Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування
Ханенків Роман Вікторович
(прізвище, ім’я, по батькові)

УДК 621

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі
(назва роботи)
«Тарілка клапана ТСК 011.02» для умов серійного виробництва

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

131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

Р.В. Ханенків
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Шуляр І.О, доц. к.т.н.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступень, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

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

Рецензент

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

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

Івано-Франківськ - 2025 р.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки і робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень магістр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ________

«____» ______________ 20__ року

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

Жаченківа Романа Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі „Тарілка клапана ТСК 011.02" для умов серійного виробництва.

керівник роботи Шуляр І.О. доцент кафедри КНВ,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "05" листопада 2025 року №694/7

2. Строк подання студентом роботи 13 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічний кресленик деталі Тарілка клапана ТСК 011.02 річна програма випуску N – 40000 шт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1.Технологічна частина 2. Конструкторська частина 3. Імітаційне моделювання роботи притискної ланки шліфувального пристрою

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) лист 1 – налагодження гідрокопіювального напівавтомата мод 1708. лист 2 – аналіз точності обробки. лист 3,4 пристрій для шліфування крутих конусів. лист 5 – контрольні центри. лист 6 – імітаційне дослідження лист 7 тривимірні моделі

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3	Шульар І.О доцент кафедри КНВ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Технологічна частина	20.10.2025	
2	Конструкторська частина	10.11.2025	
3	Імітаційне моделювання роботи критичної ланки імпульсного пристрою	10.12.2025	

Студент _____ Хаменків Р.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Шульар І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної магістерської роботи на тему: Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Тарілка клапана ТСК 011.02» для умов серійного виробництва.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з 60 сторінок і містить: 12 таблиць, 17 рисунків, 10 посилання на літературні джерела та додатків на 11 сторінках.

Графічна частина: 7 аркушів (6 - ф. А1., 1 – ф. А2).

Об’єкт дослідження – процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “Тарілка клапана ТСК 011.02”.

Мета роботи – розробити покращений маршрут технологічного процесу виготовлення тарілки клапана ТСК 011.02, базуючись на заводській технології. Проектний варіант повинен здешевити виготовлення деталі, але з дотриманням вимог заданих кресленням деталі щодо точності розмірів, форм та якості поверхонь. Також необхідно розробити для проектного маршруту конструкції одного верстатного та одного контрольного пристроїв, та підтвердити їх працездатність розрахунковим методом.

Згідно завданню проведено критичний аналіз креслення деталі, її конструкції, призначення і функцій у вузлі, аналіз заводського технологічного процесу її виготовлення. Дальше, опираючись на результати аналізу та прислухаючись рекомендації технічної літератури розроблено проектний маршрут технологічного процесу механічної обробки тарілки клапана, вибрано оптимальний спосіб отримання заготовки, пораховано припуски, режими різання та проведено нормування операцій. Для закріплення деталі на шліфувальній операції розроблено конструкцію спеціального верстатного пристрою, зроблено його складальне креслення та перевірено працездатність (розрахунки приведенні в 2-му та 3-му розділах пояснювальної записки), також сконструйовано контрольний пристрій і теж перевірено його працездатність.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

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

Студент: Ханенків Р.В.

SUMMARY

of the qualifying master's thesis on the topic: Improvement of the technological process of manufacturing the “TCK 011.02 valve plate” part for serial production conditions.

The explanatory note consists of 60 pages and contains: 12 tables, 17 figures, 10 references to literary sources and appendices on 11 pages.

Graphical part: 7 sheets (6 - f. A1., 1 – f. A2).

The object of research is the mechanical processing process.

The subject of research is the “TCK 011.02 valve plate” part.

The purpose of the work is to develop an improved route for the technological process of manufacturing the TCK 011.02 valve plate, based on factory technology. The design option should reduce the cost of manufacturing the part, but comply with the requirements of the part drawing in terms of dimensional accuracy, shape and surface quality. It is also necessary to develop a design route for one machine tool and one control device, and confirm their operability by calculation.

In accordance with the task, a critical analysis of the part drawing, its design, purpose and functions in the assembly, and an analysis of the factory manufacturing process were carried out. Further, based on the results of the analysis and following the recommendations of technical literature, a design route for the technological process of mechanical processing of the valve plate was developed, the optimal method for obtaining the blank was selected, allowances and cutting modes were calculated, and operations were standardised. To secure the part during the grinding operation, a special machine tool device was designed, its assembly drawing was made and its performance was tested (calculations are given in sections 2 and 3 of the explanatory note), and a control device was also designed and its performance was tested.

The results of the work can be used in the machine-building industry.

Keywords*: part, blank, operation, technological route, equipment, device, tool, cutting modes, cutting force.*

Student: Khanenkiv R.V.

Зміст

Вступ

1 Технологічна частина ……

1.1 Опис конструкції і призначення тарілки клапана ТСК ……

1.2. Аналіз технологічності конструкції ……

1.3 Визначення типу виробництва ……

1.4 Аналіз базового технологічного процесу ……

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки ……

1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу ……

1.5 Розробка технологічних операцій ……

1.5.1 Розробка припусків механічної обробки ……

1.5.2 Розрахунок режимів різання ……

1.5.3 Аналіз точності обробки циліндричної поверхні Ø 32 мм ……

1.5.4 Розрахунок копіра ……

1.5.5 Розрахунок норми час ……

2 Конструкторська частина ……

2.1 Пристрій для шліфування крутих конусів ……

2.2 Контрольні центри ……

3 Імітаційне моделювання роботи притискної ланки шліфувального пристрою ……

Висновок ……

Список використаних джерел ……

					МР.ПМК-024.00.00.000 ПЗ		
Змн.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дата*			
Розроб.		*Ханенків Р.В.*			*Пояснювальна записка*	*Літ.*	*Арк.* / *Акрушів*
Перевір.		*Шуляр І.О.*					
Реценз.		.				ІФНТУНГ ПМКм-24-1	
Н. Контр.		*Шуляр І.О.*					
Затверд.		*Панчук В.Г.*					

Вступ

Темпи економічного розвитку в значній мірі залежать від машинобудування, в ньому матеріалізуються нові науково-технічні ідеї, утворюються нові засоби виробництва, системи машин, які визначають прогрес в інших галузях народною господарства. Тут закладаються основи широкого виходу на принципово нові ресурсозберігаючі технології, підвищення продуктивності праці і якості продукції.

Технологія машинобудування - наукова дисципліна, яка вивчає переважно процеси механічної обробки деталей, попутно розглядає питання вибору заготовок і методи їх виготовлення. Це пояснюється тим, що в машинобудуванні задані конструктором на кресленні форми деталей, з їх точністю та кількістю поверхонь, які вимагаються, досягаються, в основному, шляхом механічної обробки та не завжди можуть забезпечуватись. В процесі механічної обробки деталей машин виникає найбільша кількість проблемних запитань, пов'язаних з необхідністю виконання технічних вимог, поставлених конструктором перед виробництвом. Процес механічної обробки поверхонь з експлуатацією технологічного обладнання-металорізальних верстатів, трудомісткість і собівартість механічного обладнання більша, ніж на інших етапах процесу виготовлення машин.

Використання прогресивних високопродуктивних методів обробки забезпечує високу точність і якість поверхонь деталей; методів зміцнення робочих поверхонь, які покращують ресурс роботи деталей і машин в цілому: ефективне використання металообробних верстатів, іншої нової техніки і застосування прогресивних форм організації виробничих процесів - все це напрямлено на вирішення головних завдань підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

Ці обставини пояснюють розвиток технології машинобудування як наукової дисципліни в першу чергу в напрямку вивчення питань технології механічної обробки, які в найбільшій мірі впливають на продуктивність підприємства.

Зменшення витрат на виготовлення виробів у машинобудуванні є неодмінною умовою підвищення прибутковості й конкурентоспроможності машинобудівного виробництва в ринкових умовах. Обробка різанням - найголовніша стадія у виробництві машин як за часткою, так і за впливом на якість машин. Тому

вдосконалення технології механічної обробки заготовок деталей машин є важливою і актуальною задачею.

В наш час ринкові відносини підсилюють тенденцію випуску високоефективних машин і устаткування, оснащених роботизованими приладами та мікропроцесорами. В сучасних технологічних процесах передбачається: концентрація операцій з використанням багатомісних пристроїв, застосування каліброваного і високопродуктивного різального інструменту, використання багатошпиндельних головок, виключення ручних робіт, застосування групової обробки, використання заготовок, які максимально наближалися б по формі до готового виробу, механізація і автоматизація збірних робіт, здійснення поточного контролю за якістю продукції.

1 Технологічна частина

1.1 Опис конструкції і призначення тарілки клапана ТСК.

Деталь «Тарілка клапана ТСК» входить до складу ущільнюючого пристрою тарілка-сідло клапана ТСК бурового насоса.

Ущільнюючий пристрій призначений для періодичного з'єднання і герметичного роз'єднання робочих порожнин насоса в процесі його роботи. Тарілка клапана є основною рухомою частиною ущільнюючого пристрою, завдяки якій здійснюється розведення частин насоса.

Під дією підвищеного тиску, тарілка долаючи опір пружини, піднімається в сідлі клапана, передаючи частину підвищеного тиску з нагнітаючою частиною. Після того, як тиск знижується, тарілка під дією пружини сідає в сідло клапана, роз'єднуючи частини, запобігаючи зворотному перетіканню робочої рідини.

Циліндричні поверхні Г і Б тарілки клапана (Дод. 1) являються основними конструкторськими базами, визначальними положення деталі у вузлі (основними базуючими виконавчими поверхнями [21]).

Поверхня Д являється виконавчою робочою поверхнею [21], по якій в сполученні з сідлом клапана відбувається розведення і герметизація частин насоса.

Виходячи із конструктивного позначення деталі особливі вимоги ставляться до взаємного розміщення поверхонь Г, Б і Д, так як при похибках поверхонь Г і Б, а також при великому битті поверхні Д відносно Б можливе збільшення зазору в спряженні деталі в сідлі клапана.

Таким чином, основне вирішальне значення мають виконавчі розміри поверхонь Г і Б (Ø 32 і Ø 25 відповідно), биття поверхні Д відносно бази Б не повинно перевищувати 0,1 мм, а також шорсткість її поверхні (Ra 1.25).

Деталь виготовляється із сталі 45Х. Дані про матеріал: хімічний склад, механічні властивості до і після термічної обробки приведені в таблиці 1.1 і таблиці 1.2.

Табл.1.1 - Хімічний склад сталі 45Х,% (ДСТУ 7806:2015)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	решта
0,40÷0,49	0,17÷0,37	0,5÷0,8	≤0,8÷1,1	≤0,25	≤0,035	≤0,035	0,15÷0,25Zn 0.5 Al ≤0.20 Cu

Табл.1.2 - Механічні властивості сталі 45Х(ДСТУ 7806:2015)

МПа		%		a_n $Дж/см^2$	НВ(не більше)	
σ	σ	δ	ψ		гарячекатана	відпалена
500	750	10	35	40	280	215

Необхідність застосування сталі 45Х викликана важкими умовами роботи деталі, яка працює на знос (по поверхнях Г і Б), а також необхідністю досягнення високої твердості (HRC 52-56) для підвищення стійкості до зносу, так як робота тарілки проходить з абразивом перекачувальної рідини.

1.2 Аналіз технологічності конструкції

Технологічний контроль креслення.

Робоче креслення деталі (Дод 1.) вміщує повну інформацію про конфігурацію і розміри деталі, але не указані тип і розміри технологічних центрових отворів.

Креслення вміщує вказівки про потрібну чистоту поверхонь, вказані допуски і відхилення виконавчих розмірів, вимоги до точності геометричної форми і взаємного розміщення поверхонь. Вказаний матеріал деталі, а також вимоги до твердості поверхні, на основі чого можна зробити висновок про необхідність термічної обробки.

Технологічний аналіз конструкції.

Тарілка клапана ТСК відноситься до деталей типу вал. Конфігурація деталі дозволяє токарну обробку в центрах.

Поверхні можна обробляти прохідними різцями. Діаметри ступеней зменшуються до кінця вала, деталь не містить закритих циліндричних ступеней, що дає можливість проводити обробку на токарних гідрокопіювальних верстатах. Деталь жорстка, так як відношення довжини деталі до діаметру в сідлі вала $l/d=\frac{215}{75}\approx 3<10\div 12$.

Але радіальний отвір є нетехнологічним. Він використовується як допоміжна поверхня при збиранні вузла. Доцільною являється заміна отвору пальцевої канавки, яка являється більш технологічною, так як обробка її може проводитись паралельно з обробкою по копіру на гідрокопіювальній операції. При цьому скорочується час обробки деталі і виключається вертикально-свердлильна операція.

1.3 Визначення типу виробництва

Початкові дані:

Річна програма випуску виробів N=40 000 шт.

Кількість деталей на виріб : m=1.

Режим роботи підприємства : 2 зміни на добу.

Річна програма $N=N_1 \cdot m=40\,000 \cdot 1 = 40\,000$шт.

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання, 4 : $F_д$=4029 [4]

Розрахункова кількість верстатів $m_р$ визначаємо за формулою:

$$m_р=\frac{N \cdot T_{шт.к}}{60 \cdot F_д \cdot \eta_{зп}},$$

де, $\eta_{зп}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання для великосерійного $\eta_{зп} = 0{,}75$;

$T_{шт.к}$ – штучно-калькуляційний час операції, хв.

Прийняте число робочих місць Р отримуємо заокруглене до найближчого більшого цілого $m_р$.

Фактичний коефіцієнт завантаження:

$$\eta_{з.ср}={}^{m_р}/_{Р}. \qquad (1.2)$$

Кількість операцій на робочому місці

$$О={}^{\eta_{зп}}/_{\eta_{з.ср}} \qquad (1.3)$$

Таблиця 1.3 – Розрахунок коефіцієнта закріплення операцій

$N_{п/п}$	Операція	$T_{шт.к}$, хв	$m_р$	Р	$\eta_{з.ср}$	О
005	Фрезерно-центрувальна	1,07	0,24	1	0,24	3,125
010	Токарно-копіювальна	3,14	0,69	1	0,69	1,087
015	Токарно-копіювальна	3,72	0,82	1	0,82	0,915
020	Токарно-копіювальна	3,09	0,68	1	0,68	1,103
025	Токарно-копіювальна	4,11	0,91	1	0,91	0,824
030	Горизонтально-фрезерна	3,14	0,69	1	0,69	1,087
035	Вертикально-свердлильна	0,75	0,17	1	0,17	4,412
040	Токарно-гвинторізна	4,1	0,9	1	0,9	0,833
045	Круглошліфувальна	2,53	0,56	1	0,56	1,339
∑		25,65		9		14,725

Коефіцієнт закріплення операції

$$К_{з.о.}=\frac{\sum О}{\sum Р}=\frac{14{,}725}{9}=1{,}64$$

Виробництво великосерійне.

Розрахунок кількості деталей в партії

N=40 000 шт. Середній штучно-калькуляційний час, хв.

$$T_{шт.к.ср.}=\frac{\sum Tшт.к}{\sum P}=\frac{25,69}{9}=2,85; \quad (1.5)$$

Періодичність запуску виробів α=12 днів.

Число робочих днів у році F=254.

Розрахункова кількість далей в партії, шт.

$$n=\frac{Nα}{F}=\frac{40000\cdot12}{254}=1890 \quad (1.6)$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей.

$$c=\frac{Tшт.к.ср\cdot n}{476\cdot0.8}=\frac{2,85\cdot1890}{476\cdot0,8}=14,14 \quad (1.7)$$

Прийняте число змін $C_{пр.}$=14;

Прийняте число деталей в партії, шт.:

$$N_{пр.}=\frac{Cпр.\cdot476\cdot0,8}{Tшт.к.ср}=\frac{14\cdot476\cdot0,8}{2,85}=1870 \quad (1.8)$$

1.4 Аналіз базового технологічного процесу

1.4.1. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.

За базовим варіантом заготовки тарілки клапана ТСК отримують методом штамповки на штампувальних молотах в закріплених штампах.

Дані по технологічному процесу отриманої заготовки приведені в табл.1.4.

Таблиця 1.4 - Дані по технологічному процесу отримання заготовки.

Операція	$T_{шт.}$,час.	Вартість,грн.
Відрізання		
на газорізці	0,056	0,84
на пресножницях	0,015	0,25
Штампування на молоті, обрізка	0,12	1,8
∑	$^{0,176}/_{0,135}$	$^{2,64}/_{2,03}$

Знаменник - відрізка на газорізці, чисельник - на пресножницях.

Технологічний процес отримання заготовки складається із наступних операцій:

- відрізання заготовок із прутка;

- штампування на штампувальному молоті;
- відрізка облою.

Даний спосіб дозволяє приблизити форму заготовки до форми деталі, підвищити коефіцієнт використання металу, а значить, знизити об'єм механічної обробки в порівнянні із заготовкою із прутка.

Штампування на КГШП забезпечує ряд технологічних переваг в порівнянні зі штампуванням на молотах :

а) підвищення точності ;

б) підвищення виробництва штамповки ;

в) скорочення розходу металу за рахунок зменшення припусків і штампувальних наклепів (12÷20%) ;

г)покращення санітарно-гігієнічних умов робіт в кузневих цехах.

За рахунок підвищення точності похибки і зменшення припусків і допусків виключено8 зниження маси поковки з 8,8 до 7,4 кг (на 16 %).

В базовому технологічному процесі: маса поковки $Q^б$=8,8 кг, поковка нормальної точності, степінь складності С3, група сталі М1.

В запропонованому варіанті маса поковки Q^n=7,4 кг, поковка підвищеної точності, степінь точності С3 група сталі М1.

Вартість поковки визначається за формулою ([4]), грн. :

$$S_{заг.}=(\frac{C1}{1000}\cdot Q\cdot Kт\cdot Kс\cdot Kв\cdot Km\cdot Kn)-(Q-q)\cdot\frac{Sвідх}{1000};\qquad (1.9)$$

де: C_1 - базова вартість заготовок, грн.

$Kт, Kс, Kв, Km, Kn$- коефіцієнти залежні від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'ємі виробництва заготовок,

Q – маса заготовки, кг ;

q – маса деталі, кг;

$S_{відх}$. – заготівельна ціна на стружку, грн/т;

C_1=35000 грн. ([1], с.31, Т.2.6)

q=4,5 ($S_{відх.}$=1800) ([4])

$K_1^б$=1 для базового і $K_т^n$=1.05 для проектного варіанту ([4])

Km=1,13, ([4]), $k_с$=1, $k_в$=0,85 ([4]),

Kn=1, ([4]).

Для базового варіанта:

$$S^{n}_{\text{заг}}=(\frac{35000}{1000}\cdot 8{,}8\cdot 1\cdot 1{,}13\cdot 1\cdot 0{,}89\cdot 1)-(8{,}8-4{,}5)\cdot\frac{1800}{1000}=302{,}1 \text{ грн.};$$

$$S^{n}_{\text{заг}}=(\frac{35000}{1000}\cdot 7{,}4\cdot 1{,}05\cdot 1{,}19\cdot 0{,}89\cdot 1)-(7{,}4-4{,}5)\cdot\frac{1800}{1000}=282{,}8 \text{ грн.}$$

1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу

Конфігурація тарілки клапана, її приналежність до деталей класу тіло обертання свідчить про те, що обробку більшості поверхонь деталей необхідно проводити токарними операціями і базуванням деталі в центрах. Дане рішення прийнято в базовому технологічному процесі. За чорнові бази при фрезерно-центрувальній операції взято зовнішні циліндричні поверхні поковки і торець тарілки. Маршрут обробки тарілки клапана по базовому технологічному процесу і короткі дані по використовуваному обладнанню наведено в Табл.1.5.

Застосування на першій (фрезерно-центрувальній) операції верстаті мод. 1М63 є нераціональним. В умовах великосерійного виробництва доцільно застосовувати спеціалізовані верстати (наприклад фрезерно-центровий напівавтомат МР-71М).

На другій операції використовують дорогий і енергоємкий верстат КМ-205. Так як у запропонованому процесі підвищена точність заготовки і знижені напуски, то першій операції достатньо застосовувати верстат моделі 1708.

Також можна віднести застосування верстата 1713 на 5-й операції.

Необґрунтованою є обробка канавки II (дод.1) на 7-й операції (токарно-гвинторізній) операції, так як канавку можна обробити на токарно- копіювальній операції поперечним супортом паралельно з обробкою по контуру. При цьому значно скорочується тривалість токарно-гвинторізної операції.

Таблиця 1.5 – Базовий маршрут механічної обробки тарілки клапана.

№ оп.	Назва операції	Модель верстату
005	Фрезерно-центрувальна	1М63 (модерн.)
010	Токарно-копіювальна	КМ205
015	Токарно-копіювальна	1722
020	Токарно-копіювальна	1722
025	Токарно-копіювальна	1713
030	Горизонтально-фрезерна	6Н80Г
035	Вертикально-свердлильна	2Н118
040	Токарно-гвинторізна	1К62
045	Круглошліфувальна	3М151В

Так само доцільною є заміна радіального отвору на канавку, яку також обробляють на токарно-копіювальній операції, що дозволить зменшити кількість операцій і скоротить час механічної обробки. (дод.1. Рис.2).

Враховуючи ці скорочення можна виключити операцію 7 (Табл. 1.5).

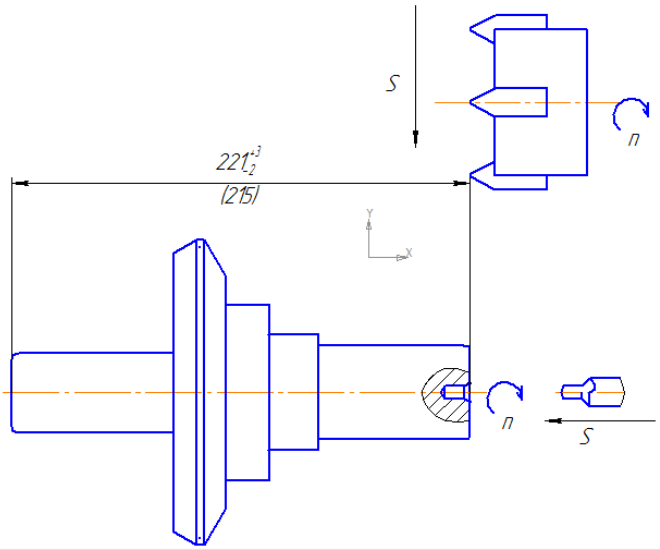
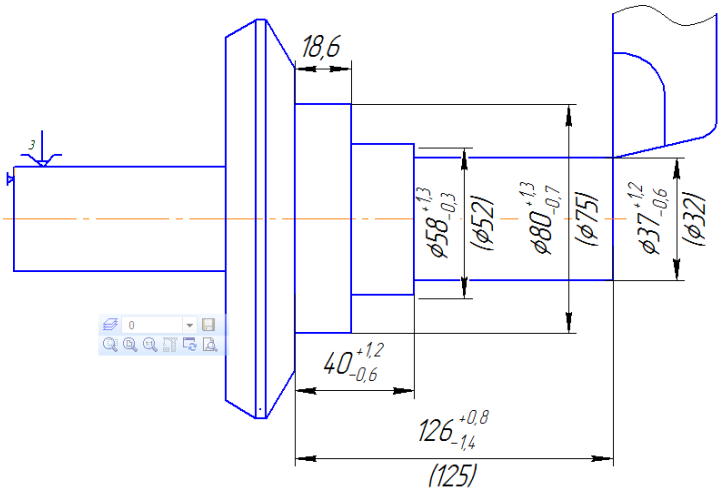
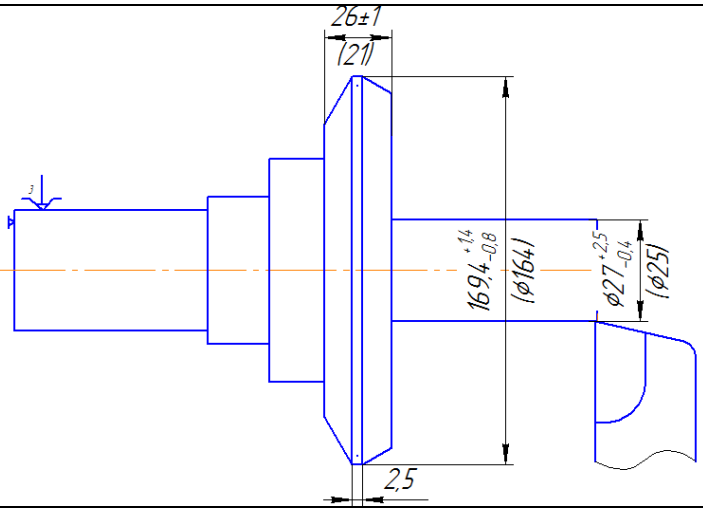
Нераціональне застосування токарно-гвинторізного верстата ІК63 на 8-й операції. Враховуючи великосерійність виробництва можлива заміна його різьботокарним напівавтоматом КТ38А.

