинти при жимом планки	
020	<u>Токарно-карусельна</u> 1. Точити торець 2 на чорно; 2. Точити поверхню 9 з підрізкою торця 6, на чисто; 3. Точити торець 2 на чисто; 4. Розточити отвір 4 на чисто; 5. Розточити фаску 5 на чисто; 6. Розточити отвір 4 тонко; 7. Розточити фаску 5 тонко.	Токарно-карусельний верстат мод. 1525	Прихвати, Г-подібні гвинти при жимом планки	Схема 2
025	<u>Токарно-карусельна</u> 1. Точити торець 1 на чисто	Токарно-карусельний верстат мод. 1525	Прихвати, Г-подібні гвинти прижимом планки	Схема 3

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 1.4

1	2	3	4	5
030	<u>Горизонтально-розточна</u> 1. Свердлити отвір 3; 2. Розсвердлити отвір 3; 3. Зенкувати виточку; 4. Зенкувати фаску; 5. Нарізати різьбу. Поворот стола на 60°; 6. Свердлити отвір 37; 7. Зенкувати фаску; 8. Нарізати різьбу. Поворот стола на 30°; 9. Свердлити отвір 36; 10. Зенкувати фаску; 11. Нарізати різьбу. Поворот стола на 90°; 12. Фрезерувати торець 14 на чорно; 13. Фрезерувати торець 14 на чисто; 14. Свердлити отвір 10; 15. Розточити виточку; 16. Зенкувати фаску; 17. Нарізати різьбу.	Горизонтально-розточний верстат мод. 2620ВФ1	Прихвати, Т-подібні гвинти прижимом планки	Схема 4
035	<u>Токарно-гвинторізна</u> 1. Точити поверхню 38; 2. Свердлити отвір 15; 3. Розсвердлити отвір 15; 4. Розточити отвір 15; 5. Розточити виточку 16 в отвір 15; 6. Розточити фаску в отвір 15; 7. Нарізати різьбу М80×6-7Н.	Токарно-гвинто-різний верстат мод.165	Пристрій токарний спеціальний з гідро-кулачками, люнет, центр обертовий	Схема 5
040	<u>Вертикально-фрезерна</u> 1. Фрезерувати площину 10 2. Фрезерувати пази 31, 32, 33, 34	Вертикально-фрезерний Верстат 6А59	Спеціальний пристрій УСПО	Схема 6
045	<u>Радіально-свердлильна</u> 1. Свердлити отвір 35; 2. Зенкувати виточку в отвір 35; 3. Нарізати різьбу; 4. Свердлити отвір 17; 5. Зенкувати фаску в отвір 17; 6. Нарізати різьбу М10-7Н в отвір 17; 7. Свердлити отвір 11; 8. Зенкувати фаску в отвір 11; 9. Нарізати різьбу М6-7Н в отвір 11; 10. Свердлити отвір 13; 11. Свердлити отвір 21; 12. Зенкувати фаску в отвір 21.	Радіально-свердлильний верстат моделі 2М55	Прихвати, Т-подібні гвинти прижимом планки	Схема 7

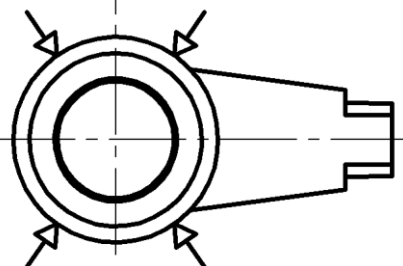
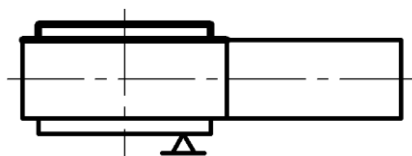


Схема 1

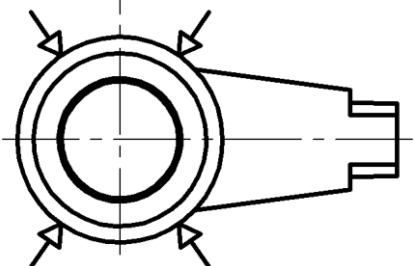
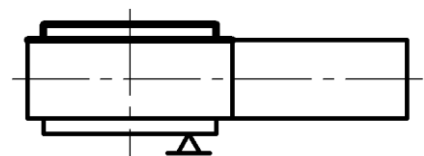


Схема 2

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

МР.ПМК-341.00.000 ПЗ

Арк.

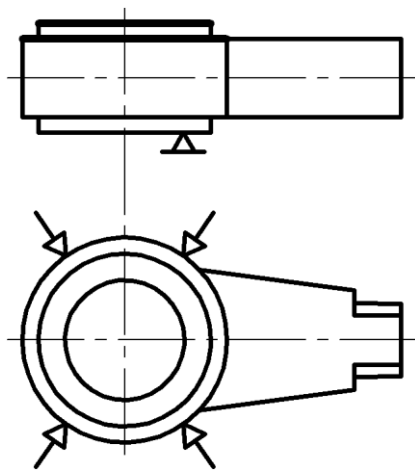


Схема 3

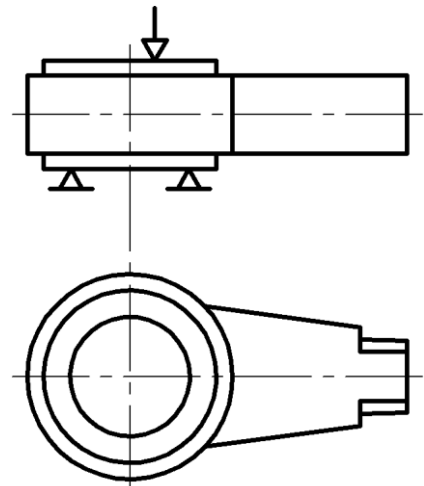


Схема 4

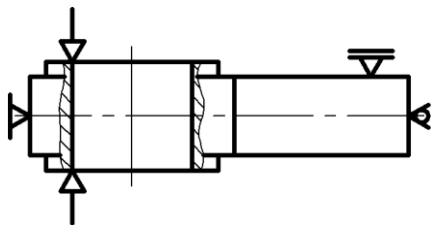


Схема 5

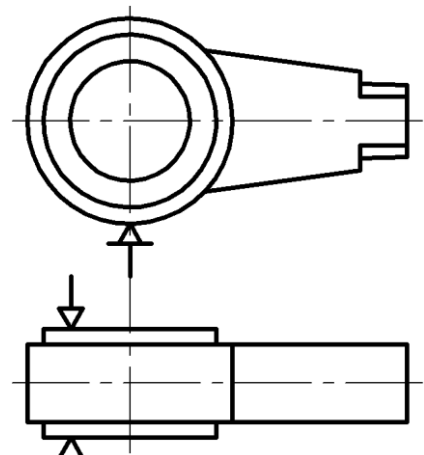


Схема 6

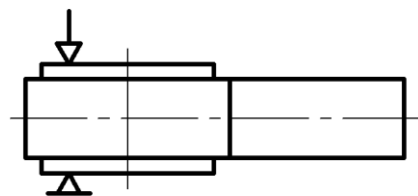


Схема 7

Аналіз базового технологічного процесу проведений з точки зору забезпечення отримання в умовах базового підприємства деталі з необхідною якістю.

При цьому аналізуємо правильність його складення для забезпечення виконання всіх вимог робочого креслення.

На базовому підприємстві правильно вирішенні питання:

- а) раціональний метод одержання заготовки (відливка, яка поступає по кооперації);
- б) припуски на відливці відповідають вимогам креслення заготовки – відливки;
- в) правильно вибрані чорнові та чистові технологічні бази;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- г) правильно встановлена послідовність виконання технологічних операцій для забезпечення одержання деталі з необхідною точністю;
- д) технологічне обладнання по розмірах робочих зон задовольняє параметри встановлених пристроїв з деталлю (заготовкою);
- е) режими різання згідно технологічного процесу призначені оптимальні;
- є) застосовуються високопродуктивні ріжучі інструменти, оснащенні пластинами із твердого сплаву та сучасних інструментальних сталей.

Недоліками слід вважати:

- а) відсутність вхідного технологічного контролю при отриманні відливка (інколи вони поступають з завищеними припусками та підвищеної твердості, а також погано очищені);
- б) робітники змінюють режими різання, що приводить до швидкого зносу ріжучого інструменту;
- в) недостатня ступінь концентрації операцій технологічного процесу;
- г) низький коефіцієнт завантаження обладнання, а також низький коефіцієнт використання по потужності та основному часу.

Вибір технологічних баз

Обробку шатуна починаємо з підготовки базових поверхонь для подальшої обробки.

На першій операції, використовуючи в якості бази необроблений торець 2, розточуємо отвір і підрізаємо другий торець 1. На цій же операції після переустановки деталі при підрізці торця 2 використовується вже попередньо оброблена база: торець 1 і отвір 4.

На другій операції, використовуючи в якості бази отвір 4 і торець 1 готуємо базові поверхні для послідувочої обробки в даному випадку центрові отвори 4 і центровий отвір в площині 14.

При свердлінні отворів 11 і 12 в якості баз використовуються площина 1 і торець 14.

					MP.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

При токарно-гвинторізній операції на першому переході обробка ведеться в центрах і обточується поверхня 38. Потім використовуючи в якості бази центровий отвір 4 і поверхню 38, свердлимо, розсверджуємо і розточуємо отвір 15.

При виконанні операції токарно-карусельної і горизонтально-розточної використовуються в якості баз торці 1 і 2. При фрезеруванні пазів 31-34 в якості баз використовуємо площину 14, площину 1.

1.4.3 Розробка маршруту механічної обробки, вибір змісту і формування послідовності обробки

Технологічний процес дає можливість змінити в частині його виконання на токарно-карусельних верстатах де обробка ведеться на 4 операціях, а в проєктованому технологічному процесі замінюємо їх трьома операціями. На першій операції виконуємо попередню обробку торця 1 і отвору 4, на другій операції обробляємо попередньо торець 2, кінцево торець 2 і отвір 4, тонко отвір 4. На третій операції – обробка торця 1 кінцева.

Переходи 2 і 3 вертикально-фрезерної операції переносимо в координатно-свердлильну операцію і замінюємо верстат моделі 2М55 на верстат з ЧПК мод. 2550МФ4.

Таблиця 1.5 – Проєктний технологічний процес

№ оп.	Назва та зміст операції	Тип та модель верстата	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4	5
010	<u>Токарно-карусельна</u> База – поверхня 2 1. Встановити, закріпити, зняти деталь. 2. Точити торець 1 попередньо. 3. Розточити отвір 4 попередньо. 4. Точити поверхню 8 з підрізкою торця 7.	Токарно-карусельний верстат мод. 1525	Прихвати, Г-подібні гвинти при жимом планки	Схема 8

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
015	<p><u>Токарно-карусельна</u> База – поверхня 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти деталь. 2. Точити торець 2 попередньо. 3. Точити поверхню 9 з підрізкою торця 6. 4. Точити торець 2 кінцево. 5. Розточити отвір 4 кінцево. 6. Розточити фаску 5 кінцево. 7. Розточити отвір 4 тонко. 8. Розточити фаску 5 тонко. 	Токарно-карусельний верстат мод. 1525	Прихвати, Г-подібні гвинти при жимом планки	Схема 9
020	<p><u>Токарно-карусельна</u> База – поверхня 2.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти деталь. 2. Точити торець 1 кінцево. 	Токарно-карусельний верстат мод. 1525	Прихвати, Г-подібні гвинти при жимом планки	Схема 10
025	<p><u>Горизонтально-розточна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти деталь. 2. Свердлими отвір з Ø25. 3. Розсвердлими отвір з Ø31,8^{+0,62}. 4. Зенкувати виточку. 5. Зенкувати фаску. 6. Нарізати різьбу. <p>Повернути стіл на 60°.</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Свердлими отвір 37. 8. Зенкувати фаску. 9. Нарізати різьбу. <p>Повернути стіл на 30°.</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Свердлими отвір 36. 11. Зенкувати фаску. 12. Нарізати різьбу. <p>Повернути стіл на 90°.</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. Фрезерувати торець 14 попередньо. 14. Фрезерувати торець 14 кінцево. 15-18. Обробити центровий отвір в пл. 14. 19. Фрезерувати пази 32, 33, 34. 20. Свердлими отвори 39-44. 	Горизонтально-розточний, верстат мод. 2620ВФ1	Пристрій спеціальний з гідроприводом	Схема 11
030	<p><u>Токарно-гвинторізна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти деталь. 2. Точити поверхню 38. <p>Встановити люнет.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Свердлими отвір 15 Ø25. 4. Розсвердлими отвір 15 Ø50. 5. Розточити отвір 15. 6. Розточити виточку 16 в отвір 15. 7. Розточити фаску в отвір 15. 8. Нарізати різьбу. 	Токарно-гвинторізний, верстат мод. 165	Пристрій токарний спеціальний з гідро-кулачками, люнет, центр обертовий	Схема 12

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
035	<p><u>Координатно-свердлильна</u></p> <p>1. Встановити, закріпити, зняти деталь. 2. Свердлити отвір 35. 3. Зенкувати виточку в отвір 35. 4. Нарізати різьбу. 5-7. Обробити отвори 17-20. 8-10. Обробити отвори 11-12. 11. Свердлити отвір 13. 12-14. Обробити отвори 21-30 з переустановкою деталі. 15. Фрезерувати площину 10. 16. Фрезерувати паз 31.</p>	<p>Координатно - свердлильний, верстат мод. 2550МФ4</p>	<p>Пристрій спеціальний з гідروприводом</p>	<p><i>Схема 13</i></p>
040	<p>Контрольна</p>	<p>Стіл ВТК</p>	<p>Пристрій спеціальний</p>	<p>-</p>

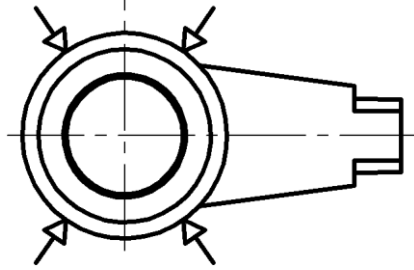
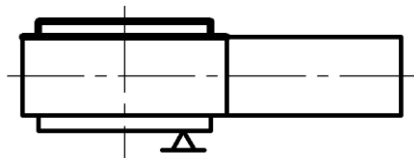


Схема 8

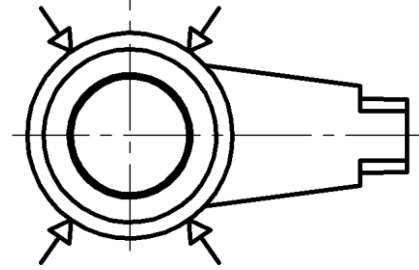
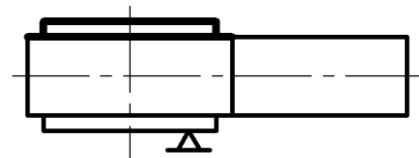


Схема 9

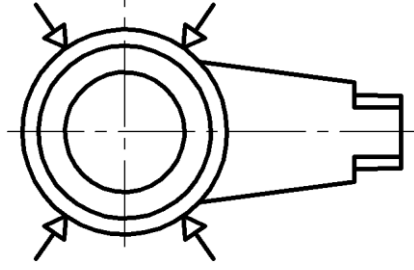
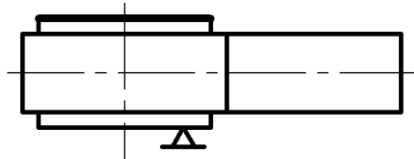


Схема 10

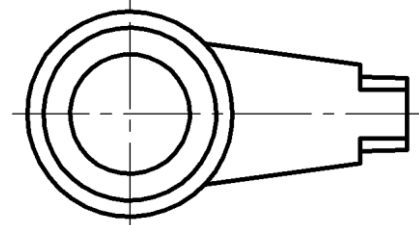
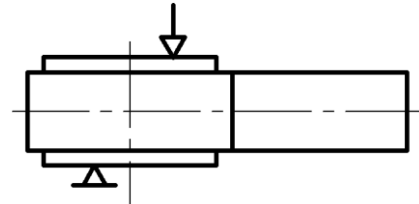


Схема 11

Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-341.00.000 ПЗ

Арк.

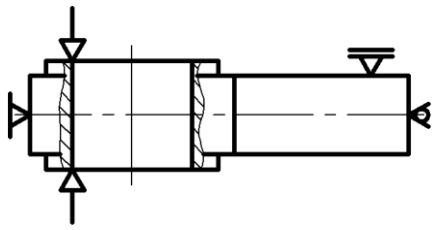


Схема 12

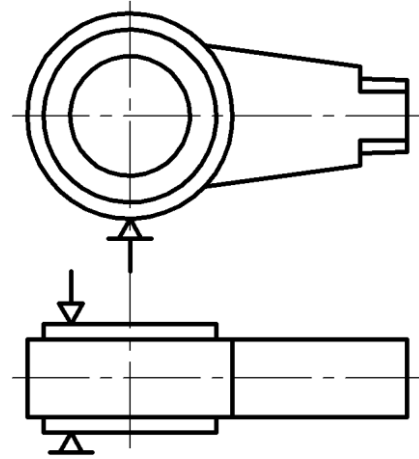


Схема 13

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-341.00.000 ПЗ

Арк.

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів

1.5.1.1 Розрахунок припусків на поверхню $\varnothing 530H7^{(+0,07)}$

Складаємо технологічний процес:

1. Розточити попередньо.
2. Розточити чисто.
3. Розточити тонко.

Тип заготовки – литво в кокіль II кл. точності.

На рис. 1 показана схема обробки.

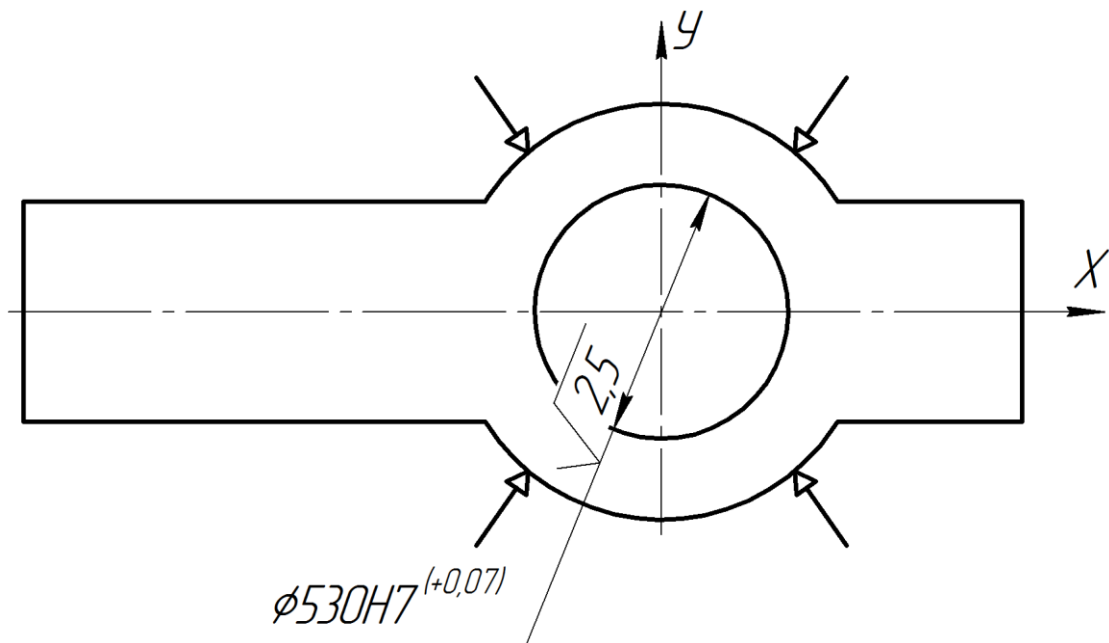


Рисунок 1.1 – Схема закріплення

Визначаємо значення R_z і T , які характеризують якість литих заготовок із таблиці 27, [1], стор. 66.

Значення R_z і T після механічної обробки знаходимо по табл. 29 [1], стор. 67.

Визначаємо сумарне значення просторових відхилень за формулою:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{зм}^2},$$

де $\rho_{кор}$ – величина короблення отвору;

$\rho_{зм}$ – зміщення отвору відносно зовнішніх поверхонь.

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot l)^2},$$

де d – діаметр отвору;

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

l – довжина отвору;

$\Delta_k=1$ мкм/мм – величина питомого короблення, [1], табл. 32, стор. 72;

$d=530$ мм;

$l=210$ мм;

$$\rho_{кор} = \sqrt{(1,0 \cdot 530)^2 + (1,0 \cdot 210)^2} = 570 \text{ мкм.}$$

Базування проходить по цьому ж отворі, тому сумарне значення зміщення отвору відносно зовнішніх поверхонь $\rho_{зм}=0$.

$$\rho_{заг}=\rho_{кор}=570 \text{ мкм.}$$

Розраховуємо остаточні просторові відхилення за формулою:

$$\rho_n=k_n \cdot \rho_{заг},$$

де k_n – коефіцієнт уточнення форми.

Знаходимо значення k_n при чорновому розточуванні:

$$k_1=0,06 \text{ [1], стор. 74.}$$

Значення k_n при кінцевому розточуванні:

$$k_2=0,04 \text{ [1], стор. 74.}$$

Отже, просторові відхилення при чорновому розточуванні:

$$\rho_1=0,06 \cdot 570=34,2 \text{ мкм.}$$

При кінцевому розточуванні:

$$\rho_2=0,04 \cdot 570=22,8 \text{ мкм.}$$

Визначаємо похибку установки при чорновому розточуванні:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_{\delta 1}^2 + \varepsilon_{\beta 1}^2},$$

де $\varepsilon_{\delta 1}$ – похибка базування;

$\varepsilon_{\beta 1}$ – похибка закріплення.

За допомогою спеціального пристрою, встановленого в супорті верстату, ведеться установка. За рахунок допуску на діаметр в відливці виникає похибка базування, яка дорівнює половині допуску на розмір отвору 4.

$$\varepsilon_{\delta 1}=\pm 3/2=3000 \text{ мкм.}$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

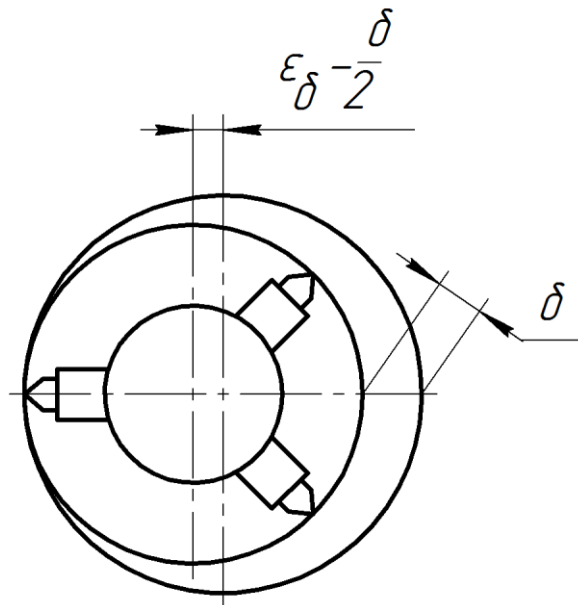


Рисунок 1.2 – Схема установки

По табл. 40, стор. 82, [1] визначаємо похибку закріплення:

$$\epsilon_{закр1} = 120 \text{ мкм.}$$

Тоді, похибка установки при чорновому розточуванні:

$$\epsilon_1 = \sqrt{3000^2 + 120^2} = 3002 \text{ мкм.}$$

Визначаємо похибку установки при кінцевому розточуванні:

$$\epsilon_2 = \sqrt{\epsilon_{\delta 2}^2 + \epsilon_{закр2}^2};$$

$$\epsilon_{\delta 2} = 630/2 = 315 \text{ мкм};$$

$$\epsilon_{закр2} = 110 \text{ мкм};$$

$$\epsilon_2 = \sqrt{315^2 + 110^2} = 334 \text{ мкм.}$$

Обробка ведеться з однієї установки. Отже, визначаємо остаточну похибку при тонкому розточуванні через остаточний коефіцієнт:

$$\epsilon_3 = k \cdot \epsilon_2,$$

де $k=0,04$ [1], стор. 74.

$$\epsilon_3 = 0,04 \cdot 334 = 13 \text{ мкм.}$$

Визначаємо мінімальні припуски за формулою:

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2}).$$

Мінімальний припуск для попереднього розточування:

$$2Z_{\min} = 2(200 + 300 + \sqrt{570^2 + 3002^2}) = 2 \cdot 3056 \text{ мкм.}$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для кінцевого розточування:

$$2Z_{\min} = 2\left(50 + 35 + \sqrt{34,2^2 + 334^2}\right) = 2 \cdot 436 \text{ мкм.}$$

Для тонкого розточування:

$$2Z_{\min} = 2\left(30 + 30 + \sqrt{22,8^2 + 13^2}\right) = 2 \cdot 86 \text{ мкм.}$$

Визначаємо розрахункові розміри:

- тонке розточування:

$$d_{p3} = 530,07 \text{ мм;}$$

- кінцеве розточування:

$$d_{p2} = 530,07 - 2 \cdot 0,086 = 529,913 \text{ мм.};$$

- попереднє розточування:

$$d_{p1} = 529,913 - 2 \cdot 0,436 = 529,031 \text{ мм;}$$

- заготовка:

$$d_{pзаг} = 529,031 - 2 \cdot 3,056 = 523,023 \text{ мм.}$$

Знаходимо допуски δ по ГОСТ 25346-82 для кожного переходу:

- розточування тонке:

$$\delta = 70 \text{ мкм для 7 квалітету точності;}$$

- розточування кінцеве:

$$\delta = 280 \text{ мкм для 10 квалітету точності;}$$

- розточування попереднє:

$$\delta = 700 \text{ мкм для 12 квалітету точності.}$$

Граничні розміри d_{max} знаходимо по розрахунковому розміру, округленому до точності допуску відповідного квалітету.

Граничні розміри d_{min} визначаємо за формулою: $d_{min} = d_{max} - \delta$.

Граничні значення припусків Z_{\min}^{np} дорівнюють різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів.

Граничні значення припусків Z_{max}^{np} дорівнюють різниці найменших граничних розмірів.

