Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування
Вірстюк Андрій Богданович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Технологічний процес виготовлення деталі «Стойка КО-8.04.00.004»
(назва роботи)
для умов середньосерійного типу виробництва

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

131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

А.Б. Вірстюк
(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

Івано-Франківськ - 2024 р.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та 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

Вірстюку Андрію Богдановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологічний процес виготовлення деталі „Стойка КО-08-04.004" для умов середньосерійного типу виробництва

керівник роботи Шуляр Ірина Орестівна канд. техн. наук,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від "22" листопада 2024 року № 780/7

2. Строк подання студентом роботи 12 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Креслення деталі

1. Матеріали переддипломної практики

3. Тип виробництва - середньосерійний

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

1. Технологічна частина

2. Конструкторська частина

3. Імітаційне моделювання пристискної планки фрезерного пристрою

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

1. Карта нагагодження - 1 аркуш F2-A1 2. Розрахунково технологічна карта F2-A1 3. Ескіз точності обробки F2-A1 4. Пристрій фрезерний з пневмоприводом F2-A1 5. Конструкція пристрій F2-A1 6. Імітаційне моделювання пристискної планки F2-A1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Шуляр І.О. доцент каф. КМВ		
2	Шуляр І.О. доцент каф. КМВ		
3	Шуляр І.О. доцент каф. КМВ		

7. Дата видачі завдання 25 листопада 2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Технологічна частина	28.11.2024	
2	Конструкторська частина	02.12.2024	
3	Імітаційне моделювання притискної ланки	06.12.2024	
	фрезерного пристрою		
4	Оформлення пояснювальної записки та	11.12.2024	
	графічної частини магістерської роботи		

Студент ______ (підпис) Віретюк А. Б. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи ______ (підпис) Шуляр І.О. (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної магістерської роботи на тему: Технологічний процес виготовлення деталі “ Стойка КО-8.04.00.004” для умов середньо-серійного типу виробництва”.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з 63 сторінок і містить: 12 таблиць, 18 рисунків, 18 посилання на літературні джерела та додатків на 7 сторінках.

Графічна частина: 7 аркушів формату А1.

Об’єкт дослідження – процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “Стойка КО-8.04.00.004”.

Мета роботи – розробити покращений маршрут технологічного процесу виготовлення стойки КО-8.04.00.004, на базі заводського, що здешевить її виготовлення, з дотриманням вимог щодо точності розмірів, форм та якості поверхонь. Також необхідно розробити конструкції верстатного та контрольного пристроїв, та перевірити їх працездатність.

Згідно завдання у роботі проведено аналіз креслення деталі, її конструкції, призначення і функцій у вузлі, аналіз заводського технологічного процесу її виготовлення. Опираючись на результати аналізу та рекомендації літературних джерел, розроблено проектний маршрут технологічного процесу механічної обробки корпуса, вибрано оптимальний спосіб отримання заготовки, пораховано припуски, режими різання та проведено нормування операцій. Для закріплення деталі на фрезерній операції з ЧПК (005) розроблено конструкцію спеціального верстатного пристрою із пневмоприводом, зроблено його складальне креслення та перевірено працездатність (розрахунки проведенні 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: Вірстюк А.Б.

SUMMARY

of the qualification master's thesis on the topic: Technological process of manufacturing the part «Rack KO-8.04.00.004» for medium-sized batch production.

The explanatory note consists of 63 pages and contains: 12 tables, 18 figures, 18 references to literary sources and 7 pages of appendices.

Graphic part: 7 sheets of A1 format.

Object of study - the process of machining.

The subject of research is the part «Stand KO-8.04.00.004».

The purpose of the work is to develop an improved route of the technological process of manufacturing the KO-8.04.00.004 rack, based on the factory one, which will reduce the cost of its manufacture, in compliance with the requirements for dimensional accuracy, shape and surface quality. It is also necessary to develop designs for machine tools and control devices and test their performance.

In accordance with the task, the paper analyses the drawing of the part, its design, purpose and functions in the assembly, and analyses the factory technological process of its manufacture. Based on the results of the analysis and recommendations of literature sources, a design route for the technological process of machining the hull was developed, the optimal method of obtaining the workpiece was selected, allowances and cutting modes were calculated, and operations were rationed. To fix the workpiece in the CNC milling operation (005), a special machine tool device with a pneumatic drive was designed, its assembly drawing was made and its performance was tested (calculations were carried out in the 2nd and 3rd sections of the explanatory note), and a control device was designed and its performance was also tested.

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

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

Student: Virstyuk A.B.

Зміст

Вступ……

1 Технологічна частина …….

1.1 Аналіз призначення та конструкції деталі …….

1.2 Аналіз технологічності деталі …….

1.3 Визначення програми випуску деталей і кількості деталей партії .....…

1.4 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі ……..

1.4.1 Техніко-економічне обгрунтування вибору заготовки ……..……..

1.4.2 Аналіз базового технологічного процесу …….