Беручи до уваги вищевказані зауваження можна запропонувати новий варіант технологічного процесу механічної обробки тарілки клапана ТСК, який приведений в таблиці 1.6.

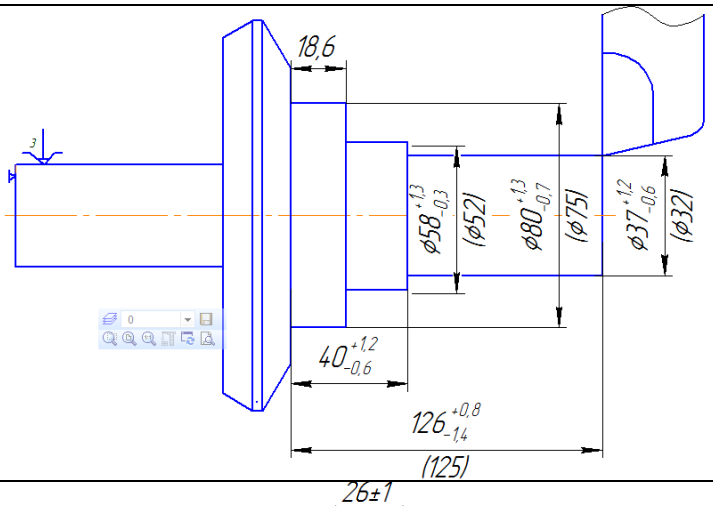
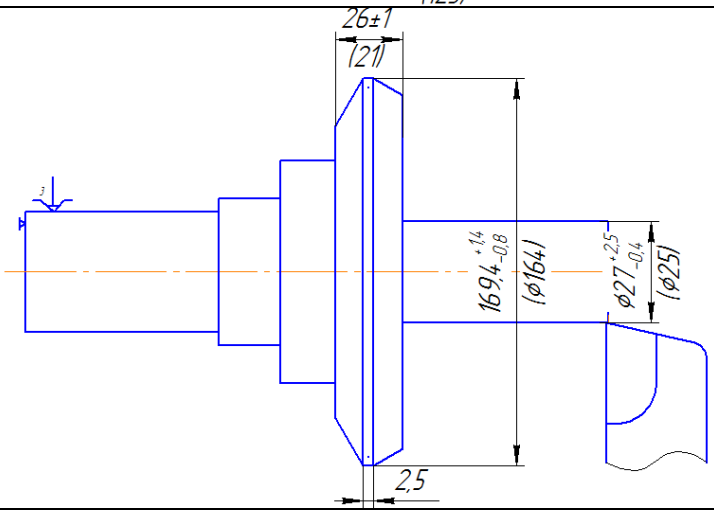
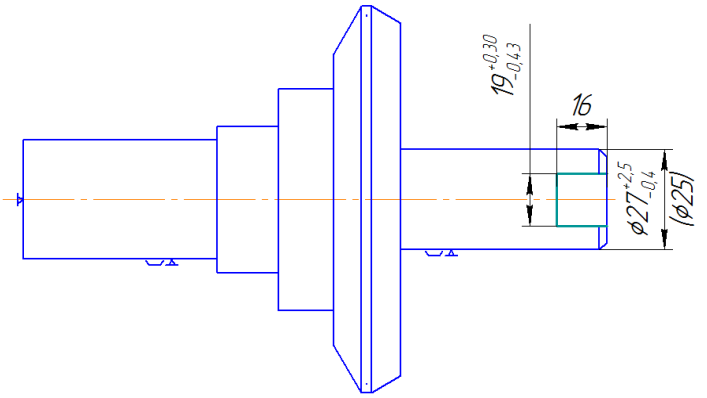
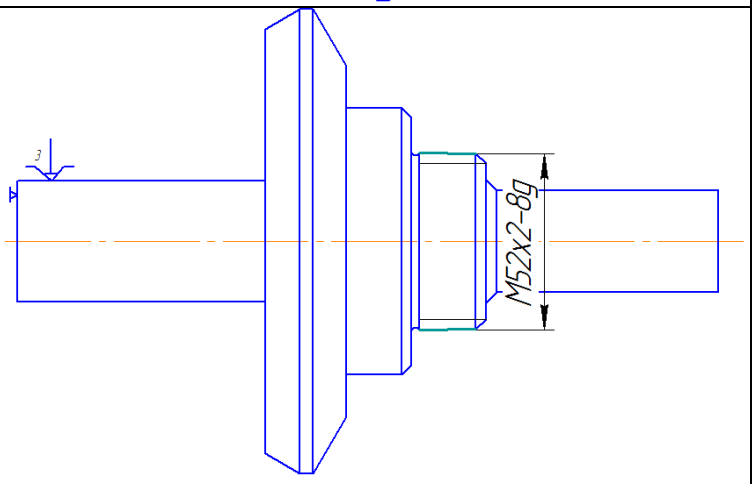
Таблиця 1.6 – Проектний маршрут механічної обробки тарілки клапана.

№ оп.	Назва операції	обладнання
005	Фрезерно-центрувальна	МР-71м
010	Токарно-копіювальна	1708
015	Токарно-копіювальна	1722
020	Токарно-копіювальна	1722
025	Токарно-копіювальна	1708
030	Горизонтально-фрезерна	6Н880Г
035	Різьботокарна	КТ38А
040	Круглошліфувальна	3М151В

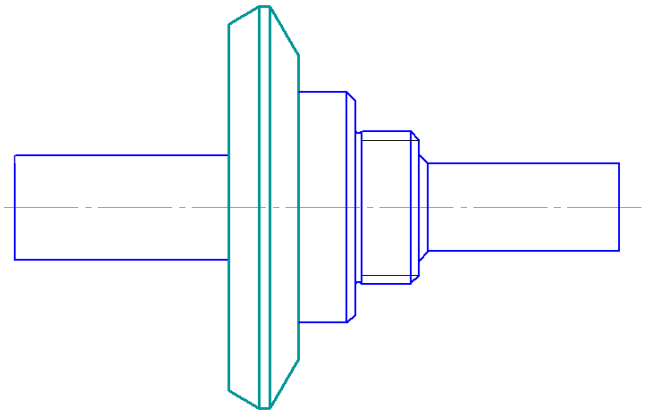
Таблиця 1.7 – Проектний технологічний процес виготовлення тарілки клапана ТСК011.02

№ Опер.	Назва операції, переходи інструмент	Тип і модель верстата, пристрою	Схема установки обробки
1	2	3	5
005	Фрезерно-центрувальна Підрізати торці з двох сторін, свердлити центрові отвори.	МР-71м	
010	Токарно-копіювальна Точити тарілку клапана з одного боку начорно: Ø37мм на довжину 86 мм, Ø58мм на довжину 21,4мм, Ø80 мм на довжину 18,6мм.	1708	
015	Токарно-копіювальна Точити тарілку клапана з другого боку начорно: Ø27 мм на довжину 70мм.	1722	

Продовження таблиці 1.7.

1	2	3	4
020	Токарно-копіювальна Точити тарілку клапана з одного боку начисто: Ø37 мм на довжину 86мм, Ø58 мм на довжину 21,4мм, Ø80 мм на довжину 18,6мм.	1722	
025	Токарно-копіювальна Точити тарілку клапана з другого боку начисто: Ø27мм на довжину 70мм.	1708	
030	Горизонтально-фрезерна Фрезерувати лиску 19 мм на довжину 16 мм.	6Н880Г	
035	Різьботокарна Точити різьбу М52×2-8g на довжину 16,5 мм.	КТ38А	

Продовження таблиці 1.7.

1	2	3	4
040	Круглошліфувальна Шліфувати точні поверхні тарілки клапана.	3М151В	

1.5 Розробка технологічних операцій

1.5.1 Розробка припусків механічної обробки

Таблиця 1.8 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку поверхні Ø 25 h12 тарілки.

Технологічні переходи обробки поверхні Ø25 h12 ($_{-0,21}$)	Елементи припуску, мкм.				Розрахунковий припуск, $2Z_{min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p, мм	Допуск δ, мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	T	ϱ	Ɛ				d_{min}	d_{max}	$2Z^{гр}_{min}$	$2Z^{гр}_{maxz}$
Заготовка	200	250	974	-		27,96	2900	27,96	30,86		
Точіння чорнове	50	50	59	-	2 · 1424	25,11	330	25,11	25,44	2850	5420
Точіння чистове	20	30	39	-	2· 159	24,79	210	24,79	25,0	320	440
Всього $Z_з$										2970	5860

Обробка деталі ведеться в центрах. Похибка установки Ɛ в радіальному напрямку дорівнює нулю Сумарне відхилення від форми заготовки мм :

$$\rho_з = \sqrt{\rho^2_{зм} + \rho^2_{викр.} + \rho^2_{ц}}, \qquad (1.10)$$

де $\rho_{зм.}$, мм - похибка від зміщення штампів,

$\rho_{викр.}$, мм – похибка від викривлення заготовки,

$\rho_{ц.}$, мм – похибка центрування деталі.

$\rho_{зм}$=0,8 (мм).

$$\rho_{викр.} = \Delta_к \cdot l, \qquad (1.11)$$

де $\Delta_к$ – питома кривизна заготовок, $\Delta_к$· 0,003 .

l – довжина оброблюваної поверхні, мм.

$l = 70$ мм (дод.1).

$\rho_{викр}$=0,003· $70 = 0{,}21$,

$\rho_{ц.}$=0,25· $\sqrt{T^2 + 1}$. (1.12)

де Т – допуск на діаметральний розмір бази заготовки, використаний при центруванні, мм.

Т=1,8

$\rho_{ц.}$=0,25· $\sqrt{(1{,}8)^2 + 1} = 0{,}515$.

$\rho_{з.}$=$\sqrt{0{,}8^2 + 0{,}21^2 + 0{,}515}$=0,974.

Залишкове просторове відхилення :

Після чорнового точіння ρ_1=0,06· $0{,}974 = 0{,}059$ (мм)

Після чистового точіння ρ_2=0,04· $0{,}974 = 0{,}039$ (мм)

Розрахунок мінімальних значень припусків, користуючись основною формулою :

$2Z_{min1}$=2(Rz_{i-1}+T_{i-1}+ϱ_{i-1}), (1.13)

де Rz_{i-1} – шорсткість поверхні попередньої операції, мкм.

T_{i-1} – товщина дефектного шару від попередньої операції, мкм.

ρ_{i-1} – похибка просторового відхилення форми після попередньої операції, мкм.

Параметри досягнуті після механічної обробки заготовки

- заготовка Rz=200 мкм ; Т=250 мкм;
- чорн. точіння Rz=50 мкм; Т=50 мкм;
- чист. точіння Rz=20 мкм; Т=30 мкм.

Мінімальні припуски

- під чорнове обточування (1.13)

$2Z_{min}$=2· $(200 + 250 + 974) = 2 \cdot 1424$

- під чистове обточування

$2Z_{min}$=2· $(50 + 50 + 59) = 2 \cdot 159$

Розрахунковий розмір визначаємо з кінцевого розміру (Ø 24,79) шляхом послідовного додавання розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу, мм :

d_{p2}=24.79,

d_{p1}=24.79+2· $0.159 = 24{,}79 + 0{,}318 = 25{,}108 \approx 25{,}11$,

d_{p3}=25,11+2· $1{,}424 = 26{,}534 \approx 26{,}53$.

Допуск на заготовку, мм

$\delta_з$=2,9

Чорнові обточування по 13 квалітету мм

δ_1=0,33

Допуск на чистове точіння відповідає вимогам креслення, мм

$\delta_ч$=0,21

Найбільші граничні розміри визначаємо додаванням допуску до найменшого граничному розміру.

$d_{max\ з.}$=26,53+2,9=29,50

$d_{max\ 1}$=25,11+0,33=25,44

$d_{max\ 2}$=24,79+0,21=25,0.

Граничні значення припусків $Z^{\text{гр}}_{max}$ визначаємо як різкість найбільших граничних розмірів і $Z^{\text{гр}}_{min}$ - як різкість найменших граничних розмірів виконуючих переходів, мм :

$2Z^{max}_{\text{гр2}}$=$25{,}44-25{,}0 = 0{,}44$,

$2Z^{max}_{\text{гр1}}$=29,5-25,44=4,06,

$2Z^{min}_{\text{гр2}} = 25{,}11 - 24{,}79 = 0{,}32$,

$2Z^{min}_{\text{гр1}}$=26,6-25,6=1,49.

Загальні припуски $Z_{з\ min}$ і $Z_{з\ max}$, вимірюючи проміжні припуски і запишемо внизу відповідних граф, мкм :

$2Z_{з\ min}$=2850+320=2970,

$2Z_{з\ max}$=5420+440=5860.

Проводимо перевірку правильності розрахунків, мкм :

$2Z^{\text{гр}}_{max1} - 2Z^{\text{гр}}_{min1}$=4060-1490=2570,

$\delta_з$-δ_1=2500-330=2570,

$2Z^{\text{гр}}_{max2} - 2Z^{\text{гр}}_{min} = 440 - 320 = 120$,

δ_1-δ_2=330-210=120.

Значення припусків і допусків

$2Z^{\text{гр}}_{max1} - 2Z^{\text{гр}}_{min1} = 4060 - 1490 = 2570$;

$\delta_з$-δ_1=2900-330=2570;

$2Z^{\text{гр}}_{max2} - 2Z^{\text{гр}}_{min} = 440 - 320$;

δ_1- δ_2=330-210=120.

Значення припусків і допусків заносимо в табл. 1.8. Номінальний припуск із врахуванням несиметричного розміщення поля допуску, мм:

$$Z_{\text{о ном}} = Z_{o\ min} + \text{Н}_\text{з} - \text{Н}_\text{д} \qquad (1.14)$$

де $\text{Н}_\text{з}$ мм, −нижнє відхилення розміру заготовки, по ГОСТ 7505-89, $\text{Н}_\text{з} = 0{,}6$;

$\text{Н}_\text{д}$, мм – нижнє відхилення деталі, $\text{Н}_\text{д}$=0,21.

$Z_{\text{о ном}} = 1{,}810 + 0{,}6 = 2{,}2$; $\text{d}_{\text{з ном.}}$=24,79+2,2=27.

На решту оброблюваних поверхнях деталі припуски і допуски приймаємо за ГОСТ 7505-89 і записуємо їх в табл. 1.9.

Дані розрахунків заносимо в таблицю 1.8.

На цих розрахунках оформляємо схему графічного розташування припусків і допусків на обробку вала Ø25h12 Рис.1.4.

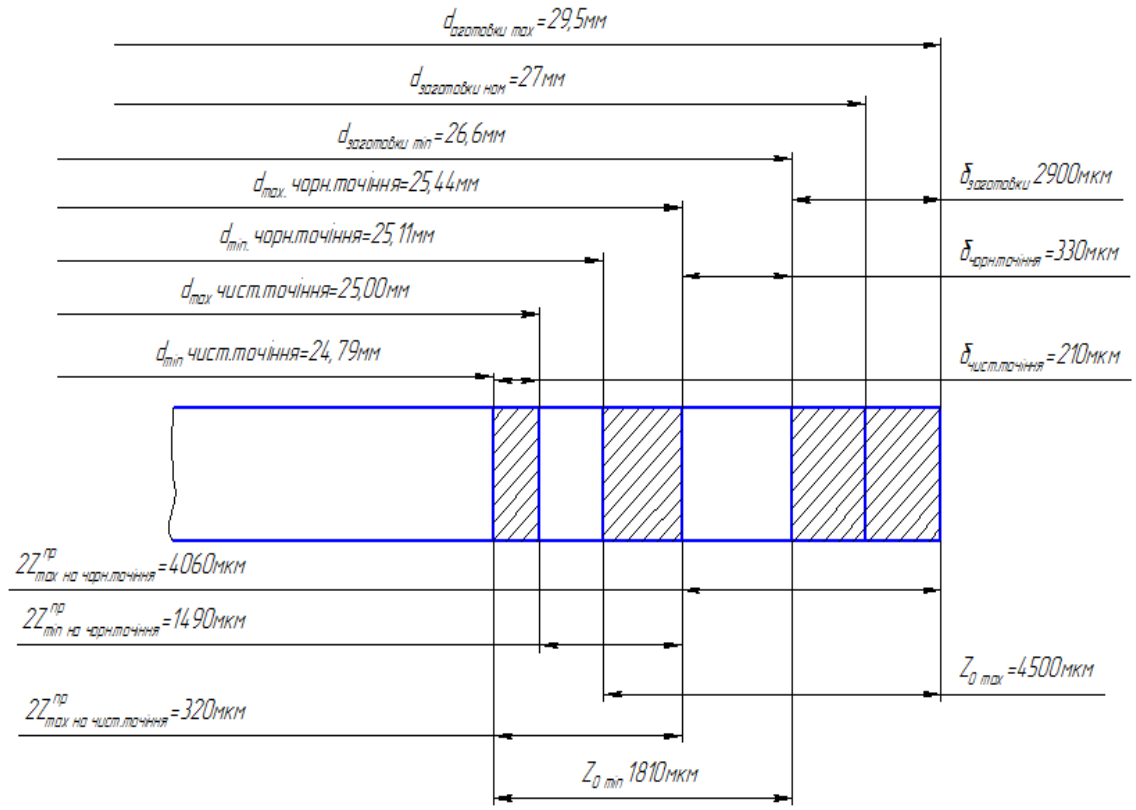


Рисунок 1.4 – Схема графічного розташування полів припусків

Заготовка тарілки клапана ТСК з нарахованими припусками і допусками (без технологічних напусків і радіусів) зображена на рисунку1.5.

Таблиця 1.9 – Припуски і допуски оброблюваної поверхні тарілки клапана ТСК

Розмір	Припуск		Допуск
	табличний	розрахунковий	
215	2*3		$^{+3}_{-2}$
125	3		$^{+0,8}_{-1,4}$
40	2,5		$^{+1,2}_{-0,6}$
$18,9^{+0,21}$	2,5		$^{+1,2}_{-0,6}$
$21_{-0,21}$	2*2,5		$^{+1,0}_{-1,0}$
$Ø25_{-0,21}$		2· 1,5	$^{+2,5}_{-0,4}$
Ø164	2*2,7		$^{+1,4}_{-0,8}$
$Ø145^{-0,145}_{+0,355}$	2*2,7		$^{+1,4}_{-0,8}$
$Ø75_{-0,3}$	2*2,6		$^{+1,3}_{-0,4}$
Ø52	2*2,6		$^{+1,3}_{-0,7}$
$Ø32_{-0,25}$	2*2,6		$^{+1,2}_{-0,6}$

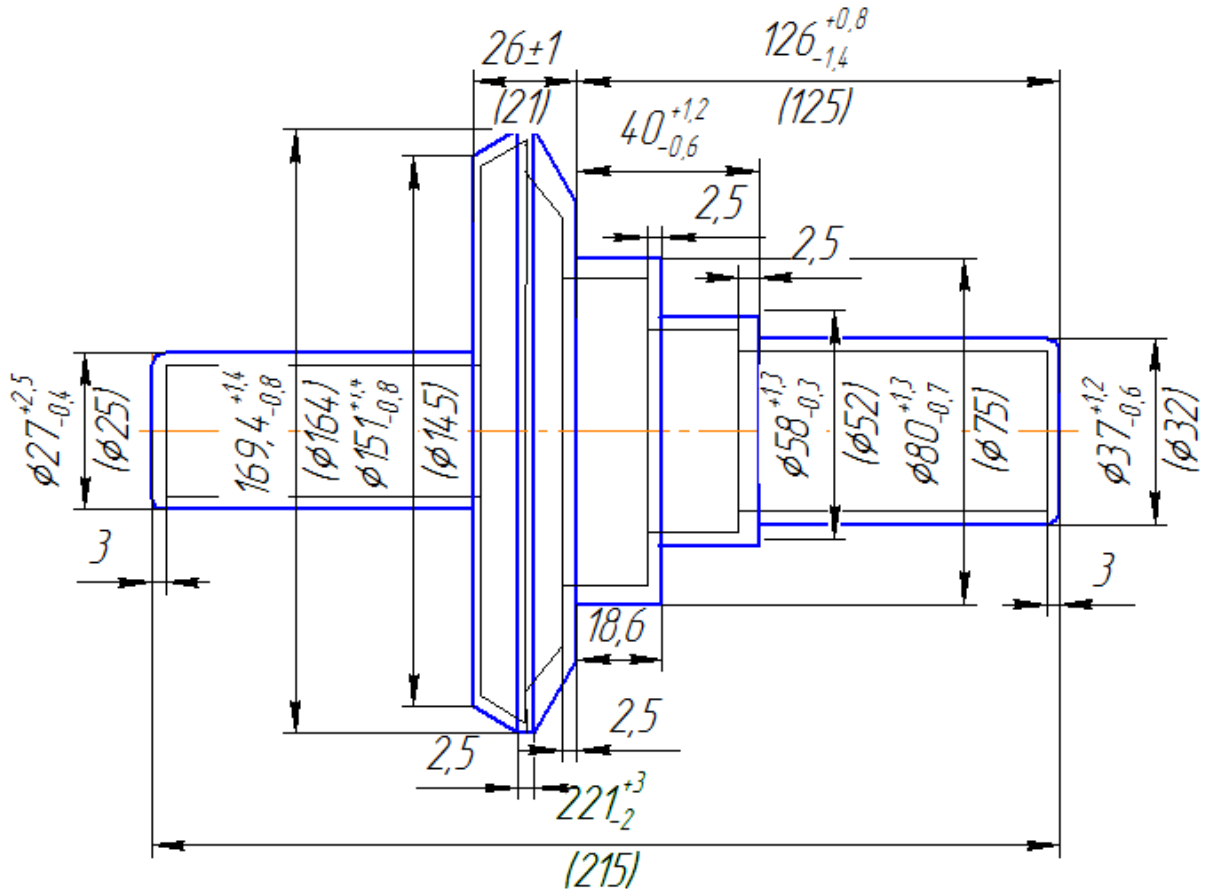


Рисунок 1.5 - Заготовка тарілки клапана ТСК з нарахованими припусками

1.5.2 Розрахунок режимів різання

005. Фрезерно-центрувальна операція.

Фрезерування.

Інструмент – торцева насадна зі вставленими ножами, оснащена твердим сплавом (дрібнозуба) (ДСТУ ISO 240:2015).

D=80 мм – діаметр фрези, кількість зубів Z=10. Матеріал фрези Т15К6 ([13], с.351, П1, Л-3). Обробка ведеться на фрезерно-центрувальному напівавтоматі МР71м. Схема обробки Рис.1.1.

Рекомендовані подачі на зуб фрези при глибині різання 1-3 мм (Рис.1.5).

S_z=0.03-0.18 (мм/об).

Розрахунок режиму різання проводимо з допомогою ЕОМ, для цього скористаємося програмою розрахунку режимів різання – RREZ.

Для розрахунку режиму різання необхідно скласти ряд вихідних даних :

R – ознака виду обробки, R=2 – фрезерування;

N – кількість основних даних, N=24 ;

A – номер формули для розрахунку, при обробці сталі твердим сплавом, A=1;

L(1) – постійна в формулі швидкості різання (v_1)C_v=332 ;

L(2) – діаметр фрези, мм; D=80 ;

L(3) – показник степеня в формулі $v_{\text{різ.}}$; $q_v = 0{,}2$;

L(4) – період стійкості фрези, хв., T=180 ;

L(5) – L(8) – показники степенів в формулі $v_{\text{різ.}}$; m=0,2, t=3; x_v=1; y=0;

L(9) – ширина фрезерування, лім B=38;

L(10) – показник степеня в $v_{\text{різ.}}$; U_v=0,2;

L(11) – число зубів фрези; Z=10;

L(12),L(13) – показник степеня в формулі $v_{\text{різ.}}$; P_v =0; n_v =0;

L(14) - коефіцієнт стану поверхні заготовки; K_{nv}=0,8;

L(15) –коефіцієнт інструментального матеріалу, K_{nv}=1.