Для тонкого розточування:

$$2Z_{\min 3}^{np} = 530,07 - 529,9 = 0,17 \text{ мм;}$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2 Z_{max}^{np} = 529,62 - 528,3 = 1,32 \text{ мм.}$$

Кінцеве розточування:

$$2 Z_{min 2}^{np} = 529,9 - 529 = 0,9 \text{ мм;}$$

$$2 Z_{max 2}^{np} = 529,62 - 528,3 = 1,32 \text{ мм.}$$

Попереднє розточування:

$$2 Z_{min 1}^{np} = 529 - 523 = 6 \text{ мм;}$$

$$2 Z_{max 1}^{np} = 528,3 - 517 = 11,3 \text{ мм.}$$

Визначаємо загальні припуски:

$$2 Z_{o min} = 0,17 + 0,9 + 6 = 7,07 \text{ мм;}$$

$$2 Z_{o max} = 0,38 + 1,32 + 11,3 = 13 \text{ мм.}$$

Перевіряємо правильність виконаних розрахунків:

$$2 Z_{max i}^{np} - 2 Z_{min i}^{np} = \delta_{i-1} - \delta_i;$$

$$0,38 - 0,17 = 0,28 - 0,07;$$

$$0,21 = 0,21.$$

$$2 Z_{o max} - 2 Z_{o min} = \delta_3 - \delta_0;$$

$$13 - 7,07 = 6 - 0,07;$$

$$5,93 = 5,93.$$

Виконані розрахунки правильні.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

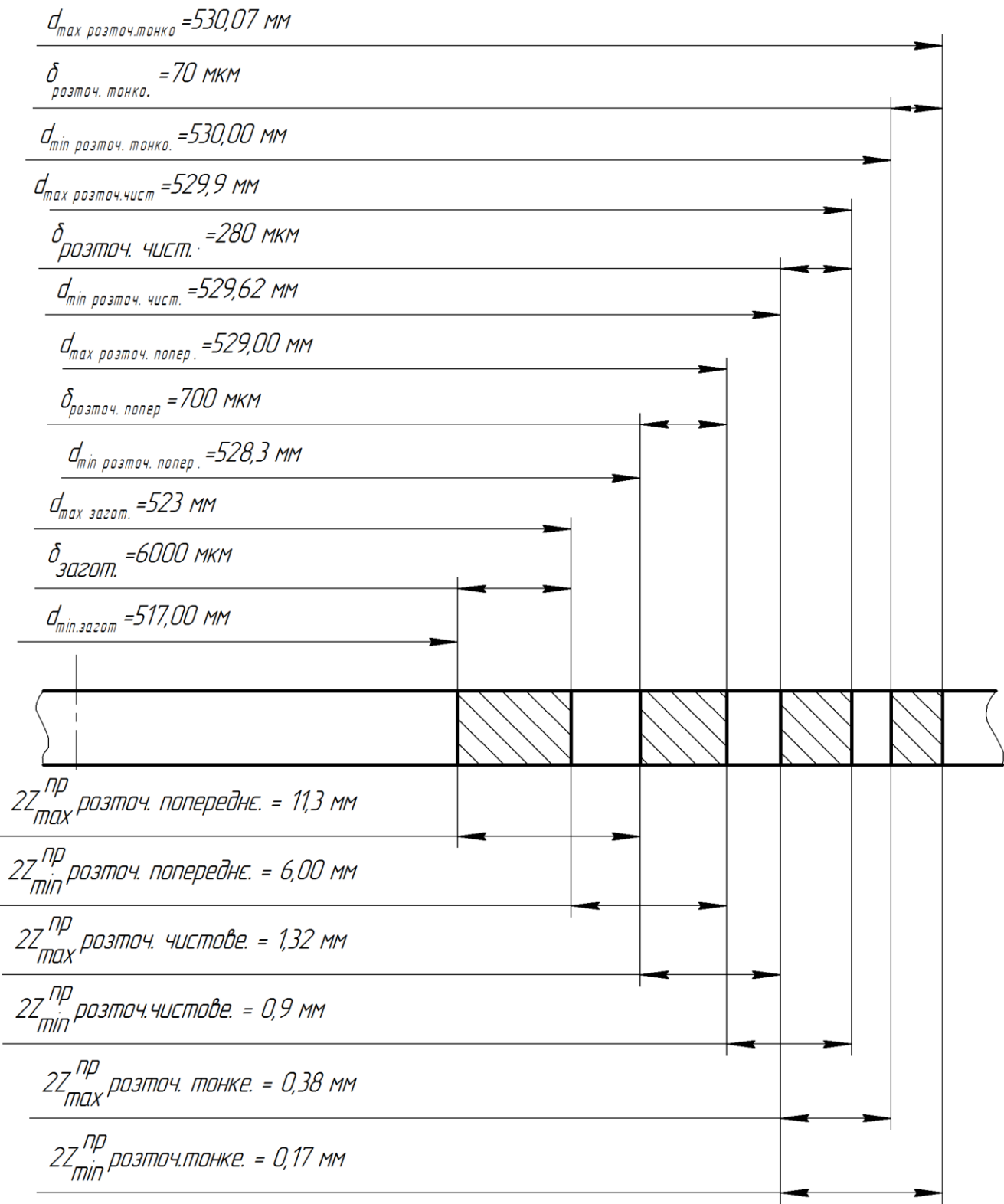


Рисунок 1.3 – Схема графічного розміщення полів припусків для обробки поверхні $\text{Ø}530\text{H}7^{9+0,070}$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.1.2 Розрахунок припусків на поверхні 2 і 3

Проводимо аналітичний розрахунок припусків на поверхні 2 і 3, розмір 210h14.

Назначаємо технологічний процес механічної обробки:

1. Точити попередньо.
2. Точити кінцево.

Визначаємо сумарне значення просторових відхилень:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{зм}^2},$$

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot d = 1,0 \cdot 540 = 540 \text{ мкм},$$

$$\Delta_k = 1 \text{ мкм/мм} - [1], \text{ табл. 32, стор. 72};$$

$$\rho_{зм} = 0 - [1], \text{ табл. 31, стор. 68};$$

$$\rho_{заг} = 540 \text{ мкм}.$$

Знаходимо просторові відхилення:

- при попередньому розточуванні:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 540 = 32,4 \text{ мкм}.$$

- при кінцевому розточуванні:

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 540 = 21,6 \text{ мкм}.$$

Визначаємо похибку установки при чорновому точінні:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_{\delta 1}^2 + \varepsilon_{\delta 3}^2},$$

По табл. 36, [1], стор. 78 $\varepsilon_{\delta 1} = 0$;

$$\varepsilon_3 = 120 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_1 = 120 \text{ мкм}.$$

Визначаємо похибку установки при кінцевому точінні:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_{\delta 2} = 110; \text{ мкм}.$$

Розраховуємо мінімальні значення міжопераційних припусків за формулою:

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_1^2}).$$

Мінімальний припуск при попередньому точінні:

$$2Z_{\min} = 2(200 + 300 + \sqrt{540^2 + 120^2}) = 2 \cdot 1053 \text{ мкм}.$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При кінцевому точінні:

$$2Z_{\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{32,4^2 + 110^2}) = 2 \cdot 215 \text{ мкм.}$$

Визначаємо розрахункові розміри:

Для точіння кінцевого:

$$l_{p2} = 210 - 1,15 = 208,85 \text{ мм};$$

Для точіння попереднього:

$$l_{p1} = 208,85 + 2 \cdot 0,215 = 209,28 \text{ мм};$$

$$l_{paz} = 209,28 + 2 \cdot 1,053 = 211,386 \text{ мм.}$$

Знаходимо допуски δ переходів механічної обробки:

$$\delta = 1150 \text{ мкм.}$$

Розрахункові розміри для заготовки:

$$l_{\min} = l_p;$$

$$l_{\max} = l_p + \delta.$$

Граничні припуски знаходимо, як різниця для Z_{\min}^{np} - найменших граничних розмірів, для Z_{\max}^{np} - найбільших граничних розмірів.

При кінцевому точінні:

$$2Z_{\min}^{np} = 209,28 - 208,85 = 0,43 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max}^{np} = 210,43 - 210 = 0,43 \text{ мм.}$$

При попередньому точінні:

$$2Z_{\min}^{np} = 211,4 - 209,28 = 2,12 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max}^{np} = 214,4 - 210,43 = 3,97 \text{ мм.}$$

Визначаємо загальні припуски:

$$2Z_{o\min} = 0,43 + 2,12 = 2,55 \text{ мм};$$

$$2Z_{o\max} = 0,43 + 3,97 = 4,4 \text{ мм.}$$

Перевіряємо правильність виконаних розрахунків:

$$2Z_{\max}^{np} - 2Z_{\min}^{np} = \delta_{i-1} - \delta_i;$$

$$3,97 - 2,12 = 3,0 - 1,15;$$

$$1,85 = 1,85.$$

$$2Z_{o\max} - 2Z_{o\min} = \delta_3 - \delta_0;$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$4,4-2,55=3,0-1,15;$$

$$1,85=1,85.$$

Виконані розрахунки правильні.

Таблиця 1.6 – Дані і розрахункові величини

Технічні переходи обробки поверхні 4 Ø530H7 ^(+0,07)	Елементи припуску, мкм				Розраху- нковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розраху- нковий розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мм	
	R_z	T	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}	Z_{\min}^{np}	Z_{\max}^{np}
Заготовка	200	300	570	-	-	523,024	6000	517	523	-	-
Розточити попередньо	50	50	34,2	2003	2·3056	529,031	700	528,3	529	6	11,3
Розточити кінцево	30	30	22,8	334	2·436	529,913	280	529,62	529,9	0,9	1,32
Розточити тонко	3	-	-	13	2·86	530,07	70	530	530,07	0,17	0,38
Технічні переходи обробки поверхонь 2 і 3, 210h14 ^(-1,15)	R_z	T	ρ	ε	$2Z_{\min}$	l_p	δ	l_{\min}	l_{\max}	Z_{\min}^{np}	Z_{\max}^{np}
Заготовка	200	300	540	-	-						
Точити попередньо	50	50	32,4	120	2·1059						
Точити кінцево	30	30	21,6	110	2·215						

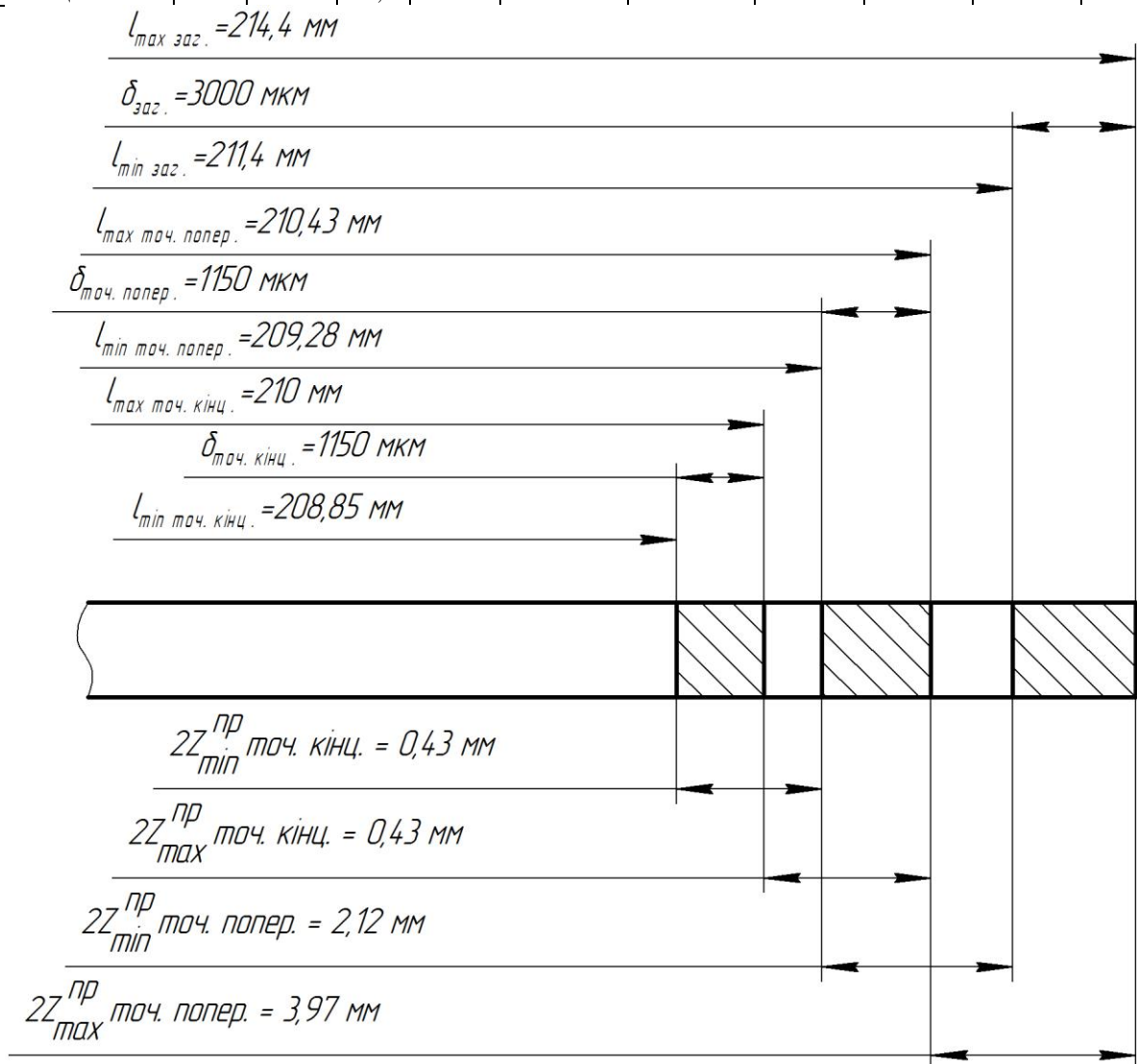


Рисунок 1.4 – Схема графічного розміщення припусків
Зводимо в табл. 1.6 дані і розрахункові величини.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.1.3 Нормативний розрахунок припусків

По ГОСТ 2009-55 назначаємо припуски на решта поверхонь механічної обробки і заносимо їх в таблицю 1.7.

Таблиця 1.7 – Нормативний розрахунок припусків

Поверхня	Розмір, мм	Припуск на сторону, мм		Допуск, мм
		табличний	розрахунковий	
14	1425 _{-3,1}	9	-	±5
1, 2	210 _{-1,15}	7	-	±2
4	530 ^{+0,07}	8	5	±3
8, 9	180 _{-1,0}	7	-	±2
38	Ø160 _{-1,0}	7	-	±2

1.5.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів

1.5.2.1 Аналітичний розрахунок режимів різання

Аналітичний розрахунок режимів різання проводимо на операції 010 і 025.

1. Операція 010. Токарно-карусельна.

Верстат моделі 1525.

Перехід 3. Розточити отвір 4 попередньо.

2. Операція 025. Горизонтально-розточна.

Верстат моделі 2620ВФ1.

Перехід 13. Фрезерувати площину 14 попередньо.

3. Операція 025. Горизонтально-розточна.

Верстат моделі 2620ВФ1.

Перехід 7. Свердлити отвір 37 під М10-7Н.

Вихідні дані для розрахунків.

Деталь шатун КВ 9532Ф1-23-303.

Матеріал: сталь 35Л.

$\sigma_s=524$ МПа. НВ190.

Розточування:

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

1. Вибір тип і параметрів різця по ГОСТ 9795-73 вибираємо розточний державний різець прямого кріплення. По хв. 3, [4] стор. 116 вибираємо матеріал ріжучої частини різця Т5К10.

Різець 2142-0114 Т5К10, ГОСТ 9795-73, $H \times B = 25 \times 25$; $L = 100$ мм.

Знаходимо геометричні параметри ріжучої частини:

$$\gamma = 12^\circ, \alpha = 8^\circ, \varphi = 45^\circ, \varphi_1 = 10^\circ;$$

$$\lambda = 0, r = 1,0 \text{ мм.}$$

Ширина фаски $f = 0,6$ мм.

Кут фаски $\gamma_\varphi = -5^\circ$ ([18], с. 189-191, табл. 19).

Допустимий знос різця 0,8-1,0 ([18], с. 189-191, табл. 19).

2. Визначаємо подачу.

Глибина різання $t = 6$ мм;

$S = 1,1-1,3$ мм/об. [4], с. 267, табл. 12.

Приймаємо $S_0 = 1,1$ мм/об.

3. Знаходимо з [4], с. 268 стійкість різця, яка дорівнює $T = 60$ хв.

4. Розраховуємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}.$$

По таблиці 17, [4], с. 269 знаходимо:

$$C_v = 340;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45;$$

$$m = 0,2;$$

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

де K_{mv} – коефіцієнт якості матеріалу заготовки;

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} \text{ по таблиці 1, [4], с. 260;}$$

$$K_{mv} = 1,0;$$

K_{nv} – коефіцієнт стану поверхні, $K_{nv} = 0,8$ по таблиці 5, [4], с. 263;

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

K_{uv} – коефіцієнт інструментального матеріалу, $K_{uv}=0,65$ по таблиці 6, [4], с. 263;

$$K_v = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,52.$$

$$V = \frac{340 \cdot 0,52}{60^{0,2} \cdot 6^{0,15} \cdot 1,1^{0,45}} = 57 \text{ м/хв.}$$

Швидкість різання зменшуємо при розточуванні на коефіцієнт 0,9 [4], примітка до таблиці 17.

$$V = 0,9 \cdot 57 = 51,4 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 51,4}{3,14 \cdot 527} = 31 \text{ хв.}^{-1}.$$

По паспорту верстата частота обертання $n_o = 31,5 \text{ хв.}^{-1}$.

6. Дійсна швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 527 \cdot 31,5}{1000} = 52 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p.$$

З таблиці 22, [4], с. 273 знаходимо:

$$C_p=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15;$$

K_p – загальний поправочний коефіцієнт на силу різання:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp},$$

де K_{mp} – коефіцієнт якості оброблюваного матеріалу;

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{524}{750} \right)^{0,75} = 0,76 \text{ табл. 9, [4], с. 264.}$$

По таблиці 23, [4], с. 275 визначаємо інші коефіцієнти $K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, K_{rp} .

$$K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=0,93.$$

$$K_p = 0,76 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,71.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 6^{1,0} \cdot 1,1^{0,75} \cdot 52^{-0,15} \cdot 0,71 = 5800 \text{ Н.}$$

8. Знаходимо потужність різання:

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{5800 \cdot 52}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт.}$$

Потужність верстату:

$$N_{cm} = 40 \cdot 0,8 = 32 \text{ кВт,}$$

$$N_{piz} < N_{cm},$$

$$4,9 < 32.$$

9. Розраховуємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S \cdot n} = \frac{l_1 + l_2}{S \cdot n},$$

де l_1 – довжина обробки;

$$l_1 = 210 \text{ мм;}$$

l_2 – врізання і перебіг інструменту;

$$l_2 = 13 \text{ мм [13], с. 373, дод. 4.}$$

$$T_o = \frac{210 + 13}{1,4 \cdot 31,15} = 5,1 \text{ хв.}$$

Фрезерування.

1. Вибір типу і параметрів фрези.

В залежності від ширини фрезерування вибираємо діаметр фрези.

Ширина фрезерування $B = 180$ мм.

Діаметр фрези $D = 250$ мм [18], с. 377.

По табл. 3, [4] стор. 116 вибираємо матеріал для ріжучої частини фрези Т5К10.

Знаходимо геометричні параметри ріжучої частини по табл. 15, [4] стор. 392:

$$\gamma = -5^\circ, \alpha = 12^\circ, \varphi = 60^\circ, \varphi_0 = 30^\circ; \varphi_1 = 5^\circ.$$

Вибираємо фрезу 2214-0011Т15К6 60° ГОСТ 24359-80.

2. Визначаємо подачу.

Глибина різання $t = 8$ мм;

$$S_z = 0,09 - 0,18 \text{ мм/зуб. [4], с. 283, табл. 33.}$$

3. По табл. 40, [4], с. 290 вибираємо стійкість фрези:

$$T = 240 \text{ хв.}$$

4. Розраховуємо швидкість різання за формулою:

					МП.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \text{ м/хв.}$$

Із таблиці 39, [4], с. 286 вибираємо:

$C_v=332$; $x=0,1$; $u=0,2$; $m=0,2$; $q=0,2$; $y=0,4$; $p=0$; $z=14$ — число зубів;

K_v — загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

де K_{mv} — коефіцієнт якості оброблюваного матеріалу;

$$K_{mv} = K_n \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} = 1,0 \left(\frac{750}{524} \right)^{1,0} = 1,4 \text{ (хв. } \dots 1, [4], \text{ с. 261);}$$

K_{nv} — коефіцієнт стану поверхні, $K_{nv}=0,8$ по таблиці 5, [4], с. 263;

K_{uv} — коефіцієнт матеріалу інструменту, $K_{uv}=0,65$ по таблиці 6, [4], с. 263;

$$K_v = 1,4 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,73.$$

$$V = \frac{332 \cdot 250^{0,2} \cdot 0,73}{240^{0,2} \cdot 8^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 180^{0,2} \cdot 14^0} = 150 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 250} = 191 \text{ хв}^{-1}.$$

По паспорту верстата $n_o = 160 \text{ хв}^{-1}$ [13], с. 106.

6. Розраховуємо дійсну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 160}{1000} = 125 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{xв} = S_z \cdot Z \cdot n_o = 0,15 \cdot 14 \cdot 160 = 336 \text{ мм/хв.}$$

8. Розраховуємо силу різання за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}.$$

Знаходимо по таблиці 41 [4], с. 291:

$C_p=825$; $u=1,1$; $x=1,0$; $q=1,3$; $y=0,75$; $w=0,2$.

K_{mp} — коефіцієнт поправочний на силу різання, враховує якість оброблюваного матеріалу.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{524}{750} \right)^{0,3} = 0,9 \text{ табл. 9, [4], с. 264.}$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 8^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 180^{1,1} \cdot 14}{250^{1,3} \cdot 160^{0,2}} \cdot 0,9 = 3372,6 \text{ Н.}$$

9. Визначаємо крутний момент на шпинделі:

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{3372,6 \cdot 250}{2 \cdot 1000} = 421,5 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

10. Знаходимо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3372,6 \cdot 125}{1020 \cdot 60} = 6,9 \text{ кВт.}$$

Потужність двигуна верстату 10,2 кВт:

$$N_{cm} = 10,2 \cdot 0,8 = 8,16 \text{ кВт,}$$

$$N_{piz} < N_{cm},$$

$$6,9 < 8,16.$$

11. Розраховуємо основний час:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_m} = \frac{l_1 + l_2}{S_m},$$

де l_1 – довжина обробки, $l_1 = 160$ мм;

l_2 – величина врізання і перебігу інструменту, $l_2 = 80$ мм [13], с. 378, дод. 4.

$$T_o = \frac{160 + 80}{336} = 0,71 \text{ хв.}$$

Свердління.

Свердлити отвір $\varnothing 8,5$ мм.

10. Вибираємо тип і параметри свердла.

По таблиці 3 [4] стор. 116 вибираємо матеріал ріжучої частини свердла Р6М5. По ГОСТ 10903-77 вибираємо спіральне свердло з конічним хвостовиком.

Форма заточки свердла одинарна (нормальна) Н із табл. 4, [18] стор. 283.

Знаходимо геометричні параметри ріжучої частини.

По табл.5, [18] стор. 234 кут $2\varphi = 118^\circ$, Кут $\gamma = 25^\circ$.

Задній кут $\alpha = 8^\circ$ в зовнішній точці ріжучої крапки.

Біля осі свердла $\alpha = 20^\circ$ [18] стор. 235.

Обернений конус дорівнює 0,05 мм на 100 мм довжини [18] стор. 235.

Діаметр свердла знаходимо по табл.10 [18] стор. 237, $D = 8,5 - 0,036$ мм.

Кут нахилу $\psi = 50^\circ$ [18] стор. 235.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

2. Назначаємо подачу по табл. 25 [4] стор. 277.

$$S=0,2 \text{ мм/об.}$$

3. По табл. 30, [4], с. 279 вибираємо стійкість свердла:

$$T=25 \text{ хв.}$$

4. Розраховуємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \text{ м/хв.}$$

Із таблиці 28, [4], с. 278 вибираємо:

$$C_v=7; y=0,7; q=0,4; m=0,2;$$

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv},$$

де K_{mv} – коефіцієнт якості оброблюваного матеріалу;

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_g} \right)^{n_v} = 1,0 \left(\frac{750}{524} \right)^{1,0} = 1,4 \text{ (табл. 1, [4], с. 261);}$$

K_{uv} – коефіцієнт інструментального матеріалу, $K_{uv}=1,0$ [4], с. 263, табл. 6;

K_{lv} – коефіцієнт довжини свердління, при $l < 3D$, $K_{lv}=1,0$ по табл. 31, [4], с. 280.

$$K_v = 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,4.$$

$$V = \frac{7 \cdot 8,5^{0,4} \cdot 1,4}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} = 37 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 37}{3,14 \cdot 8,5} = 1385 \text{ хв}^{-1}.$$

По паспорту верстата $n_o = 1250 \text{ хв}^{-1}$.

6. Розраховуємо дійсну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 1250}{1000} = 33,3 \text{ м/хв.}$$

7. Знаходимо хвилинну подачу:

$$S_{xв} = n \cdot S = 1250 \cdot 0,2 = 250 \text{ мм/хв.}$$

8. Визначаємо силу різання і крутний момент:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^{q_p} \cdot S^{y_p} \cdot K_p.$$

По таблиці 32, [4], с. 281 вибираємо:

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$C_p=68; q_p=1,0; y_p=0,7.$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 8,5^{1,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,76 = 1423,8 \text{ Н.}$$

$$M = 10 \cdot C_m \cdot D^{q_m} \cdot S^{y_m} \cdot K_p.$$

По таблиці 32, [4], с. 281 вибираємо:

$$C_m=0,0345; q_m=2; y_m=0,8.$$

K_p – поправочний коефіцієнт,

$$K_p=0,76 \text{ [4] стор. 264, табл. 9.}$$

$$M = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,5^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,76 = 5,23 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

9. Потужність різання розраховуємо по формулі:

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{5,23 \cdot 1250}{9750} = 0,67 \text{ кВт.}$$

Потужність приводу верстата:

$$N=10 \cdot 0,8=8 \text{ кВт,}$$

$$N_{piz} < N,$$

$$0,67 < 8.$$

10. Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L}{S_m} = \frac{l_1 + l_2}{S_m},$$

де l_1 – довжина обробки, $l_1=20$ мм;

l_2 – величина врізання інструменту, $l_2=3$ мм.

$$T_o = \frac{23}{250} = 0,09 \text{ хв.}$$

1.5.2.2 Нормативний розрахунок режимів різання

Нормативний розрахунок режимів різання проводимо на операцію 015.

Операція 015. Токарно-карусельна.

Верстат моделі 1525.

Перехід 5. Розточити отвір 4 кінцево.

1. Вибір різця і геометричних параметрів.

Із таблиці 3, [4], с. 117 вибираємо матеріал ріжучої частини різця Т15К6.

Різець 2142-0114 Т15К6 ГОСТ 9795-73.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо геометричні параметри ріжучої частини по табл. 19, [18], с. 189-191:

$$\gamma=12^\circ, \lambda=-2^\circ, \alpha=12^\circ, r=1,0 \text{ мм}, \varphi=60^\circ, f_o=1,0, \varphi_1=5^\circ, \gamma_\varphi=-5^\circ.$$

2. Назначаємо подачу.

Глибина різання $t=1,2$ мм;

$S=0,3-0,35$ мм/об. [13], с. 39.

По паспорту верстата $S=0,3$ мм/об.

3. Визначаємо швидкість різання для розточування при глибині різання t до 1,4 мм і подачі до 0,38 мм/об. При $\varphi=45^\circ$;

$$V=218 \text{ м/хв. [13], с. 46, лист 2, карта 6.}$$

Поправочні коефіцієнти на швидкість різання:

K_{uv} – коефіцієнт марки твердого сплаву, $K_{uv}=1,0$ [13], с. 47;

K_{nv} – коефіцієнт стану оброблюваної поверхні, $K_{nv}=1,0$ [13], с. 47;

$$V=218 \cdot 1,0 \cdot 1,0=218 \text{ м/хв.}$$

4. Знаходимо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 218}{3,14 \cdot 530} = 130 \text{ хв}^{-1}, \text{ по паспорту верстата } n_\delta = 80 \text{ хв}^{-1}.$$

5. Визначаємо дійсну швидкість різання:

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 530 \cdot 80}{1000} = 133 \text{ м/хв.}$$

6. Визначаємо потужність різання при глибині різання 2,0 мм, подачі до 0,37 мм/об., швидкості різання до 162 м/хв.

$$N=2,4 \text{ кВт [13], с. 48;}$$

$$N_{cm}=40 \cdot 0,8=32 \text{ кВт;}$$

$$N_{piz} < N_{cm}.$$

Потужність верстата достатня для даної операції.

$$7. \text{ Розраховуємо основний час: } T_o = \frac{L_{px}}{S_m} = \frac{l_1 + l_2}{n \cdot S},$$

де l_1 – довжина обробки, $l_1=210$ мм;

l_2 – величина врізання і перебігу інструменту, $l_2=3,5$ мм [13], с. 373.

$$T_o = \frac{210 + 3,5}{80 \cdot 0,3} = 8,9 \text{ хв.}$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Аналогічно проводимо нормативний розрахунок на інші операції.

Складаємо таблицю режимів різання.