L(16) – постійна в формулі зусилля різання (P), C_p=825;

L(17)…L(21) - показники степенів в формулі P, y_p=0,75; q_p=13; ω_p=0,2; U_p=1,1; x_p=1;

L(22) – тимчасовий опір матеріалу, $\sigma_в = 750 Н/мм^2$;

L(23) – HB – твердість матеріал, HB=230;

L(24) – коефіцієнт оброблюваності, $C_м$=1.

Мінімальна подача, мм/зуб; S_{min}=0,09;

Крок зміни подачі, мм/зуб; DS=0,05;

Максимальна подача, мм/зуб; S_{max}=0,18;

Кафедра комп’ютеризованого машинобудування

Розрахунок режимів різання: точіння, фрезерування, свердління.

Студент: Ханенків

Обробка сталі інструментом із твердого сплаву

ФРЕЗЕРУВАННЯ, ВИХІДНІ ДАНІ:

2	24	1	332,00	80,00	0,20	180,00	0,20	3,00
1,00	0,40	38,00	0,20	10,00	0,00	0,00		
0,80	1,00	825,00	0,75	1,30	0,20	1,10		
1,00	750,00	230,00	1,00	0,09	0,05	0,18		

ВИХІДНА ІНФОРМАЦІЯ

S – ПОДАЧА, ММ/ЗУБ

V – ШВИДКІСТЬ РІЗАННЯ, М/ХВ

NF – ЧИСЛО ОБЕРТІВ ФРЕЗИ ЗА ХВИЛИНУ

Q – ПОДАЧА НА ОДИН ОБЕРТ ФРЕЗИ, ММ/ОБ

P – СИЛА РІЗАННЯ, КГ

N – ПОТУЖНІСТЬ РІЗАННЯ, кВт

КР – ЗАГАЛЬНИЙ ПОПРАВОЧНИЙ КОЕФІЦІЄНТ НА ШВИДКІСТЬ РІЗАННЯ

M – КРУТНИЙ МОМЕНТ, КГМ

S	V	NF	Q	P	M
0.090	95.28	379.31	0.900	227.616	3.241
0.140	79.85	317.86	1.400	328.449	4.841

KP= 0.80

За результатами розрахунку приймаємо швидкість обертання фрези: n=358хв$^{-1}$.

Подача S=0,09 мм/зуб=0,9мм/об=322мм/хв.

Свердління.

Свердло комбіноване центрувальне, D=5(мм), матеріал Р6М5.

Рекомендовані подачі S_o=0,14÷0,18мм/об.

Приймаємо S_o=0,15мм/об.

Швидкість різання, м/хв.:

$$v_{\text{різ}} = v_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1.15)$$

де, $v_{\text{табл.}}$=18 – табличне значення швидкості різання, м/хв.

$K_1 = 0{,}7, K_2 = K_3 = 1$, поправочні коефіцієнти.

$v = 18 \cdot 0{,}7 \cdot 1 \cdot 1 = 12{,}6$

Частота обертання шпинделя, хв.$^{-1}$:

$$n = \frac{1000v}{\pi \cdot D}, \quad (1.16)$$

де, D – діаметр обробки, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 12{,}6}{\pi \cdot 5} = 802.$$

За паспортними даними верстата n=815, [1] с.195.

Хвилинна подача, мм/хв.

$S_{хв.}=S_o \cdot v$ (1.17)

де S_o – подача на оберт, мм/об.

$S_{хв}=0{,}15 \cdot 815 = 122{,}25.$

Операційний час обробки, хв.

$t=l_{рх}/ S_{хв}$, (1.18)

де, $l_{рх}$ – довжина робочого ходу інструменту, мм.

$l_{рх}=l+l_1$, (1.19)

де l – довжина обробки, мм, l_1 – довжина врізання і перебігу, мм.

Для фрезерування $l^{ф}$ =38(мм), $l_1^{ф}$=7(мм).

(по1.32) $l_{рх}$=38+7=45(мм),

(по1.31) $t^{ф}$=45/322=0,14 (хв.)

Для свердління $l^{св}$=9(мм); $l_1^{св}$=2(мм).

(по1.32) $l_{рх}$=9+2=11,

(по1.31) $t^{св}$=11/120=0,1.

Сумарний операційний час t^1=0,14+0,1=0,24.

За паспортними даними, тривалість холостих переміщень верстата 0,3 хв.

Операційний час фрезерно-центрувальної операції, хв..

t_o=0,24+0,3=0,54.

010.Токарно-копіювальна операція.

Обробка проводиться копіювальним і поперечним супортами. Копіювальна обробка: різець токарний прохідний, відігнутий лівий ГОСТ 18879-73. Матеріал пластини Т5К10. Максимальна глибина різання (рис.1.6).

t^k_{max}=$(29{,}5-27)\cdot\frac{1}{2}+64\cdot tg7^{o}\approx 9$ мм.

Поперечний супорт: різець токарний підрізний, прямий, лівий. Пластинка Т5К10. Схема обробки представлена на рис. 1.6.

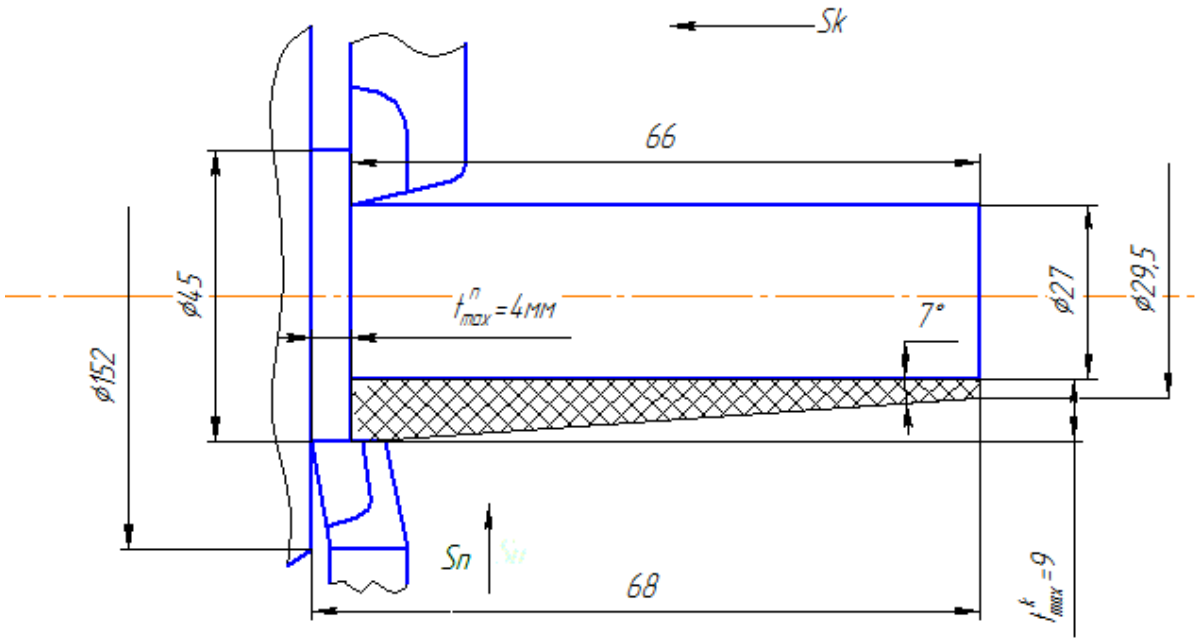


Рисунок 1.6 – Схема обробки

Довжина робочого ходу копіювального супорта, мм (по 1.32) $l^{к}_{р.х}$ =66,0+9=75; де, l=66 мм (рис. 1.6), l_1=9(мм).

Для робочого ходу поперечного супорта, мм (1.19)

$l^{п}_{р.х}$=53,5+11,5=65;

де, l_2=11,5(мм), l=$\frac{152-45}{2}=53{,}5$(мм) (Рис.1.6).

рекомендовані подачі супортів:

$S_o^к = 0{,}3$(мм/об); $S_o^п = 0{,}4$(мм/об).

Враховуючи збільшену глибину різання копіювального різця, приймаємо по паспорту верстата $S_o^к = 0{,}16$(мм/об).

Тривалість робочого ходу (число обертів): $N = l_{р.х}/S$ (1.20)

Копіювального: $N^к$=75/0,16=469

Поперечного: $N^п$=65/0,4=162,5.

Знижуємо подачу поперечного супорта до $S_o^п$ =0,14, $N^п$=65/0,14=463.

Приймаємо стійкість різця $T_р$=300 хв, щоб забезпечити можливість роботи на протязі зміни баз, переналагодження і зміни інструмента.

Рекомендована швидкість різання для копіювального різця (1.15).

$v_{табл.} = 125 - \frac{140-125}{2,5} \cdot 4 \approx 100.$

$К_1$=0,75 ([16], с.32) $К_2$=0,75

$v_{різ.} = 100 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}75 = 56{,}25$

Частота обертання шпинделя (1.16), D=27 $хв^{-1}$:

$n = \frac{1000 \cdot 56{,}25}{3{,}14 \cdot 27} = 663{,}15.$

По паспорту верстата приймаємо:

n=640 ($хв^{-1}$) $S_o^к$=0,16 (мм/об). Подача хвилинна копіювального супорта (1.17).

$S_м^п = 0{,}14 \cdot 640 = 89{,}6$ (мм/хв.).

Окружна сила різання, кг.

$P_z = P_{z.табл.} \cdot К_1 \cdot К_2$ (1.21)

$P_{tтабл.}^к = 510$; $К_1$=0.85; $К_2$=1.

$P_z^к = 510 \cdot 0{,}85 \cdot 1 = 433{,}5$

Швидкість різання, м/хв.

$v_{різ} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$ (1.22)

$v_{різ} = \frac{3{,}14 \cdot 27 \cdot 640}{1000} = 54{,}3$(м/хв.)

Потужність різання, кВт.

$N_{різ.} = \frac{P_z \cdot v}{6120}$ (1.23)

$N_{\text{різ}}^{\text{к}} = \frac{54,3 \cdot 433,5}{6120} = 3,85.$

Для поперечного супорта.

$P_{z\text{табл}}=170 \cdot \frac{200 \cdot 170}{0,04} \cdot 0,01 = 177,5$, $K_1=0,85$; $K_2=0,9$.

(по 1.33) $P_t^n = 177,5 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 135,8.$

(по 1.34) $v_p^n = \frac{3,14 \cdot 45640}{1000} = 90,5$

(по 1.35) $N_p^n = \frac{135,8 \cdot 90,5}{6120} = 2,0.$

Сумарна потужність

$N^{\Sigma}=3,85+2,0=5,85$ (кВт) $<N_{\text{уст}}=10$ кВт.

Основний час обробки (1.17, 1.18)

$t_o=75/0,16 \cdot 640 = 0,73$ (хв.)

Режим обробки : n=640 хв$^{-1}$,

$S^k=0,16$ мм/об, $S^{\text{п}}=107$ мм/хв.

015. Токарно- копіювальна операція.

Схема обробки приведена на рис. 1.7.

Копіювальний різець: різець токарний, прохідний, відігнутий, лівий ГОСТ 8879 -73. Різці поперечного супорта відрізні, з пластиною Т15К6.

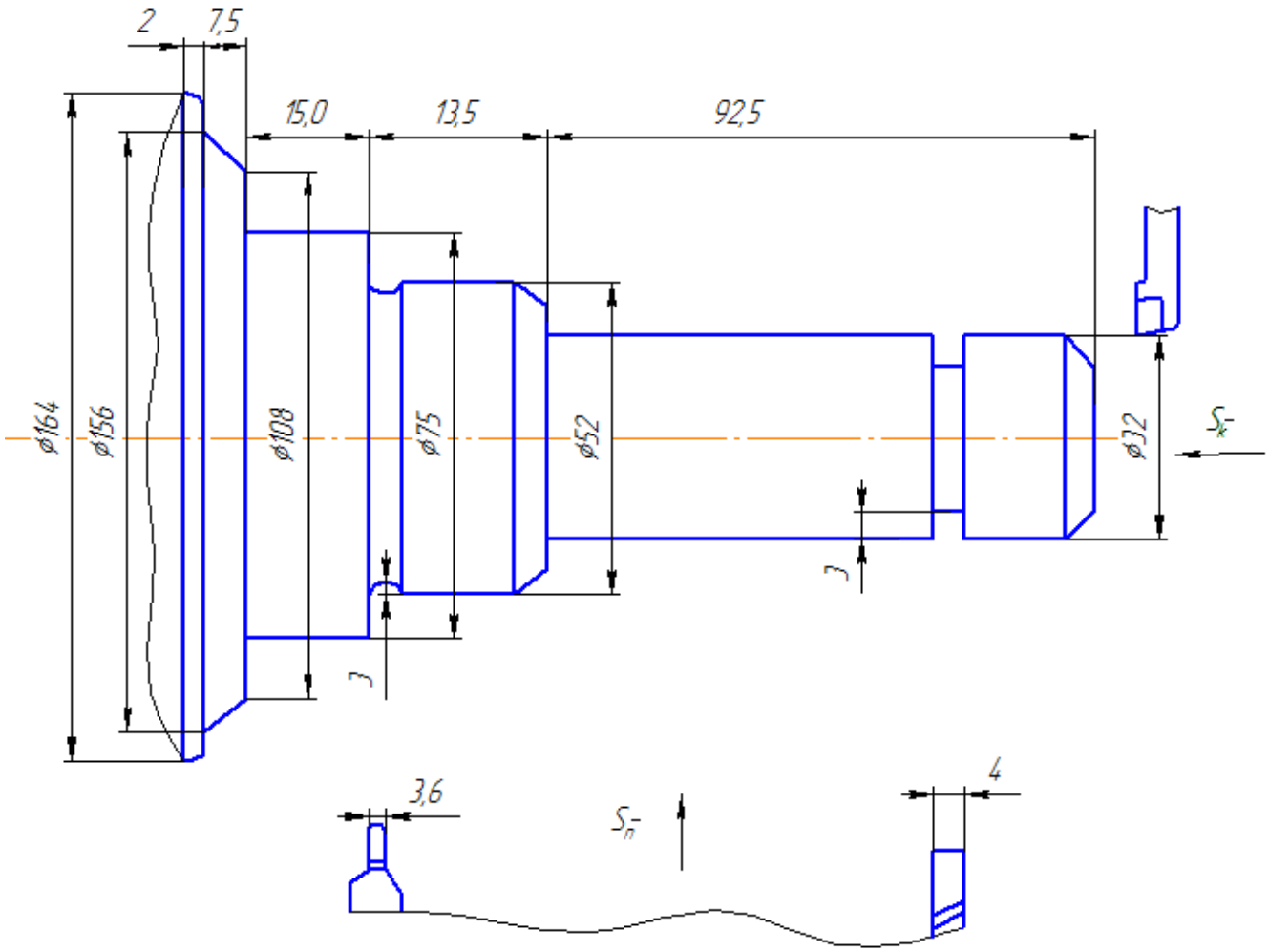


Рисунок 1.7 – Схема обробки

Довжина робочого ходу супортів.

Копіювального:

$l = \sqrt{l_{oc}^2 + l_{\text{рад}}^2}$, де (1.24)

$l_{\text{ос}}$ – переміщення в осьовому напрямку, мм

$l_{\text{рад}}$ – переміщення в радіальному напрямку

$l = \sqrt{(92{,}5 + 13{,}5 + 19{,}0 + 7{,}5 + 2)^2 + (\frac{164-32}{2})^2}$ =150 (мм).

l_1 =15(мм).

по(1.32) l_{px}^k =150+25=175 (мм).

Поперечного супорта (1.32): $l^{\text{п}} = 3(\text{мм})$; $l_1 = 12(\text{мм})$, $l_{px}^n = 3 + 12 = 15$ (мм), $S_o^k = 0{,}15(\text{мм/об})$, ([16], с.24). $S_o^k = 0{,}16$ по паспорту верстата.

Середній діаметр обробки, мм: $D=\frac{\sum d_i L_i}{\sum L_i}$; (1.25)

де, $d_i L_i$ (мм) – діаметр і довжина і-ї ступені.

$D=\frac{32\cdot 92,5+19,5\cdot 52+19,0\cdot 0,75+(156+108)\cdot 0,5\cdot 7,5+2\cdot 164}{92,5+13,5+19+7,5+2}\approx 48(\text{мм}).$

Стійкість копіювального різця: $T_р=T_м\cdot\lambda$, де $T_м$=70(хв.)– таблична стійкість різця; λ – поправочний коефіцієнт:

$$\lambda=\frac{1}{\sum L_i}\sum L_i\cdot Kd_i\cdot Ks_i\cdot Kt_i,$$

де Ks_i=Kt_i=1 – коефіцієнти від глибини і подачі на і-й ступені,

Kd_i – коефіцієнт, який залежить від d_i/ D по таблиці;

$d_1/_D={}^{32}/_{40}=0,67$; Kd_1=0,22; $d_2/_D={}^{52}/_{48}=1,08$, Kd_2=1,4;

$d_3/_D={}^{75}/_{48}=1,56$; Kd_3=4,3; $d_4/_D={}^{132}/_{48}=2,75$; Kd_4=13,75;

$d_5/_D={}^{164}/_{48}=3,42$; Kd_5=17,1;

$\lambda=\frac{1}{134,5}\cdot(92,5\cdot 0,22+13,5\cdot 1,4+19\cdot 4,3+7,5\cdot 13,75+2\cdot 17,1)=1,93;$

$T_р$=70$\cdot 1,93=135;$

Рекомендована швидкість різання (1.15).

$v_{табл}=140$; K_1=0,75; K_2=1,12; v=140$\cdot 0.75\cdot 1.12=117$(м/хв.);

Швидкість обертання шпинделя (1.16)

$n=\frac{117\cdot 1000}{\pi\cdot 48}=776$ (хв.$^{-1}$). По паспорту приймаємо n=640 хв.$^{-1}$.

Швидкість різання, м/хв. (1.22)

$v=\frac{640\cdot\pi\cdot 48}{1000}=96,5$

Подача поперечного супорта (1.17)

$S_м^п=9,6$мм/хв.

Приймаємо по паспорту $S_м^п=10$ мм/хв.;

Основний машинний час (1.18)

$t={}^{175}/_{0,16\cdot 640}=1,72$(хв)

Окружна сила різання (1.21)

$P_{z\text{таб}}$=75(кг) K_1=0,85; K_2=1,0.

$P_z = 75 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}0 = 63{,}75.$

Потужність різання (1.23), кВт.

$N^k = \frac{63{,}75 \cdot 75{,}4}{6120} = 0{,}8;$

Поперечний супорт

$P^I_{z\text{таб}} = 100; \qquad v^I_p = \frac{\pi \cdot 77 \cdot 500}{1000} = 113{,}1$ (м/хв)

$P^{II}_{z\text{таб}} = 120; \qquad v^{II}_p = \frac{\pi \cdot 26 \cdot 500}{1000} = 40{,}8$ (м/хв)

$K^I_1 = K^{II}_2 = 0{,}85$

$K^I_i = 1{,}0\ ;\ K^{II}_2 = 1{,}1;$

по 1.34 $P^I_z = 100 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}0 = 85$ (кг);

$P^{II}_z = 120 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}1 = 112{,}2$ (кг);

По 1.36 $N^I_p = \frac{85 \cdot 113{,}1}{6120} = 1{,}57$(кВт);

$N^{II}_p = \frac{40 \cdot 112{,}2}{6120} = 0{,}74$(кВт);

Сумарна потужність потрібна на різання:

N_Σ=0,8+1,56+0,74=3,11 (кВт);

020. Різьботокарна операція.

Нарізувана різьба М52× 2, крок S=2, різьба нарізується різьбовим різцем з пластиною твердого сплаву Т15К6.

Число переходів: чорнових - 3

Чистових - 2

Схема обробки приведена на рис. 1.8.

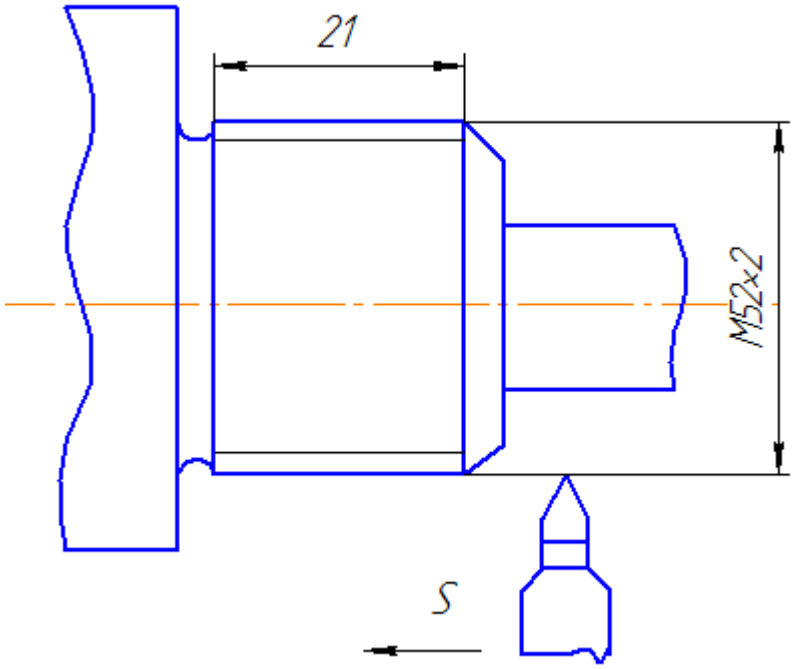


Рисунок 1.8 – Схема обробки

Швидкість різання, м/хв. ([15], с. 295)

$$v_{\text{п}} = \frac{C_v \cdot i^x}{T^{m} \cdot S^y} \cdot K_v^I; \qquad (1.26)$$

де C_v – постійна швидкості різання, C_v=244,

Т, хв. – стійкість інструменту, Т=70хв,

x=0,23; y=0,3; m=0,2

Поправочний коефіцієнт $К_v$

$$К_v = с \cdot К_{мг} \cdot К_{сг} \qquad (1.27)$$

$К_v = 0{,}75$ ([18], с.237), $К_{мг}$=1 ([18], с.261.Т1); $К_{мг}$=1,0 1.

$К_v = 0{,}75 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 0{,}75.$

$$v_p = \frac{244 \cdot 5^{0.23}}{70^{0.2} \cdot 2^{0.3}} \cdot 0.75 = 92{,}2$$

Швидкість обертання шпинделя (1.22)

$$n = \frac{1000 \cdot 92{,}2}{3{,}14 \cdot 52} = 564.$$

За паспортними даними верстата КТ38А.

$n=500хв^{-1}$.

Довжина робочого ходу різця, мм, (1.19),

$l_{px} = 21 + 8 = 29,$

де, l =21(мм) Рис.1.8), l_1=4S=8

основний технологічний час, хв..

$$t_o = \frac{l_{px} \cdot 2 \cdot i}{S \cdot n}, \quad (1.28)$$

де, кількість проходів, i=5.

$t_o = \frac{29 \cdot 2 \cdot 5}{2 \cdot 500} \approx 0{,}3$(хв.).

1.5.3 Аналіз точності обробки циліндричної поверхні Ø32 мм

За один чистовий прохід разом з поверхнею Ø 32 мм обробляються і другі поверхні (п 1.5.2 рис. 1.7), що необхідно враховувати при розрахунку зносу різця.

Вихідні дані: n=640 хв$^{-1}$, $S_o^k = 0{,}16$ мм/об; середній діаметр обробки D=48мм, v =96,5м/хв. (п. 1.5.2), обробка ведеться в центрах.

Похибка установки деталі, мкм:

$$Є_у = \sqrt{Є_б^2 + Є_{закр}^2} \quad (1.29)$$

де $Є_б$, мкм - похибка базування, $Є_б$=0 – похибка базування в радіальному напрямку при обробці в центрах.

$Є_{закр}$,мкм – похибка закріплення

$$Є_з = C\left(\frac{P_y}{9{,}8}\right)^{0{,}5}, \quad (1.30)$$

де С – постійна, С=3,8

P_y,Н – радіальне зусилля різання,

$P_y = C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot v^{np} \cdot K_p,$

де C_p – постійна в формулі зусилля різання, C_p =4230,

t – мм – глибина різання, t =1,5 (мм)

X_p=0,9, yp=0,6, np=-0,3,

S=0,16 мм/об – подача на оберт.

P_y=4230· $1{,}5^{0,3} \cdot 0{,}16^{0,6} \cdot 69{,}5^{-0,3}$=296 ;

$\mathcal{E}_{закр}$=3,8· $(\frac{296}{9{,}8})^{0,5}$=21;

$\mathcal{E}_y$=21 мкм.

Геометрична похибка верстата Δ_{CR} α - радіальне биття шпинделя, α=12мкм

С – відхилення від прямолінійності, С=20мкм на довжині L=300мм. На довжині l=85мм

c'= c· $\left(\frac{l}{L}\right) = 20 \cdot \frac{85}{300} = 5{,}67$ (мкм)

Δ_{CR}=$a + c' = 12 + 5{,}67$ =17,67 мкм;

Δ_{HR} – похибка налагодження верстата, мкм

Δ_{HR}=20(мкм)

Δ_y – похибка зміни інформації системи ВПІД.

Δ_y=ω· $(P_{ymax} - P_{ymin})$, (1.31)

де ω,($\frac{мкм}{Н}$) – податливість системи ВПІД.

ω =$\frac{320}{16000} = 0{,}02(\frac{мкм}{Н})$,

Δ_y=C_p· $S^{y_p} \cdot v^{y_v} \cdot K_p \cdot \left(t_{max}^{x_p} - t_{min}^{x_p}\right) \cdot 20$ (1.32)

Максимальна глибина різання, мм:

$t_{max} = \frac{1}{2} \cdot (D_{max}^3 - D_{min}^3)$=(35,0−31,75 = 1,625,

Мінімальна глибина різання, мм:

$t_{min} = \frac{1}{2} \cdot \left(D_{min}^3 - D_{max}\right) = (34{,}48 - 32) = 1{,}19$,

де $D_{\max,}^3 D_{min}^3$, мм – максимальний і мінімальний діаметр після чорнової обробки.

D_{min}, D_{max},мм – мінімальний і максимальний розмір поверхні.

Δ_y=1,1· $2430 \cdot 0{,}16^{0,6} \cdot (96{,}5)^{-0,3} \cdot (1{,}625^{0,9} - 1{,}19^{0,9}) \cdot 0{,}2 \approx 2$(мкм).

Похибка миттєвого розсіювання розміру,

Δ_M^R= 1,2 · $\sqrt{\mathcal{E}_y^2 + \Delta_{H_R}^2 + \Delta_{Y_R}^2}$+$\Delta_c$. (1.33)

Δ_M^R= 1,2 · $\sqrt{21^2 + 20^2 + 2^2}$+17,67=52,5 (мкм)

На діаметр $\Delta_м$=2Δ_M^R=52,5· 2=105 (мкм)

$\Delta_з$ – похибка від розмірного зносу різця, береться зі знаком «+», систематична закономірна змінна.

$$\Delta_з=U_o\cdot\left(1+\frac{v\cdot\tau}{1000}\right), \quad (1.34)$$

де τ – час обробки;

U_o, мкм/км – граничний знос різця, U_o=6,5

$$\Delta_з=6,5\cdot\left(1+\frac{96,5\cdot\tau}{1000}\right);$$

$\Delta_т$,мкм - похибка від теплової деформації різця, береться зі знаком «-», систематична закономірна змінна.

$$\Delta_т=-c\cdot\frac{L_p}{F}\cdot\sigma_B\cdot(t\cdot S)^{3/4}\cdot v^{\frac{1}{2}}\cdot\frac{T_o}{T_o+T_{пер}}\cdot\left(1-e\cdot\frac{4\tau}{\tau_M}\right), \quad (1.35)$$

де: F=25× 20 = 500 (мм^2) – площа січення державки різця;

L_p=2,5мм – виліт різця;

σ_B=75кг/мм^2 – границя міцності матеріалу;

t=1,5мм – глибина різання;

S=0,16мм/об – подача різця;

v=96,5м/хв. – швидкість різання;

T_o – тривалість обробки; T_o=1,56 хв.

$T_{пер}$ – тривалість переривів в обробці;

$T_o+T_{пер}\approx T_{шт.}\approx T_o\varphi_к=T_o\cdot 1,5$

$T_o+T_{пер}=1,56\cdot 1,5=2,34$ (хв).

τ_M=16 хв, C=4,5 – константи

$$\Delta_т=-4,5\cdot\frac{25}{500}\cdot 75\cdot(1,5\cdot 0,16)^{3/4}\cdot 96,5^{\frac{1}{2}}\cdot\frac{1,53}{2,34}\cdot\left(1-e^{\frac{-4\tau}{10}}\right)=37,5(e^{-\tau/4}-1);$$

Результати розрахунку систематичної похибки занесені в Табл. 1.10.

Таблиця 1.10 – Розрахунок систематичної похибки.

τ, хв.	0	2	4	8	10	12	16	20	40	60	80	100	120	130	140
Δ_u,мкм	0	7,75	9,0	11,5	12,8	14	16,5	19	31,6	44	56,7	69,2	81,8	88	54,3
$\Delta_т$, мкм	0	-14,75	23,7	-32,4	-34,4	-35,6	-36,8	-37,2	-37,5	-37,5	-37,5	-37,5	-37,5	-37,5	-37,5
$\Delta_u+\Delta_т$, мкм	0	-7	-14,7	-20,9	-21,65	-21,6	-20,3	18,2	-5,9	6,6	19,18	31,7	44,3	50,5	56,8
$2(\Delta_u+\Delta_т)$, мкм	0	-14	-29,4	-41,8	43,3	-43,2	-40,6	36,4	-11,8	13,2	38,36	63,45	88,6	101	113,6

Розрахункова стійкість різця $T_р$=135хв (П 1.5.2.)

Фактична технологічна стійкість (по графіку)

$T_г$=130хв., а сумарна похибка обробки $\Delta_{сум}$=250мкм. Налагоджений розмір $d_{нал.}$ При симетричному розташуванні поля різання, мм:

$$d_{нал.}=D_{min}+0,5\Delta_{мн}+\Delta_{сист.min}+\frac{T-\Delta_{сум}}{2}; \quad (1.36)$$

де, D_{min}=31,75 – мінімальний граничний розмір;

$\Delta_{сист.min}$ – мінімальне значення систематичної похибки (Табл.1.10)

$\Delta_{сист.min}$=43,3мкм=0,0433 мм;

Т,мм – допуск на розмір, Т=0,25мм;

$$d_{нал.}=31,75+0,5\cdot 0,105\cdot 0,0433+\frac{0,25-0,25}{2}=31,85(мм).$$

Питома в її граничних похибках обробки в загальну похибку визначаємо як,

$$C_j=\frac{\Delta_j}{\Delta_{сум.}}\cdot 100\%; \quad (1.37)$$

де, Δ_j – величина j-ї похибки, мкм

Результати зведені в таблицю 1.11.

Таблиця 1.11 – Питома вага похибок від $\Delta_{сум.}$

Позначення похибки Δ_j	Δ_c	$\Delta_н$	$\Delta_у$	$\Delta_{м.н}$	Δ_u	$\Delta_т$	$\Delta_{сист}$
Значення похибкиΔ_j	0,035	0,04	0,004	0,105	0,176	0,075	0,145
$C_{j,\%}$	14	16	16	42	70,4	30	58

1.5.4. Розрахунок копіра.

Розрахунок проводиться за методикою. Ескіз ступеней деталі зображений на рис.1.9.

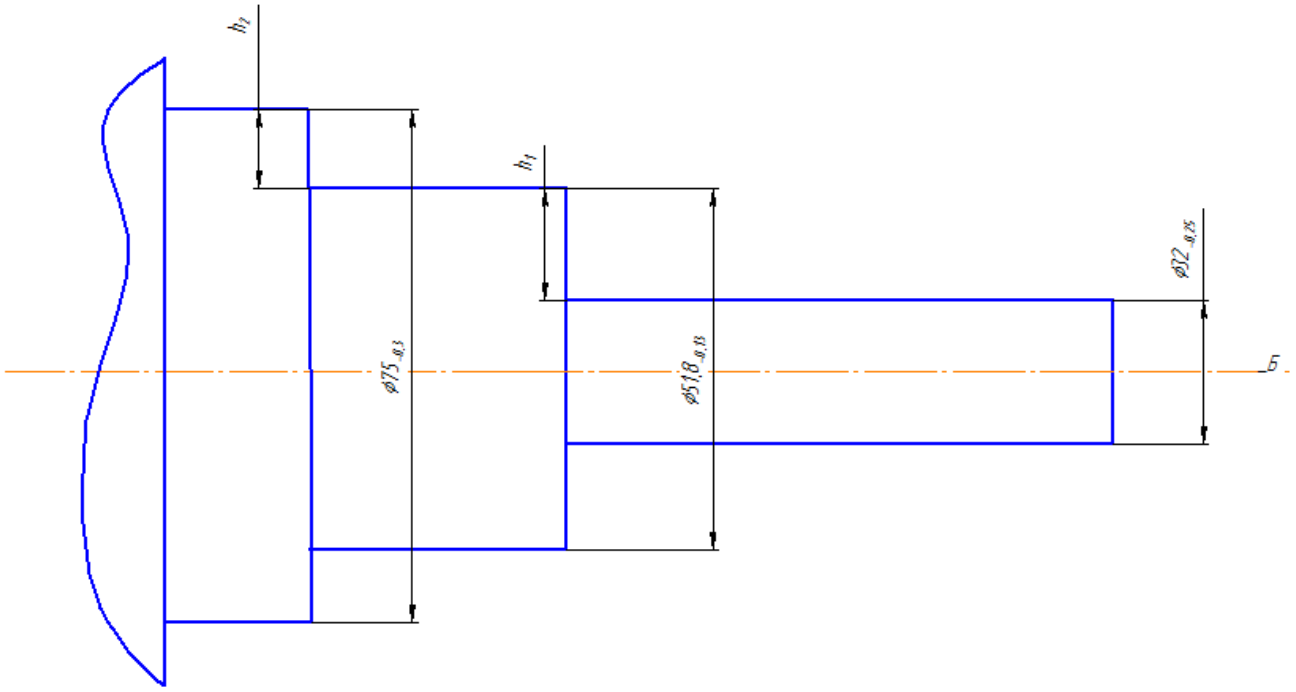


Рисунок 1.9 – Ескіз деталі

Базовим розміром являється розмір Ø $32_{-0,25}$ (Б). Допуск на виготовлення копіра складає 25-30% допуску на шийку (базовий розмір).

$$\delta = \frac{0,25 \cdot 30}{100} = 0,075(\text{мм}).$$

$$\Delta_{\delta max} = 32 - {}^{\delta}/_{2} = 32 - {}^{0.075}/_{2} = 31,96(\text{мм});$$

$$\Delta_{\delta min} = 31,75 + {}^{\delta}/_{2} = 32 + {}^{0,075}/_{2} = 31,79(\text{мм}).$$

Величини переходів:

$$h_{1max} = \frac{51,8 - 31,96}{2} = 9,92;$$

$$h_{1min} = \frac{51,51 - 31,79}{2} = 9,86; \qquad h_1 = 9.92_{-0.06};$$

$$h_{2max} = \frac{75 - 31,96}{2} = 21,52;$$

$$h_{2min} = \frac{674,7 - 31,79}{2} = 21,455; \quad h_2 = 21,52_{-0,075};$$

1.5.5 Розрахунок норм часу

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу $T_{шт.к}$, хв.

$$T_{шт.к}=\frac{T_{п.з}}{n}+T_{шт}; \quad (1.38)$$

де $T_{п.з}$ – підготовчо-заключний час, хв.;

n – кількість деталей в налагодженій партії, шт.;

$$T_{шт}=t_o+T_д+T_{об}+T_{відп}; \quad (1.39)$$

де, t_o – основний час, хв. ;

$T_{об}$ – час на обслуговування робочого місця, хв. ;

$T_{відп}$ – час перерв на відпочинок, хв. ;

$T_д$ – допоміжний час складається із часу на окремі прийоми, хв..

$$T_д=T_{у.з}+T_{з.в}+T_{уп}+T_{вд}, \quad (1.40)$$

де, $T_{у.з}$ – час на установку і зняття деталі, хв. ;

$T_{з.в}$ – час на закріплення і відкріплення деталі, хв. ;

$T_{уп}$ – час на прийоми управління, хв. ;

$T_{вд}$ – час на вимірювання деталі, хв..

005. Фрезерно-центрувальна операція:

T_o=0,54;

$T_{у.с.}$=0,086· 2 =0,172; [4];

$T_{закл.}$=0,024; [4];

$T_{уп}$ =0,01; [4].

$T_д'$=0,172+0,024+0,01=0,21,

$$T_д=k\cdot T_д', \quad (1.41)$$

де k – коефіцієнт приведення норм, до великосерійного виробництва, k=1,5.

$T_д$=1,5· 0,21 = 0,42;

$T_{оп}$=0,54+0,42=0,96;

$T_{обсл}$=0,035 $T_{оп}$=0,035·0,96=0,03

$T_{от}$=0,06· $T_{оп}$=0,06· 0,96=0,06;

$T_{шт}$=0,96+0,03+0,06=1,05;

$T_{п.з}$=22;

$T_{шт.к}$=1,05+$\frac{22}{1870}$ = 1,06(хв.).

010. Токарно-копіювальна операція.

$T_{о}$=0,73;

$T_{д}$=0,22;

$T_{оп}$=0,95;

$T_{обсл}$ =0,05· 0,95=0,04;

$T_{шт}$=0,99;

$T_{пз}$=22+7+3=32;

$T_{шт.к}$=0,99+0,02=1,01 (хв.).

015. Токарно-копіювальна операція.

$T_{о}$=2,12;

$T_{д}$=0,22; [12], с. 109;

$T_{оп}$=0,22+2,12=2,34;

$T_{обсл}$ =0,05· 2,34 = 0,12;

$T_{шт}$=2,34+0,12=2,46;

$T_{пз}$=32;

$T_{шт.к}$=2,46+0,02=2,48; (хв.).

020. Токарно-копіювальна операція.

$T_{о}$=2,0; $T_{д}$=0,22;

$T_{оп}$=2,0+0,22=2,22;

$T_{обсл}$ =0,05· 2,22 = 0,11;

$T_{шт}$=2,22+0,11=2,33;

$T_{пз}$=32;

$T_{шт.к}$=2,33+0,02=2,35 (хв.).

025. Токарно-копіювальна.

$T_{о}$=1,72; $T_{д}$=0,22;, $T_{оп}$=1,72+0,22=1,94;

$T_{обсл}$ =0,05· 1,94=0,1;, $T_{шт}$=1,94+0,1=2,04;

$T_{пз}$=32 (хв.); $T_{шт.к}$=2,04+0,02=2,06 (хв.).

030. Горизонтально-фрезерна

$T_о$=0,84;

$T_{у.з}$=2· 0,086 = 0,172 [1], с. 200, Т.5-6; $T_з$=0,024 [1], с. 201, Т.5,8;

$T'_у = 0{,}04$; [1], с. 205, Т.5,9; $T''_у = 0{,}01$ [1], с. 202, Т.5,8;

$T_д$'=0,172+0,024+0,04+0,01=0,25; $T_д$=1,5· 0,25 =1,33;

$T_{оп}$=0,84+0,38=1,22; $T_{обсл} = 0{,}035$; $T_{оп}$=1,22· 0,035 =0,04;

$T_{пер} = 1{,}22 \cdot 0{,}06$ =0,07; $T_{шт}$=0,04+0,07+1,22=1,33;

$T_{пз}$=14+2+2=18 [1], с. 217; $T_{шт.к}$=1,33+$\frac{18}{1870}$ = 1,34 (хв.).

035. Різьботокарна.

$T_о$=0,3;

$T_{у.з}$=0,1, [4] $T_{упр}$=0,01; [4];

$T_{вим}$=0,07, $T_д$'=0,1+0,07+0,01=0,18; $T_д$ =1,5· 0,18 = 0,27;

$T_{оп}$ =0,03+0,27 =0,57;

$T_{обсл} = 0{,}3 \cdot 0{,}57$ =0,02;

$T_{відп}$ =0,06· 0,57 = 0,04;

$T_{шт}$=0,57+0,02+0,04=0,63; $T_{пз}$ =14;

$T_{шт.к}$=0,64 (хв.).

040. Круглошліфувальна.

$T_о$=1,31;

$T_{у.з}$ =0,1, [4], $T_з$=0,11; [4]

$T_{упр}$ =0,01· 2 = 0,02, [4];

$T_д$'=0,1+0,02+0,11=0,23; $T_д$ =1,5· 0,23=0,35;

$T_{оп} = 1{,}31 + 0{,}23 = 1{,}54$, $T^1_{об} = {}^{1,6}/_{7} = 0{,}22$; $T^2_{об} = 0{,}017 \cdot 1{,}54 = 0{,}03$;

$T_{обсл}$ =0,22+0,03=0,25;

$T_{відп}$ =0,06· 1,54 = 0,69; $T_{шт}$=1,54+0,25+0,09=1,88;

$T_{вд}$ =14+7=21; $T_{шт.к}$=1,88+$\frac{21}{1870}$ = 1,89 (хв.).

2 Конструкторська частина

2.1 Пристрій для шліфування крутих конусів

Пристосування призначене для обробки конічних поверхонь деталей з великою конусністю які не можна обробляти на круглошліфувальних верстатах поворотом стола, через обмеженість останнього (22-25°).

Пристосування монтується на нижній плиті 6, яка кріпиться до столу верстата болтами 25. На нижній плиті 6 на осі 30 і підшипнику 105 установлена плита верхня 7, на якій установлені корпус редуктора 1 і корпус 10.

Пристосування складається із редуктора, з допомогою якого здійснюється обертання деталі (подача) і пристрою, що закріплює деталь в центрах.

Корпус редуктора 1 кріпиться на верхній плиті 7 болтами 73 і зафіксований штифтами 100. На корпусі 1 встановлена на осях 16 плита 2. До плити 2 кріпиться електродвигун 115, на валу якого посаджений шків 44. Допомогою ремінної передачі, що складається із шківа 44, ременів III і шківа 47, насадженого на черв'як редуктора, обертання передається черв'яку 48. Сила натягу ременів регулюється гвинтом 17.

Черв'як встановлений в корпусі 1 на підшипниках 103, які фіксуються кришками 41 і 46. Черв'як входить в щеплення з черв'ячним колесом 33, яке з допомогою шпонки 45 обертає останній.

Шпиндель 30 встановлений в корпусі на підшипниках 104 і зафіксований за допомогою кришок 15, 58 і розпірної втулки 35.

В шпинделі встановлена піноль 29, яка за допомогою упорного підшипника 106, кришки 36, підшипника 107 і гайки 81 з'єднана зі штоком 59 (на штоку 59 закріплені за допомогою подовжувача 55 поршень 52). Поршень встановлений в пнемо-циліндрі 53, який закріплений на кришці 58.

До пнемо-циліндра кріпиться гільза 54 в яку вкручується пробка 56. Пробкою 56 регулюється сила натиску на поршень 52 пружини 112, одітої на подовжувач 55.

Положення штоку і пінолі фіксується гвинтом 19 через притиск 21, встановлені в кришці 58.

В пінолі встановлений центр 27 з відтискною гайкою 28. На шпинделі за допомогою гвинтів 80 закріплено кільце 13 в якому встановлений поводок 12.

Центр 8 встановлений у втулці 9, закріпленій в корпусі 10, який кріпиться до нижньої плити 73 і встановлюється на штифти 99.

Пристосування працює наступним чином.

Верхня плита 7 пристосування повертається відносно закріпленої на столі верстата нижньої плити 8 навколо осі 32 і фіксується в цьому положенні болтами 76 і гайками 63. Після зняття тиску в камері пнемо-циліндра під дією пружини 112 шток переміщується вліво переміщуючи вліво піноль 29 з центром 27. Відбувається закріплення деталі в центрах. Піноль фіксується рукояткою 20 на гвинті 15. Обертаючись на шпинделі поводок 12 обертає деталь через закріплений на ній гвинтом 81 хомутик 11.

Після обробки і відкріплення штоку рукояткою 20 в камеру пнемо-циліндра поступає стиснуте повітря. Під дією тиску, долаючи тиск пружини 112, поршень 52 із штоком 59 і пінолліо 28 переміщується вправо, розкріплюючи деталь.

Розрахунок редуктора.

Необхідна подача (обертання деталі) $v_д$ =$S_м$=8330 мм/хв.

Частота обертання шпинделя і деталі, при обробці поверхні D=145мм: хв.$^{-1}$;

$n_д=n_ш=\frac{v_д}{\pi \cdot D}$. (2.1)

$n_ш=\frac{8330}{\pi \cdot 145} = 18{,}3$ (хв$^{-1}$);

Частота обертання шпинделя електродвигуна: хв$^{-1}$;

$n_д$=750;

Передаточне число:

$i = \frac{n_{дв}}{n_{шп}}$; (2.2)

$i = \frac{750}{18{,}3}$ =41.

Передавальне відношення:

$i=i_ч \cdot i_р$, (2.3)

де, $i_ч$ - передаточне число черв'ячної передачі;

$i_р$ - передаточне число ремінної передачі.

Вибираємо модуль черв'яка m_s=3 ([2], с.75, Т.14).

Діаметр ділильного кола черв'яка, мм:

$d_{д2}=q\cdot m_s$; (2.4)

де, q – відносна товщина черв'яка;

q=12 ([2], т. 14, с. 75).

$d_{д2}=3\cdot 12=36$ (мм).

Передавальне число ремінної передачі $i_р = 1$. Тоді, із формули (2.3)

$i_ч=41$.

Передавальне число черв'ячної передачі:

$i_ч = \frac{Z_к}{Z_ч}$, (2.5)

де, $Z_к$ – число зубів черв'ячного колеса;

$Z_ч$ – число заходів черв'яка.

Приймаємо:

$Z_ч=1$.

За формулою (2.5)

$Z_к = 41$.

Діаметр ділильного кола черв'ячного колеса, мм:

$D_к = Z_к \cdot m=123$ (2.6)

Міжосьова відстань черв'ячної передачі, мм:

$d_2= d_{д2}+D_к=123+36=159$ (мм). (2.7)

Рекомендований діаметр мінімальних шківів, для ременів профілю ○

$D_м$ =70 мм ([2],с.213,Т.77).

Так як передавальне відношення ремінної передачі $i_р = 1$, то $D^I=D^{II}$=70 мм, де D^I і D^{II} – діаметри шківів електродвигуна і черв'яка. При зміні діаметра обробки D зміна передавального відношення здійснюється зміною $D_м$.

В пристосуванні 75 оригінальних і 132 стандартних вузлах коефіцієнт уніфікації:

$К_у=75/132=0,57$.

2.2 Контрольні центри

Контрольні центри призначені для контролю торцевого і радіального биття поверхонь деталей типу вал, оброблених в центрах.

Пристосування зібрано на станині 1. На станині 1 встановлена задня (упорна) бабка 2, в котрій гайкою 41 закріплена втулка 4. У втулку 4 встановлений центр 5.

В бабці 3 рухомо встановлена втулка 13 вкручений хвостовик 15, на який одіта пружина 42. До бабки 3 гвинтами 38 кріпиться вилка 16, на якій на осі 26 встановлена рукоятка 14. До рукоятки 14 штифтом 39 кріпиться вилка 17. В бабці 3 встановлена маслянка із сухаря 27, втулки 28 і рукоятки 40, наслідком якого фіксується положення втулки 13.

На станині 1 встановлена між бабками 1 і 3 каретка 20, на якій гайками 19 і 18 кріпиться стійка 12. На стійці 12 гайками 6 фіксується валик 11 із затискачем 8, в якому встановлена державка 21, в якій в свою чергу фіксується державка 23. В державці 23 за допомогою гвинта затискається індикатор.

Бабки 1, 3 каретка 20 фіксуються на станині за допомогою затискних ексцентрикових пристроїв, що складаються із валика 30 з ексцентриком, болта 29, гайки 33 і пружини 41, ручки 31.

При повороті ручки 31, повертається валик 30 і переміщує болт 2, який гайкою 34 фіксує бабку чи каретку на станині.

У вільному положенні під дією пружини 42 втулка 13 з центром 5 знаходиться в крайньому лівому положенню.

При натиску на важіль, вилка 17 віджимає хвостовик 15 з втулкою 13 і центром 5 вправо.

Пружиною 42 здійснюється затиск деталі, вміщеній в центру і базування її. За допомогою затискного пристрою в бабці 3 фіксується положення центрів.

За допомогою затискачів і державок на стійці 12 закріплюється і встановлюється в відповідному положенні індикаторний прилад ИТМ – 2.

Биття вимірюють обертаючи деталь вручну.