Таблиця 1.8 – Режими різання

№ операції	№ переходу	Найменування операції	D, мм	t, мм	S, мм/хв · мм/об ·	V, м/хв ·	n, кВт	N, кВт	T _о , хв.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
010	2	<u>Токарно-карусельна</u> Точити торець 1 попередньо.	670	4	1,4	53	31,5	4,1	0,8	2 прох.
	3	Розточити отвір 4 попередньо.	527	6	1,1	52	31,5	4,9	5,1	
	4	Точити пов. 8 з підрізкою торця 7.	710	7,5	1,4	55	25	6,1	1,8	
									7,7	
015	2	<u>Токарно-карусельна</u> Точити торець 2 попередньо.	670	4	1,4	53	31,5	4,1	0,8	2 прох.
	3	Точити пов. 9 з підрізкою торця 6.	710	7,5	1,4	55	25	6,1	1,8	
	4	Точити торець 2 кінцево.	670	1	0,3	108	63	1,4	1,8	
	5	Розточити отвір 4 кінцево.	530	1,2	0,3	133	80	2,4	8,9	
	6	Розточити фаску 5 кінцево.	530	4	0,3	100	80	0,9	0,1	
	7	Розточити отвір 4 тонко.	530	0,5	0,2	108	63	0,8	16,6	
	8	Розточити фаску 5 тонко.	530	0,5	0,2	100	80	0,5	0,1	
									30,1	
020	2	<u>Токарно-карусельна</u> Точити торець 1 кінцево.	670	1	0,3	108	63	1,4	1,8	

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
025		<u>Горизонтально-розточна</u>								
	2	Свердлити отвір 3 Ø25.	25	12,5	320	74	800	6,7	0,63	
	3	Розсвердлити отв. з Ø31,8 ^{+0,62} .	31,8	3,4	160	60	400	9,6	0,4	
	4	Зенкувати виточку.	37,5	2,85	500	60	1250	1,8	0,3	
	5	Зенкувати фаску.	53	7,75	160	60	400	3,4	1,2	
	6	Нарізати різьбу.	36	4	560	15,8	140	4,8	1,0	
	7	Свердлити отвір 37.								
	8	Зенкувати фаску.								
	9	Нарізати різьбу.								
	10	Свердлити отвір 36.	8,7	4,35	500	64	2000	1,8	0,2	
	11	Зенкувати фаску.	10,7	1	1600	74	2000	1,2	0,1	
	12	Нарізати різьбу.	10	0,65	160	8,4	210	0,19	0,4	
	13	Фрезерувати торець 14 попередньо.	250	8	336	125	160	6,9	0,71	
	14	Фрезерувати торець 14 кінцево.	250	1	336	140	200	1,8	0,6	
	15	Свердлити отвір в пл. 14 Ø25.	25	12,5	320	74	800	6,7	0,63	
	16	Розсвердлити отвір Ø31,8.	31,8	3,4	160	60	400	9,6	0,4	
	17	Зенкувати виточку.	37,5	2,85	500	60	1250	1,8	0,3	
	18	Зенкувати фаску.	53	7,75	160	60	400	3,4	1,2	
	19	Фрезерувати пази 32, 33, 34.	50	25	90	15	100	2,5	9,3	
	20	Свердлити отв. 39-44 Ø6,8.	6,8	3,4	0,3	60	1250	0,8	0,8	
									18,76	
030		<u>Токарно-гвинторізна</u>								
	2	Точити поверхню 38.	160	5	1	60	100	7	1,1	2 прох.
	3	Свердлити отвір 15 Ø25.	25	12,5	1,3	74	800	6,4	0,63	
	4	Розсвердлити отвір 15 Ø50.	50	12,5	1,3	60	400	11,4	0,4	
	5	Розточити отвір 15.	74	6	1	60	315	7,2	0,4	
	6	Розточити виточку 16 в отв. 15.	80	3	0,4	77	315	3,6	0,2	
	7	Розточити фаску в отв. 15.	80	4	1,4	48	200	3,5	0,6	3 прох.
	8	Нарізати різьбу.	80	1	6	12	50	4,5	5	
									8,33	

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-341.00.000 ПЗ					

Продовження табл. 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
035		<u>Радіально-свердлильна</u>								
	2	Свердлити отвір 35.	26,5	13,2	0,4	74	800	6,7	0,5	
	3	Зенкувати виточку в отв. 35.	38	5,7	0,2	60	630	5,6	0,3	
	4	Нарізати різьбу.	30	1,7	3,5	14,3	160	3,4	1,0	
	5	Свердлити отвір 17-20 Ø8,5.	8,5	4,25	250	33	1250	0,67	0,09	
	6	Зенкувати фаску.	107	1	1600	77	2000	1,2	0,1	
	7	Нарізати різьбу М10-7Н.	10	0,65	160	8,4	210	0,19	0,4	
	8	Свердлити отв. 11-12 Ø5,1.	5,1	2,55	1	64	1600	0,12	0,2	
	9	Зенкувати фаски.	7,1	1	0,6	52	800	0,8	0,1	
	10	Нарізати різьбу М6-7Н.	6	0,5	1	6,4	315	0,12	0,8	
	11	Свердлити отвір 13.	18	9	0,5	57	800	1,9	0,5	
	12	Свердлити отв. 21-30 Ø6,8.	6,8	3,4	0,3	60	1250	0,8	2,4	
	13	Зенкувати фаску.	8,8	1	0,6	52	800	0,8	1,6	
	14	Нарізати різьбу.	8	0,62	1,25	7,4	315	0,2	6,4	
	15	Фрезерувати пл. 10.	250	5	350	78,5	100	12	1,2	
	16	Фрезерувати паз.	50	325	90	15	100	2,5	3,1	
									20,5	

1.5.3 Аналіз точності обробки

Обробляється циліндричний отвір $\text{Ø}530\text{H}7^{+0,07}$ деталі шатун КВ 9532Ф1-23-303.

Верстат – токарно-карусельний, мод. 1525.

Матеріал заготовки – сталь 35Л, $\sigma_s=524$ МПа.

Оброблюваний інструмент:

Різець 2142-0114 Н×В=25×25 ГОСТ 9795-73 з ріжучою геометрією частини:

$\varphi=30^\circ$, $\varphi_I=5^\circ$, $\gamma=12^\circ$, $\alpha=10^\circ$,

$\lambda=-4^\circ$, $r=1,0$ мм, $f=0,6$ мм, $\gamma_\phi=-8^\circ$ по табл. 19, [18], с. 189.

Допустимий знос 0,8÷1,0 мм [18], с. 195, табл. 26.

Нутропірат НИ 320-630 ГОСТ 868-72 проводимо виміри при роботі.

Пристрої: планшайба верстату, гідро-кулачки.

Основними похибками, що виникають при розточуванні отвору $\text{Ø}530\text{H}7^{+0,07}$ і впливають на точність її радіуса – похибки замикаючої ланки технологічного ланцюга.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-341.00.000 ПЗ					

Δ_{ϵ} – похибка форми від геометричної неточності верстату в радіальному напрямку;

Δ'_{ϵ} – зумовлена радіальним биттям шпинделя і в осьовому напрямку, Δ''_{ϵ} – зумовлена відхиленням перпендикулярності шпинделя столу верстату. Ця похибка постійна.

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

Δ_y – похибка від зміни величини деформації системи ВПІД внаслідок зміни сил різання, викликаних зміною глибини різання від t_{max} до t_{min} із зміною механічних властивостей оброблюваного матеріалу (в даному випадку деталь жорстка, довжина обробки невелика, сила різання і глибина різання невеликі – зміною податливості нехтуємо), Δ_y – випадкова величина.

Δ_u – похибка від розмірного спрацювання різця, береться зі знаком «-», систематична, закономірно перемінна.

Δ_T – похибка від теплової деформації і береться зі знаком «+», систематична, закономірно перемінна.

Нехтуємо похибками форми в осьовому напрямку.

Результати аналізу точності зведені в таблицю 1.9.

Таблиця 1.9 – Результати аналізу.

Формули та розрахунок похибок обробки (на радіус)	Параметри, що впливають на похибку обробки	Значення параметрів та джерело інформації
1	2	3
$\Delta'_{\epsilon_R} = a = 0,004 \text{ мм};$ $\Delta''_{\epsilon_R} = 0 \text{ мм};$ $\Delta_{\epsilon} = \Delta'_{\epsilon_R} + \Delta''_{\epsilon_R} = 0,004 \text{ мм};$ $\Delta_{H_k} = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{вим}}{2}\right)^2 + \Delta p^2} =$ $= \sqrt{\left(\frac{0,015}{2}\right)^2 + 0,004^2} = 0,0016 \text{ мм}$ $\Delta p = \sqrt{\Delta p_y^2 + \Delta p_{\alpha}^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,01^2} = 0,014 \text{ мм}$	a – радіальне биття шпинделя; $\Delta_{вим}$ – похибка вимірювання, мм; Δp – похибка відліку верстата по осях координат.	$a=0,004 \text{ мм}$, табл. 9 [3], с. 232; $\Delta_{вим}=0,015 \text{ мм}$ – допустима похибка вимірювання [3], табл.27, с.72; $\Delta p_y=0,01$; $\Delta p_{\alpha}=0,01$; [3], табл.14, с.24.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.9

1	2	3
$\Delta y_R = 1,1 C_p \cdot S^{Y_p} \cdot V^{n_p} \cdot K_p \times$ $\times \left(t_{\max}^{X_p} - t_{\min}^{X_p} \right) \cdot w = 1,1 \cdot 54 \cdot 0,08^{0,75} \cdot 173^0 \times$ $\times 0,98 \cdot \left(0,36^{0,9} - 0,173^{0,9} \right) \cdot 0,8 = 1,3 \text{ мкм} =$ $0,0013 \text{ мм}$	t_{\max}, t_{\min}, S, V – режими різання; K_p – поправочний коефіцієнт; C_p, Y_p, n_p, X_p – коефіцієнт і показники для визначення нормальної складової сили різання; w – податливість системи ВПД.	$t_{\max}=0,36 \text{ мм}; t_{\min}=0,173 \text{ мм};$ $S=0,08 \text{ мм/об}; V=173 \text{ м/хв};$ $C_p=54; Y_p=0,75; n_p=0; X_p=0,9,$ табл. 20, [4], с.429. $K_p=K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$ $K_{mp} = \left(\frac{190}{190} \right)^{n_p} = 1,0$ - коефіцієнт марки оброблюваного матеріалу, $K_{\varphi p}=1,0; K_{\gamma p}=1,05; K_{\lambda p}=1,0;$ $K_{rp}=0,93$ – коефіцієнти, які враховують вплив геометричних параметрів на силу різання [4], табл. 24, с.431; $K_p=1 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,93=0,98;$ $w=0,8 \text{ мкм/кг}$ [3], с.225, табл. 5.
$\Delta_{\text{м.н.р}} = 1,2 \sqrt{\Delta_u^2 + \Delta_y^2} + \Delta_\epsilon = 1,2 \times$ $\times \sqrt{0,016^2 + 0,0013^2} + 0,004 = 0,02 \text{ мм}$ $\Delta_{\text{м.н.}} = 2 \cdot \Delta_{\text{м.н.р}} = 2 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ мм}$	$\Delta_{\text{м.н.}}$ – похибка миттєвого розсіювання розміру з врахуванням похибки настройки із розрахунку на діаметр оброблюваної поверхні	
$\Delta i = U_o \cdot \left(1 + \frac{V \cdot \tau}{1000} \right) = -1,0 \cdot \left(1 + \frac{173 \cdot \tau}{1000} \right) =$ $= -1,0 \cdot (1 + 0,173 \cdot \tau)$	U_o – відносний знос різця, мкм/км; τ – час обробки, хв.	$U_o=1,0 \text{ мкм/км};$ [4], табл.28, с.74; τ – змінна величина.
$\Delta T = C \frac{L_p}{F} \sigma_B \cdot (t \cdot S)^{3/4} \cdot V^{1/2} \cdot \frac{T_o}{T_o + T_{\text{пер}}} \times$ $\times \left(1 - e^{-\frac{4\tau}{\tau_m}} \right) = 4,5 \cdot \frac{30}{625} \cdot 200 \cdot (0,36 \cdot 0,08)^{0,75} \times$ $\times 173^{0,5} \cdot \frac{23}{40 + 23} \cdot \left(1 - \frac{1}{e^{\frac{4\tau}{16}}} \right) = 14,5 \times$ $\times \left(1 - \frac{1}{e^{\frac{\tau}{4}}} \right), \text{ мкм}$	C – константа; L_p – виліт різця в мм; F – площа поперечного січення державки, мм ² ; σ_B – границя міцності, МПа; t, S, V – режими різання; $T_o, T_{\text{пер}}$ – основний час і тривалість перерв, хв; τ_m – константа, змінюється в границях 12÷24 хв.	$C=4,5; L_p=30 \text{ мм};$ $F=25 \times 25=625 \text{ мм}^2;$ $\sigma_B=200 \text{ МПа};$ $T_o = \frac{L \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot V \cdot S} = \frac{210 \cdot 3,14 \cdot 530}{1000 \cdot 173 \cdot 0,08} =$ $= 23 \text{ хв.}$ $T_{\text{пер}}=40 \text{ хв.}$

Визначаємо систематичну закономірно змінну похибку:

$$\Delta_{\text{сист}} = \Delta_\tau + \Delta_i.$$

Таблиця 1.10 – Розрахунок $\Delta_{\text{сист}}$.

$\tau, \text{хв.}$	0	2	4	8	12	16	20	40	60	80	100
Δ_i	0	-1,346	-1,682	-2,413	-3,095	-3,784	-4,512	-7,903	-11,375	-14,821	-18,286
Δ_τ	0	5,73	9,18	12,52	13,79	14,21	14,37	14,5	14,5	14,5	14,5
$\Delta_{\text{сист}} = 2(\Delta_\tau + \Delta_i)$	0	8,768	14,996	20,214	21,39	20,852	19,776	13,194	6,25	-0,642	7,572

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-341.00.000 ПЗ						

Будуємо теоретичну діаграму точності в координатах час обробки – розмір. Теоретична діаграма точності обробки показана на аркуші.

Визначаємо технологічну стійкість T_T інструменту та загальну похибку обробки $\Delta_{\text{сум}}$.

$$T_T = 81 \text{ хв.}$$

Так як економічна стійкість $T_e = 60 \text{ хв.}$, то $T_e < T_T$.

Тоді загальна похибка обробки визначається по діагоналі:

$$\Delta_{\text{сум}} = \Delta_{\text{м.н.}} - z(\Delta_\tau - \Delta_i) + \Delta_{\text{сист.мах}} = 0,04 - 0,0062 + 0,0214 = 0,0552 \text{ мм.}$$

Визначаємо настрою вальний розмір. При симетричному розташуванні поля розсіювання настрою вальний розмір дорівнює:

$$d_{\text{настр.}} = d_{\text{мах}} - 0,5\Delta_{\text{м.н.}} - \Delta_{\text{сист.мах}} - \frac{T - \Delta_{\text{сум.}}}{2} = 530,07 - 0,5 \cdot 0,04 - 0,0214 - \frac{0,07 - 0,0552}{2} = 530,0212 \text{ м.м.}$$

Визначаємо тривалість обробки до вимушеної зміни $T_{\text{зм}}$ інструмента – зміни різця:

$$T_{\text{зм}} = \frac{T_e \cdot (T_o + T_{\text{пер}})}{T_o} = \frac{60 \cdot (23 + 40)}{23} = 164 \text{ хв.}$$

Визначаємо питомий вклад C_j первинних похибок обробки у загальну похибку: $C_j = \frac{\Delta_j}{\Delta_{\text{сум}}} \cdot 100\%$,

де Δ_j – величина j -ї похибки.

Складаємо таблицю 1.11 розрахунків C_j .

Будуємо гістограму похибок обробки в координатах Δ_{j-c} і виявляємо домінуючі похибки.

Таблиця 1.11 - Розрахунки C_j .

Позначення похибок	Δ_g	Δ_H	Δ_V	$\Delta_{\text{м.н.}}$	Δ_i	Δ_τ	$\Delta_{\text{сист.}}$
Значення похибки	0,004	0,016	0,0013	0,04	0,022	0,029	0,0152
$C_j, \%$	7,2	29	2,4	72,5	40	52,5	27,5

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

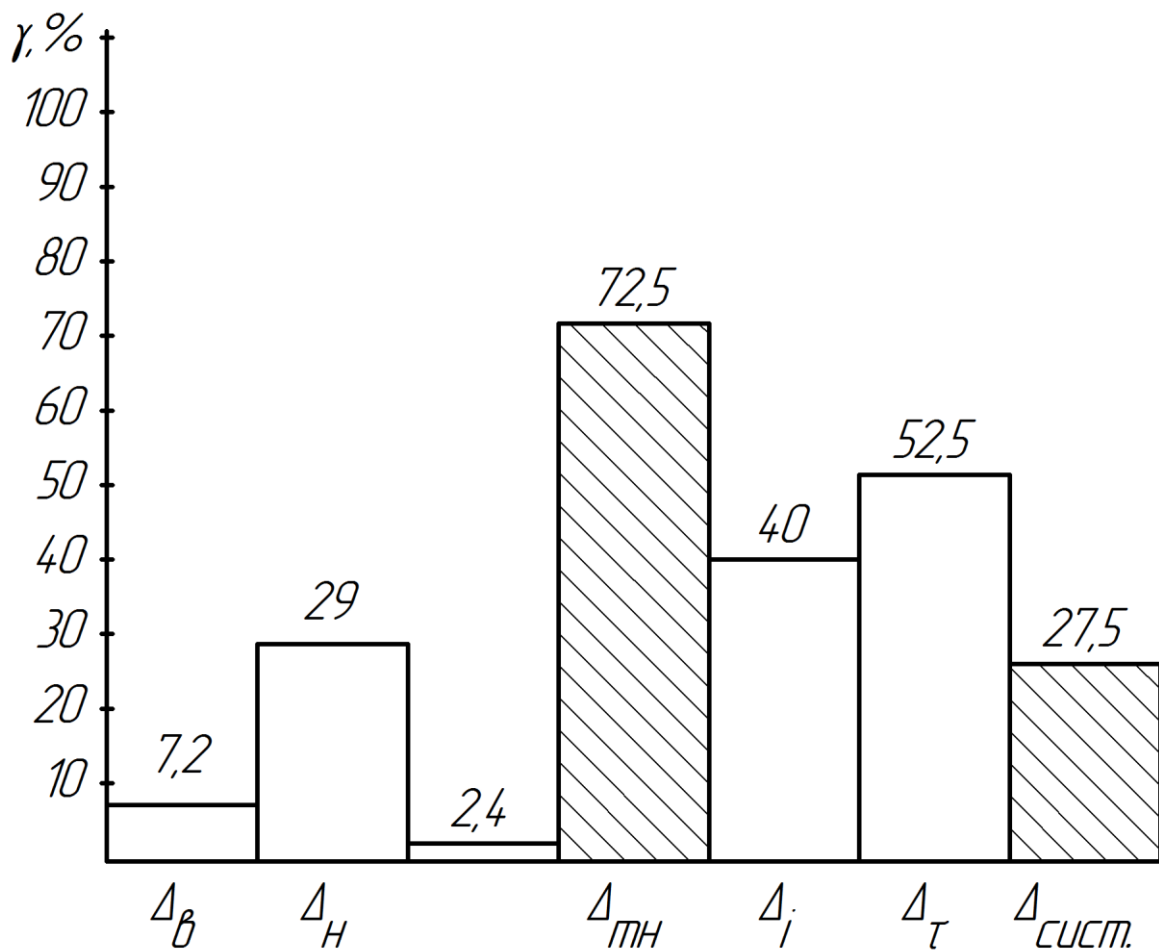


Рисунок 1.5 – Гістограма похибок обробки

1.5.4 Технічне нормування

Розглянемо одну операцію технологічного процесу.

Назначимо норми часу на операцію 035 координатно-свердлильну.

Верстат мод. 2550МФ4.

Вихідні дані для розрахунку.

Деталь: шатун КВ 9532 Ф1-23-303.

Матеріал – сталь 35Л, $\sigma_s=524$ МПа.

Маса деталі – 510 кг.

Пристрої: тумба верстату, прихвати, підставки.

Партія деталей – $n=40$ шт.

Технологічний процес механічної обробки:

1. Встановити, закріпити, зняти деталь.

Змінити інструмент.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Свердлити отвір 35.
Змінити інструмент.
3. Зенкувати виточку в отвір 35.
Змінити інструмент.
4. Зенкувати фаску.
Змінити інструмент.
5. Нарізати різьбу М30-7Н.
Змінити інструмент.
6. Свердлити отвори 17-20.
Змінити інструмент.
7. Зенкувати фаску.
Змінити інструмент.
8. Нарізати різьбу.
Змінити інструмент.
9. Свердлити отвір 11-12.
Змінити інструмент.
10. Зенкувати фаски.
Змінити інструмент.
11. Нарізати різьбу.
Змінити інструмент.
12. Свердлити отвір 13.
Змінити інструмент.
13. Свердлити отвір 21-25, 5 шт.
Змінити інструмент.
14. Зенкувати фаски.
Змінити інструмент.
15. Нарізати різьбу.
Змінити інструмент.
16. Свердлити 5 отв. 26-30.
Змінити інструмент.
17. Зенкувати фаски.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змінити інструмент.

18. Нарізати різьбу.

Змінити інструмент.

Переустановити деталь.

19. Фрезерувати площину 10.

Змінити інструмент.

20. Фрезерувати паз 31.

Для розрахунку часу в серійному виробництві застосовуються формули для визначення підготовчо-заклучного часу $T_{п.з.}$, штучно-калькуляційного $T_{шт.к.}$, штучного часу $T_{шт.}$.

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n}.$$

Визначаємо штучний час:

$$T_{шт.} = T_o + T_{доп.} + T_{об.} + T_{відп.}$$

Основний час:

$$T_{доп.} = T_{у.с.} + T_{упр.} + T_{вим.}$$

де $T_{у.с.}$ – час на установку, зняття, закріплення і відкріплення деталі.

$$T_{у.с.} = 6,1 \cdot 4 = 24,4 \text{ хв. [15], с. 45, карта 10, поз.3;}$$

$T_{упр.}$ – час на керування верстатом;

$T_{вим.}$ – час на вимірювання.

При довжині горизонтального переміщення більше 200 мм, для групи верстатів II, при механічній подачі і при зенкуванні і нарізанні різьби з реверсом час на прохід дорівнює:

$$0,15 + 0,12 + 0,18 = 0,45 \text{ хв. [15], с. 102, карта 29.}$$

Час на інші прийоми:

а) включити і виключити обертання шпинделя кнопкою:

$$0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ хв. [15], с. 104, карта 29, лист 2, поз. 9;}$$

б) встановити і зняти інструмент:

$$0,09 \cdot 19 = 1,71 \text{ хв. [15], с. 104, карта 29, лист 2, поз. 17;}$$

в) змастити інструмент: $0,05 \cdot 19 = 0,95 \text{ хв. [15], поз. 31;}$

$$T_{упр.} = 0,45 + 0,04 + 1,71 + 0,95 = 3,15 \text{ хв.}$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо час на контрольні вимірювання.

Провіряємо різьбу [15], с. 195, карта 86, лист 10.

M30×3,5 на довжину 50 мм – 1 отв. – 0,48 хв.; поз. 243.

M10-7H×1,5 на довжину 20 мм – 4 отв. – 0,4×4=1,6 хв.; поз.233.

2 отв. M6×1-7H на довжину 144 мм – 2 отв. – 0,43×2=0,86 хв.; поз 232.

10 отв. M8×1,25-7H на довжину 25 мм – 0,7×10=10,78 хв.; поз 232.

$$T_{вим.}=0,48+0,86+1,6+10,78=13,72 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час: $T_{доп.}=24,4+3,15+13,72=41,27 \text{ хв.}$

Знаходимо оперативний час: $T_{он.}=T_o+T_{доп.}=20,5+41,27=61,77 \text{ хв.}$

Час обслуговування робочого місця:

$$T_{об.ом.} = 4\%T_{он.} = 2,450,09 \text{ хв. [15], стор. 203.}$$

Визначаємо штучний час на операцію:

$$T_{шт.}=61,77+2,45+2,45=66,67 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час на наладку верстата, інструменту, пристрою, при установці деталі на столі верстату з закріпленням гвинтами і планками при кількості ріжучого інструменту в налазці більше 6 дорівнює 14 хв. [15], с. 106, поз. 3.

На одержання інструменту і здачу після виконання робіт дорівнює 7 хв. (поз. 15).

$$T_{п.з.}=14+7=21 \text{ хв.}$$

$$T_{ш.к.} = 66,67 + \frac{21}{40} = 67,19 \text{ хв.}$$

На інші операції норми часу назначаємо аналогічно і заносимо в табл. 1.12.

Таблиця 1.12 – Норми часу для різних операцій.

№ оп.	Найменування операції	T_o	$T_{доп.}$			$T_{он.}$	$T_{обсл.} \text{ в } \% \text{ від } T_{он.}$	$T_{відп} 4\% T_{он.}$	$T_{шт}$	$T_{п.з.}$	n	$T_{ш.к.}$
			$T_{у.с.}$	$T_{унр}$	$T_{вим.}$							
010	Токарно-карусельна	7,7	8,5	2,5	0,44	19,4	6%1,14	0,77	21,05	32	40	21,9
015	Токарно-карусельна	30,1	7,0	3,1	3,2	43,4	6%2,6	1,7	47,7	32	40	48,5
020	Токарно-карусельна	1,8	7,0	2,8	0,2	11,8	6%0,7	0,5	13	32	40	13,8
025	Горизонтально-розточна	18,76	14,0	13,9	5,02	51,68	5,5%2,8	2,06	56,54	30	40	57,30
030	Токарно-гвинторізна	8,33	7,2	5,0	1,2	21,73	5%1,09	0,887	23,69	40	40	24,7
035	Координатно-свердлильна	20,5	24,4	31,5	13,72	61,77	4%2,45	2,45	66,67	21	40	67,19
										187		233,38

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Пристрій для розточування

2.1.1 Опис призначення і роботи пристрою

Пристрій одномісний гідравлічний з двома затискними механізмами, які працюють в різних площинах. Пристрій призначений для закріплення шатуна і виконання операцій обробки отворів 3, 36, 37 і фрезерування торця 14 і обробки центрального отвору в торці 14.

Принцип роботи пристрою: на пластини, які служать за опори 5 встановлюється заготовка і базується по пальцях 6. При установці деталі для захисту механізмів затиску від випадкових пошкоджень застосовуються обмежувачі 4. Через гвинт 1 гідроциліндра 7 закладається прихват 3. На прихваті 3 закріплена відкидна шайба 2, вона повертається під гвинт 1. В штокову порожнину гідроциліндра 7 подається масло і здійснюється затиск одним механізмом.

Другий механізм побудований по принципу самоцентруючих гідравлічних лежат. Він одночасно здійснює затиск і центрування заготовки відносно осі.

Механізм працює таким чином, щоб відвернути поломку при установці прихвати 9 і 14 в вихідному положенні відведені за органічителі 4. Хід поршня гідроциліндра 8-50 мм.

Гідроциліндр 8 включається після затиску заготовки гідроциліндром 7. Вісь 13 закріплена в корпусі. Шестерня 12 на ній обертається за допомогою прихват 9 разом з плунжером 10, які рухаються вправо. Вліво прихват 14 рухає шестерня 13. Здійснюється затиск другим механізмом. В оберненій послідовності здійснюється розтиск.

					МП.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.2 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції

2.1.2.1 Розрахунок затискного зусилля і визначення основних параметрів приводу

При фрезеруванні площини 14 виникає найбільша сила різання P_z , яка може бути напрямлена як вертикально так і горизонтально.

Умови закріплення заготовки:

1) для відвернення відриву заготовки від опорних пластин під дією вертикально напрямленої сили різання сила закріплення заготовки повинна бути достатньою;

2) сила закріплення повинна бути достатня для відвернення провороту заготовки під дією горизонтально напрямленої сили різання P_z навколо точки O_1 .

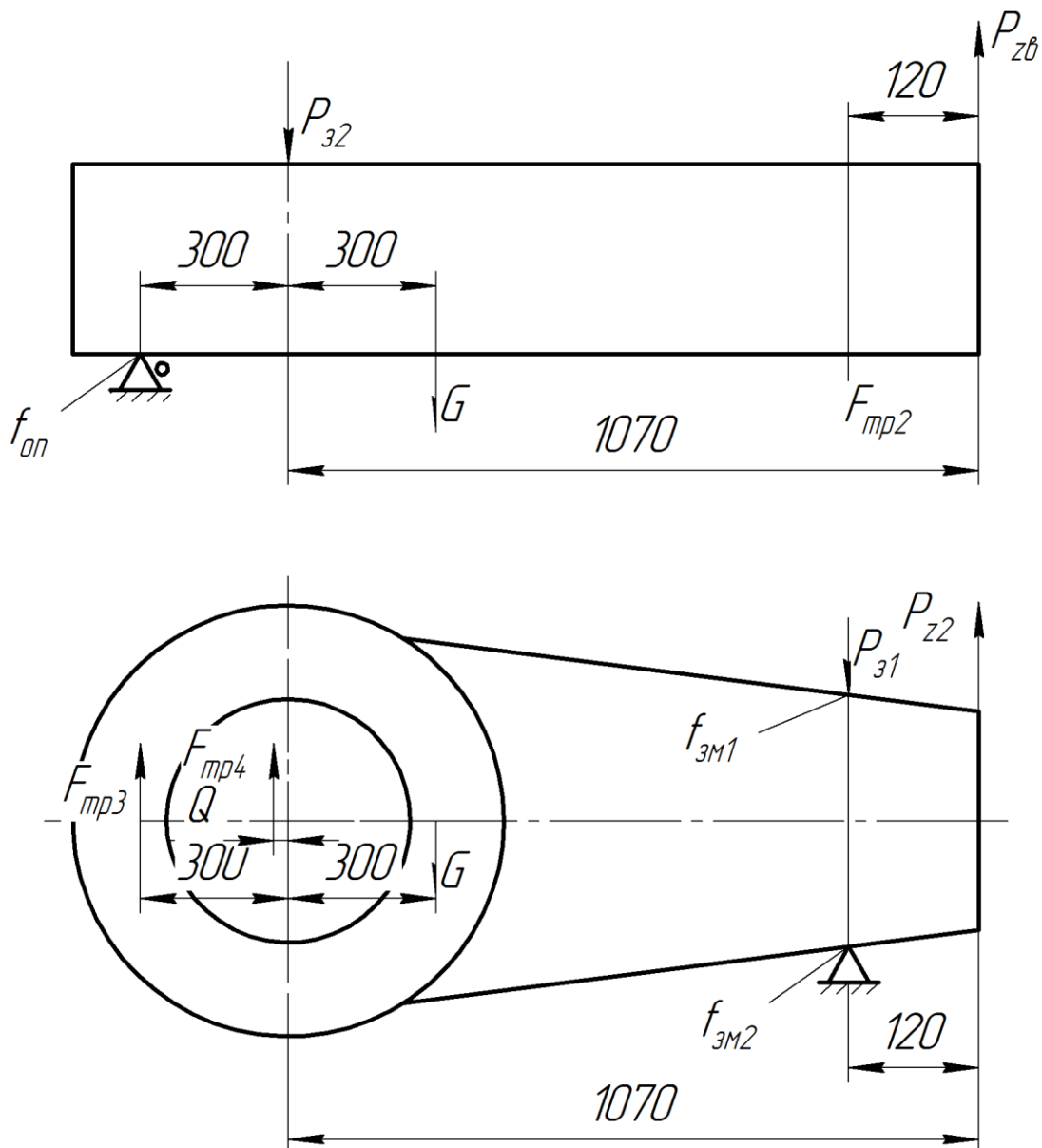


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема пристрою

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-341.00.000 ПЗ				

Пояснення до розрахункової схеми:

$P_{z8}=P_{z2}=P_z$ – сила різання.