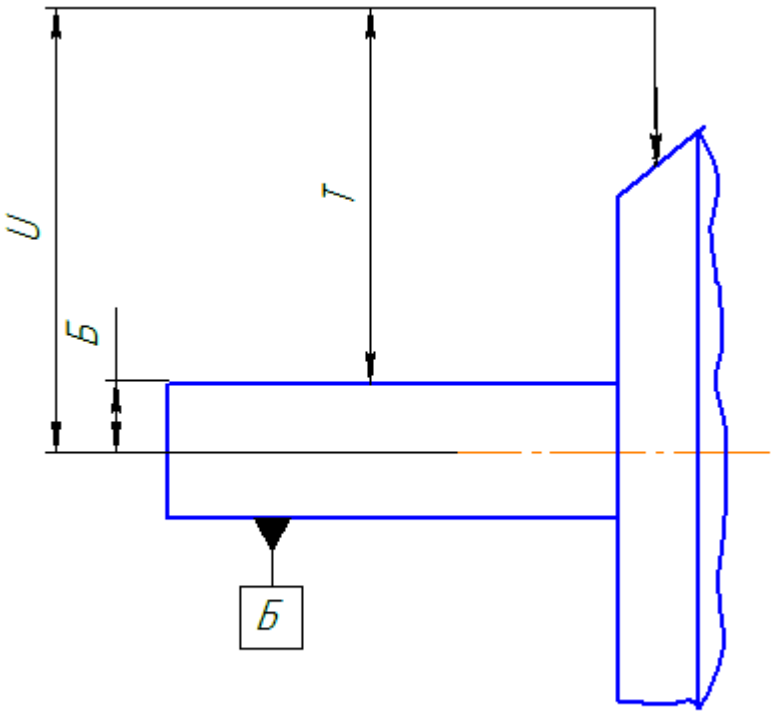


Рис.2.1.

Похибка вимірювання биття складається із похибки вимірювання $\Delta_в$ і биття поверхні відносно лінії центрів $\Delta_{бц}$.

$\Delta_т=\Delta_в+\Delta_{бц}$; (2.8).

$\Delta_{бц}$ – обумовлена радіальним биттям при обробці, мм:

$\Delta_{бц}=0,012$.

Похибка вимірювання обумовлена точністю індикатора. Для ИТМ – 2, мм:

$\Delta_і=0,002$,

Похибка контролю биття відносно поверхні Б

$\Delta_Б=0,012+0,002=0,014$ (мм).

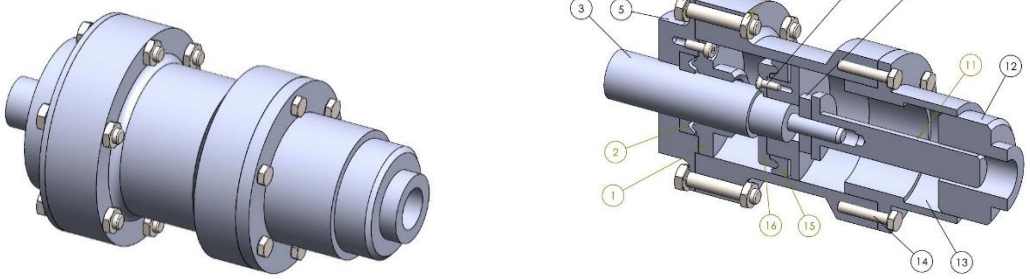
В пристосуванні 19 оригінальних і 65 стандартних вузлах коефіцієнт уніфікації:

$К_у=19/65=0,30$.

3 Імітаційне моделювання роботи притискної ланки шліфувального пристрою

Імітаційне моделювання є ефективним інструментом дослідження складних технічних систем і процесів, який дозволяє відтворювати їхню поведінку в умовах, наближених до реальної експлуатації, без необхідності проведення дорогих і тривалих натурних експериментів. Воно забезпечує можливість аналізу впливу різних факторів і параметрів на роботу об’єкта, оцінювання його міцності, надійності та ефективності, а також прогнозування реакції системи на зміну навантажень, граничних умов і режимів роботи. Застосування імітаційного моделювання дає змогу проводити багаторазові віртуальні експерименти з варіюванням геометричних, матеріальних і навантажувальних параметрів, що сприяє пошуку оптимальних конструктивних рішень, скороченню термінів проєктування та зменшенню витрат на розроблення і випробування виробів. Крім того, імітаційне моделювання дозволяє враховувати нелінійні властивості матеріалів, контактні взаємодії, температурні впливи та інші складні чинники, які важко коректно описати аналітичними методами, а отримані результати слугують надійною основою для прийняття обґрунтованих інженерних рішень і підвищення експлуатаційної безпеки конструкцій.

Для дослідження побудовано 3D-модель гідроциліндра (рис. 3.1).



а) – загальний вигляд б) – поздовжній розріз

1 – фланець; 2 – ущільнення; 3 – шток; 5 – фланець; 6 – болт; 7 – циліндр;
8 – гайка; 9 – гвинт; 10 – кільце; 11 – шток; 12 – гайка натискна;
13 – фланець різьбовий; 14 – болт; 15 – ущільнення; 16 – кільце

Рисунок 3.1 – 3D-модель

Метою дослідження є зменшення маси деталі пристрою – циліндра. Обмеженням – забезпечення міцності вдосконаленої (оптимізованої) конструкції циліндра.

Отже, для дослідження вибрано циліндр (рис.3.2). Його маса становить 371 г.

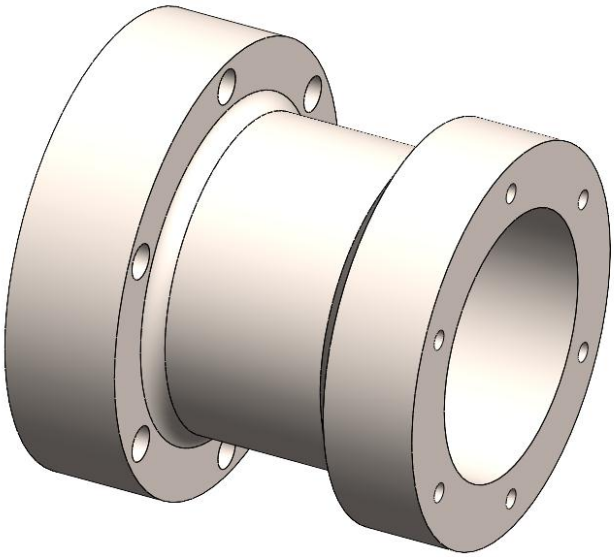


Рисунок 3.2 – Циліндр (неоптимізований)

На рисунку 3.3 показано розподіл еквівалентних напружень у досліджуваній конструкції циліндра при дії на нього внутрішнього тику величиною 10 МПа. Кріплення циліндра при дослідженні відбувалось за отвори.

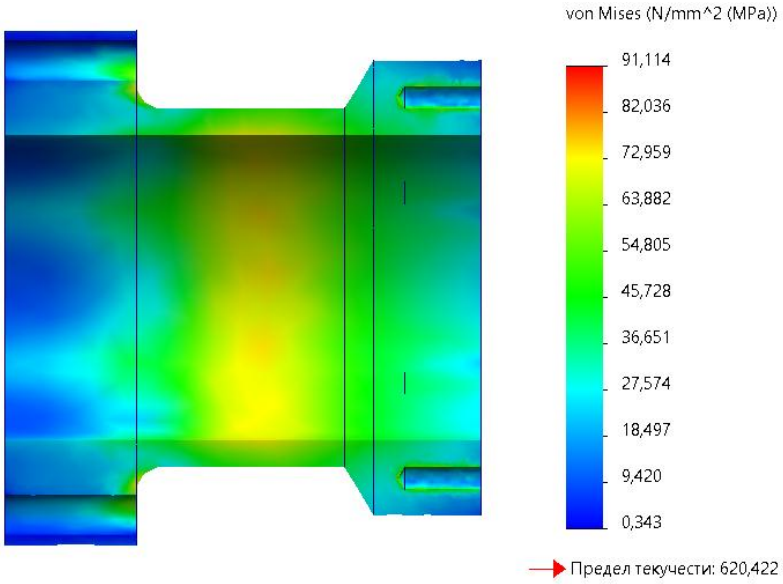


Рисунок 3.3 – Розподіл еквівалентних напружень у досліджуваному циліндрі

Отже, максимальна величина еквівалентного напруження становить 91 МПа. Зважаючи на те, що границя текучості для матеріалу циліндра становить 620 МПа, то є перевитрата матеріалу для виготовлення циліндра.

На рисунку 3.4 показано переміщення у циліндрі, які створюються дією прикладеного навантаження.

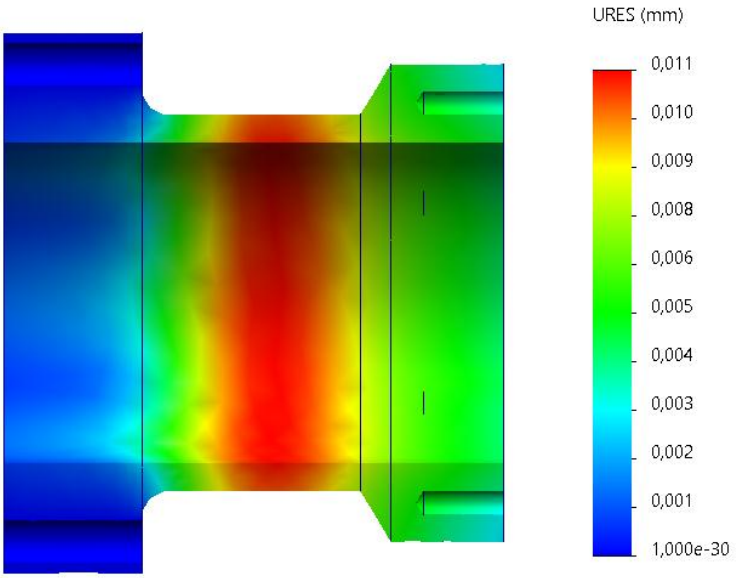


Рисунок 3.4 – Переміщення

Згідно рисунку 3.4 максимальна величина переміщення складає 0,011мм., що є незначним для більшості конструкцій.

Виходячи з конструктивних міркувань, конструкцію циліндра оптимізовано так, як показано на рисунку 3.5 (забрано значну частину металу).

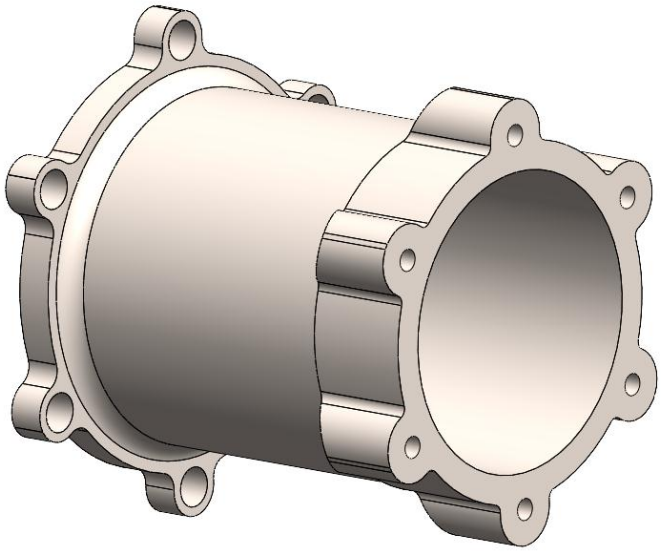


Рисунок 3.5 – Оптимізована конструкція циліндра

Маса оптимізованої конструкції циліндра становить 186 г.

Щодо напружено-деформованого стану оптимізованої конструкції циліндра, то на рисунках 6-7 наведено результати його дослідження.

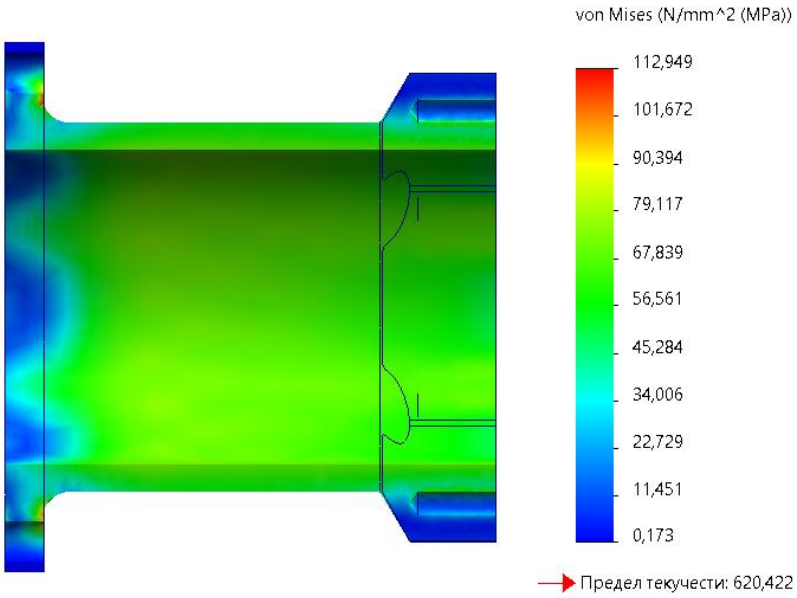


Рисунок 3.6 – Розподіл еквівалентних напружень у оптимізованому циліндрі

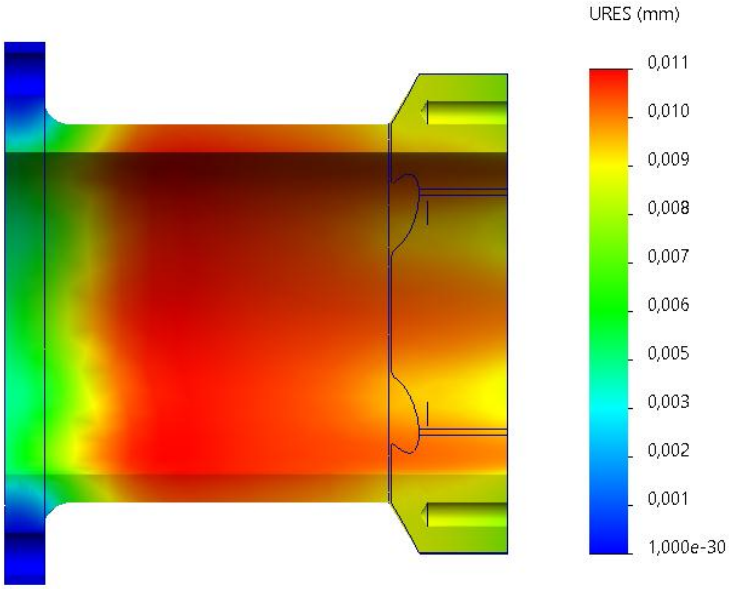


Рисунок 3.7 – Переміщення у оптимізованому циліндрі

Отже, доцільно звести результати дослідження до спільної таблиці для зручності порівняння отриманих результатів.

Таблиця 3.1 – Порівняння отриманих результатів дослідження для конструкцій циліндрів

Параметр	Базова конструкція	Оптимізована конструкція
Напруження, МПа	91	113
Переміщення, мм	0,011	0,012
Маса, грам	371	186

Отже, аналізуючи результати дослідження, які наведені у таблиці 1 можна зробити висновок, що навіть незважаючи на те, що у оптимізованій конструкції циліндра виникають дещо вищі величини еквівалентних напружень, вона таки має перевагу – значне зниження маси.

Висновок.

Отже, аналізуючи результати дослідження, наведені у таблиці 1, можна зробити висновок, що, незважаючи на виникнення в оптимізованій конструкції циліндра дещо вищих значень еквівалентних напружень порівняно з базовим варіантом, їх рівень не перевищує допустимих значень і не призводить до втрати міцності або працездатності виробу. Водночас оптимізація конструкції забезпечує істотне зниження маси циліндра, що є важливою техніко-економічною перевагою. Зменшення маси сприяє зниженню матеріаломісткості, покращенню експлуатаційних характеристик, спрощенню монтажу та транспортування, а також зменшенню інерційних навантажень під час роботи. Таким чином, оптимізована конструкція є більш раціональною та доцільною для практичного застосування, оскільки забезпечує прийнятний рівень напруженого стану за умови суттєвого підвищення ефективності використання матеріалу.

Висновки

Галузі машинобудування належить одне із провідних місць в розвитку держави. Вдосконалення технологічних процесів виготовлення як деталей машин так і машин в цілому базуються на рекомендаціях технічної літератури, науково-технічний публікацій із застосуванням при цьому сучасного прогресивного обладнання, пристроїв та різального інструменту.

Магістерська робота виконана на тему: «Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Тарілка клапана ТСК 011.02» для умов серійного виробництва». Дана робота є завершальним етапом підготовки інженера-механіки рівня магістра. Який базуючись на знаннях отриманих під час навчання, користуючись та опираючись на науково-технічну літературу та публікації повинен розробити проектний маршрут технологічного процесу виготовлення Тарілки клапана ТСК 011.02.

В даній роботі розроблений такий технологічний процес у якому застосовуються сучасні високопродуктивні металообробні верстати, оснастка та різальний інструмент. Для закріплення деталі на окремих операціях розроблена конструкція спеціальних пристроїв, котрі дозволять швидко, надійно та безпечно встановити, закріпити деталь для мехобробки та зняти її після завершення обробки на даній операції. Також проведені розрахунки що підтверджують працездатність пристроїв. У додатках наведена уся технологічна документація та специфікації пристроїв.

Список використаних джерел

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высш. школа, 1985, 256 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. Ф. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985, 496 с.

3. Руденко П. А., Харламов Ю.А., Плескач В.М. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К., Вища школа, 1991. – 247 с.

4. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник – Львів: «Новий Світ-2000», 2009. –358 с..

5. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. / П. О. Руденко . — К. : Вища школа, 1993. — 414 с.

6. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с

7. 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.

8. Карпик Р. Т. Технологічна оснастка. Методичні вказівки / Р. Т. Карпик, Б. Д. Сторож. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 80 с.

9. Основи технології виробництва машин: навчальний посібник / Г. П. Кремнєв, В. М. Колеснік, Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : ЛІРА, 2022. - 136 с.

10. Проектування технологічних процесів. Частина1. Оброблення деталей - тіл обертання. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» та «Технології виготовлення літальних апаратів» / Біланенко В.Г., Приходько В.П., Мельник О.О.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: pdf - 12,8 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с.

Додатки

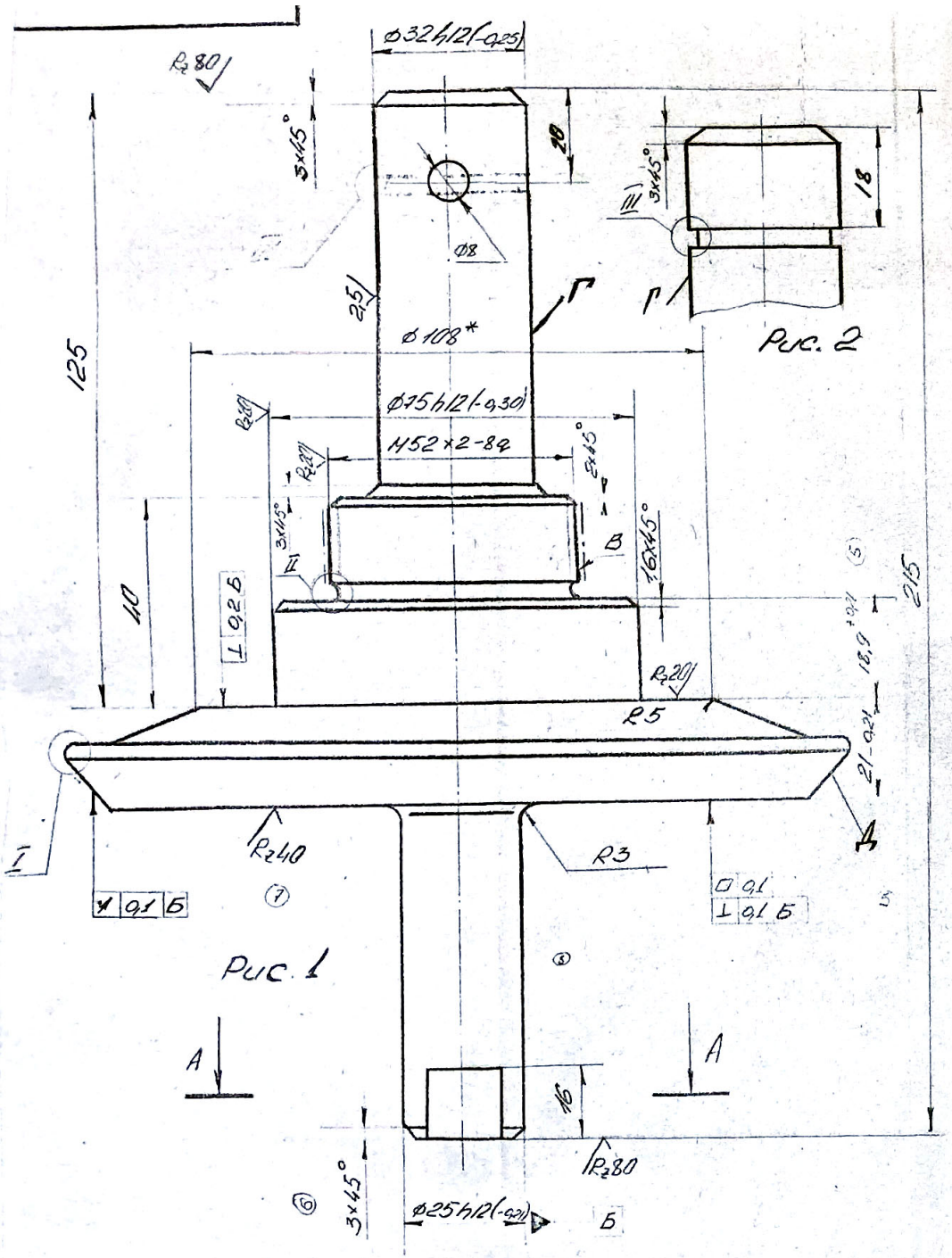


Рис. 1

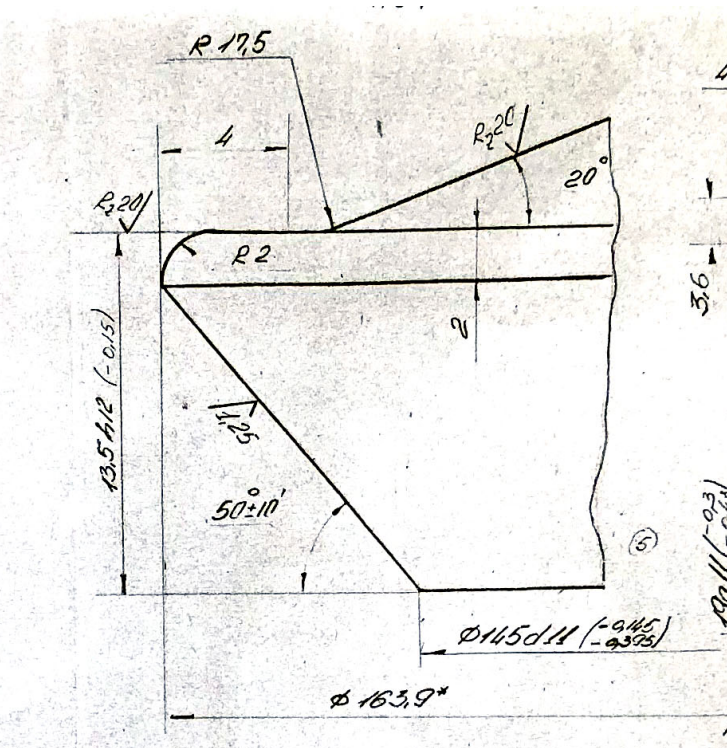
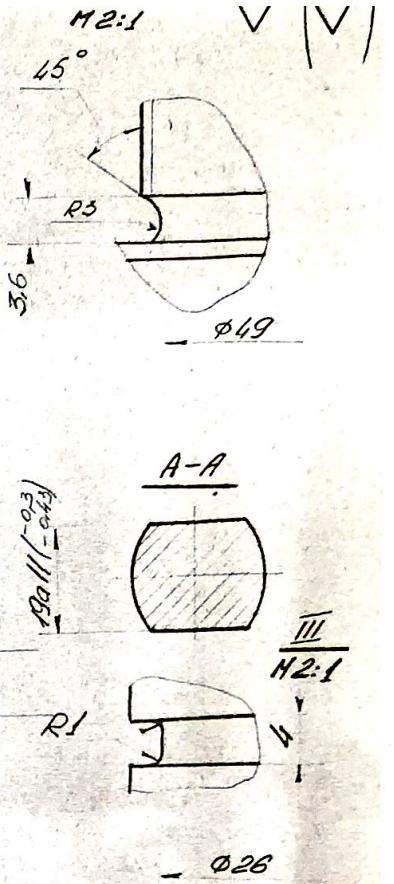


Рис. 2



1. HRC 52...56. Поверхность В допускается HRC 28...32.
2. Трещины, закаты и другие пороки металла не допускается.
3. Неуказаные предельные отклонения размеров: отверстий по H14, валов по h14, остальных по $\pm \frac{IT14}{2}$
4* Размеры для справок

					ТСК. 011.			
Изм	Лист	N документа	Подп	Дата	Тарелка клапана 02	Лит	Масса	Масш
Констр	Прытула	[signature]	1981			Б	4,5 кг	1:1
Провер	Черный	[signature]	07.81			Лист	Листов	
Т контр	Раков	[signature]	07.81		Сталь 45Х ГОСТ 4543-71	г. Старый з-д [illegible]		
Н. конт	Аверина	[signature]	07.81					
Утв	Плетенев	[signature]	07.81					

Дубл.			
Взам.			
Оригінал			
	Інв. №	Підпис	Дата

ТСК-011.02

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ІФНТУНГ

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

_____

Комплект технологічної документації

Технологічний процес механічної обробки Тарілка клапана ТСК-011.02

Розробив:

Ханенків Р.В.

Перевірив:

Шуляр І.О.

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

Тарілка клапана | 3 | 1

Викон.	*Ханенків*			*ІФНТУНГ*	*ТСК.011.02*		
Консульт.	*Шуляр*						
Н. контр.	*Шуляр*			*Механічна обробка*		*н*	

М01												
	Код	ОВ	МД	ОМ	Н. роз.	КВМ	Код загот.	Профіль и розміри	КД	МЗ		
М02												

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, назва операції	Позначення документа										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	Кр	Контр.	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.
01																
А02				*005*	*Фрезерно-центрувальна*											
Б03	*Фрезерно-центрувальний напівавтомат МР71м*					2	фрез.	II		1		шт.	1870	1	22	*1,33*
04																
05																
А 06				*010*	*Токарно-копіювальна*											
Б 07	*Токарно-копіювальний напівавтомат 1722*					*2*	*Ток.*	*II*		*1*		*шт.*	*1870*	*1*	*32*	*0,86*
08																
09																
10																
А11				*015*	*Токарно-копіювальна*											
12	*Токарно-копіювальний напівавтомат 1708*					*2*	*Ток.*	*III*		*1*		*шт.*	*1870*	*1*	*32*	*2,46*

МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

Тарілка клапана

3 1

ТСК.011.02

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, назва операції	Позначення документа										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	Кр	Контр.	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.
01																
А 02					*020 Токарно-копіювальна*											
Б 03	*Токарно-копіювальний напівавтомат 1722*					*2*	*ток.*	*II*		*1*		*шт..*	*1870*	*1*	*22*	*2,48*
04																
05																
А06																
Б07					*025 Токарно-копіювальна*											
08	*Токарно-копіювальний напівавтомат 1708*					*2*	*ток.*	*III*		*1*		*шт.*	*1870*	*1*	*32*	*2,33*
09																
10																
11					*030 Горизонтально-фрезерна*											
12	*Горизонтально-фрезерний верстат 6Н80Г*					*2*	*ток.*	*II*		*1*		*шт.*	*1870*	*1*	*18*	*1,33*
13																
14																
15																
16																
МК																

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

Зм.	*Арк.*	*№ Докум.*	*Підпис*	*Дата*	

Тарілка клапана 3

ТСК.011.02

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, назва операції	Позначення документа										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	Кр	Контр.	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.
01																
02				*035*	*Різьботокарна*											
03	*Різьботокарний напівавтомат КТ-38А*					*2*	*ток.*	*II*		*1*		*шт..*	*1870*	*1*	*14*	*0,63*
04																
05																
06				*040*	*Термічна*				*ТП 21101.01419*							
07																
08																
09																
10				*045*	*Круглошліфувальна*											
11	*Круглошліфувальний верстат 3М151В*					*2*	*ток.*	*IV*		*1*		*шт.*	*1870*		*21*	*1,88*
12																
13																
14				*050*	*Контрольна ВТК*											
15																
16																

МК

Дубл.															
Взам.															
Оригінал										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
Тарілка клапана													*1*	*1*	

Розроб.	*Ханенків*			*ІФНТУНГ*	*ТСК.011.02*	
Перевір.	*Шуляр*					
Затверд.	*Шуляр*					
				Механічна обробка	*н*	
Н.Контр.	*Шуляр*					

Номер і назва операції	Матеріал	Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри	МЗ	КООД
030 Горизонтально-фрезерна	*Сталь 45Х ГОСТ 4543-71*	*НВ 229*		*4,5*	$Ø170^{+1,4}_{-0,8}$; $L=221^{+3}_{-2}$	*7,4*	

Обладнання, пристрій ЧПК	Позначення програми	То	Тд	Т п.з.	Т шт.	МОР
Горизонтально-фрезерний верстат 6Н80Г		*0,84*	*0,25*	*18*	*1,33*	

Р		ПІ	D або B	L	t	i	S	n	V	Тд	То
Р			мм	мм	мм		мм (мм/хв.)	1/хв.	мм/хв.	хв.	хв.
01											
02	*Встановити, закріпити*										
03	*зняти деталь*										
04											
05											
06	*Фрезерувати поверхні*			*84*	*3*	*1*	*100*	*100*	*25,1*		*0,84*
07	*1 одночасно*										
08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
ОК											

Форма	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				Документація		
А1			МР.ПМК-024.03.00.000 СК	Складальне креслення	2	
				Складальні одиниці		
		1	МР.ПМК-024.03.00.000.	Корпус	1	
		2	МР.ПМК-024.03.00.000.	Плита	1	
		4	МР.ПМК-024.03.00.000.	Кожух	1	
				Деталі		
		6	МР.ПМК-024.03.00.000.01	Плита нижня	1	
		7	МР.ПМК-024.03.00.000.02	Плита верхня	1	
		8	МР.ПМК-024.03.00.000.03	Центр упорний	1	
		9	МР.ПМК-024.03.00.000.04	Втулка	1	
		10	МР.ПМК-024.03.00.000.05	Корпус	1	
		11	МР.ПМК-024.03.00.000.06	Хомутик	1	
		12	МР.ПМК-024.03.00.000.07	Поводок	1	
		13	МР.ПМК-024.03.00.000.08	Кільце	1	
		14	МР.ПМК-024.03.00.000.09	Кільце сальникове	1	
		15	МР.ПМК-024.03.00.000.10	Кришка	1	
		16	МР.ПМК-024.03.00.000.11	Вісь	2	
		17	МР.ПМК-024.03.00.000.12	Гвинт спеціальний	1	
		18	МР.ПМК-024.03.00.000.13	Гайка спеціальна	1	
		19	МР.ПМК-024.03.00.000.14	Гвинт спеціальний	1	
		20	МР.ПМК-024.03.00.000.15	Ручка	1	
		21	МР.ПМК-024.03.00.000.16	Притиск	1	
		22	МР.ПМК-024.03.00.000.17	Кришка притискна	1	
		23	МР.ПМК-024.03.00.000.18	Кільце	1	
		24	МР.ПМК-024.03.00.000.19	Болт спеціальний	4	
		25	МР.ПМК-024.03.00.000.20	Болт спеціальний	2	
		26	МР.ПМК-024.03.00.000.21	Кришка	1	
		27	МР.ПМК-024.03.00.000.22	центр	1	
		28	МР.ПМК-024.03.00.000.23	Гайка відтискна	1	

Зм.	Арк..	№ Докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-024.03.00.000 ПЗ		
Розроб.		Ханенків			Пристосування для шліфування крутих конусів	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Шуляр				н		
Н.Контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-24-1		
Затв.		Панчук						

Форма	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
		29	МР.ПМК-024.03.00.000.24	Піноль	1	
		30	МР.ПМК-024.03.00.000.25	Шпиндель	3	
		31	МР.ПМК-024.03.00.000.26	Шайба	2	
		32	МР.ПМК-024.03.00.000.27	Вісь	1	
		33	МР.ПМК-024.03.00.000.28	Колесо черв'ячне	1	
		34	МР.ПМК-024.03.00.000.29	Втулка розпірна	1	
		35	МР.ПМК-024.03.00.000.30	Втулка розпірна	1	
		36	МР.ПМК-024.03.00.000.31	Кришка	1	
		37	МР.ПМК-024.03.00.000.32	Прокладка	2	
		38	МР.ПМК-024.03.00.000.33	Лінійка	1	
		39	МР.ПМК-024.03.00.000.34	Пробка	1	
		40	МР.ПМК-024.03.00.000.35	Прокладка	1	
		41	МР.ПМК-024.03.00.000.36	Кришка	1	
		42	МР.ПМК-024.03.00.000.37	Кільце маслознімне	2	
		43	МР.ПМК-024.03.00.000.38	Маслоукладач	1	
		44	МР.ПМК-024.03.00.000.39	Шків	1	
		45	МР.ПМК-024.03.00.000.40	Шпонка спеціальна	1	
		46	МР.ПМК-024.03.00.000.41	Кришка	1	
		47	МР.ПМК-024.03.00.000.42	Шків	1	
		48	МР.ПМК-024.03.00.000.43	Черв'як	1	
		49	МР.ПМК-024.03.00.000.44	Кільце сальникове	1	
		50	МР.ПМК-024.03.00.000.45	Прокладка	2	
		51	МР.ПМК-024.03.00.000.46	Кришка	1	
		52	МР.ПМК-024.03.00.000.47	Поршень	1	
		53	МР.ПМК-024.03.00.000.48	Циліндр	1	
		54	МР.ПМК-024.03.00.000.49	Гільза	1	
		55	МР.ПМК-024.03.00.000.50	Подовжувач	1	
		56	МР.ПМК-024.03.00.000.51	Пробка	1	
		57	МР.ПМК-024.03.00.000.52	Втулка	1	
		58	МР.ПМК-024.03.00.000.53	Кришка	1	
		59	МР.ПМК-024.03.00.000.54	Шток	1	
		60	МР.ПМК-024.03.00.000.55	Прокладка	1	
		61	МР.ПМК-024.03.00.00056	Гайка спеціальна	1	
		62	МР.ПМК-024.03.00.000.57	Шайба	1	
		63	МР.ПМК-024.03.00.000.58	Гайка ковпакова	4	
		64	МР.ПМК-024.03.00.000.59	РИМ-болт	2	
		65	МР.ПМК-024.03.00.000.60	Пружина	1	

Форма	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіль.к.	Примітка
				Стандартні вироби		
				Болти ГОСТ 7798-70		
		70		М6х12 66.05	6	
		71		М6х14 66.05	8	
		72		М8х16 66.05	4	
		73		М12х30 66.05	8	
				Болти ГОСТ 7805-70		
		74		М5х10 66.05	6	
		75		М5х12 66.05	8	
				Болти ГОСТ 7808-70		
		77		М8х25 66.05	6	
		78		М8х40 66.05	6	
		80		Гвинт М8х14 66.05		
				ГОСТ 1476-75	3	
		81		Гвинт М10х20 66.05		
				ГОСТ 1482-72	1	
				Гвинти ГОСТ 17473-80		
		82		М5х8 66.05	2	
		83		М6х8 66.05	4	
		84		Гвинт М4х14 66.05	4	
				ГОСТ 1490-75	8	
		85		Гвинт М12х35 66.05		
				ГОСТ 1491-75	4	
		86		Гвинт М10х16 66.05		
				ГОСТ 11738-72	12	
				Гайки ГОСТ 5927-70		
		88		М8 8.05	6	
		89		М12 8.05	5	
		90		М16 8.05	4	
		91		М12х1,25 8.05	4	
		92		М14х1,25 8.05	4	
				Шайба ГОСТ 6402-70		
		94		12.65.05	2	
		95		16.65.05	4	

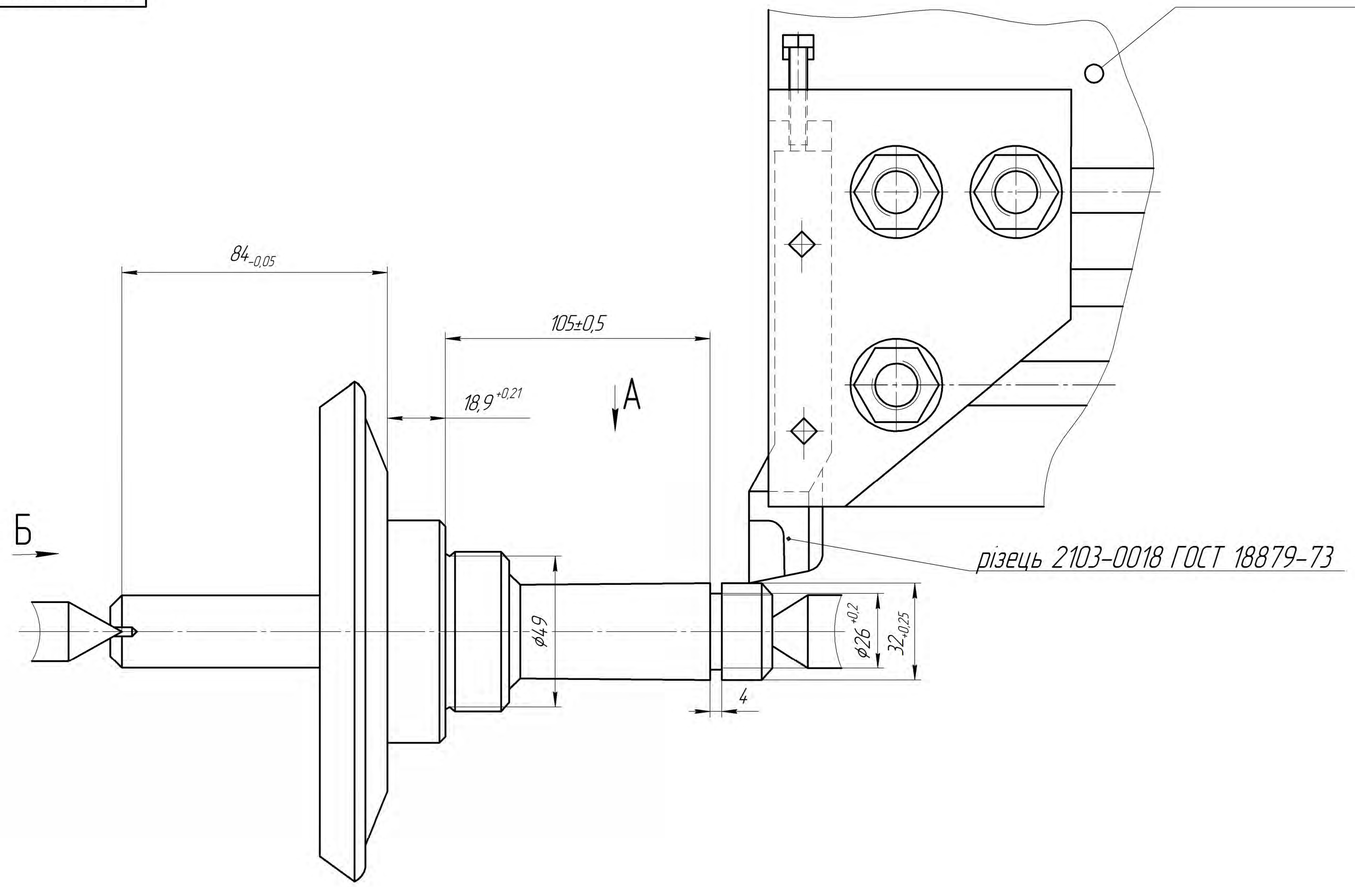
Форма	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
		97		Шплінт 32х18ГОСТ 397-66	2	
				Штифти ГОСТ3128-70		
		98		4х25	1	
		99		8х20	2	
		100		8х16	2	
		101		Шпонка 5х5х22		
				ГОСТ 8789-78	1	
		103		Підшипник 7204		
				ГОСТ 333-72	2	
				Підшипник ГОСТ 831-72		
		104		36216	2	
		105		1207	1	
		106		38204	1	
		107		202	1	
		108		Кільце Н2-6х60-2		
				ГОСТ 9833-61	1	
				Манжети ГОСТ 6969-54		
		109		30х50	1	
		110		50х70	1	
		111		Ремінь клиновий О-800		
				ГОСТ 1284-57	2	
		113		Електродвигун ЛОП 32-4	1	

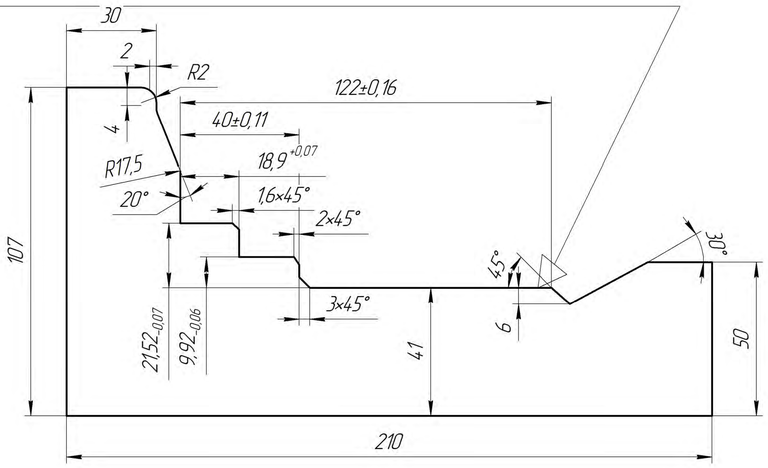
						Арк.
					МР.ПМК-024.03.00.000 ПЗ	2
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

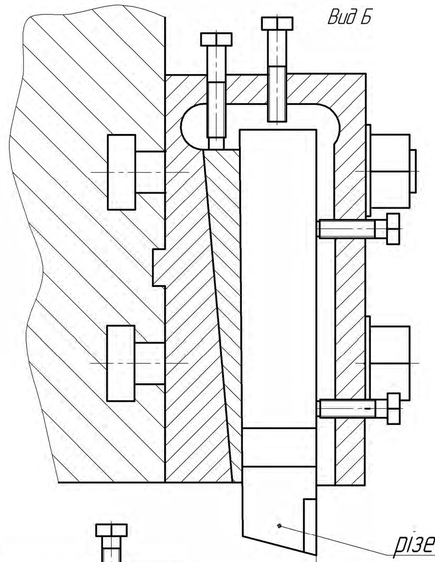
Форма	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіль.к.	Примітка
				Документація		
А1			МР.ПМК–024.04.00.000 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
		1	МР.ПМК–024.04.00.000.01	Станина	1	
		2	МР.ПМК–024.04.00.000.02	Бабка	1	
		3	МР.ПМК–024.04.00.000.03	Бабка	1	
		4	МР.ПМК–024.04.00.000.04	Втулка	1	
		5	МР.ПМК–024.04.00.000.05	Центр	2	
		6	МР.ПМК–024.04.00.000.06	Гайка	2	
		7	МР.ПМК–024.04.00.000.07	Шайба	1	
		8	МР.ПМК–024.04.00.000.08	Зажим	1	
		9	МР.ПМК–024.04.00.000.09	Втулка	1	
		10	МР.ПМК–024.04.00.000.10	Шайба	1	
		11	МР.ПМК–024.04.00.000.11	Валик	1	
		12	МР.ПМК–024.04.00.000.12	Стійка	1	
		13	МР.ПМК–024.04.00.000.13	Втулка	1	
		14	МР.ПМК–024.04.00.000.14	Рукоятка	1	
		15	МР.ПМК–024.04.00.000.15	Хвостовик	1	
		16	МР.ПМК–024.04.00.000.16	Вилка	1	
		17	МР.ПМК–024.04.00.000.17	Вилка	1	
		18	МР.ПМК–024.04.00.000.18	Гайка	1	
		19	МР.ПМК–024.04.00.000.19	Гайка	1	
		20	МР.ПМК–024.04.00.000.20	Каретка	1	
		21	МР.ПМК–024.04.00.000.21	Державка	1	
		22	МР.ПМК–024.04.00.000.22	Гвинт	1	
		23	МР.ПМК–024.04.00.000.23	Державка	1	
		24	МР.ПМК–024.04.00.000.24	Гвинт	1	
		25	МР.ПМК–024.04.00.000.25	Шайба	2	
		26	МР.ПМК–024.04.00.000.26	Вісь	1	
		27	МР.ПМК–024.04.00.000.27	Сухар	1	

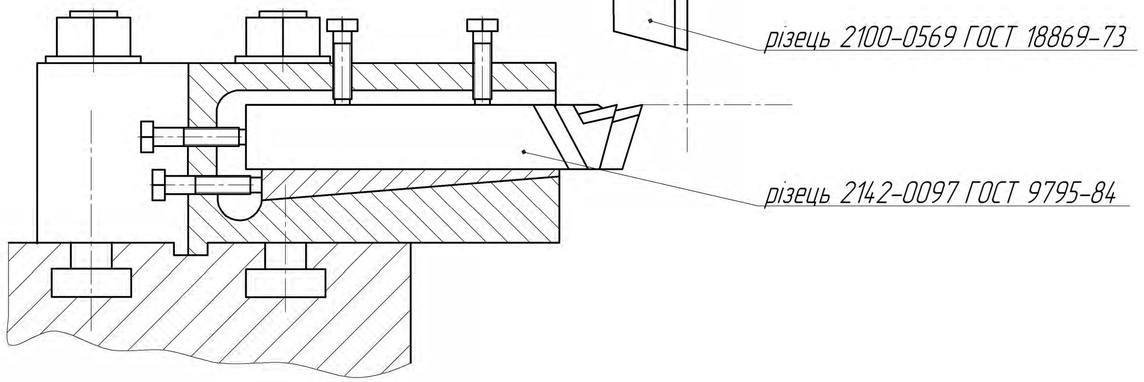
					МР.ПМК–024.04.00.000 ПЗ		
Зм.	Арк..	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Ханенків			Контрольні центри	Літера	Аркуш / Аркушів
Перевір.		Шуляр				н	1 / 2
						ІФНТУНГ ПМКм–24–1	
Н.Контр.		Шуляр					
Затв.		Панчук					

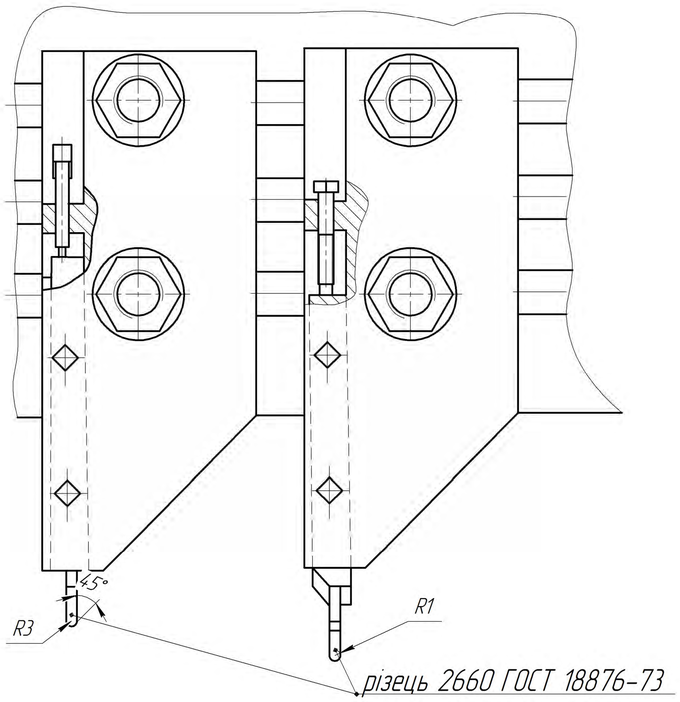
Форма	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіль.к.	Примітка
		28	МР.ПМК–024.04.00.000.28	Втулка	1	
		29	МР.ПМК–024.04.00.000.29	Болт	3	
		30	МР.ПМК–024.04.00.000.30	Валик	3	
		31	МР.ПМК–024.04.00.000.31	Ручка	3	
		32	МР.ПМК–024.04.00.000.32	Шайба	3	
		33	МР.ПМК–024.04.00.000.33	Гайка	3	
		34	МР.ПМК–024.04.00.000.34	Кришка	1	
		35	МР.ПМК–024.04.00.000.35	Гвинт	4	
				Стандартні вироби		
		36		Гвинт 2м5х16.66.05	4	
				ГОСТ 1491–80		
				Гвинти ГОСТ 17473–72		
		37		В 2М3–8дх16.66.05	4	
		38		В 2М4–8дх20.66.05	2	
		39		Гайка М33х1,56Н.8.05	1	
				ГОСТ 11871–73		
		40		Штифт 5т6х25	1	
				ГОСТ 3128–70	1	
		41		Рукоятка 7061–0012	1	
				ГОСТ 3128–70		
				Пружина СТП115.36.02772		
		42		17х1,6х10 152–606	3	
		43		25х2х70 732–611	1	
		44		Маслянка 3.21	1	
				ГОСТ 19853–74		