Визначаємо силу різання через потужність різання:

$$P_z = \frac{N \cdot 1020 \cdot 60}{V} = \frac{6,9 \cdot 1020 \cdot 60}{125} = 3378 \text{ Н,}$$

де N – потужність різання при фрезеруванні площини 14,

$N=6,9$ кВт;

V – швидкість різання при фрезеруванні площини 14,

$V=125$ м/хв. (таблиця режимів різання);

P_{31} – сила закріплення гідроциліндром 8;

P_{32} – сила закріплення гідроциліндром 7;

G – вага шатуна, $G=5100$ Н;

F_{mp1} – сила тертя, яка створюється вагою шатуна;

F_{mp2} – сила тертя, яка створюється силою затиску P_{31} ;

f_{3m1} – коефіцієнт тертя між заживними механізмами гідроциліндра 8 і заготовкою,

$f_{3m1}=0,25$, [6], стор. 384, табл. 3;

f_{3m2} – коефіцієнт тертя між головкою гвинта гідроциліндра 7 і відкидною шайбою.

При розрахунках нехтуємо силою тертям F_{mp4} , яка виникає під головкою гвинта, так як плече дії сили дуже маленьке і вона не буде впливати на результати розрахунків. Крім цього сила діє в сторону закріплення;

f_{on} – коефіцієнт тертя між опорами і заготовкою.

Першій вимозі рівноваги заготовки задовольняє рівняння:

$M_o=0$.

$$P_{32} \cdot 300 = \kappa \cdot P_z \cdot 1370 - G \cdot 600 \cdot F_{mp2} \cdot 1250,$$

де κ – коефіцієнт запасу,

$$\kappa = \kappa_0 \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 \cdot \kappa_4 \cdot \kappa_5 \cdot \kappa_6,$$

де κ_0 – коефіцієнт неточності розрахунків,

$\kappa_0=1,5$ [6], стор. 384;

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

κ_1 – коефіцієнт, який враховує наявність випадкових нерівностей на поверхні заготовки, що викликає збільшення сил різання, [6], стор. 384, $\kappa_1=1,2$;

κ_2 – коефіцієнт збільшення сил різання від прогресуючого затуплення інструменту, $\kappa_2=1,5$ [6], стор. 384;

κ_3 – коефіцієнт збільшення сил різання при переривистому різанні. При фрезеруванні дисковими фрезами $\kappa_3=1,0$ [6], стор. 384;

κ_4 – коефіцієнт, який характеризує затискний пристрій з точки зору розвитку постійності сил, $\kappa_4=1,0$ [6], стор. 384;

κ_5 – коефіцієнт зручності розміщення рукоятки, $\kappa_5=1,0$;

κ_6 – коефіцієнт враховується тільки при наявності моментів, які хочуть повернути заготовку $\kappa_6=1,0$ [6], стор. 384.

$$\kappa=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,0=2,07.$$

Приймаємо $\kappa=2,5$ [6], стор. 384.

$$F_{mp}=P_{zi} \cdot f_{zm1},$$

де P_{zi} – сила закріплення, яка розвивається гідроциліндром 8.

Маємо два рівняння з двома невідомими. Приймаємо попередньо $\varnothing 40$ мм для гідроциліндра 8. Сила, яку розвиває гідроциліндр $\varnothing 40$ мм, дорівнює 12,3 кН, достатня для втримання заготовки під дією $P_z=3,4$ кН.

$$F_{mp}=12,3 \cdot 0,25=3,075 \text{ кН}=3075 \text{ Н.}$$

$$P_{z2} = \frac{2,5 \cdot 3378 \cdot 1370 - 5100 \cdot 600 - 3075 \cdot 1250}{300} = 15553 \text{ Н.}$$

Визначаємо діаметр гідроциліндра при подачі масла в штокову порожнину:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot P_{z2}}{P \cdot \rho_{mex}} + d^2},$$

де $P=10$ МПа – тиск масла;

$\rho_{mex}=0,93$ – коефіцієнт корисної дії [6], стор. 481;

d – діаметр штока, приймаємо $d=32$ мм.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 15553}{10 \cdot 0,93} + 32^2} = 56 \text{ мм.}$$

За рекомендаціями [6], стор. 473, табл. 22 приймаємо $D=63$ мм, ГОСТ 19989-74. Гідроциліндр розвиває тягуче зусилля 22,6 кН.

Другій вимозі рівноваги заготовки задовольняє рівняння:

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$\Sigma M_{oI}=0;$$

$$P_{з1} \cdot 950 = \kappa \cdot P_z \cdot 1070 - F_{мп1} \cdot 300 - F_{мпз} \cdot 300,$$

$$\text{де } F_{мп1} = G_1 \cdot f_{он} = 5100 \cdot 0,16 = 816 \text{ Н.}$$

$$F_{мпз} = P_{з2} \cdot f_{он} = 22600 \cdot 0,16 = 3616 \text{ Н.}$$

$$P_{з1} = \frac{2,5 \cdot 3378 \cdot 1070 - 816 \cdot 300 - 3616 \cdot 300}{950} = 8112 \text{ Н.}$$

Визначаємо діаметр гідроциліндра (масло подається в поршневу порожнину).

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{P_{з1}}{P \cdot \rho_{мех}}} = 1,13 \sqrt{\frac{8112}{10 \cdot 0,93}} = 33,3 \text{ мм.}$$

За рекомендаціями [6], стор. 473, табл. 22 приймаємо $D=40$ мм, ГОСТ 19989-74. Гідроциліндр розвиває тягуче зусилля 12,3 кН.

2.1.3 Розрахунок точності базування

Розраховуємо допустиму похибку виготовлення пристрою на розмір $1070 \pm 1,3$ мм, відстань від центру отвору 4 до фрезерної поверхні 14.

Точність виготовлення пристрою визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{np} = \delta \cdot \kappa \sqrt{(\kappa_1 \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{цет}^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{зм}^2 + (\kappa_2 \cdot w)^2};$$

де δ – допуск на виготовлення деталі, $\delta=2,6$ мм;

κ – коефіцієнт, який враховує можливі відступи від нормального розподілу окремих складових, [1], стор. 162, $\kappa=1,2$;

κ_1 – коефіцієнт, який враховується при $\varepsilon_\delta \neq 0$, коефіцієнт на можливі відхилення від нормальних, $\kappa=0,8$;

ε_δ – похибка базування $\varepsilon_\delta=0,5\Delta$ – дорівнює половині зазору між отвором 4 і кругом окресленим зовнішніми точками трьох циліндричних пальців;

ε_3 – похибка, яка виникає в результаті деформації заготовки і пристрою під дією сил закріплення, $\varepsilon_3=0$ (сили закріплення напрямлені паралельно до базуючої площини);

$\varepsilon_{уст}$ – похибка установки пристрою на верстаті (в даному випадку рівна дискретності відліку горизонтально-розточного верстату), $\varepsilon_{уст}=0,001$;

ε_n – похибка зміщення ріжучого інструменту, $\varepsilon_n=0$;

$\varepsilon_{зм}$ – похибка зношування деталі пристрою $\varepsilon_{зм}=10$ мкм [6], стор. 595, табл. 18;

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$k_2=0,7$ за рекомендацією [1], стор. 162;

w – економічна точність обробки даного розміру;

$w=1050$ мкм (відповідає точності n квалітету).

Визначаємо зазор Δ . На рис. 2.3 показано схему базування. Виходячи із умови гранично допустимих допусків для отвору 4 в меншу сторону, тобто 530,00 мм, для пальців в більшу сторону, тобто $40-0,009=39,991$ мм, визначаємо спочатку діаметр D – на якому виконується отвір для установки пальців.

$$D=530-39,991=490,009 \text{ мм.}$$

Точність виконання розміщення отворів визначається точністю обладнання на якому виконується дана операція. Такі операції виконуються на координатно-розточних верстатах з точністю $\pm 0,01$ мм, таким чином:

$$D=489,999\pm 0,01 \text{ мм}=490\pm 0,01 \text{ мм.}$$

Визначаємо виходячи із гранично допустимих допусків, але в іншу сторону.

$$\Delta=530,07-489,99-39,975=0,105 \text{ мм.}$$

Отже,

$$\varepsilon_\delta=0,05 \text{ мм.}$$

Допустима похибка виготовлення пристрою:

$$\varepsilon_{np} = 2,6 - 1,2\sqrt{(0,8 \cdot 0,05)^2 + 0,001^2 + 0,01^2 + (0,7 \cdot 1,05)^2} = 1,7 \text{ мм}$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

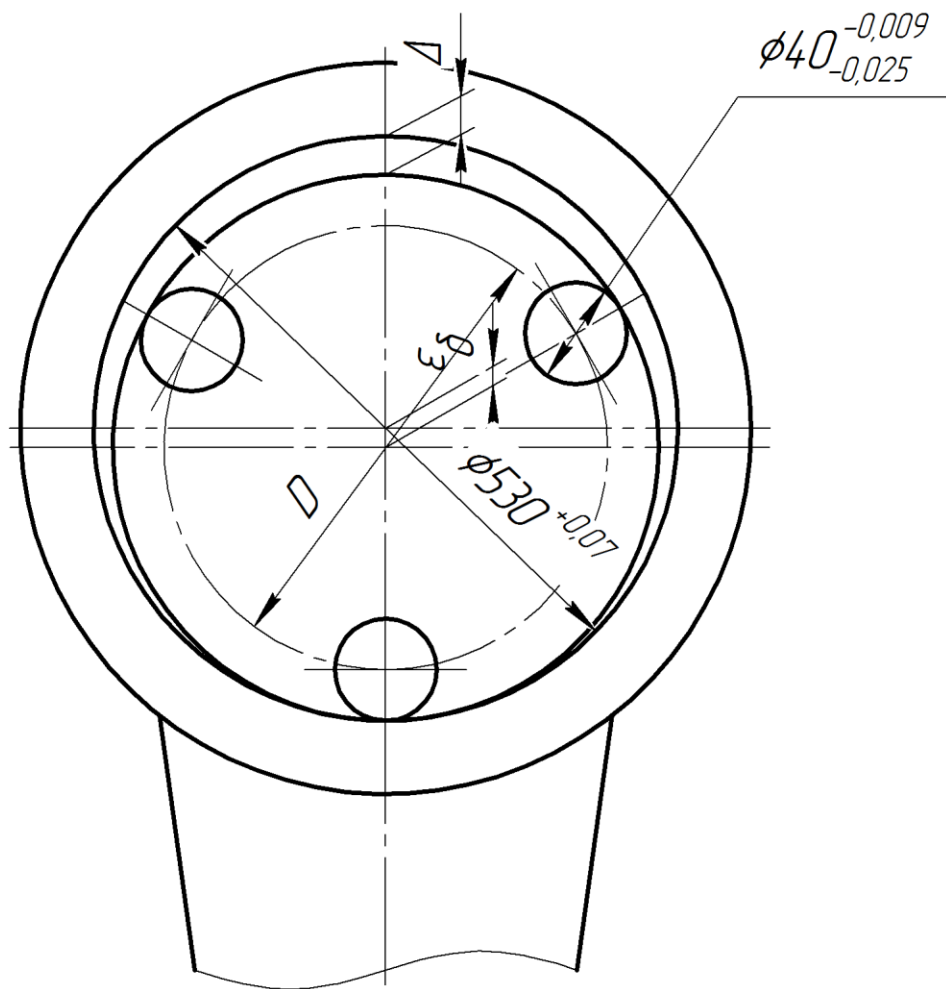


Рисунок 2.3 – Схема базування

2.1.4 Розрахунок на міцність

Розраховуємо вісь позиції 8 на зріз і змикання, і прихват позиції 2 згин.

Розрахунок осі:

Матеріал осі – сталь 45.

$$\sigma_m = 550 \text{ МПа.}$$

За рекомендаціями [11], стор. 198 проводимо розрахунок.

Умова міцності на зріз:

$$\tau = \frac{4Q}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau],$$

де Q – навантаження на вісь;

$$Q = 12,3 \text{ кН.}$$

$$[\tau] = 0,2 \cdot \sigma_m = 0,2 \cdot 550 = 110 \text{ МПа} = 11000 \text{ Н/см}^2.$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\tau]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 12300}{3,14 \cdot 11000}} = 1,2 \text{ см.}$$

Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-341.00.000 ПЗ

Арк.

Приймаємо $d=35$ мм.

Умова міцності на змикання:

$$\sigma = \frac{4Q}{\pi \cdot l \cdot d} \leq [\sigma],$$

де l – ширина шестерні, $l=6$ см.

$$[\sigma]=0,8 \cdot \sigma_m=0,8 \cdot 550 \text{ МПа}=44000 \text{ Н/см}^2.$$

$$d = \frac{4 \cdot Q}{[\sigma] \cdot \pi \cdot l} = \frac{4 \cdot 12300}{44000 \cdot 3,14 \cdot 6} = 0,6 \text{ см.}$$

Умова міцності забезпечується.

Необхідно вибрати найбільш легкий прихват, поз. 2, тому що при закріпленні і відкріпленні деталі його встановлюють руками і велика вага його приводить до втоми робітника.

Визначаємо згідно рекомендацій [12], §52 з умови міцності на згин геометричні параметри на згин.

Будуємо епюри завантаження і згинаючого моменту, які діють на прихват.

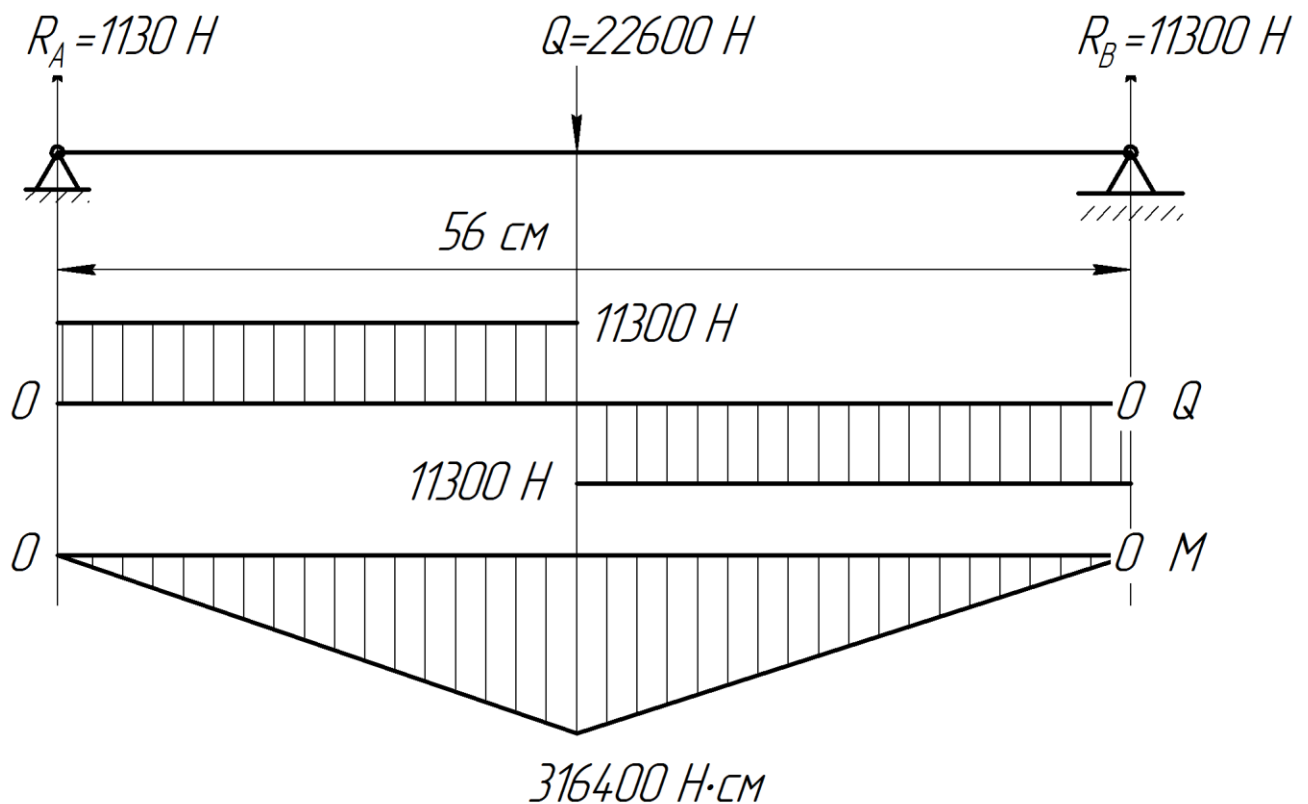


Рисунок 2.4 – Епюри навантаження і згинаючого моменту

					МП.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З умови міцності по нормальних напруженнях:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma].$$

Визначаємо геометричні параметри балки. В якості балки вибираємо швелер:

$$W \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]},$$

де $M_{\max}=316400$ Н·см.

$$[\sigma]=0,8 \cdot \sigma_m=0,8 \cdot 25000=20000 \text{ Н/см}^2.$$

Матеріал швелера Ст3, $\sigma_m=250$ МПа.

$$W = \frac{316400}{20000} = 15,82 \text{ см}^3.$$

Згідно [12], стор. 86, табл. 4 вибираємо швелер №6, 5; вага 1 пог.м=6,5 кг.

$$W=16,8 \text{ см}^3; I=54,5 \text{ см}^4; S=10 \text{ см}^3.$$

Провіряємо вибрану балку по дотичних напруженнях:

$$\tau_{\max} = \frac{Q_{\max} \cdot S_{\max}}{b \cdot I} \leq [\tau],$$

де $[\tau]=0,2$; $\sigma_m=0,2 \cdot 25000=5000$ Н/см².

$$S_{\max}=S=10 \text{ см}^3.$$

$b=6,5$ см – ширина балки.

$$\tau_{\max} = \frac{22600 \cdot 10}{6,5 \cdot 54,5} \leq 5000 ;$$

$$628 \text{ Н/см}^2 < 5000 \text{ Н/см}^2.$$

Міцність забезпечується.

В місці прикладання сили визначимо прогин балки:

$$f = \frac{Q \cdot l^3}{48E \cdot I} = \frac{22600 \cdot 56^3}{48 \cdot 2 \cdot 10^7 \cdot 54,5} = 0,076 \text{ см} = 0,8 \text{ мм}.$$

2.1.5 Розрахунок коефіцієнта уніфікації

$$K_{np} = \frac{\sum_{заг} - \sum_o}{\sum_{заг}} \cdot 100 \%,$$

де $\sum_{заг}=48$ шт – загальне число деталей;

$\sum_o = 13$ - число оригінальних деталей;

$$K_{np} = \frac{48-13}{48} \cdot 100 \% = 73\%.$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

2.2 Контрольний пристрій

2.2.1 Опис конструкції, призначення і роботи пристрою

Пристрій призначений для контролю перпендикулярності торців 1 і 2 відносно поверхні 4.

Допустиме відхилення від перпендикулярності $\delta=0,06$ мм.

Пристрій складається з корпусу 1, три кронштейни, які розміщені під кутом 120° . В базову поверхню пристрій впирається рамками 5, які кріпляться в двох кронштейнах. На третьому кронштейні прикріплений притиск з ексцентриком.

Працює пристрій наступним чином: упори 6 відведені так, що вони являються продовженням кронштейнів корпусу.

Пристрій встановлюється в базуючий отвір до дотику упорів 6 з вимірюваною поверхнею, потім ексцентриком 12 і притиском 11 пристрій базується по отвору з одночасним затиском так, що обидва пальці 5 прилягають до базової поверхні отв. 4. Після цього упори 6 відводяться до середини отвору, індикатор 28 встановлюється на "0". Рухаючи ручку 9 визначаємо найбільше і найменше відхилення від нуля поверхні 1 і 2. Сума цих відхилень дає похибку перпендикулярності.

2.2.2 Розрахунок на точність

На точність пристрою впливають такі фактори:

1. Похибка вимірювання індикатора при використанні 2МІГ.

$$\delta_{инд} = 3 \text{ мкм.}$$

2. Перенос ричала внаслідок переносу осі 3 через наявність зазору між віссю 3 і втулкою 4.

Кут переносу деталі 3 визначаємо за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta}{l} = \frac{0,005}{170} = 0,000029,$$

де Δ – максимальний зазор між втулкою 4 і віссю 3;

l – довжина втулки 4, $l=170$ мм;

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,000029 = 0,00166^\circ.$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Похибка від переносу буде:

$$\delta_{заз} = L \cdot \operatorname{tg} \alpha = 250 \cdot 0,000029 = 0,007 \text{ мм},$$

де L – відстань від індикатора до осі повороту.

3. Биття торця втулки 4 відносно отвору втулки 4.

Для п'ятої степені точності:

$$\delta_{м.б..} = 0,006 \text{ мм [4], стор. 451, табл. 5.}$$

4. Перенос ричала через непаралельність посадочних місць під пальці 5 відносно отвору втулки.

По п'ятій степені точності непаралельність складає 10 мкм.

Кут переходу втулки:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,01}{170} = 0,000059 .$$

Перенос ричала:

$$\delta_{\text{пос.місць}} = 250 \cdot 0,000059 = 0,0147 \text{ мкм.}$$

Загальна похибка пристрою:

$$\delta_{\text{пр.}} = \delta_{\text{інд.}} + \delta_{\text{заз.}} + \delta_{\text{м.б..}} + \delta_{\text{пос.м..}} = 0,003 + 0,007 + 0,006 + 0,0147 = 0,0307 \text{ мм.}$$

Гарантована точність вимірювання буде при різниці найвищої і найнижчої точки торця деталі не більше 0,0293 мм.

2.2.3 Розрахунок коефіцієнта уніфікації

$$K_{\text{пр}} = \frac{\sum \text{заг} - \sum o}{\sum \text{заг}} \cdot 100 \%,$$

$$K_{\text{пр}} = \frac{24 - 13}{24} \cdot 100 \% = 46 \%.$$

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ РОЗТОЧНОГО ПРИБОРУ

З метою імітаційного моделювання розточного пристрою, а саме для визначення напружено-деформованого стану його складових елементів використано програму Simulation, що входить до складу програми SolidWorks.

З допомогою SolidWorks Simulation можна виконувати інженерні розрахунки і моделювати різноманітні навантаження, що діють на виріб, який проектується.

В SolidWorks Simulation можна проводити такі типи аналізів: лінійний; втома; нелінійний; тепловий; частотний; аналіз виробів з пластмаси і гуми; динамічний.

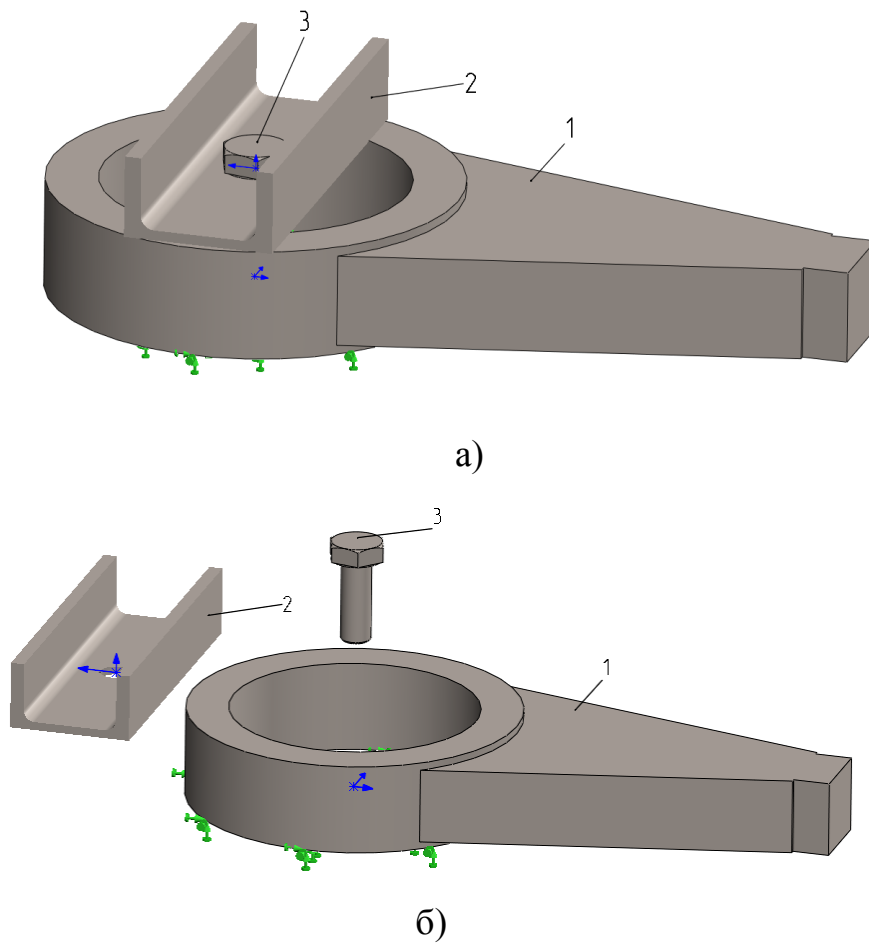
Використання під час проектування виробів програми SolidWorks Simulation знижує необхідність у створенні дорогих прототипів, виключає доопрацювання розролюваних виробів, і як наслідок, економить час і витрати на розроблення виробу.

Моделювання у модулі Simulation здійснюється за допомогою методу скінченних елементів – дискретизації проєктованих компонентів у тверде тіло, що використовує лінійний аналіз напружень для визначення реакції деталей і вузлів під впливом: сили; тиску; прискорення; температури. Також під час дослідження враховується контакт між компонентами виробу.

Для проведення досліджень необхідно знати характеристики матеріалів, з яких будуть виготовлені деталі виробу, навантаження, що діятимуть на нього в процесі експлуатації.

Перед проведенням дослідження розточного пристрою було побудовано його тривимірну модель (рис. 3.1). З метою спрощення розрахунку (пришвидшення розрахунку) у моделі пристрою відсутні декілька елементів, які не впливають на його напружено-деформований стан.