					МР.ПМК-024.01.00.000 СХ		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Налагодження гідроко-піювального напівавтомата мод. 1708	Літ.	Маса	Масштаб
Розраб.		Хаменків				Н		–
Перев.		Шуляр				Аркуш	Аркушів	1
Т.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-24-1		
Н.контр.		Шуляр						
Затв.		Панчук						

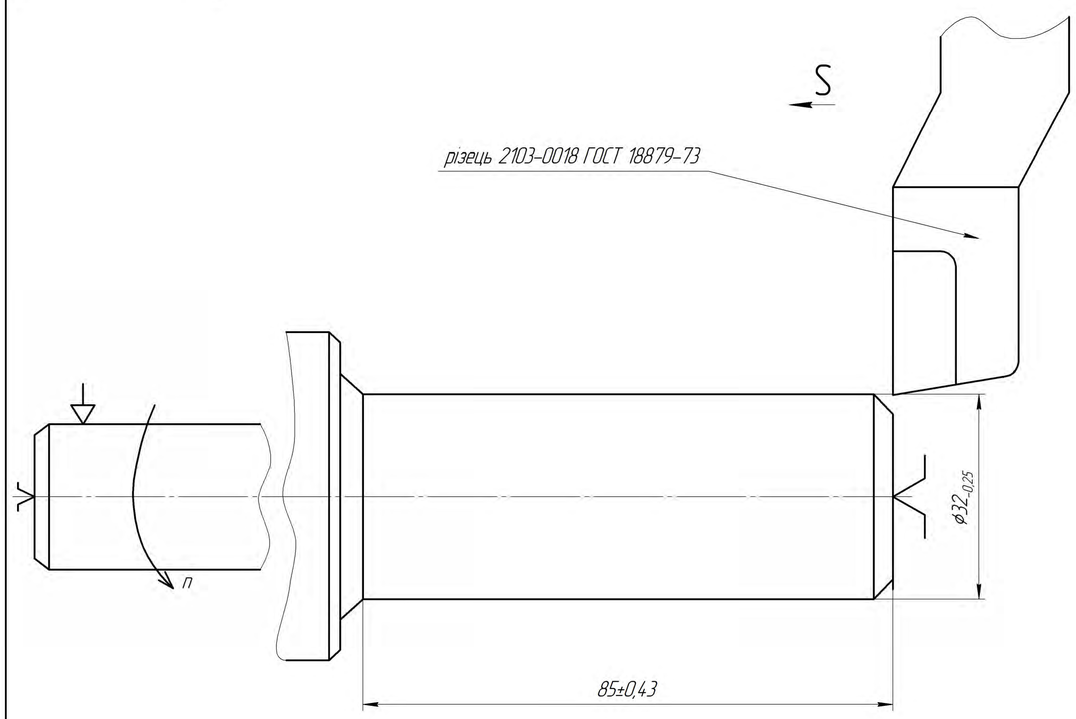


Рисунок 1 – Ескіз обробки, верстат 1К62
різальний інструмент– різець 2103-0018 ГОСТ 18879-73

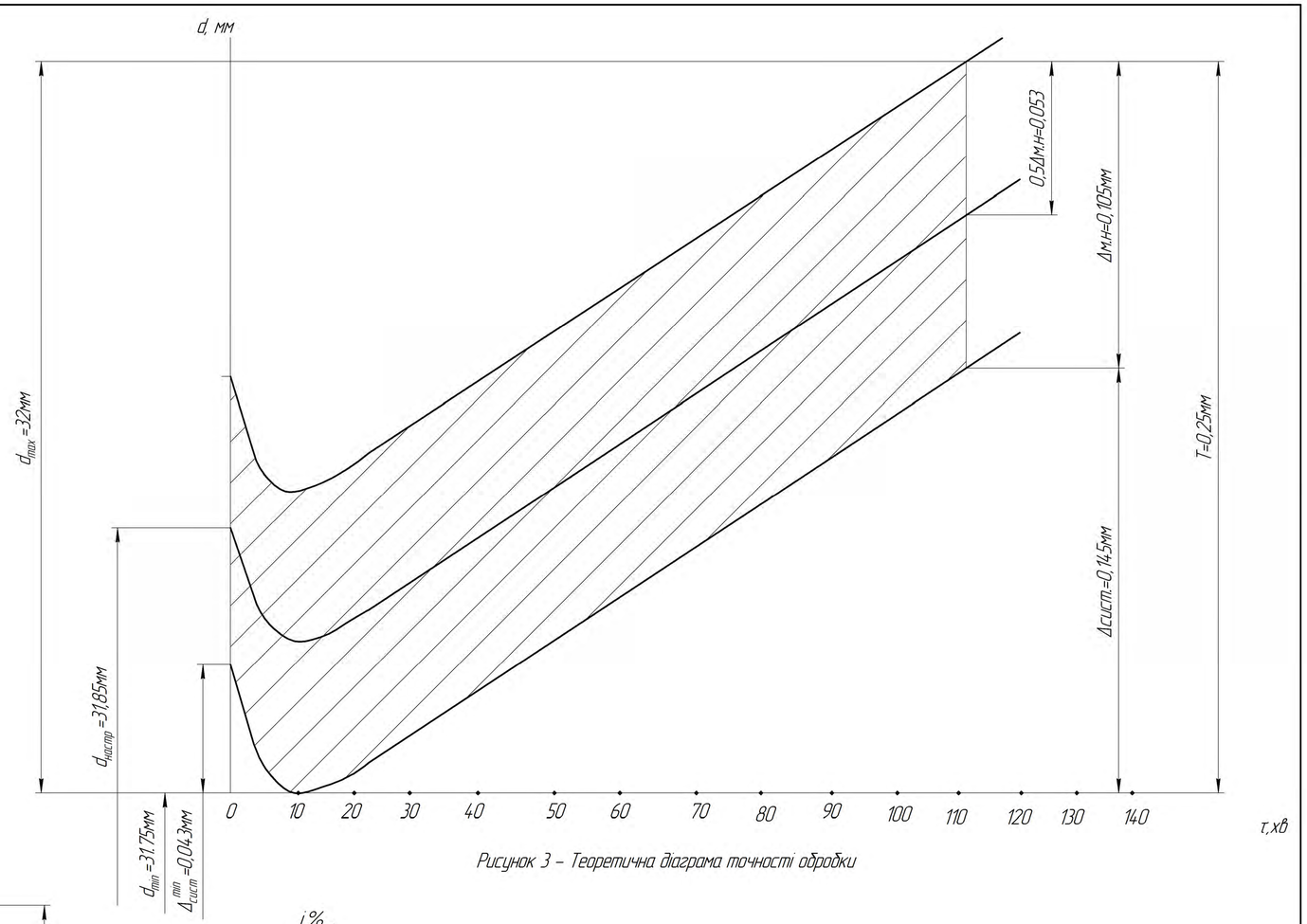


Рисунок 3 – Теоретична діаграма точності обробки

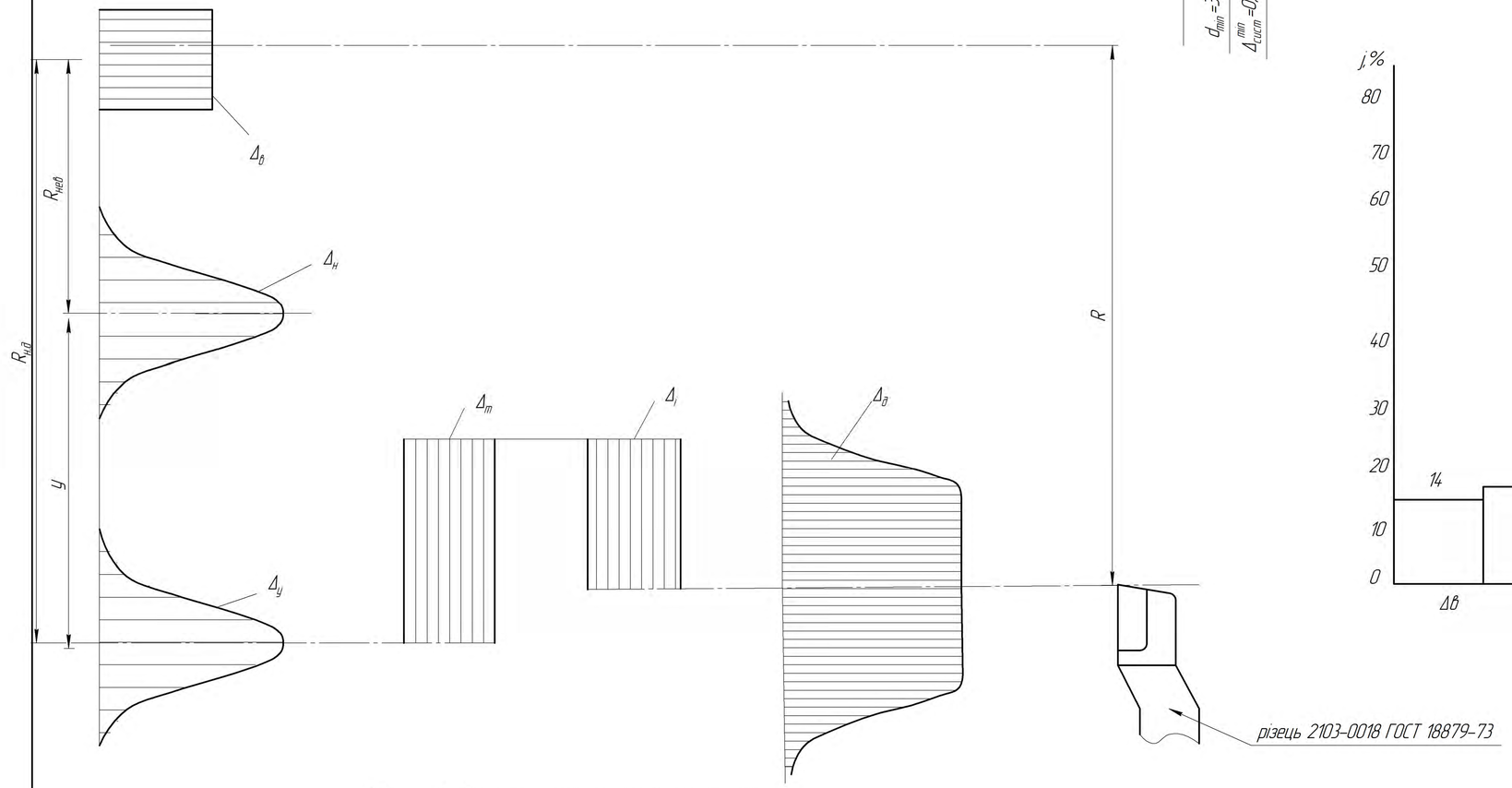


Рисунок 2 – Схема технологічного розмірного ланцюга

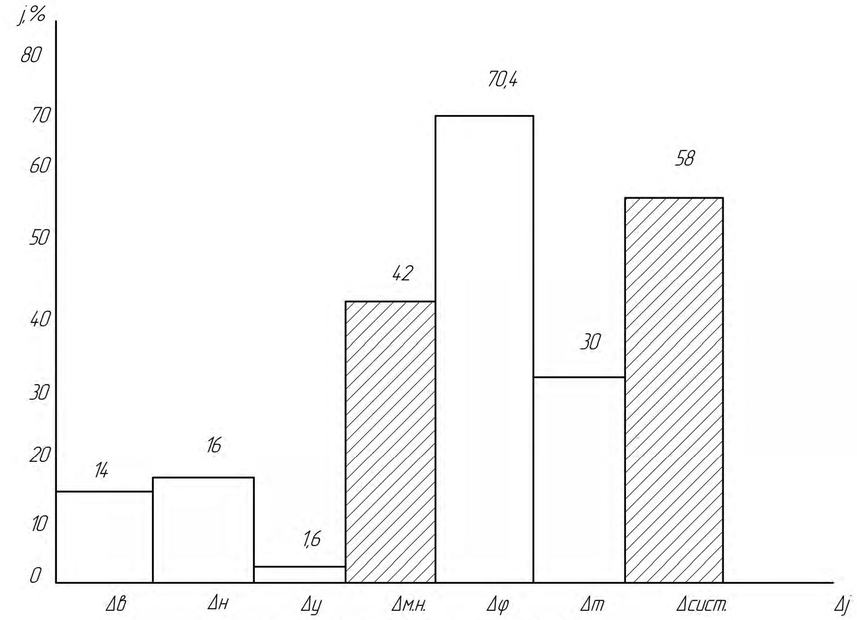
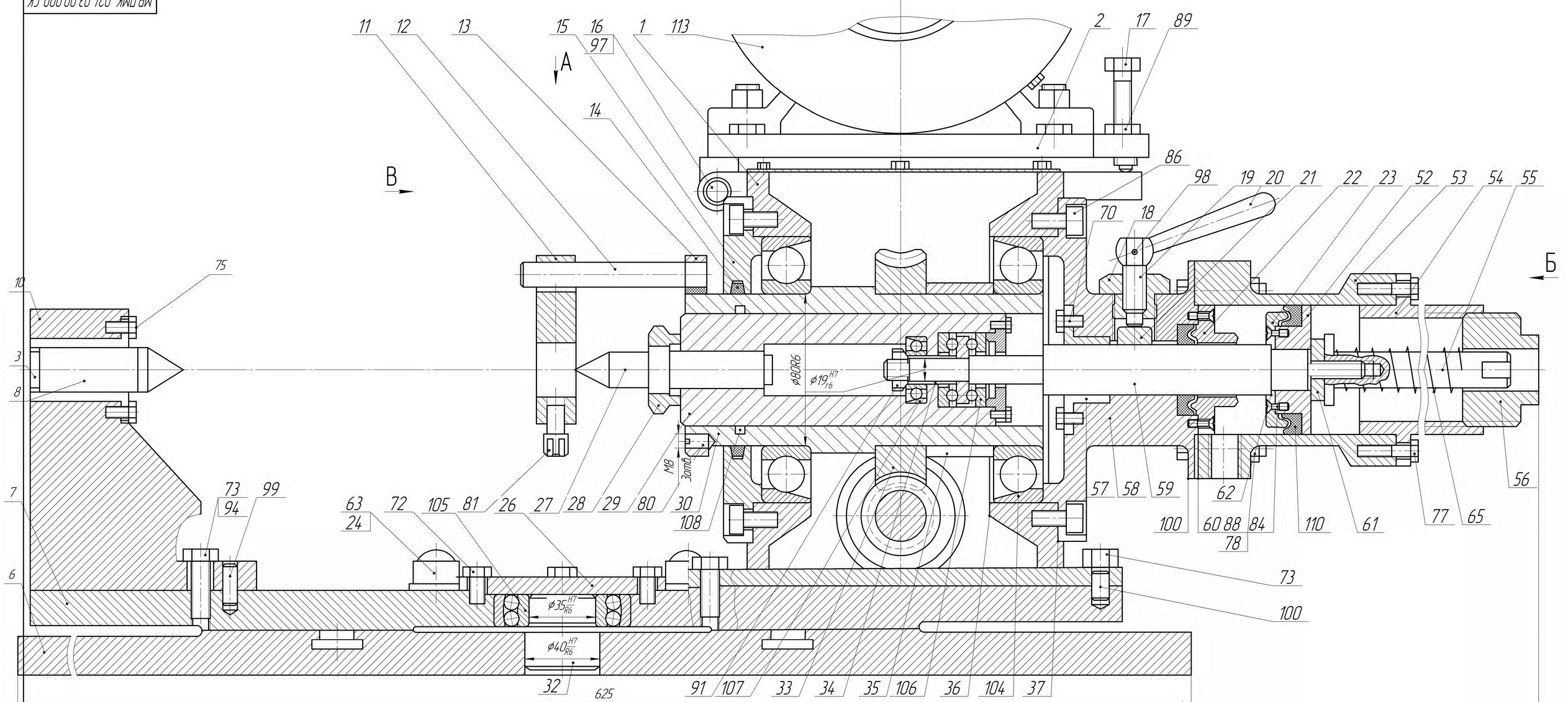
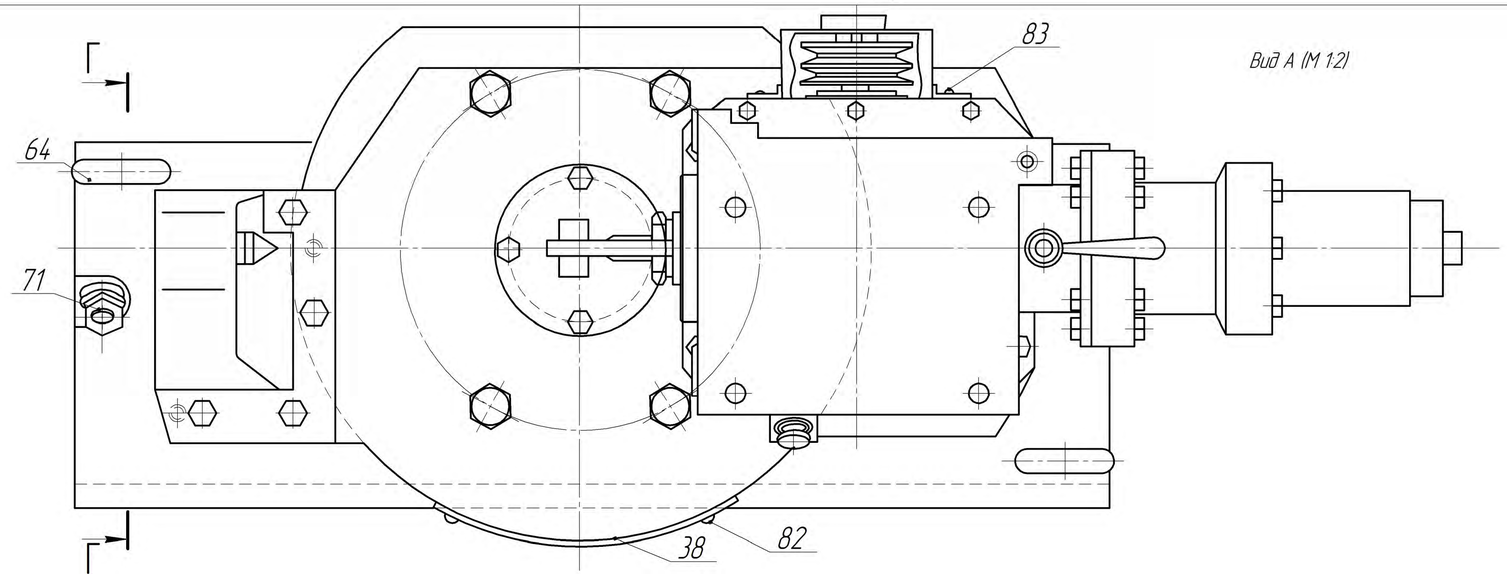


Рисунок 4 – Гістограма похибок обробки

					МР.ПМК-024.02.00.000 СХ		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Аналіз точності обробки	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Ханенків				Н		–
Перев.		Шуляр				Аркуш	Аркушів 1	
Т.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-24-1		
Н.контр.		Шуляр						
Затв.		Панчук						

МР.ПМК-024.03.00.000 СК





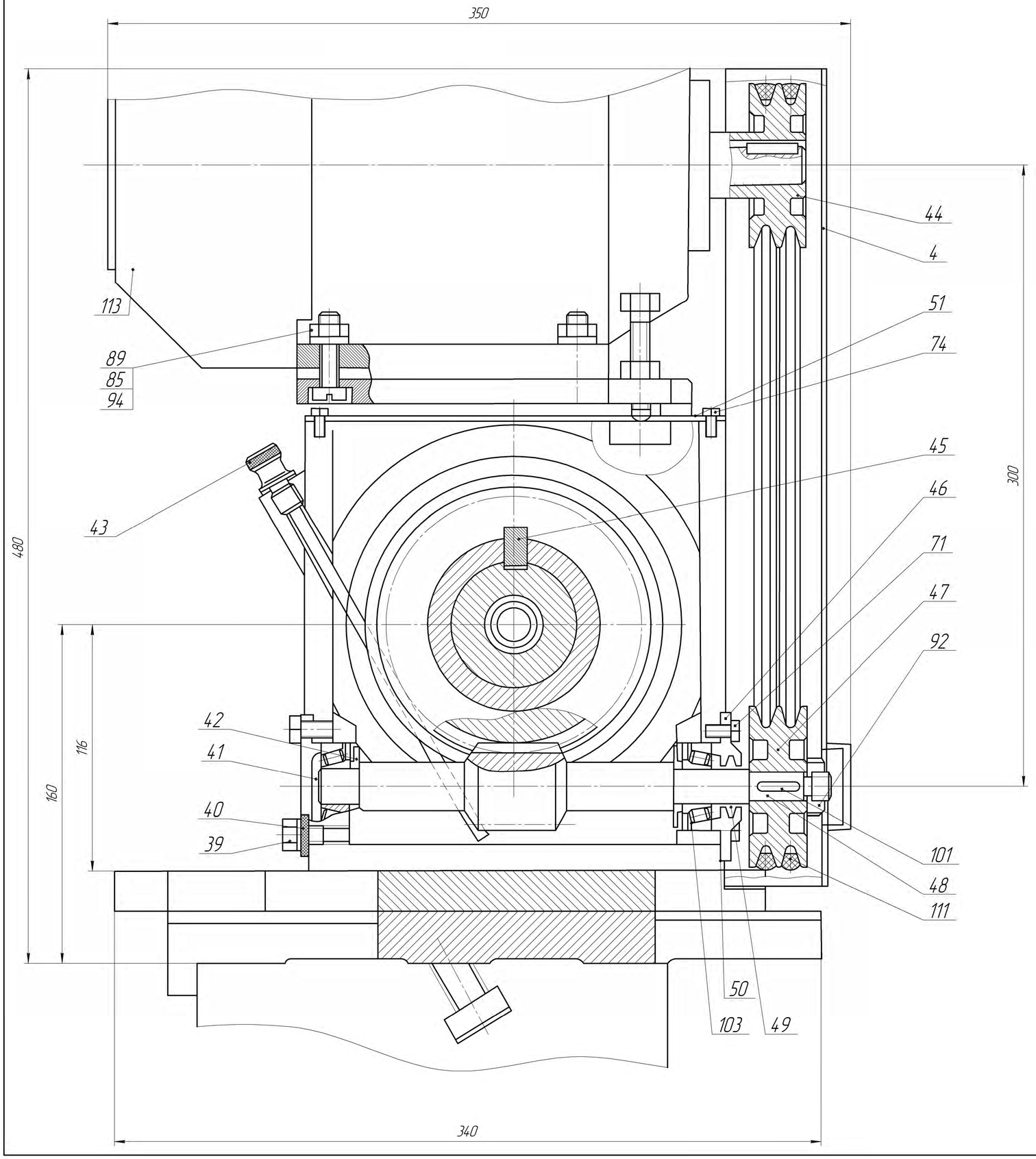
Вид А (М 1:2)

1. Взаємне зміщення осей центрів не більше 0,01мм

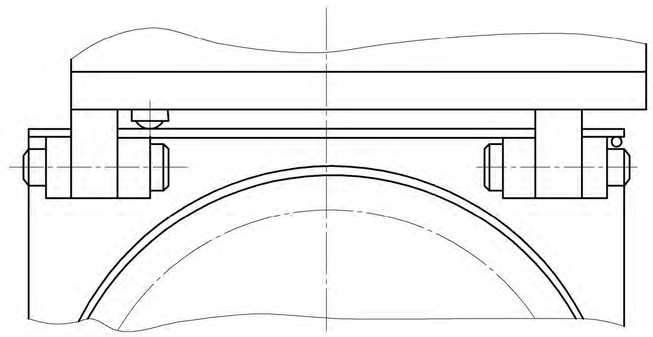
						МР.ПМК-024.03.00.000 СК	
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата			
Розраб.		Хаменків			Пристрій для шліфування крутих конусів	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Шуляр				Н		1:1
Т.контр.		Шуляр				Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-24-1		
Затв.		Панчук						