					MP.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а) – зібрана модель; б) – деталі моделі
 1 – деталь; 2 – прижим (швелер); 3 – болт
 Рисунок 3.1 – Тривимірний модель пристрою

Тут варто зауважити, що стандартним елементом пристрою взято швелер б. Його розміри показані на рисунку 3.2.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

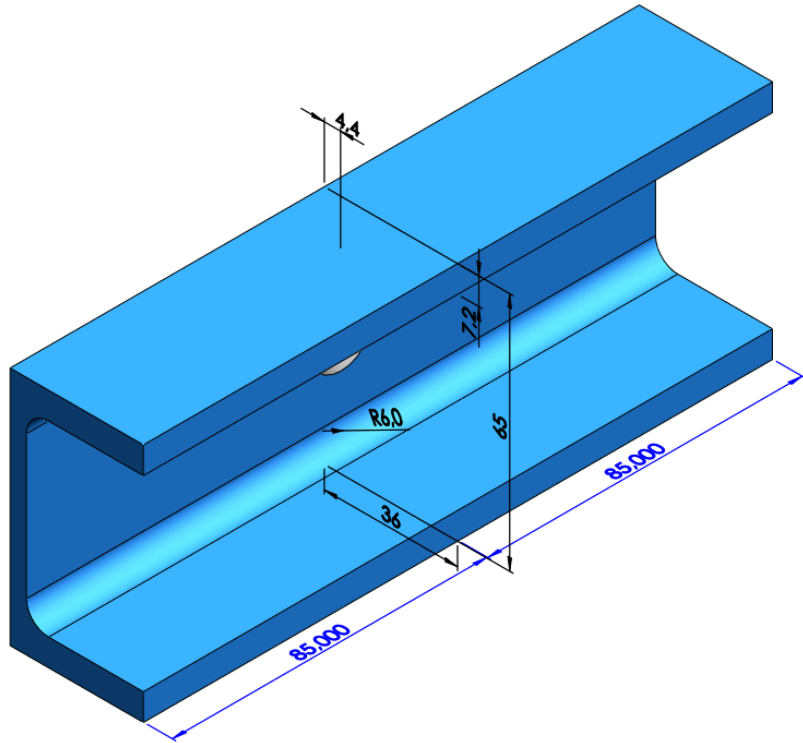


Рисунок 3.2 – Швелер

Розрахункову схему, що використовується під час імітаційного моделювання подано на рисунку 3.3. Коефіцієнт тертя між поверхнями деталей, що знаходяться у контакті прийнято рівним 0.

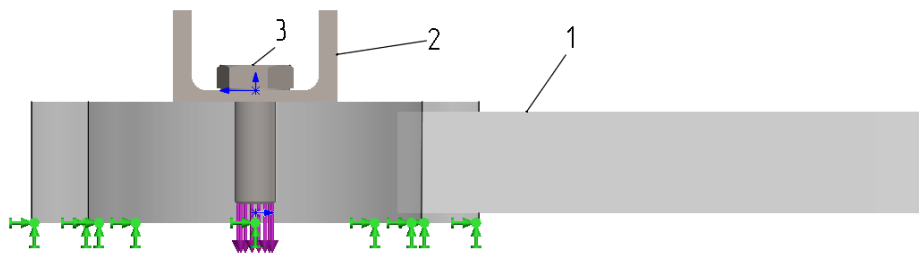


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема

На рисунку 3.3 показано сітку скінченних елементів, на яку розбито досліджувану модель.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

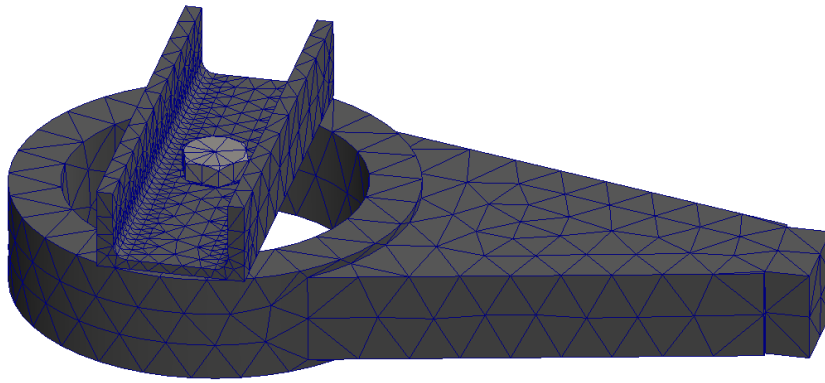
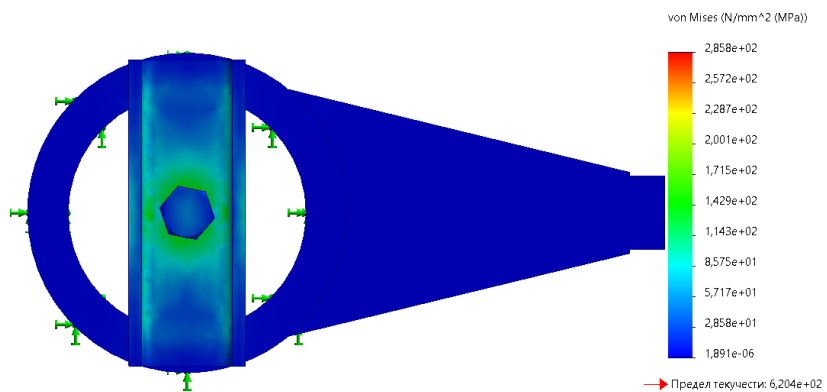
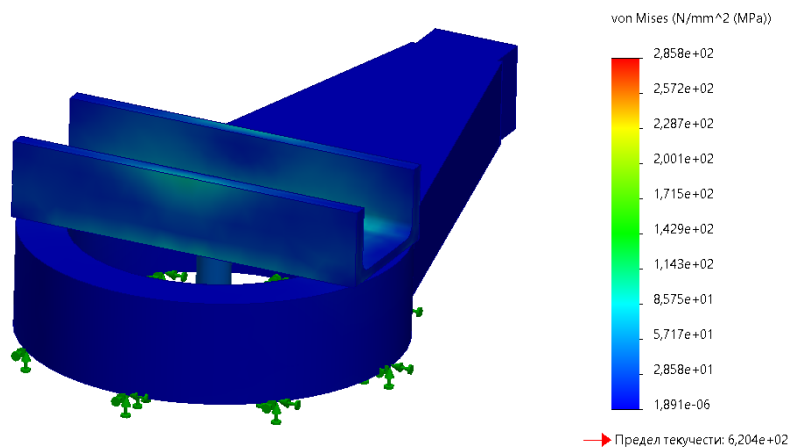


Рисунок 3.3 – Сітка скінченних елементів

У результатів проведеного імітаційного моделювання отримані такі результати: еквівалентні напруження; деформація; переміщення; контактний тиск.



а)



б)

а) – вид зверху; б) – ізометрія

Рисунок 3.4 – Розподіл еквівалентних напружень

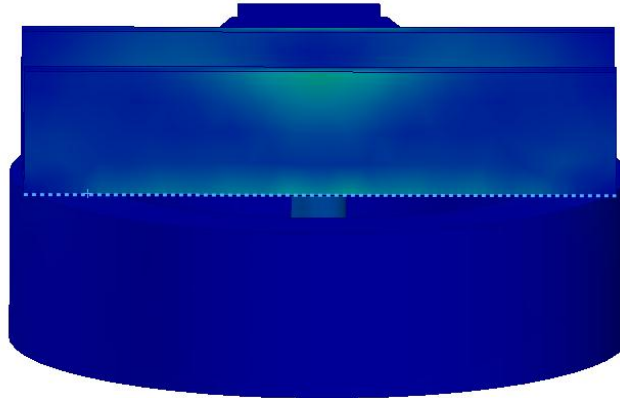
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-341.00.000 ПЗ

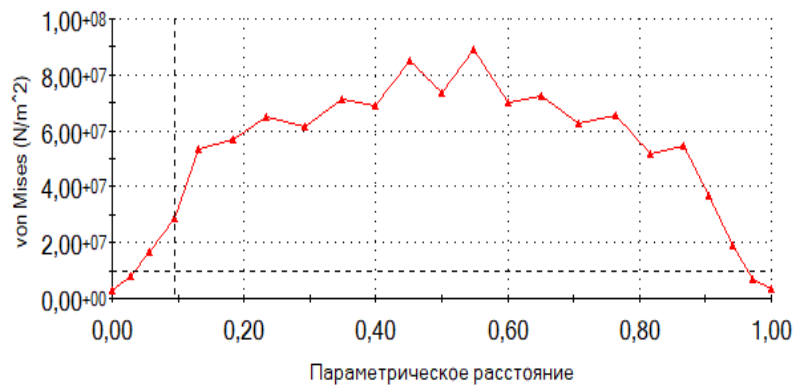
Арк.

Максимальне значення еквівалентних напружень, що виникає під час навантаження швелера складає 285 МПа. Концентрація напружень спостерігається як у тілі болта, так і навколо отвору швелера, у якому розміщено болт.

На рисунку 3.5 показано розподіл еквівалентних напружень по кромці швелера. Надалі буде застосовано термін "параметрична відстань" – довжина, наприклад кромки, по якій виводяться результати для побудови графічних залежностей.



а)



б)

а) – кромка на швелері; б) – графічні залежності

Рисунок 3.5 – Розподіл еквівалентних напружень по кромці швелера

На рисунку 3.6 показано деформації елементів пристрою.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

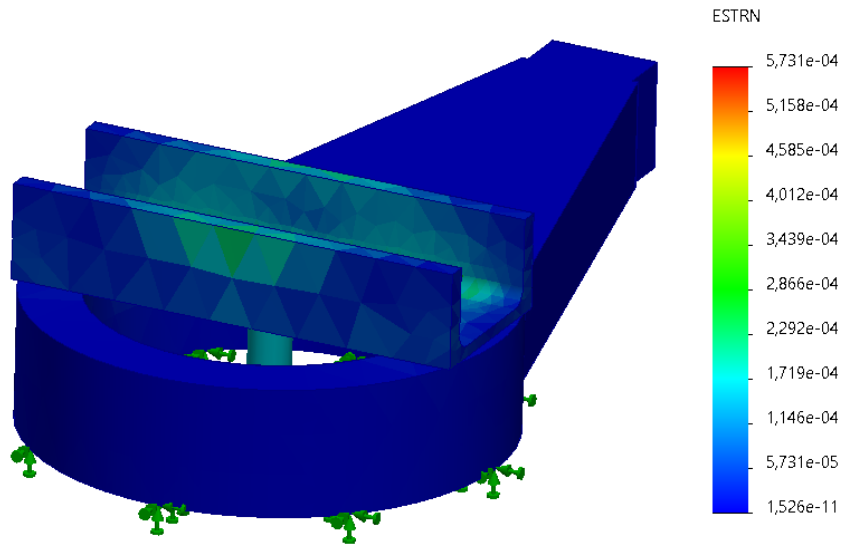


Рисунок 3.6 – Деформація в елементах пристрою

На рисунку 3.7 показано переміщення деталей при дії навантаження.

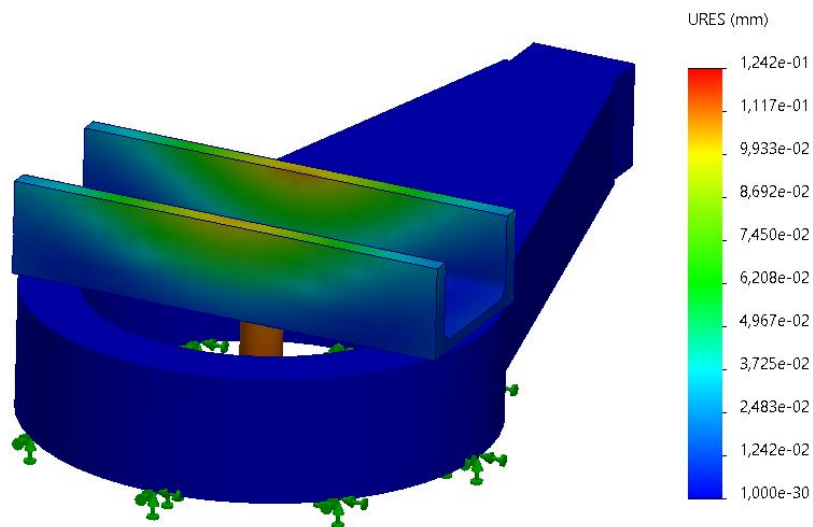
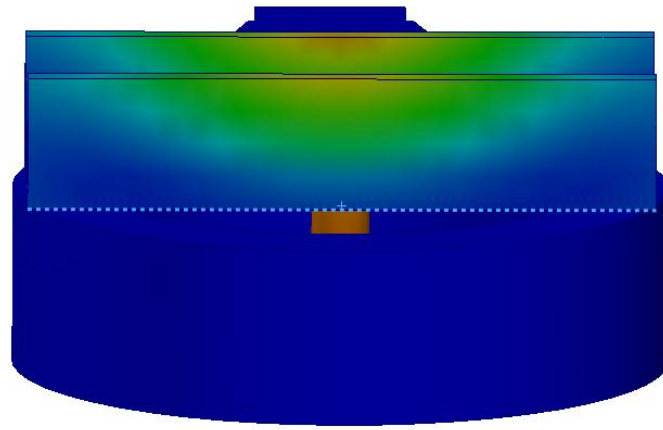


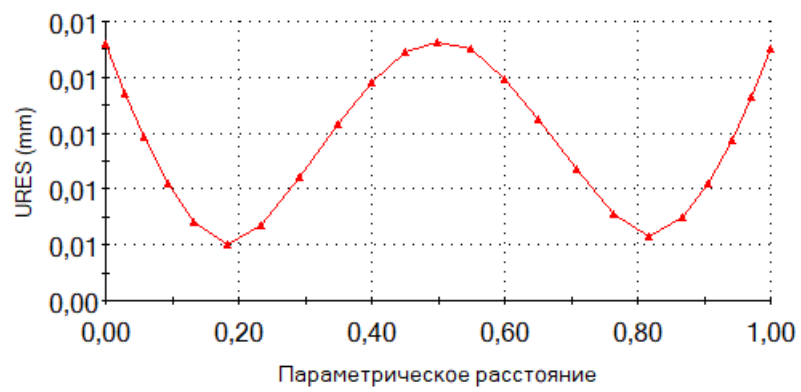
Рисунок 3.7 – Переміщення деталей пристрою при дії навантаження

На рисунку 3.8 та 3.9 показано переміщення (прогин) швелера та побудовані відповідні графічні залежності по нижній (рис. 3.8) та верхній (рис. 3.9) кромках.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а)

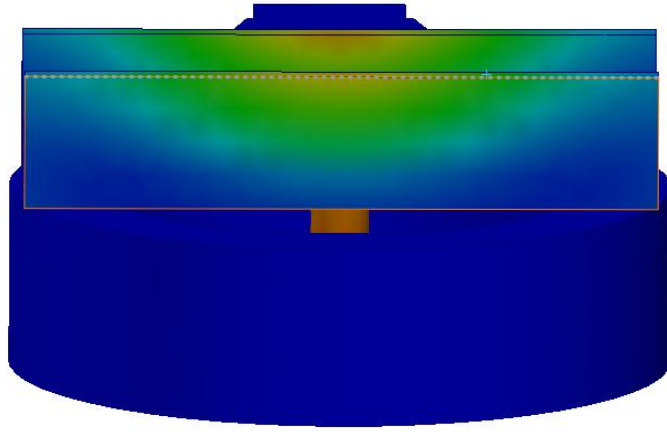


б)

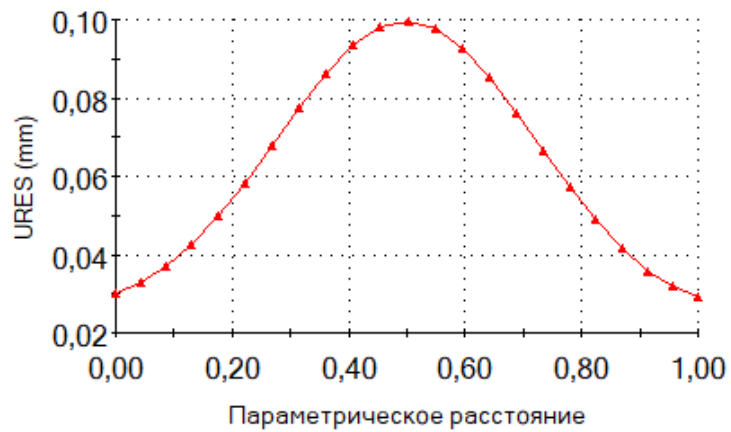
а) – кромка на швеллери; б) – графічні залежності

Рисунок 3.8 – Розподіл переміщень по нижній кромці швелера

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а)



б)

а) – кромка на швелері; б) – графічні залежності

Рисунок 3.9 – Розподіл переміщень по верхній кромці швелера

Згідно розрахунку максимальне значення переміщення наявне у швелері та складає 0,12 мм.

На рисунку 3.10 показано розподіл контактної тиску на поверхні контакту головки болта та швелера.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

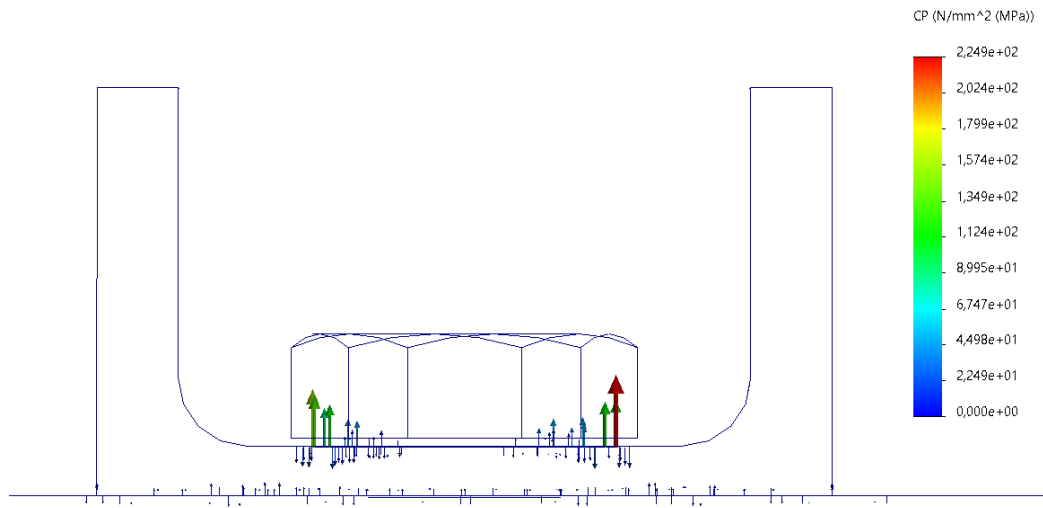


Рисунок 3.10 – Розподіл та величини контактної тиску

Максимальна величина контактної тиску складає 229 МПа.

Висновки

У результаті проведення імітаційного моделювання отримано розподіли у досліджуваних деталях: еквівалентних напружень, переміщень, деформацій та контактної тиску. також встановлено максимальні значення вищезгаданих результатів: еквівалентні напруження – 285 МПа; переміщення – 0,12 мм; контактний тиск – 229 МПа.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі розроблений і обґрунтований технологічний процес виготовлення деталі «шатун КВ 9532Ф1-23-303» в умовах середньо-серійного виробництва.

В процесі виконання роботи проведено конструкторсько-технологічний аналіз конструкції деталі та базової технології її виготовлення. По результатах аналізу обґрунтовано застосування заготовки литвом, верстатів з ЧПК, а також застосовано пристрої з механізованим приводом, один з котрих приведений в графічній частині. Крім цього, в графічній частині приведено графіки, діаграми та схеми до аналізу точності обробки поверхні $\text{Ø}530\text{H}7$, карти налагодження на операції механічної обробки, рисунки до імітаційного дослідження роботи притискної ланки спроектованого верстатного пристрою.

Розроблений проектний технологічний процес, для котрого пораховані припуски, режими різання та норми часу приведений в додатках у вигляді комплекту технологічної документації що оформлена відповідно до норм ЄСТД.

					МП.ПМК-341.00.000 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, 1985, 256 с.
2. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. – М: Машиностроение, 1983.
3. Косилов А. Г., Мещерякова Р. К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1- М.: Машиностроение, 1985.
4. Косилов А. Г., Мещерякова Р. К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2 - М.: Машиностроение, 1985.
5. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту кафедри. Ів.-Франківськ, 1991 р.
6. Вардашкин Б.Н., Шатилов А.А. Станочные приспособления. Справочник. Т. I – М.: Машиностроение, 1984.
7. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник - М.: Машиностроение, 1969.
8. Панов А.П. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. - М.: Машиностроение, 1988.
9. Косовский В.Л. Справочник фрезеровщика. - М.: Машиностроение, 1985.
10. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин. - М.: Машиностроение, 1979.
11. Кудрявцев В.Н. Курсовое проектирование деталей машин . - Ленинград.: Машиностроение, 1984.
12. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов. - Киев.: Машиностроение, 1985.
13. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Часть I.- М.: Машиностроение, 1974.
14. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Часть II.- М.: Машиностроение, 1974.
15. Общемашиностроительные нормативы времени.- М.: Машиностроение, 1974.
16. Малов А.Н. Справочник металлиста т. III – М.: Машиностроение, 1977.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. – М. Высшая школа, 1980.
18. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Пітулей Л.Д., Лукань Т.В., Панчук А.Г. Магістерська робота: методичні вказівки. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018.- 35 с.
19. Технологія машинобудівних підприємств: підручник /В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.
20. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник - Львів: "Новий Світ - 2000" , 2012. - 358 с.
21. Копей В.Б., Одосій З.М., Онисько О.Р. Технологія машинобудування: навчальний посібник. Частина 1. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021. - 203 с.

					МР.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

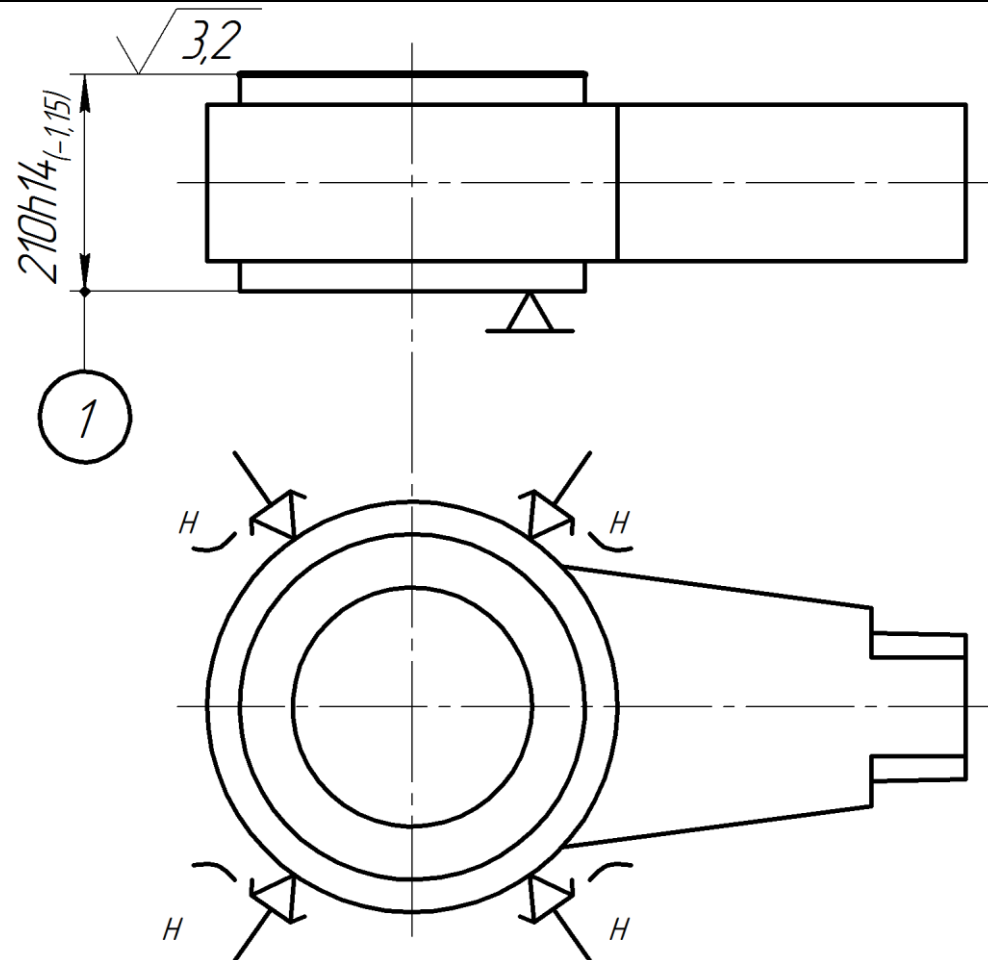
					MP.ПМК-341.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

1

1

Розробив	Баланик			ІФНТУНГ	КВ 9532Ф1-23-303	20146.00004			
Перевірів	Шуляр								
Реценз.									
Н. контр.	Шуляр			Шатун			Н		020



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			MP.ПМК-341.03.00.00.000СК	Складальне креслення	3	A1×2+A2
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	MP.ПМК-341.03.01.000	Корпус	1	
		2	MP.ПМК-341.03.02.000	Прихват	1	
				<u>Деталі</u>		
		3	MP.ПМК-341.03.00.003	Гвинт спеціальний	1	
		4	MP.ПМК-341.03.00.004	Прихват	1	
		5	MP.ПМК-341.03.00.005	Вісь	1	
		6	MP.ПМК-341.03.00.006	Прихват	1	
		7	MP.ПМК-341.03.00.007	Колесо зубчате	1	
		8	MP.ПМК-341.03.00.008	Втулка	1	
		9	MP.ПМК-341.03.00.009	Плунжер	1	
		10	MP.ПМК-341.03.00.010	Пластина	1	
		11	MP.ПМК-341.03.00.011	Плита	1	
		12	MP.ПМК-341.03.00.012	Напрямна	2	
		13	MP.ПМК-341.03.00.013	Пластина	1	

MP.ПМК-341.03.00.000 ПЗ				
Зм.	Арк	№докум	Підпис	Дата
Розробив	Баланик			
Перевір.	Шуляр			
Реценз.				
Н.контр.	Шуляр			
Затв.	Панчук			
Пристрій для розточування			Літ.	Арк
			н	1
			Аркушів	
			4	
ПМКм-22-1				

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			MP.ПМК-341.04.00.00.000СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	MP.ПМК-341.04.00.001	Корпус	1	
		2	MP.ПМК-341.04.00.002	Шайба спеціальна	1	
		3	MP.ПМК-341.04.00.003	Вісь	1	
		4	MP.ПМК-341.04.00.004	Втулка	1	
		5	MP.ПМК-341.04.00.005	Палець	2	
		6	MP.ПМК-341.04.00.006	Упор	2	
		7	MP.ПМК-341.04.00.007	Упор	1	
		8	MP.ПМК-341.04.00.008	Важіль	1	
		9	MP.ПМК-341.04.00.009	Ручка	1	
		10	MP.ПМК-341.04.00.010	Палець	2	
		11	MP.ПМК-341.04.00.011	Прижим	1	
		12	MP.ПМК-341.04.00.012	Ексцентрик	1	
		13	MP.ПМК-341.04.00.013	Втулка	1	
				<u>Стандартні</u>		
				<u>вироби</u>		
		14		Болт М5-8d×30.56		
				ГОСТ 7798-70	2	

					MP.ПМК-341.04.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк	№докум	Підпис	Дата				
Розробив	Баланик				Пристрій контрольний	Літ.	Арк	Аркушів
Перевір.	Шуляр					н	1	2
Ре ценз.						ПМКм-22-1		
Н.контр.	Шуляр							
Затв.	Панчук							

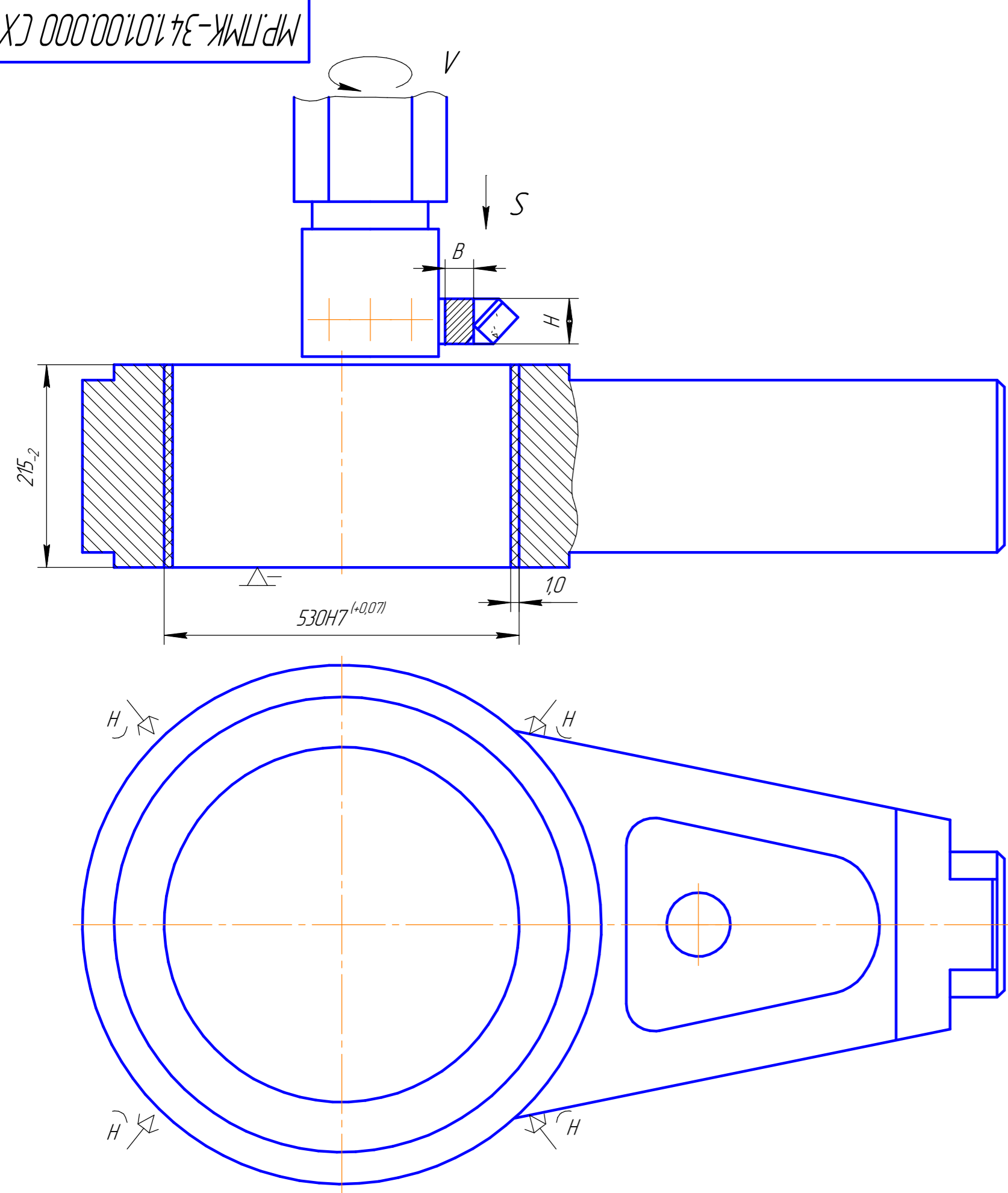


Рисунок 1 – Ескіз обробки

Верстат токарно-такресельний моделі 1525
 Різець 2142-0114 Т30К4 ГОСТ 9795-70
 $\varphi=30^\circ; \varphi_1=30^\circ; \gamma=30^\circ; \lambda=30^\circ; \gamma_1=30^\circ; f=0,6\text{мм}; r=1,0\text{мм}$
 $HxV=25x25$
 Режими різання: $V=52,4\text{ м/хв}; S=0,8\text{мм}$

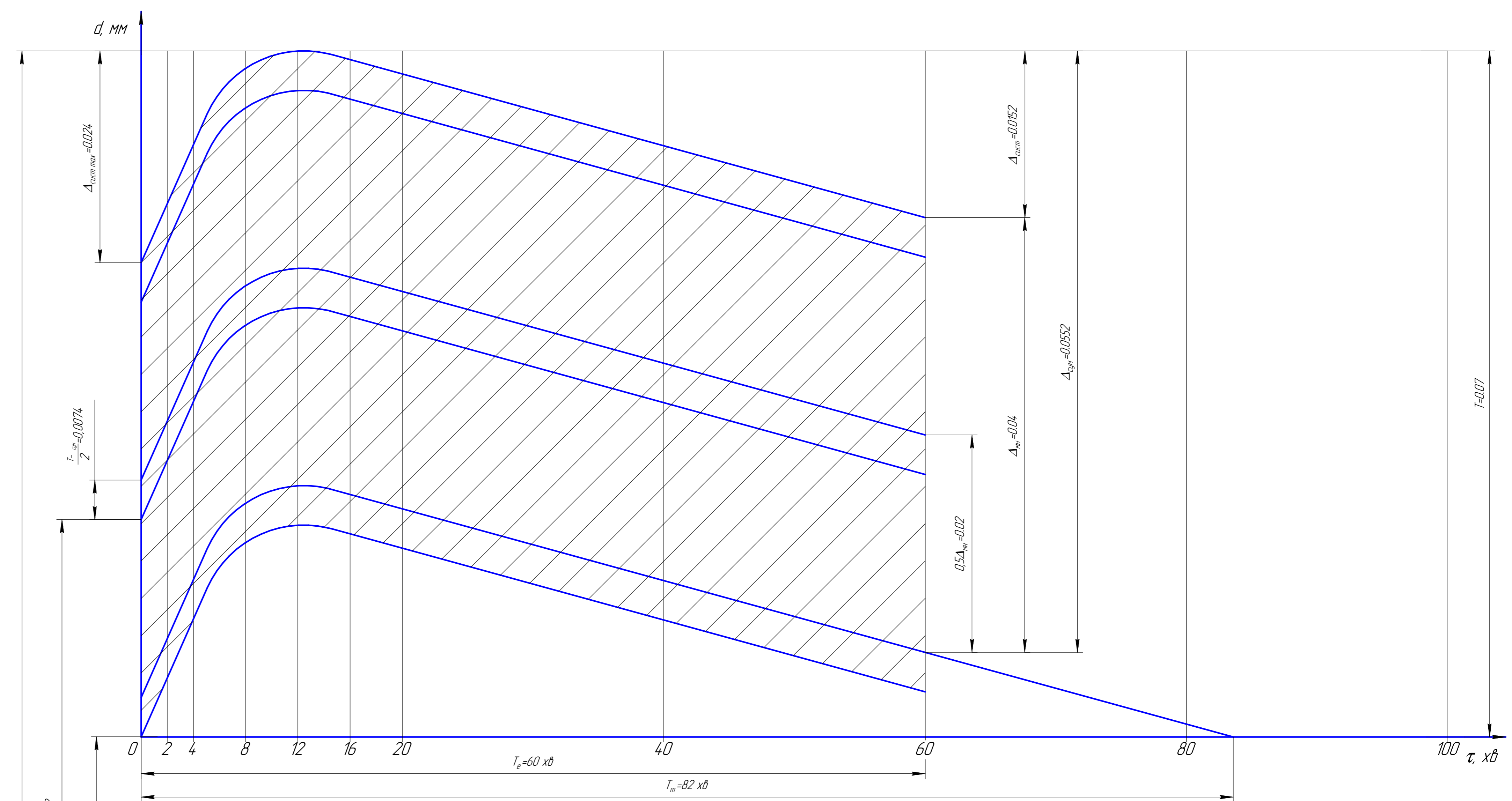
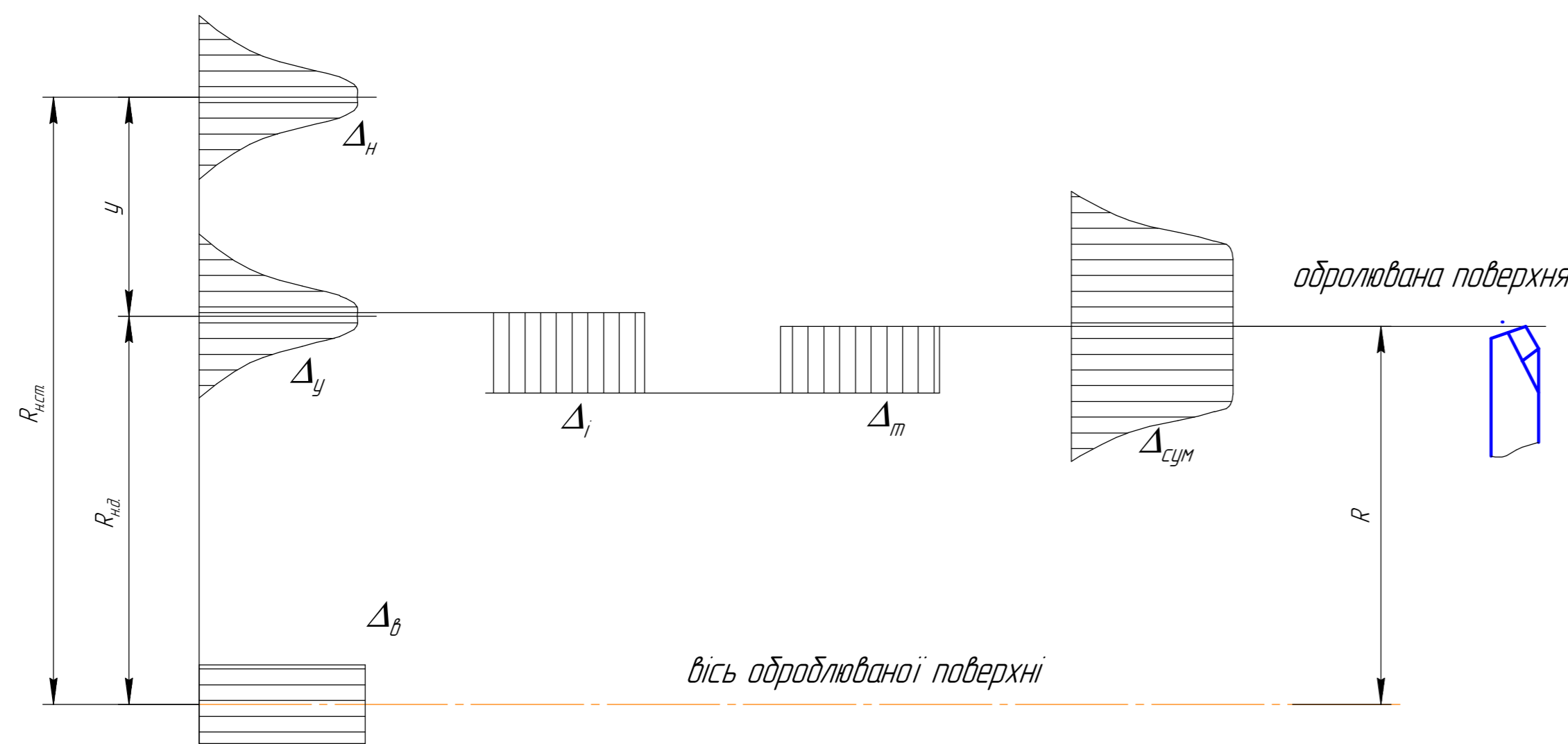


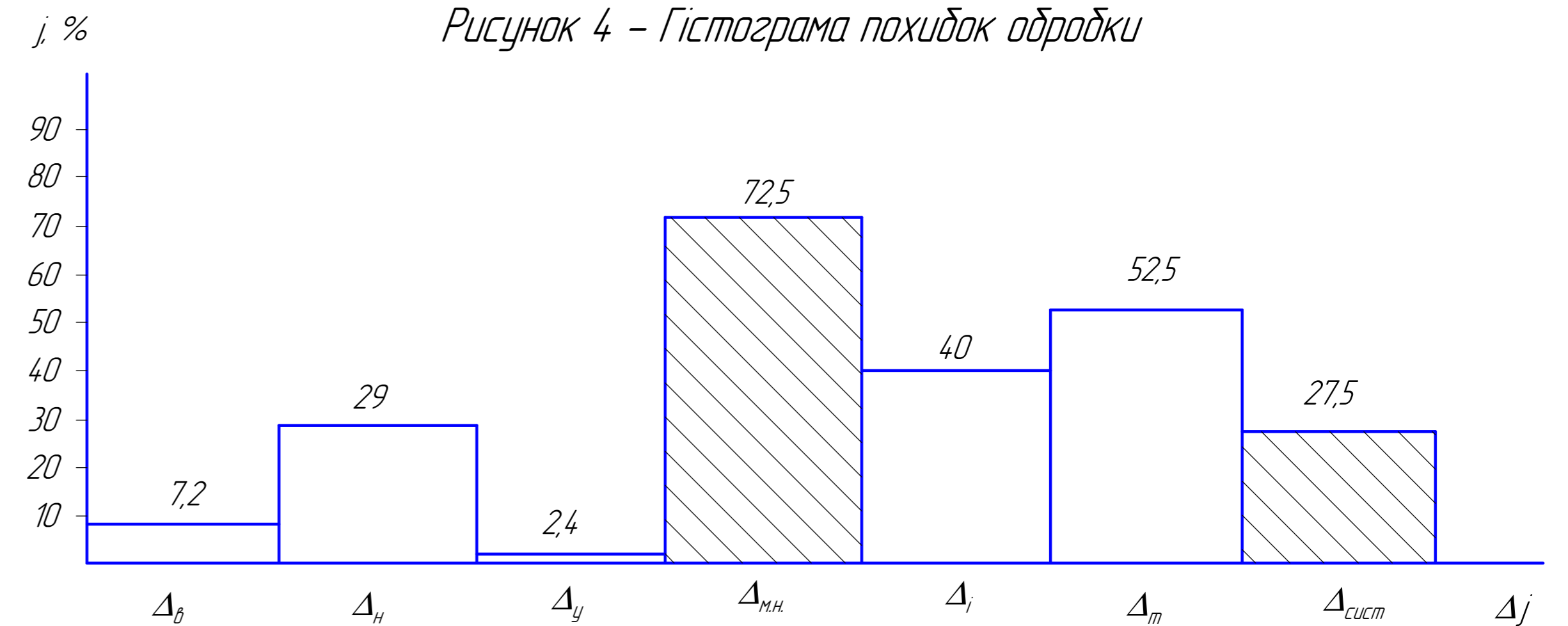
Рисунок 2 – Теоретична діаграма точності обробки
 Заштрихованим показано поле розсіювання розмірів, симетричне відносно поля допуску

Рисунок 3 – Схема технологічного розмірного ланцюга

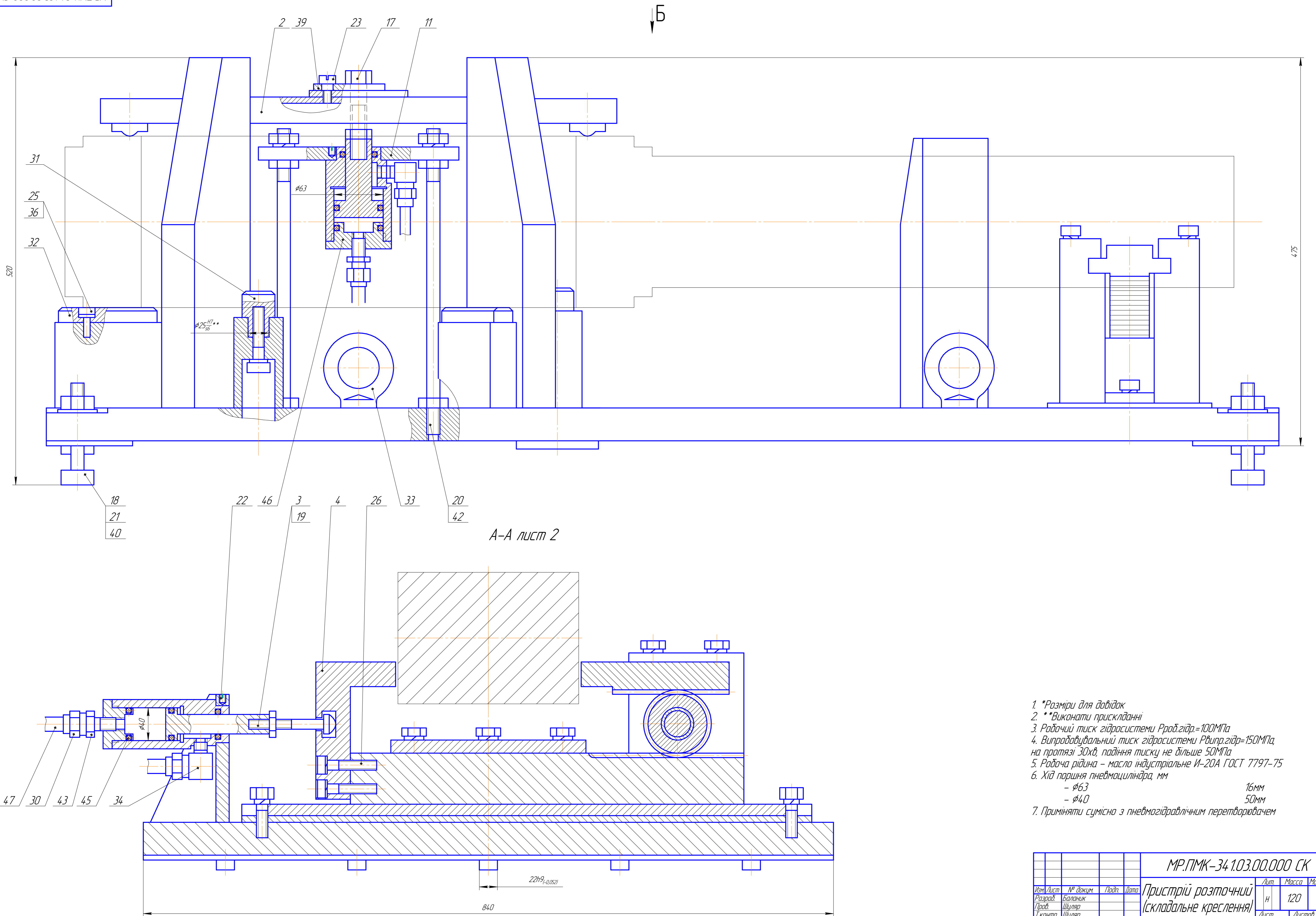


R_φ, R_c, R_β – відповідно радіус обробки (закриваюча ланка), статичного та динамічного настроювання
 y – постійна складова похибки від деформації системи ВПІД під дією сил різання
 Δ_β – похибки форми від геометричної неточності (в радіальному напрямі)
 Δ_δ – похибка під дією сили різання; Δ_δ – похибка налагодження і Δ_δ – похибка розмірного спрацювання; Δ_m – похибка від теплової деформації

Рисунок 4 – Гістограма похибок обробки



MP.ПМК-34.101.00.000 СХ				Лист	Масштаб
Аналіз точності обробки				Н	-
Взм. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Лист	Листів 1
Розроб.	Баланчик			ІФНТЧНГ	
Проб.	Шуляр			ПМКМ-22-1	
Т.контр.	Шуляр			Формат А1	
Н.контр.	Шуляр			Копіював	
Утв.	Ланчук			Формат А1	

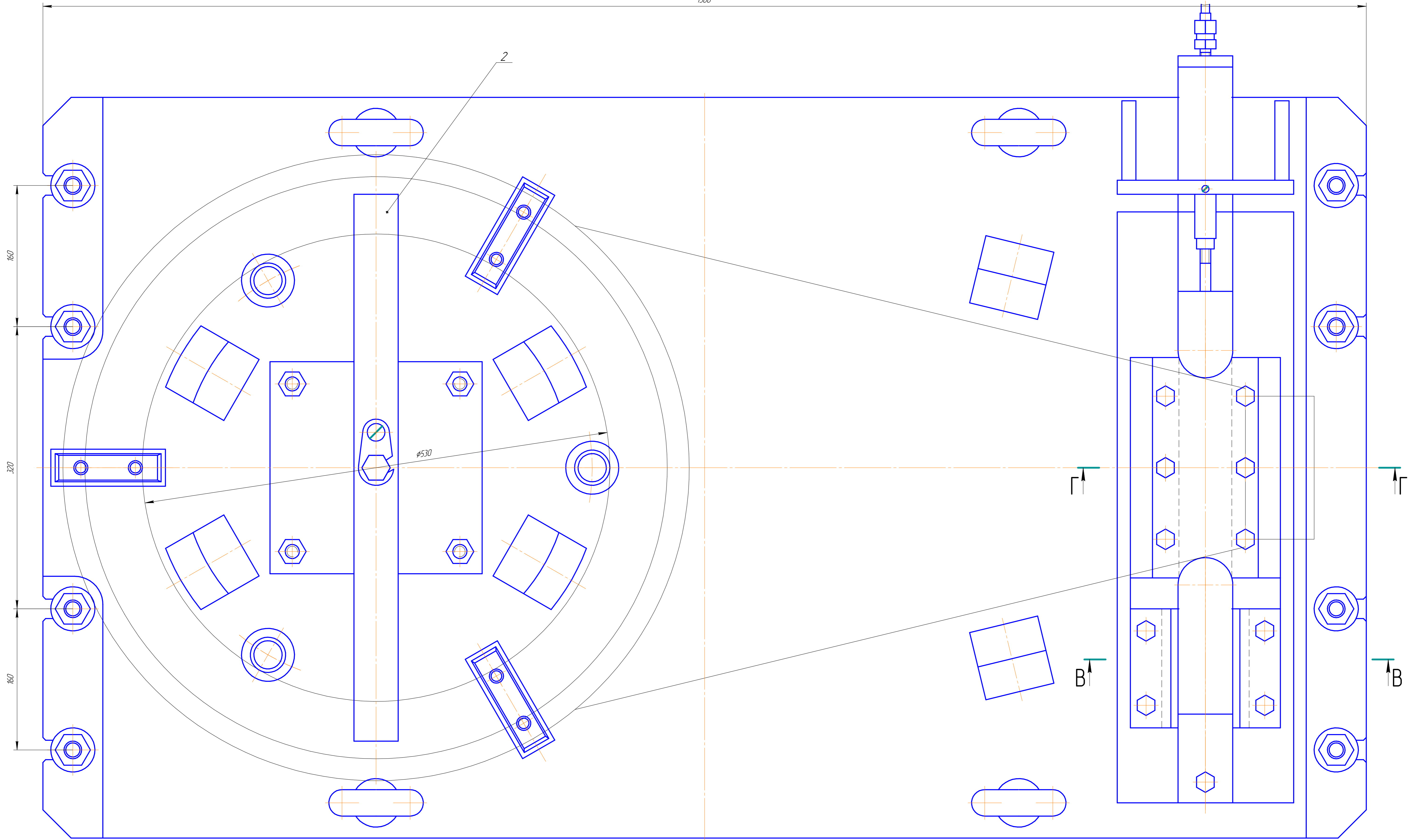


A-A лист 2

1. *Размери для довідок
2. **Виконати прискладні
3. Робочий тиск гідросистеми $P_{роб.гідр.} = 100 \text{ МПа}$
4. Випробувальний тиск гідросистеми $P_{випр.гідр.} = 150 \text{ МПа}$ на протязі 30хв, падіння тиску не більше 50МПа
5. Рідина – масло індустріальне И-20А ГОСТ 7797-75
6. Хід поршня пневмоциліндра, мм
 - $\phi 63$ 16мм
 - $\phi 40$ 50мм
7. Приміняти сумісно з пневмогідролічним перетворювачем

МР.ПМК-34.103.00.000 СК				Лист	Маса	Масштаб
Взм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Н	120	1:1
Разраб.	Балансик			Лист	Листов	1
Пров.	Щуляр			ІФНТЧНГ		
Т.контр.	Щуляр			ПМКМ-22-1		
Реценз.	Щуляр			Формат А1		
Інконтр.	Панчук			Копіював		
Утв.				Формат А1		

Лист 2 з 2
 Стор. №
 Лист 2 з 2
 Взам. шиф. №
 Лист 2 з 2
 Лист 2 з 2

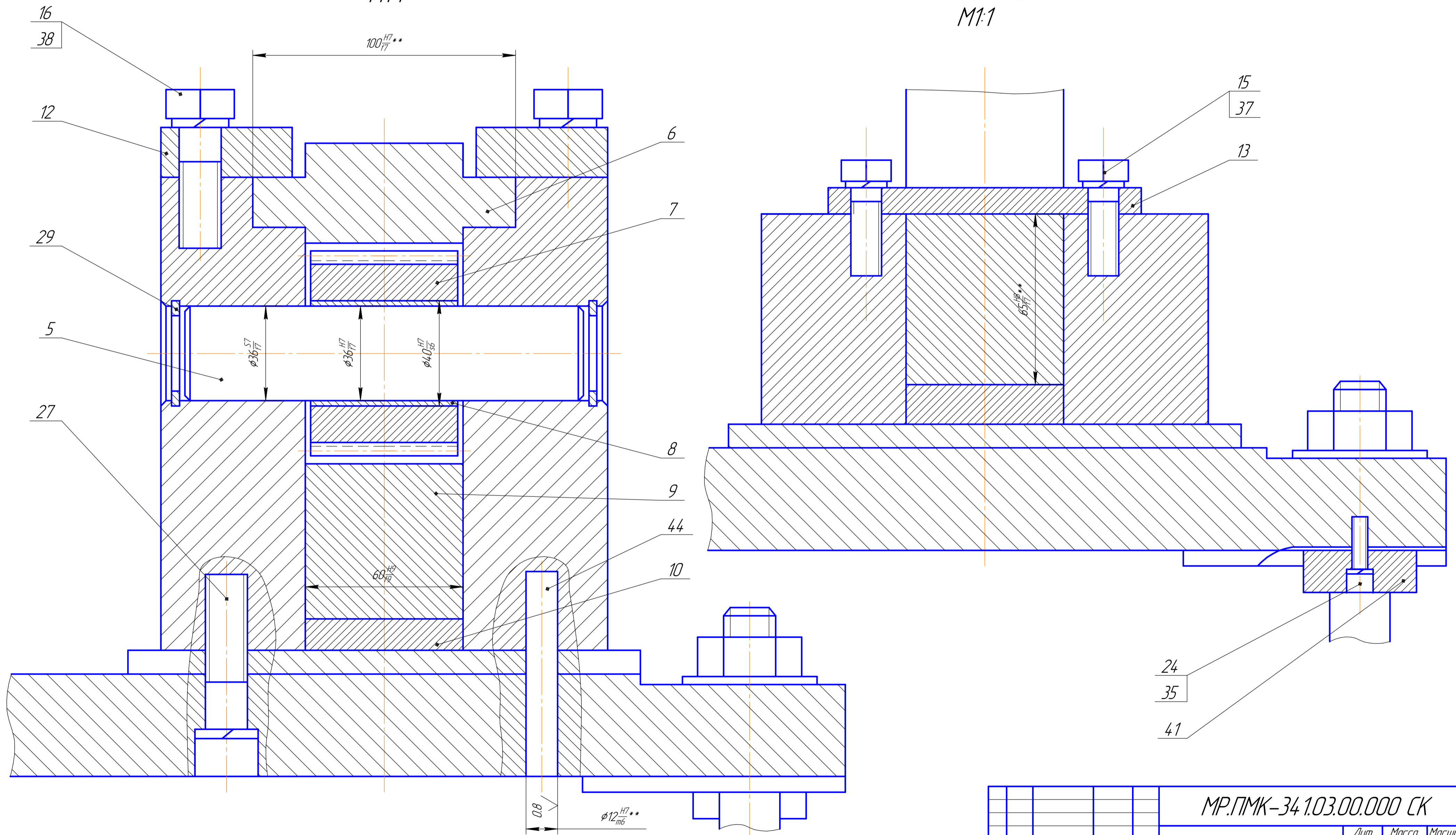


				МР.ПМК-34.103.00.000 СК		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса
Разраб.		Баланчик			Н	120
Проб.		Щуляр			Лист	Листов
Т.контр.		Щуляр				1
Реценз.					ІФНТЧНГ	
Н.контр.		Щуляр			ПМКМ-22-1	
Утв.		Ланчук			Формат А1	

Мод. № розроб. / Підп. і дата / Взам. інв. № / Інв. № змін. / Склад. № / Перв. примір.