МР.ПМК-024.03.00.000 СК

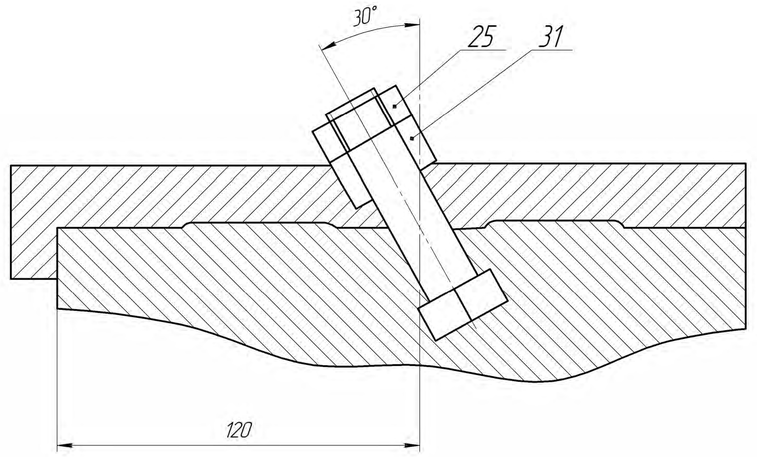
Вид Б



Вид В

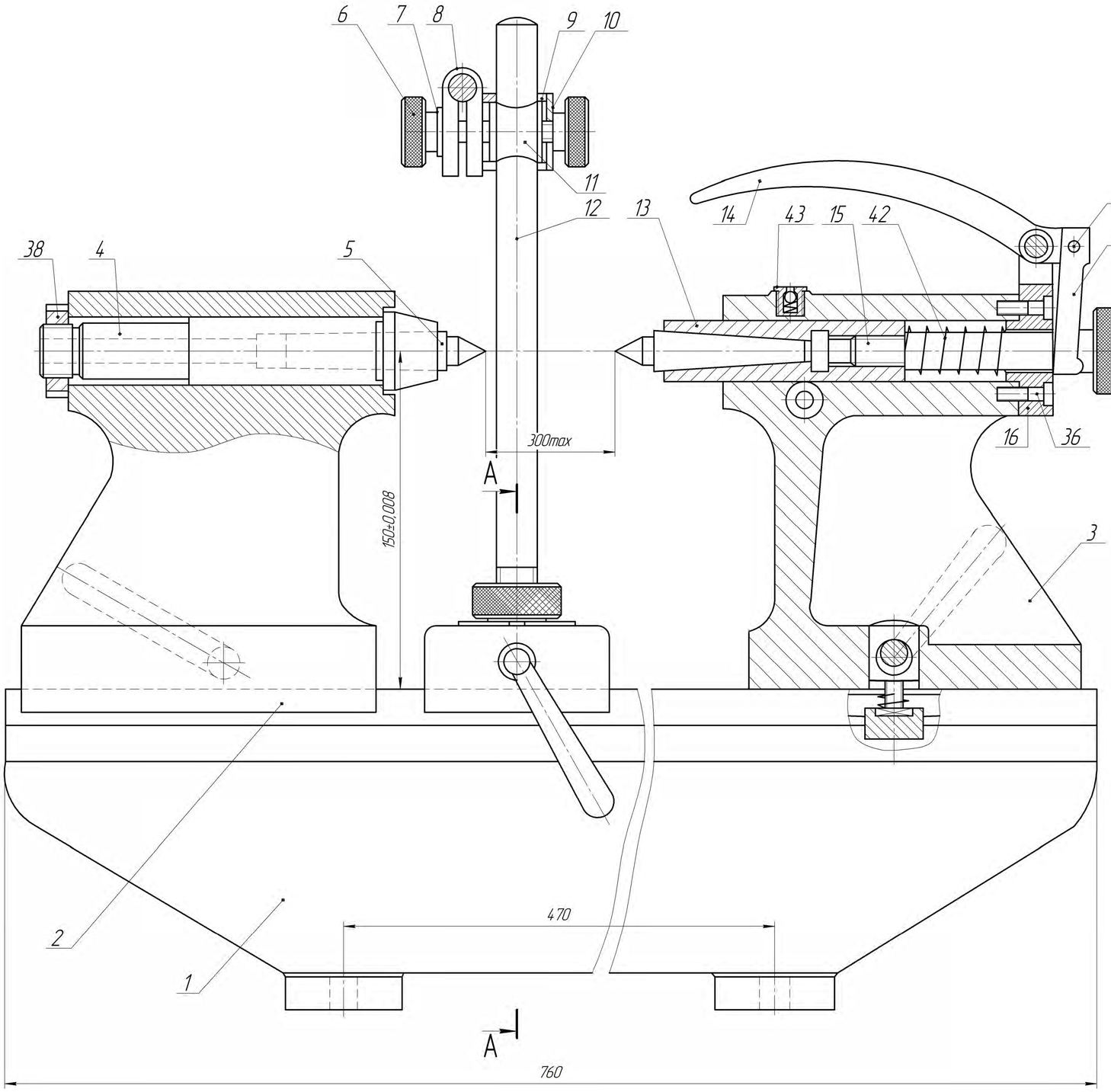


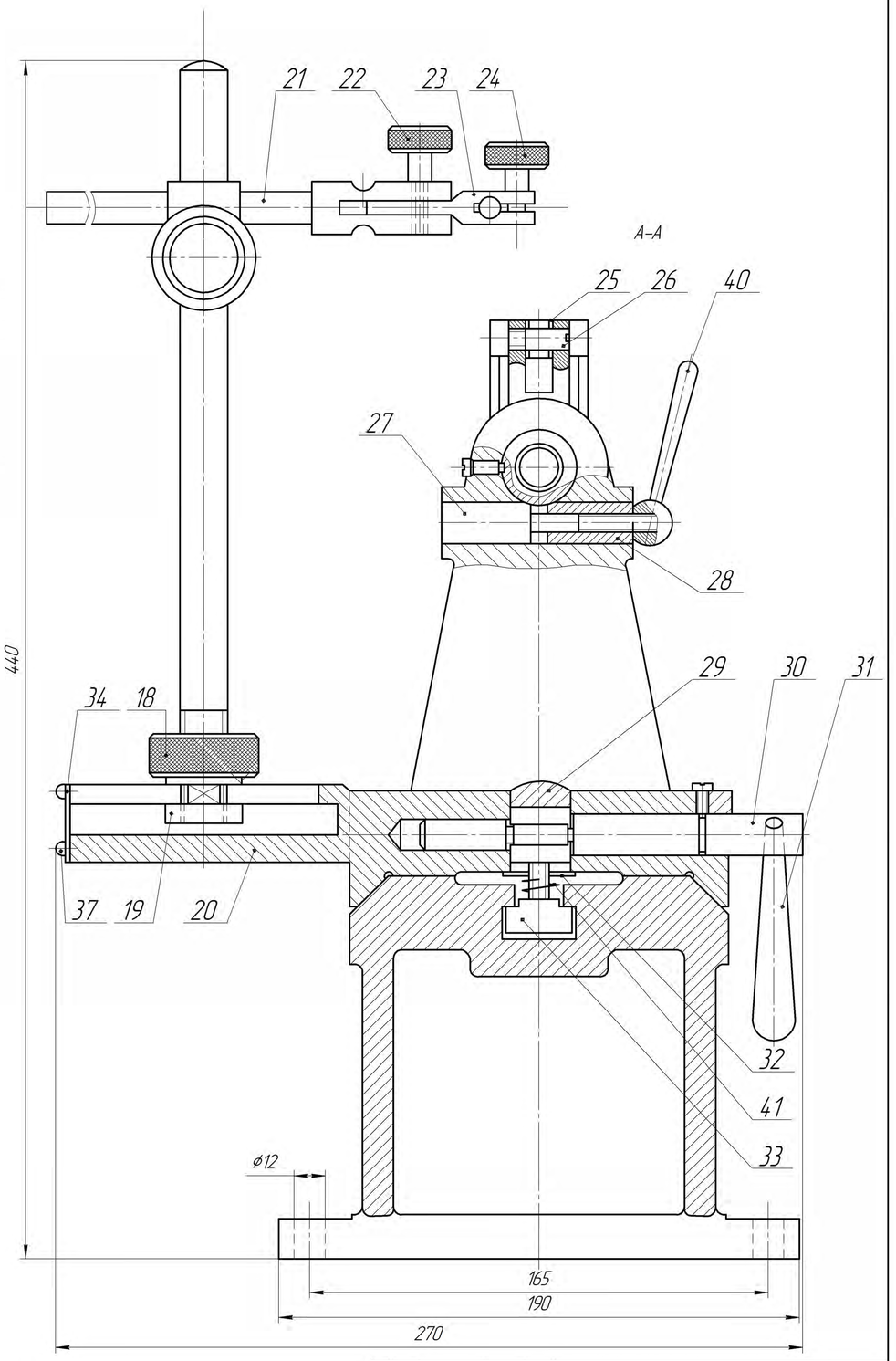
Г–Г



						МР.ПМК-024.03.00.000 СК	
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Пристрій для шліфування крутих конусів	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Ханенків						
Перев.		Шуляр				Н		1:1
Т.контр.		Шуляр				Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-24-1		
Затв.		Панчук						

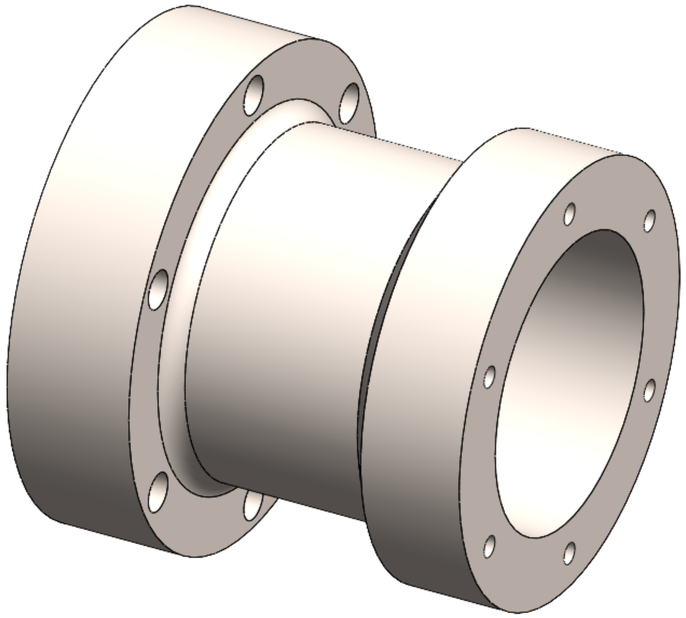
МР.ПМК-024.04.00.000 СК



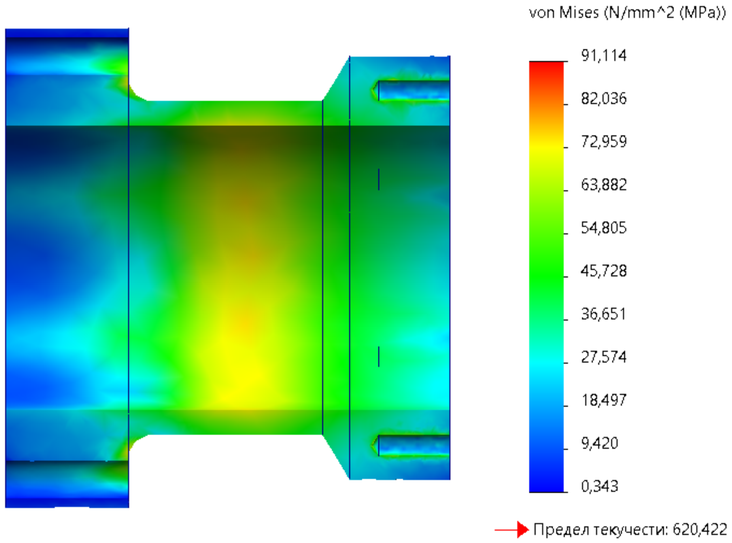


1. Розміри для довідок.
2. Взаємне зміщення осей центрів не більше 0,01 мм.
3. Точність вимірного пристрою.

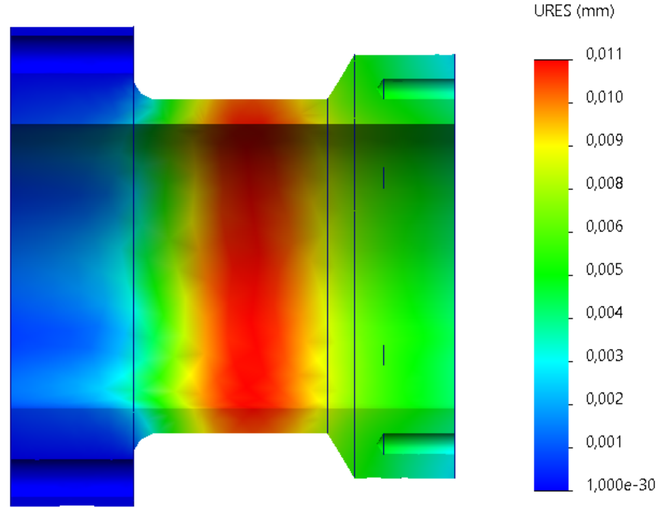
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	МР.ПМК-024.04.00.000 СК			
Розроб.		Хаменків			Контрольні центри	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Шуляр				Н		1:1
Т.контр.		Шуляр				Аркуш	Аркушів	1
Н.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-24-1		
Затв.		Панчук						



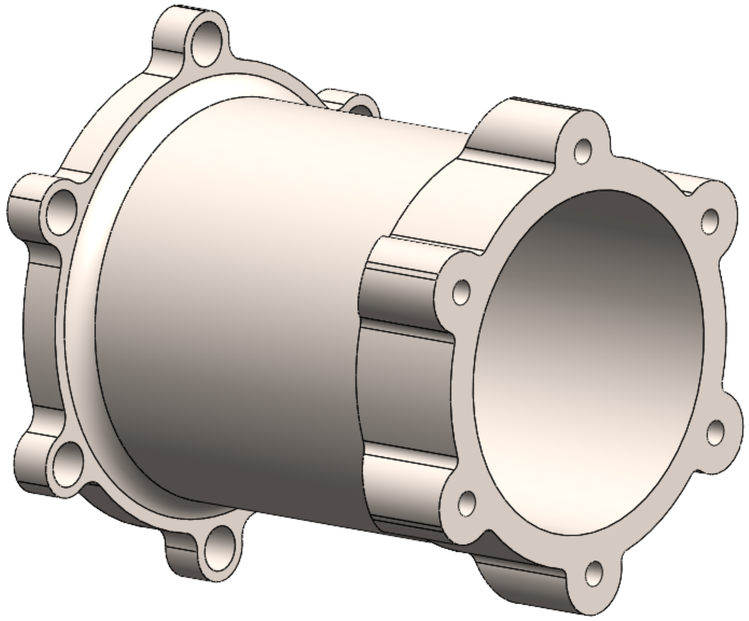
Циліндр (неоптимізований)



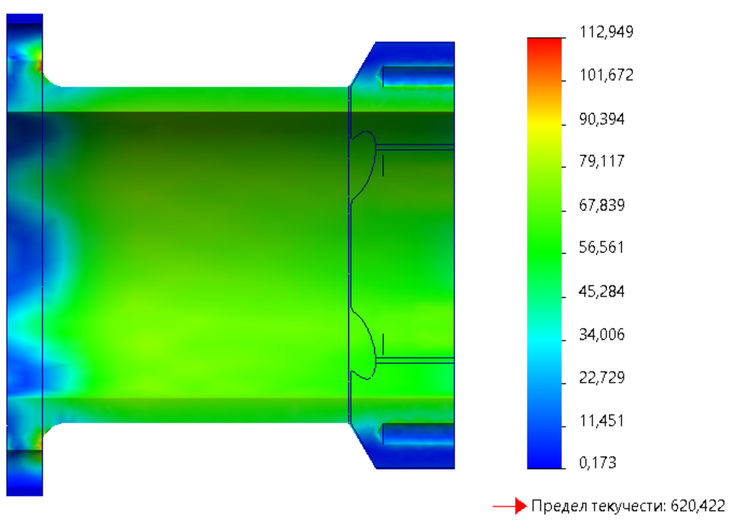
Розподіл еквівалентних напружень у досліджуваному циліндрі



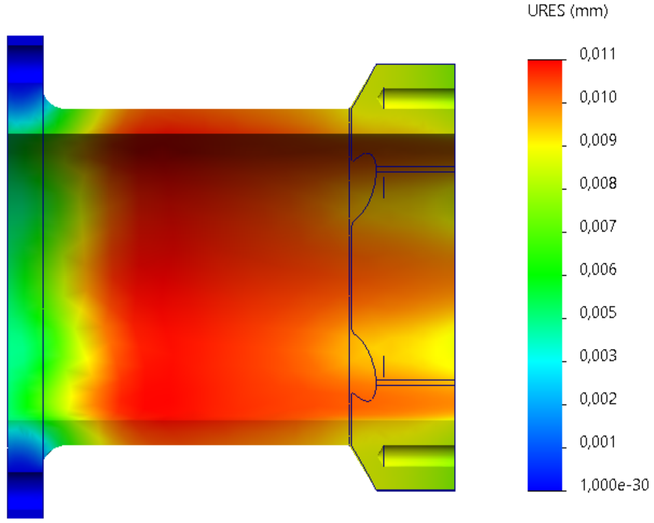
Переміщення



Оптимізована конструкція циліндра



Розподіл еквівалентних напружень у оптимізованому циліндрі

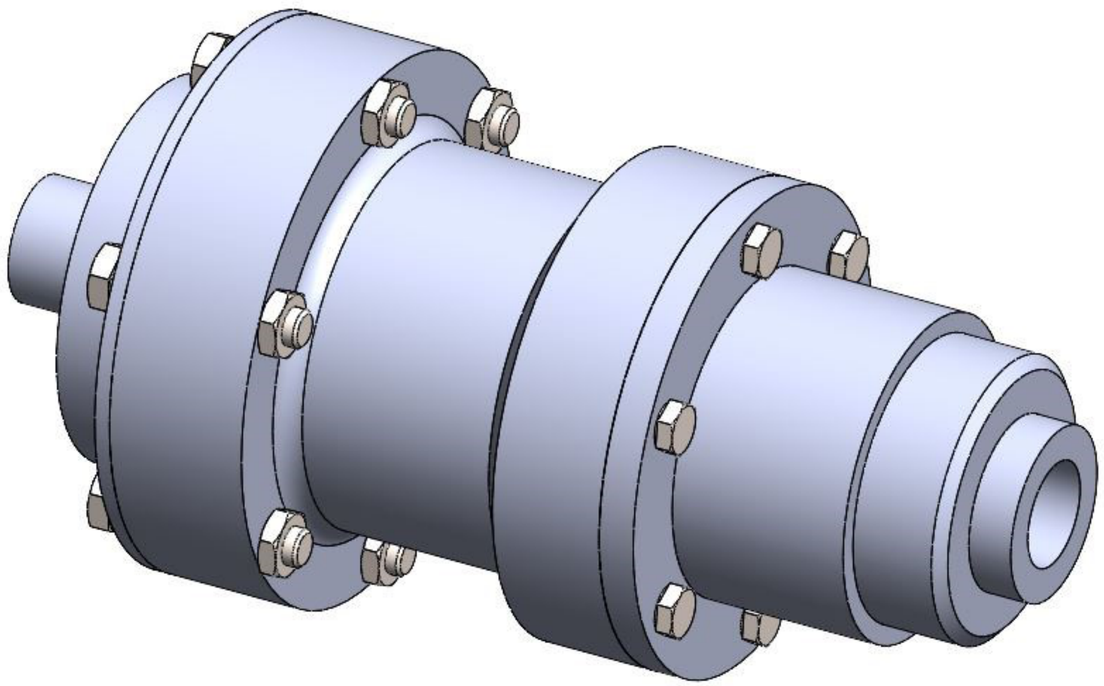


Переміщення

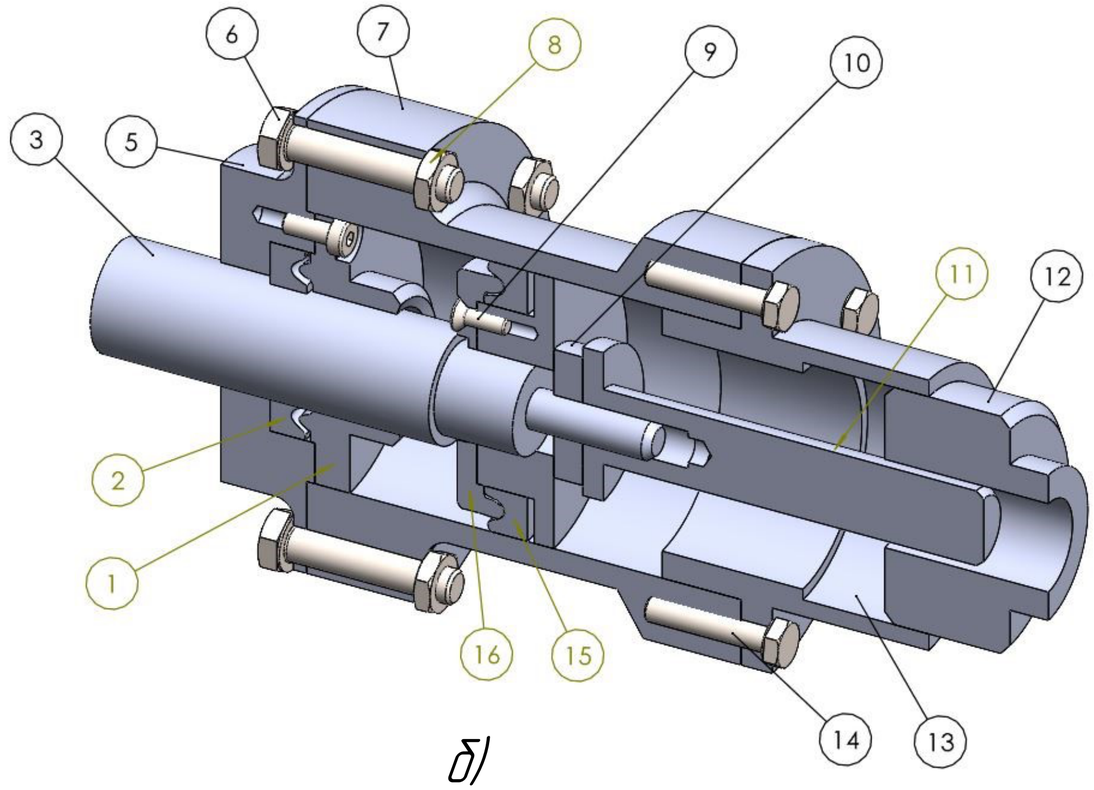
Таблиця 1 – Порівняння отриманих результатів дослідження для конструкцій циліндрів

Параметр	Базова конструкція	Оптимізована конструкція
Напруження, МПа	91	113
Переміщення, мм	0,011	0,012
Маса, грам	371	186

					МР.ПМК-024.05.01.000 СХ	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Імітаційне дослідження	Літ. / Маса / Масштаб
Розраб.		Ханенков				Н / 1:1
Перев.		Шуляр				Аркуш 1 / Аркушів 1
Т.контр.		Шуляр				
Н.контр.		Шуляр			ІФНТУНГ ПМКм-24-1	
Затв.		Панчук				



а)



б)

а) – загальний вигляд; б) – поздовжній розріз
1 – фланець; 2 – ущільнення; 3 – шток; 5 – фланець; 6 – болт; 7 – циліндр;
8 – гайка; 9 – гвинт; 10 –кільце; 11 – шток; 12 – гайка натискна; 1
3 – фланець різьбовий; 14 – болт; 15 – ущільнення; 16 – кільце

					МР.ПМК-024.05.02.000 СХ	
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Тривимірні маделі	Літ. / Маса / Масштаб
Розраб.		Ханенків				Н / –
Перев.		Шуляр				Аркуш 1 / Аркушів
Т.контр.		Шуляр				
Н.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-24-1
Затв.		Панчук				