В-В лист 2
М1:1

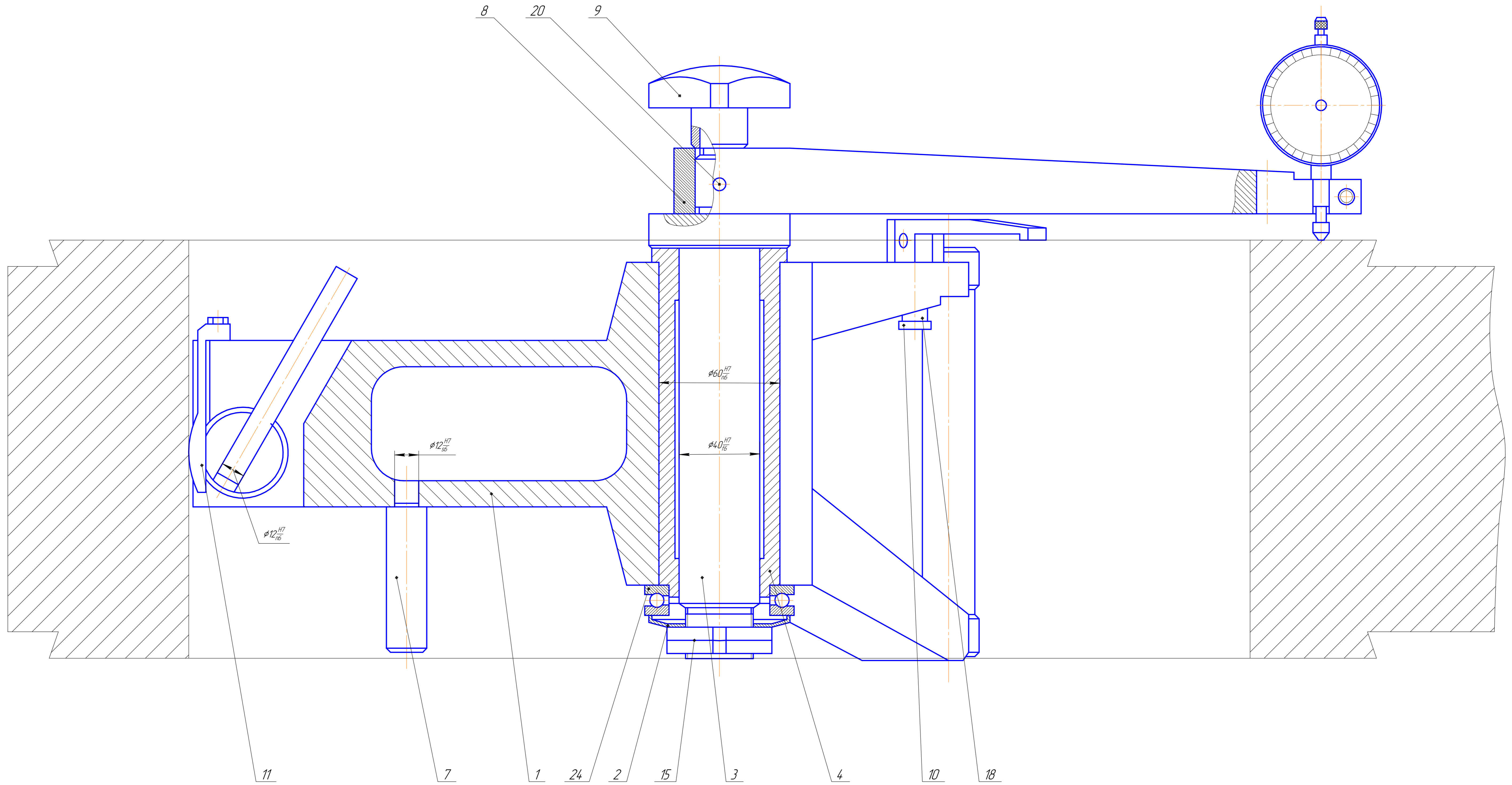
Г-Г лист 2
М1:1



Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

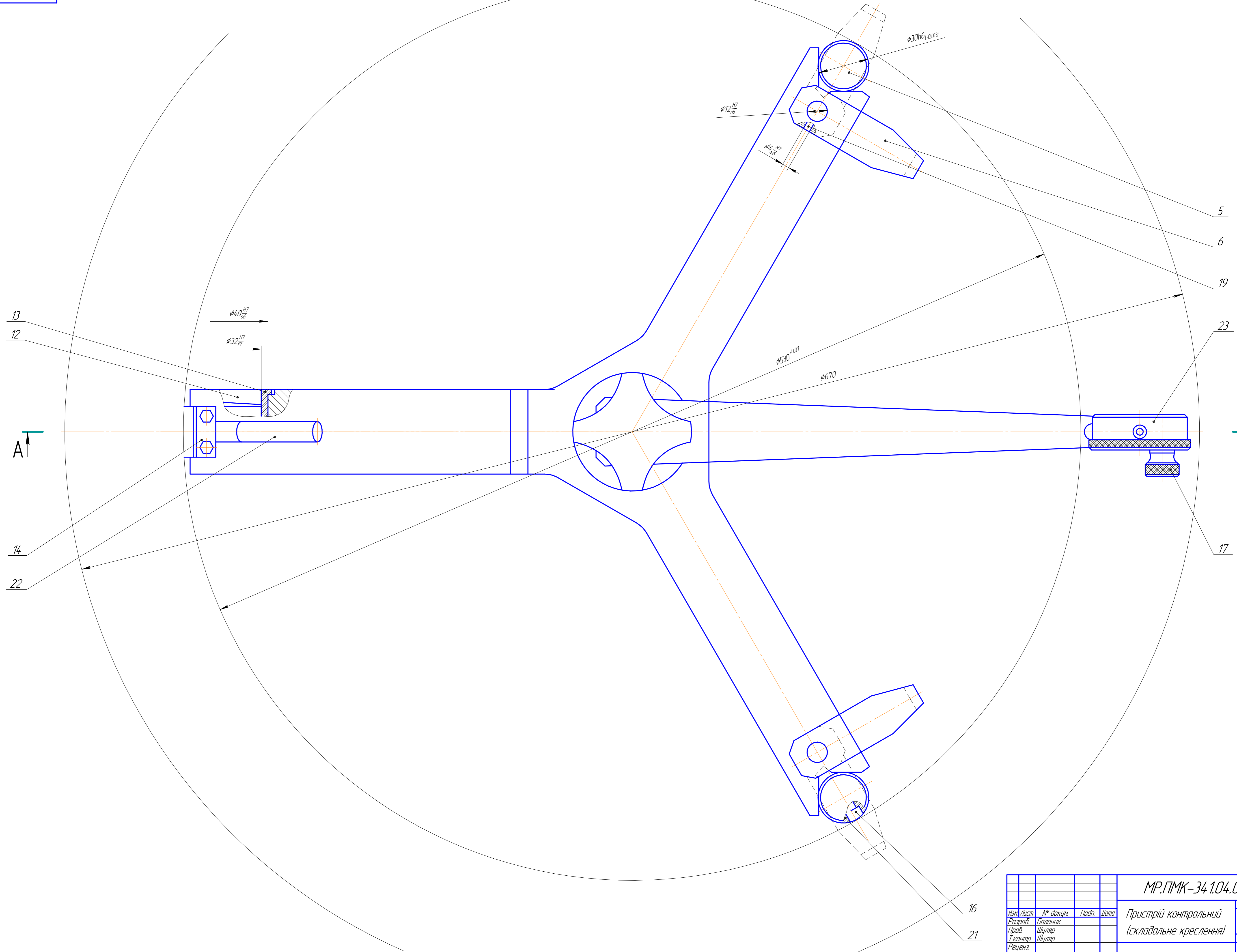
				МР.ПМК-34.103.00.000 СК				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пристрій для розточування (складальне креслення)	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.	Баланик					Н	120	1:1
Проб.	Щуляр				Лист	Листов 1		
Т.контр.	Щуляр				ІФНТУНГ ПМКМ-22-1			
Н.контр.	Щуляр				Формат А2			
Чтв.	Панчук				Копіював			

A-A



Лист № 1
 Вид № 1
 Вид № 2
 Вид № 3
 Вид № 4
 Вид № 5
 Вид № 6
 Вид № 7
 Вид № 8
 Вид № 9
 Вид № 10
 Вид № 11
 Вид № 12
 Вид № 13
 Вид № 14
 Вид № 15
 Вид № 16
 Вид № 17
 Вид № 18
 Вид № 19
 Вид № 20
 Вид № 21
 Вид № 22
 Вид № 23
 Вид № 24

				MP.ПМК-34.104.00.000 СК		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса
					Н	12,5
Разраб.	Шуляк	Баланчик			Листов	1
Проб.	Шуляк	Шуляк			1	
Т.контр.	Шуляк				1	
Н.контр.	Шуляк				1	
Утв.	Ланчик				1	
				Пристрій контрольний (складальне креслення)		
				ІФНТЧНГ ПМК-22-1		
				Формат А1		



Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.
Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.
Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.
Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.
Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.
Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.	Лист № докум.

MP.ПМК-34.104.00.000 СК				Лит	Масса	Масштаб
Пристрій контрольний (складальне креслення)				Н	12,5	1:1
Лист	Листов			1		
ІФНТУНГ	ПМКМ-22-1			Формат А1		
Копіював						

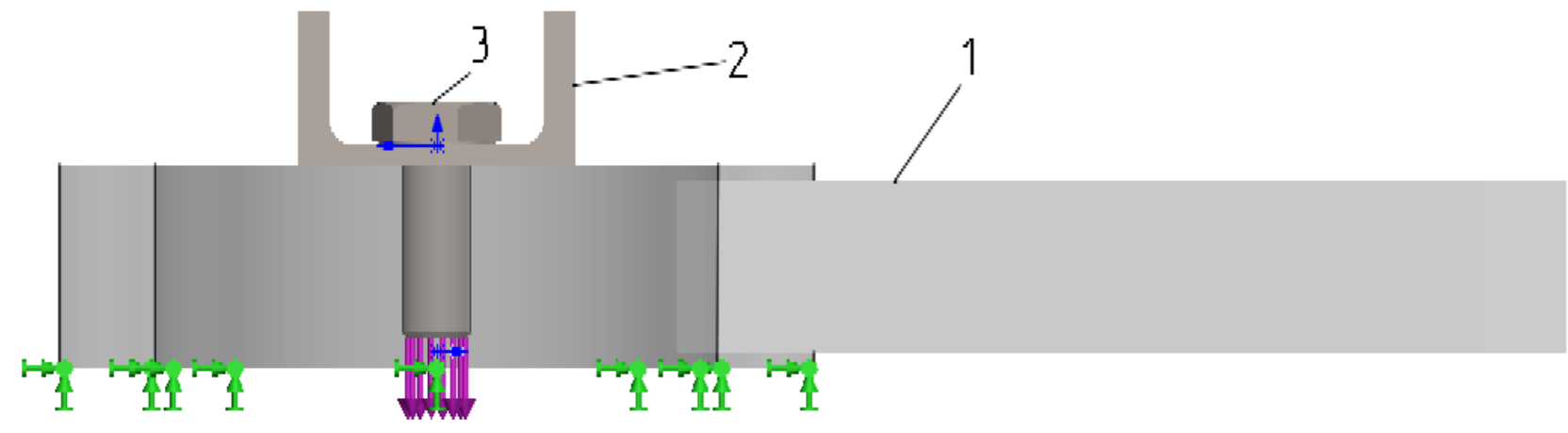


Рисунок 1 - Розрахункова схема

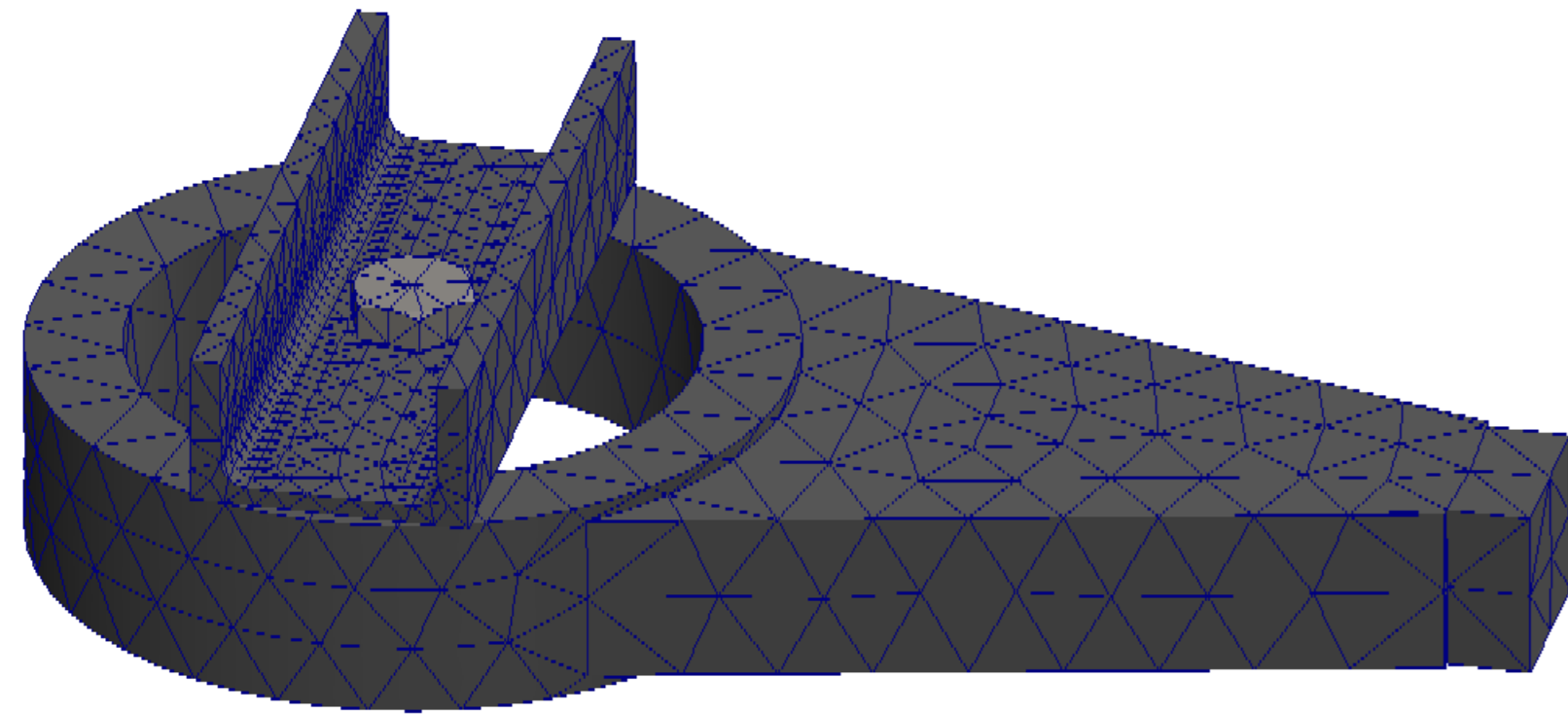


Рисунок 2 - Сітка скінченних елементів

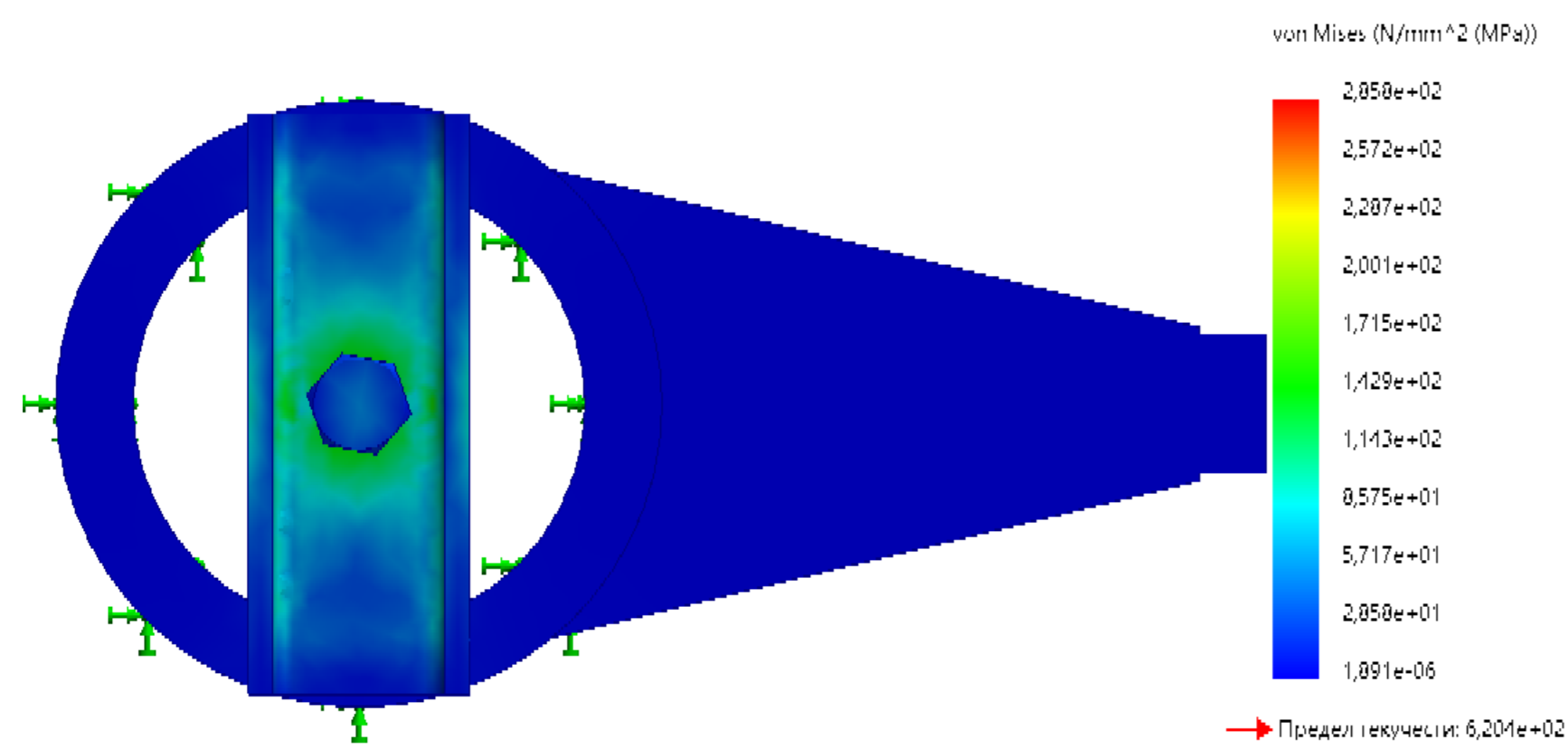


Рисунок 3 - Розподіл еквівалентних напружень

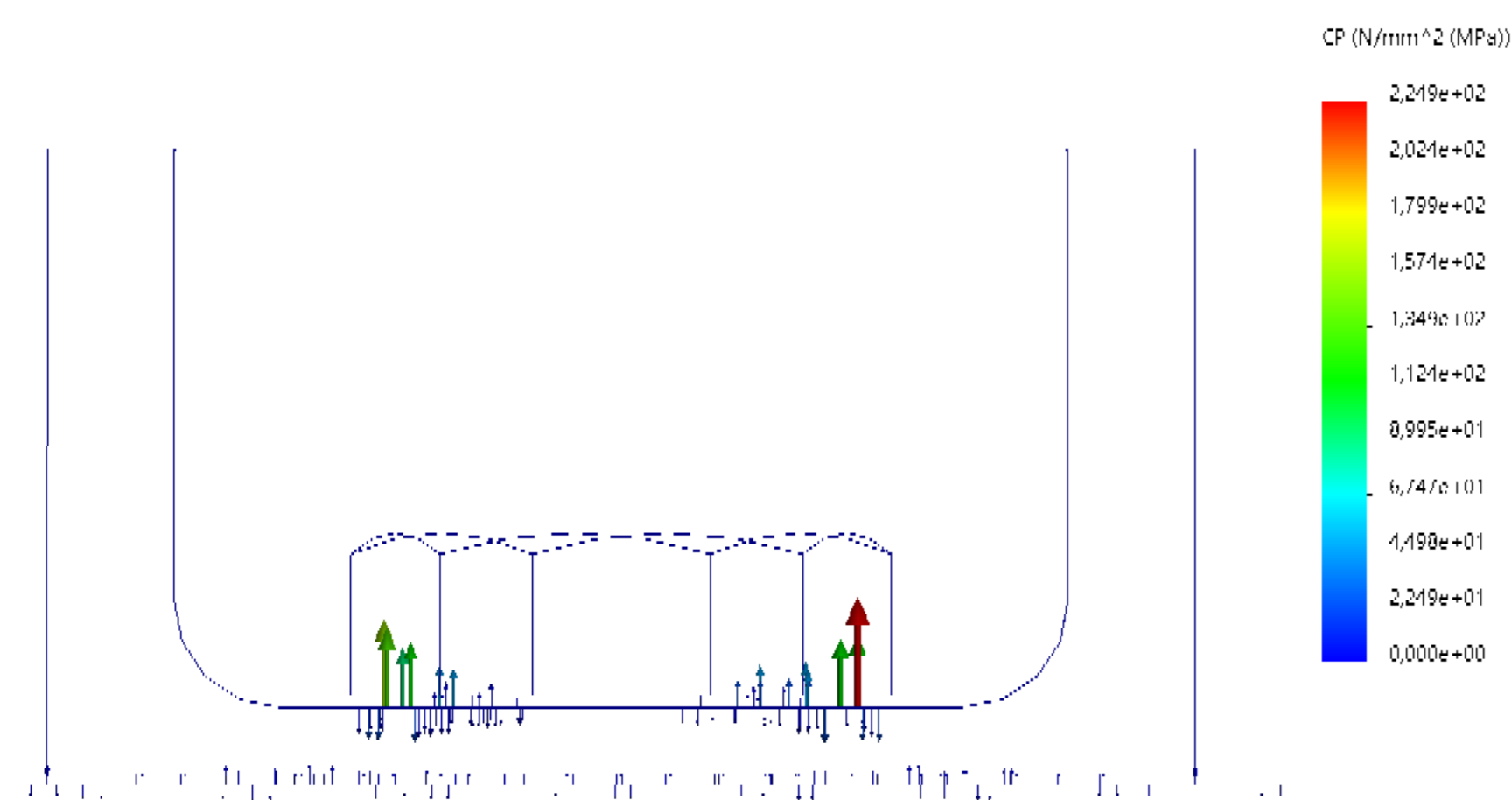


Рисунок 4 - Контактний тиск

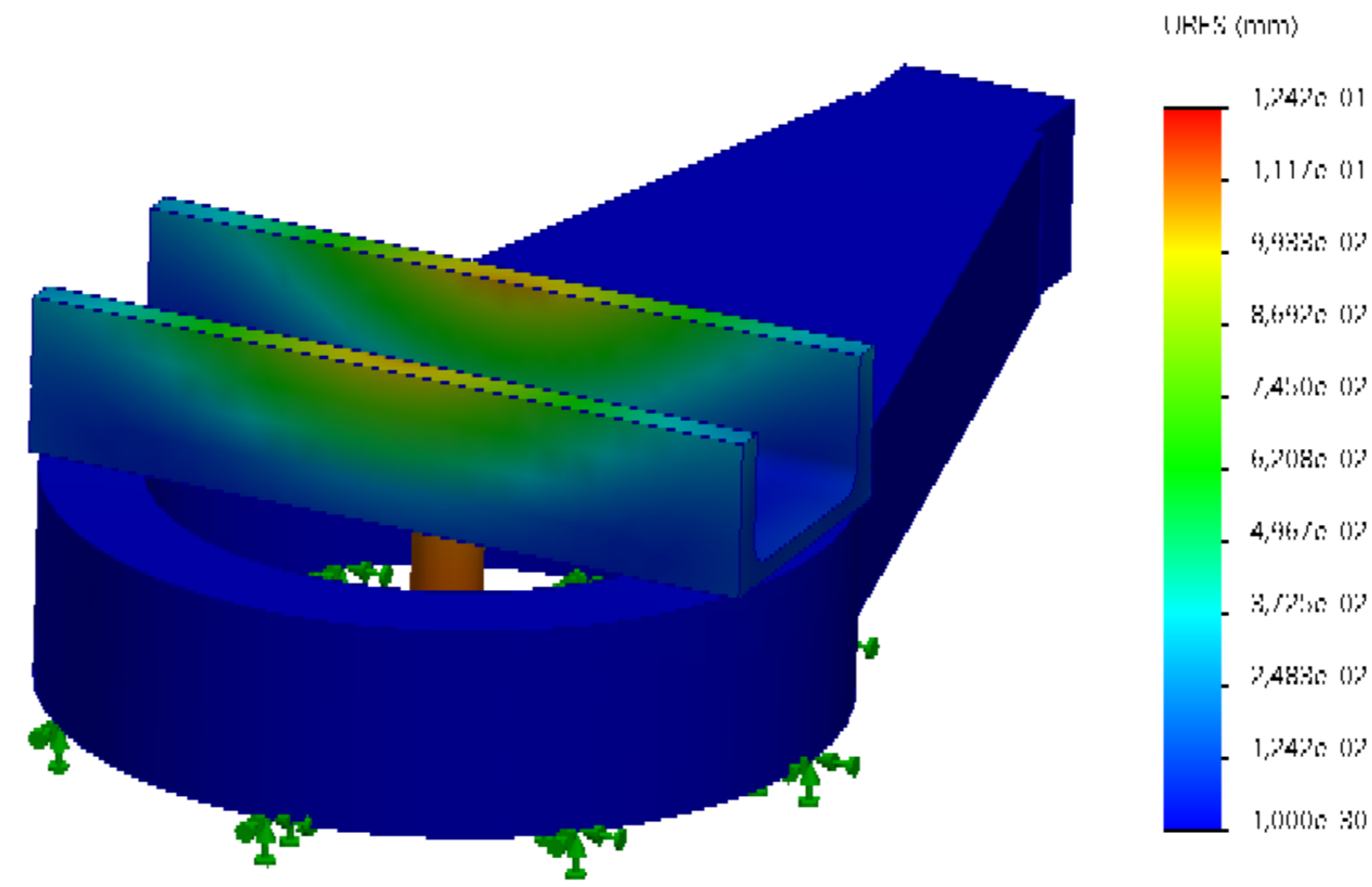


Рисунок 5 - Переміщення

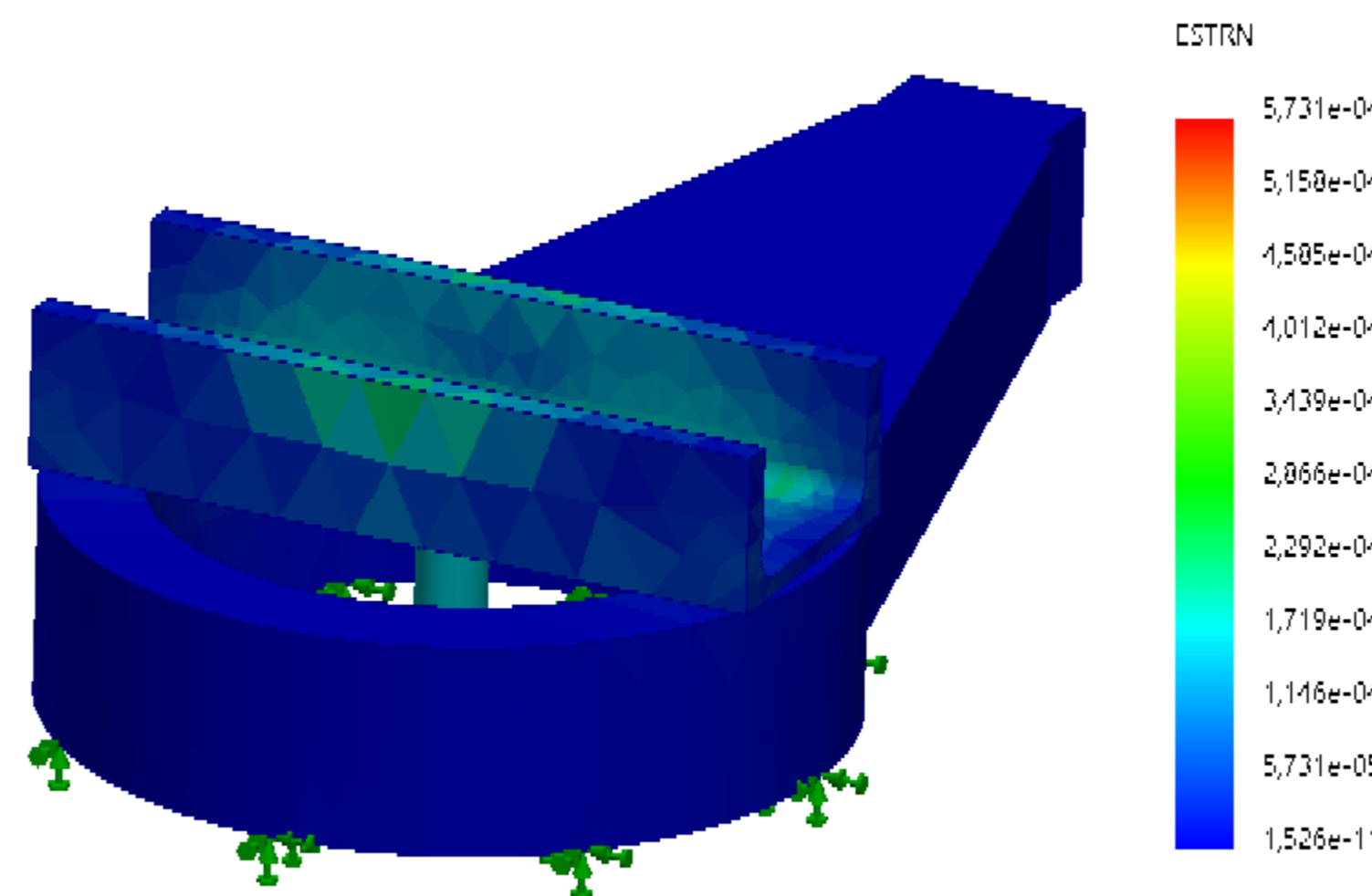
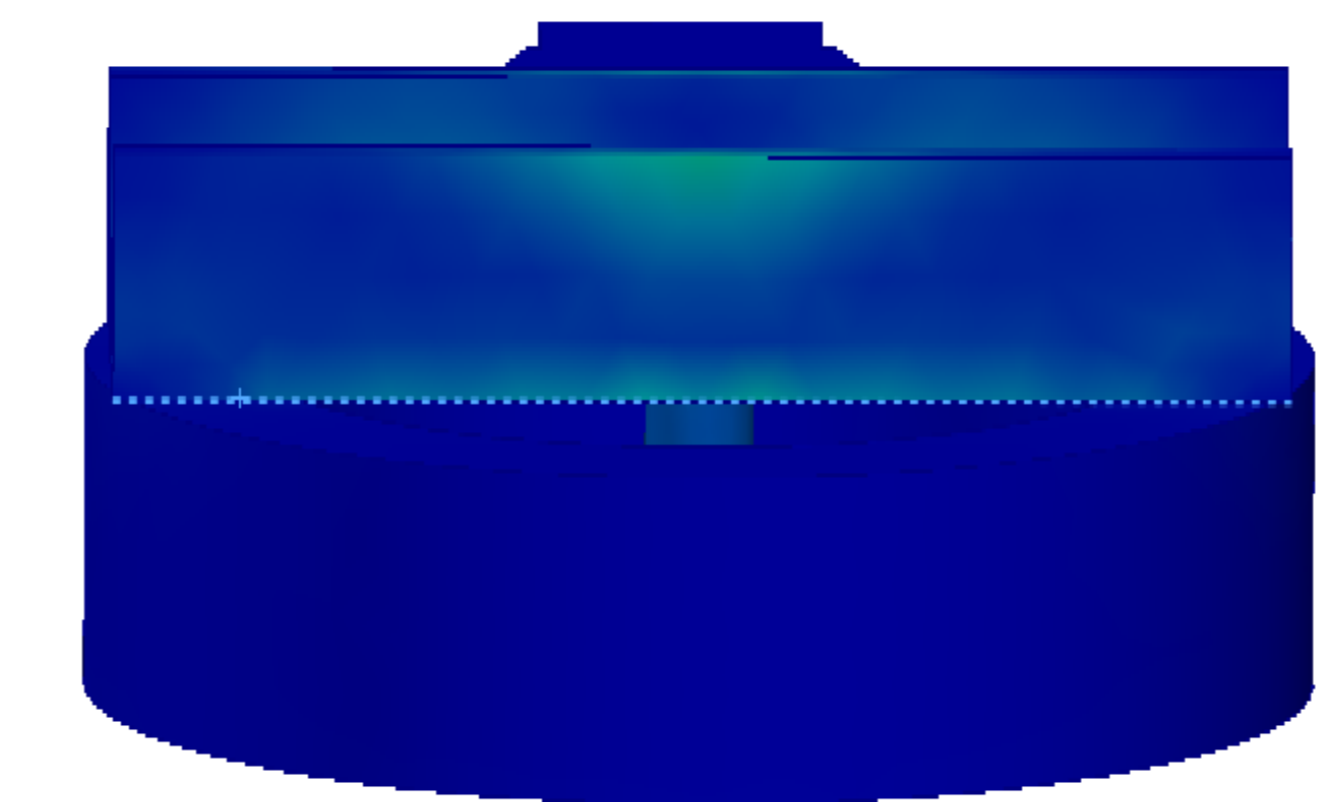
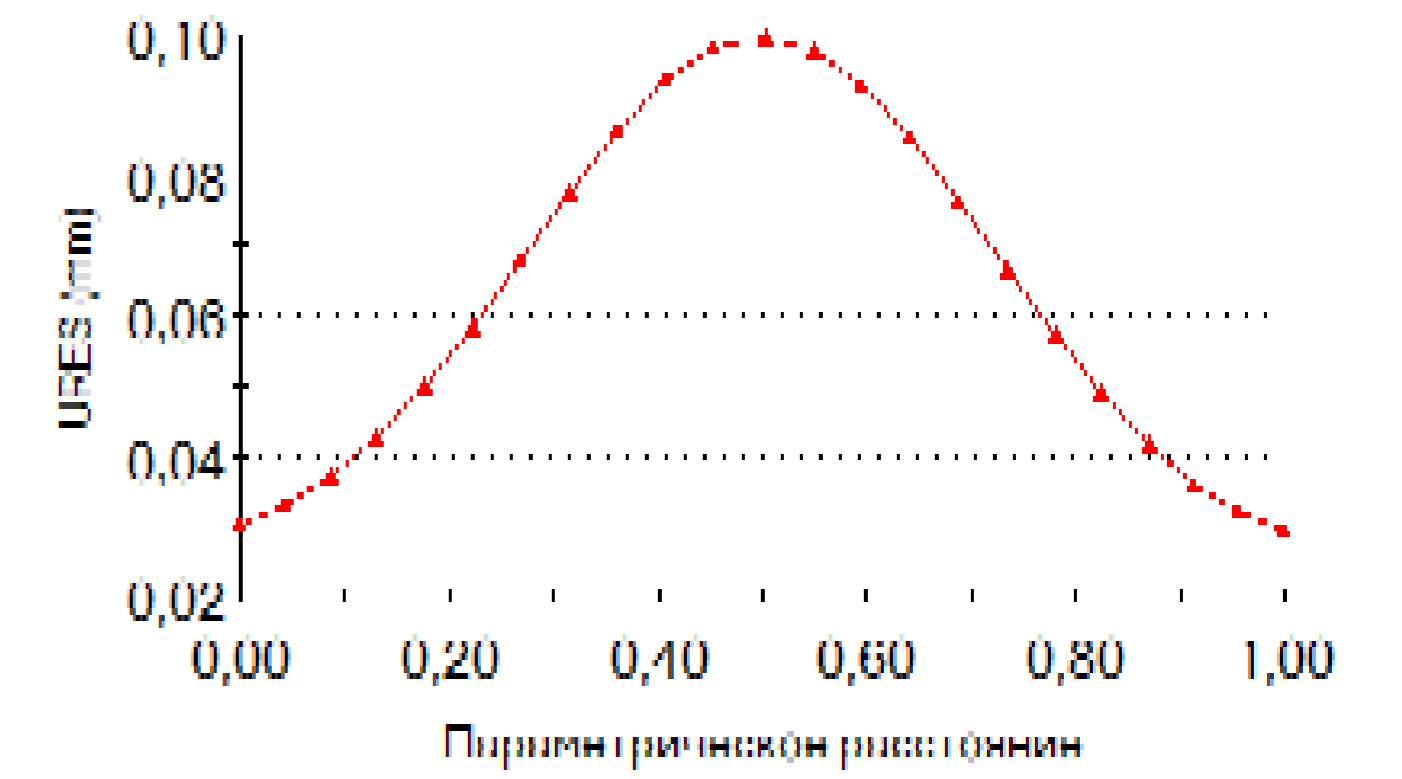
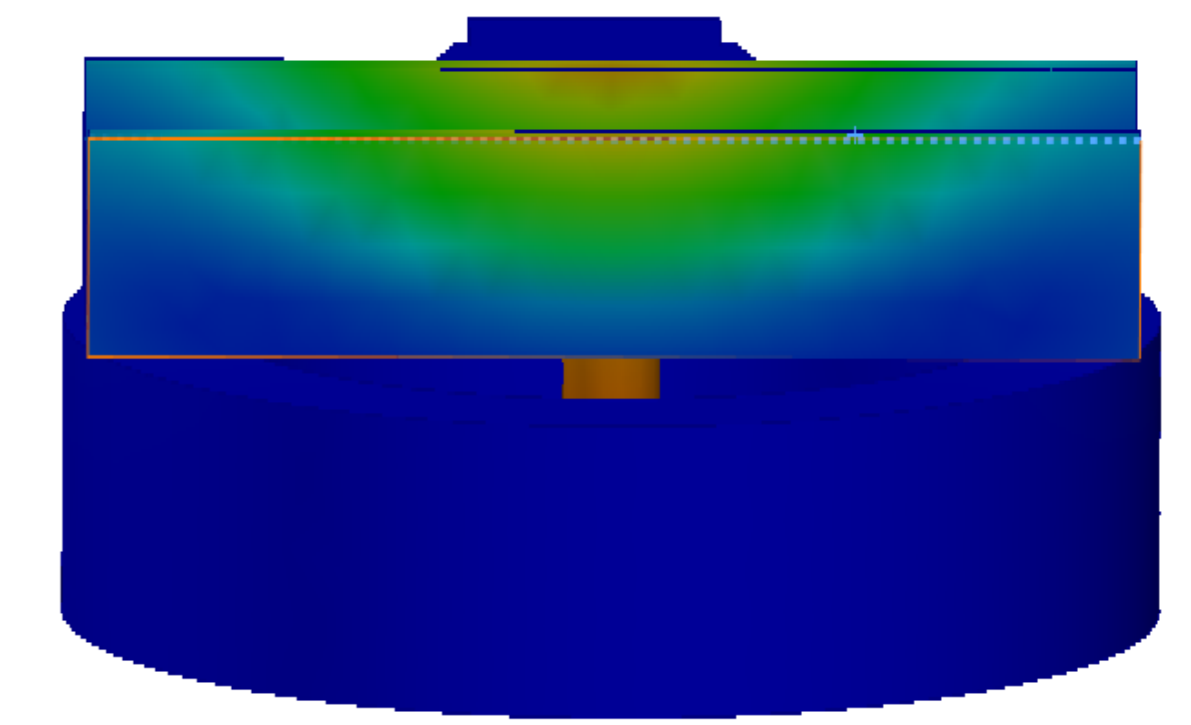


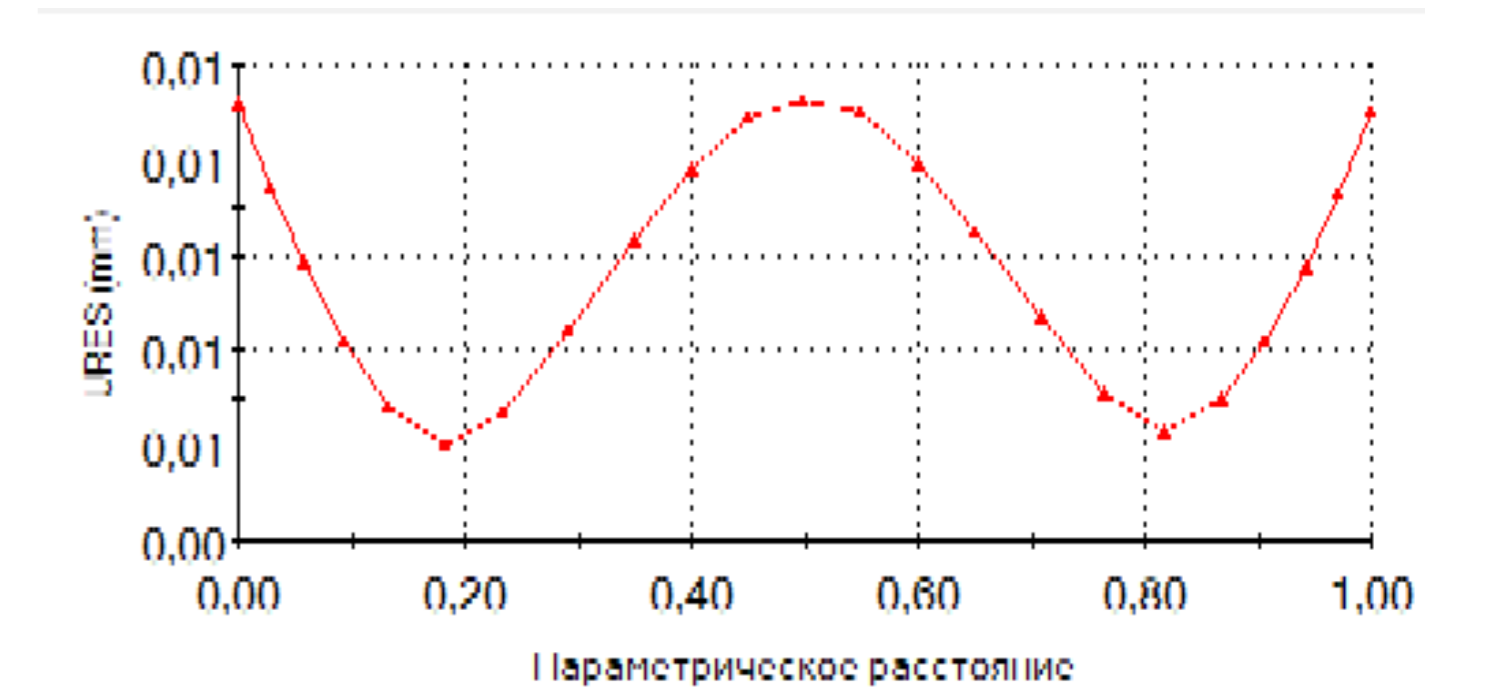
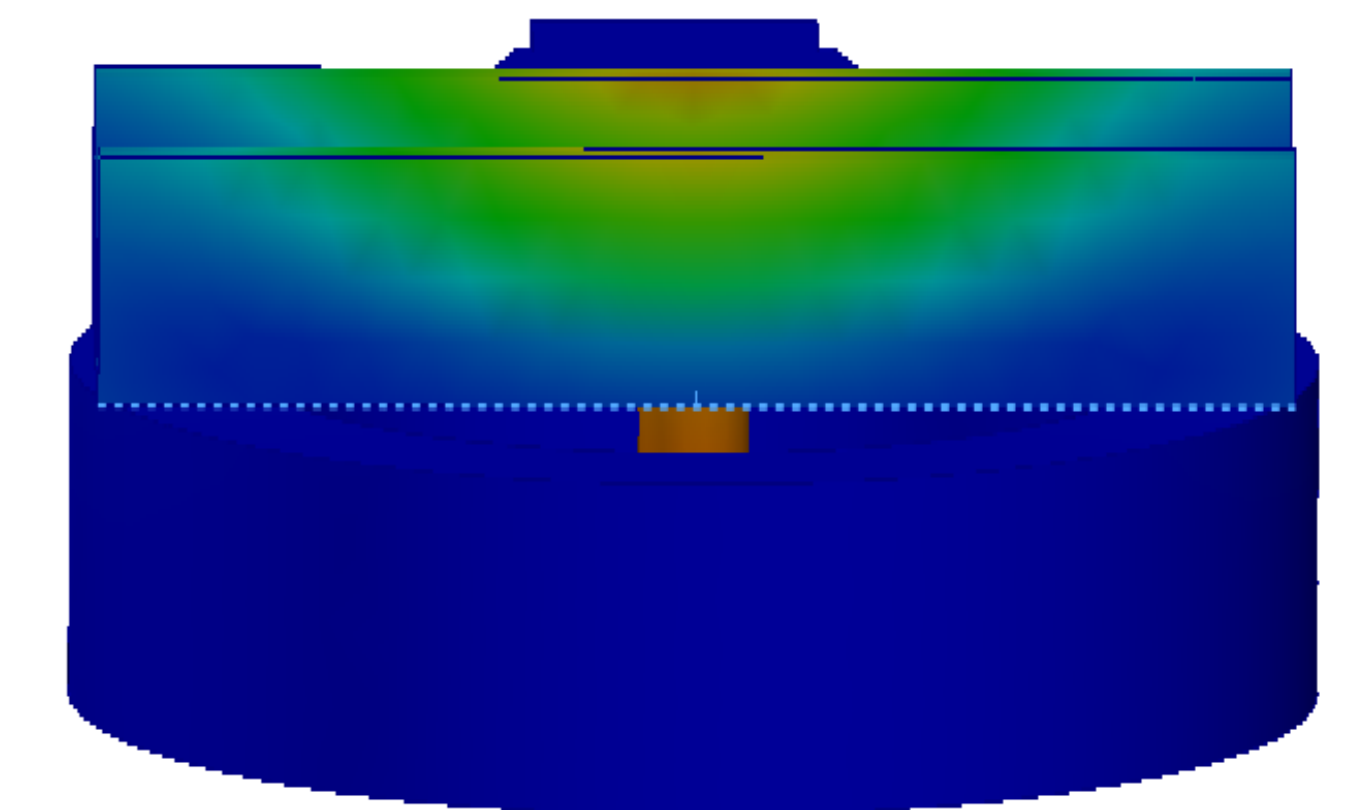
Рисунок 6 - Деформація



а) - кромка на швелері; б) - графічні залежності
Рисунок 7 - Розподіл еквівалентних напружень по кромці швелера



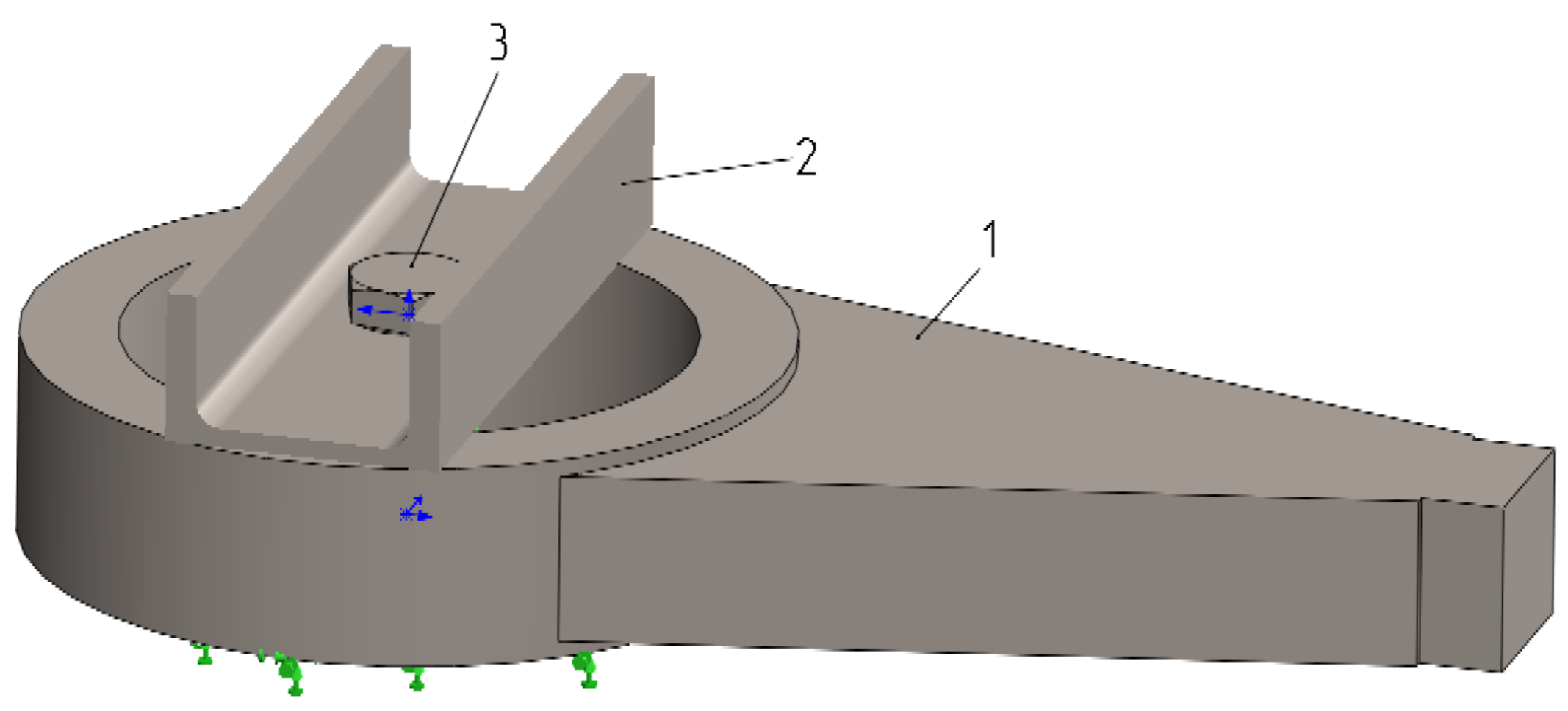
а) - кромка на швелері; б) - графічні залежності
Рисунок 8 - Розподіл переміщень по нижній кромці швелера



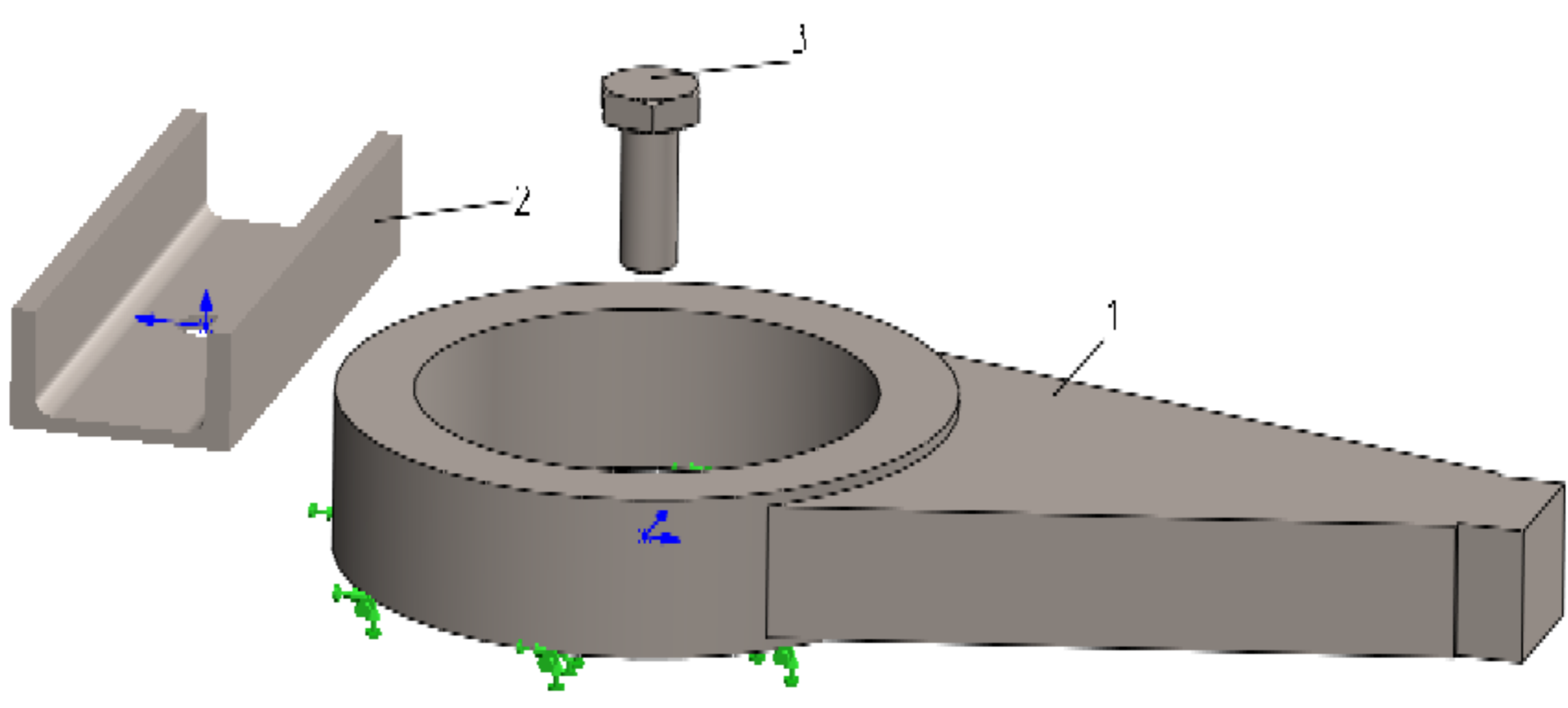
а) - кромка на швелері; б) - графічні залежності
Рисунок 9 - Розподіл переміщень по верхній кромці швелера

MP.ПМК-34.105.00.000 СХ				Лист	Масштаб
Імітаційне дослідження				Н	1:1
Вик. Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Листів 1
Розроб.	Баланчик			ІФНТЧНГ	
Проб.	Шуляр			ПМКМ-22-1	
Техніч.	Шуляр			Формат А1	
Реценз.					
Нхонтр.	Шуляр				
Утв.	Ланчук				

Перв. примірник
Стор. №
Листів у ділянці
Всього листів №
Листів у ділянці
Листів №
Листів №



1 - деталь; 2 - прижим (швелер); 3 - болт
Рисунок 1 - Тривимірна модель пристрою (в зборі)



1 - деталь; 2 - прижим (швелер); 3 - болт
Рисунок 1 - Тривимірна модель пристрою (деталі)

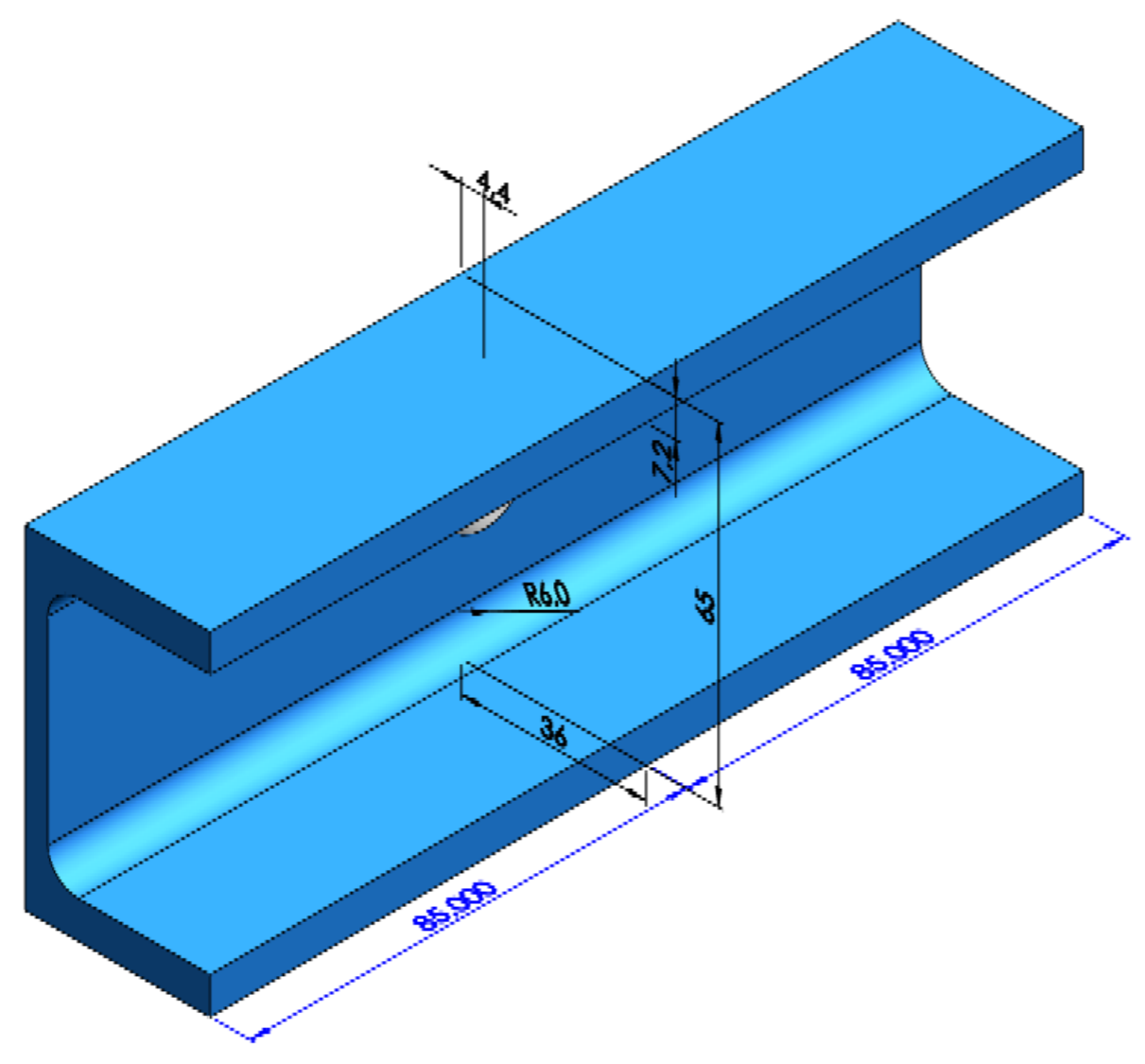


Рисунок 2 - Швелер

				МР.ПМК-34.106.00.000 СХ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Тривимітні модель притискача	
Разраб.	Баланик					
Проб.	Щуляр				Лит	Масса
Т.контр.	Щуляр				Н	-
Реценз.					Лист	Листов
Н.контр.	Щуляр					1
Чтб.	Панчук				ІФНТУНГ ПМКМ-22-1	
					Формат А2	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инд. №	Инд. № дубл.
Справ. №	Подп. и дата
Перв. примен.	