1.4.3 Обгрунтування вибору технологічних баз ……..…..……...…

1.5 Розробка операційної технології ……...

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів ……

1.5.2 Розрахунок режимів різання і вибір верстатів ……..

1.5.3 Розробка структури операцій, технологічних налагоджень та керуючих програм ……..……

1.5.4 Аналіз точності обробки поверхні в розмір $320_{-0,36}$ мм……..

1.5.5 Нормування технологічного процесу …….....

2 Конструкторсьбка частина ……..

2.1 Розробка пристрою на фрезерну операцію з ЧПК 005……

2.1.1 Опис призначення, будови та роботи пристрою ……..

2.1.2 Розрахунок сил затиску і визначення основних параметрів механізму затиску ……..

2.1.3 Розрахунок слабкої ланки на міцність ……..……..

2.1.4 Розрахунок пристрою на точність ……..……..

2.1.5 Розрахунок коефіцієнту уніфікації…….....

					МР.ПМК – 628.00.00.000 ПЗ		
Зм.	Лист	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Вірстюк А.Б.			Пояснювальна записка	Літ.	Арк. / Аркушів
Перевір.		Шуляр І.О.					
Реценз.						ІФНТУНГ, ПМКм-23-1	
Н. Контр.		Шуляр І.О.					
Затверд.		Панчук В.Г.					

2.2 Розробка контрольного пристрою ……

2.2.1 Опис призначення, будова і робота пристрою ……...

2.2.2 Розрахунок точності пристрою …….

2.2.3 Розрахунок коефіцієнту уніфікації……..

3 Імітаційне моделювання притискної ланки фрезерного пристрою ……..

Висновки ……..

Список посилань на джерела ……

Додатки ……

Вступ

Машинобудування займає одне з провідних місці в розвитку економіки нашої країни. Ця галузь забезпечує матеріальну основу науково-технічного прогресу всіх галузей народного господарства. Саме тому розвитку машинобудування повинно надаватися велике значення.

Важливими умовами розвитку машинобудування, як і будь-якої галузі, є випуск конкурентоздатної продукції, підвищення її якості, зростання продуктивності праці. Вдосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першочергове значення. Якість машин, надійність, довговічність і економічність в експлуатації залежить не тільки від досконалості, але і від технології виробництва. Використання прогресивних високопродуктивних методів обробки, які забезпечують високу точність і якість поверхонь, покращуючи ресурс роботи деталей, методів ефективного використання метало оброблюваних верстатів, іншої нової техніки, застосування прогресивних форм організації виробничих процесів - все це направлене на вирішення головних завдань: підвищення ефективності виробництва і якості продукції .

Ринкові відносини підсилюють тенденцію випуску високоефективних машин і устаткування, оснащеними роботизованими приладами та мікропроцесорами. В сучасних технологічних процесах передбачається: концентрація операцій з використанням багато цільових верстатів, застосування комбінованого і високопродуктивного різального інструменту багатозмінних головок, застосування групової обробки.

Для підвищення продуктивності праці та покращення експлуатаційних властивостей виробу важливе значення має правильний вибір матеріалу для виготовлення та способу отримання заготовок. Від точності та шорсткості базових поверхонь цих деталей, показників поверхневого шару, в значній мірі буде залежати якість виготовлених виробів.

1 Технологічна частина

1.1 Аналіз призначення та конструкції деталі

Деталь «Стойка КО-8.04.00.004» застосовується в механізмі керування нитководами на круглов'язальній машині моделі КО-8. Круглов'язальна машина КО-8 призначена для отримання трикотажного полотна .

Механізм керування нитководами призначений для забезпечення спрямування необхідного волокна в в'язальній машині. Стійка в механізмі керування нитководами використовується для створення робочого об'єму механізму, а також з'єднує між собою нитковід, механізм керування нитководом і корпус в'язального вузла поверхні М і Е є базовими поверхнями деталі. Поверхнею Е та за допомогою двох отворів ∅ 14 мм деталь кріпиться до корпусу в'язального вузла. До поверхні М приєднується ниткопровід за допомогою двох отворів 14мм. Пластинки призначені для забезпечення з'єднання стійки з ниткопроводом і корпусом в'язального вузла за допомогою болтів, шайб та гайок. Оглядовий отвір служить для періодичного контролю роботи механізму керування нитководами. За допомогою шести різьбових отворів М4 оглядовий отвір закривається кришкою з оргскла. За допомогою різьбового отвору М5 до стойки кріпиться тяга. В отвір діаметром 20мм розміщується вісь штовхача механізму керування нитководом. Для перемикання режимів подач волокон в в'язальний вузол в пазі з радіусом 11мм знаходиться упор перемикача .

Всі навантаження, які діють на стійку сталі і направлені перпендикулярно до поверхонь М , Е. Виходячи з експлуатаційних умов та технічних вимого деталь «Стойка КО-8.04.00.004» виготовляється із сірого чавуну СЧ25 ГОСТ1412-85. ГОСТ1412-85 в даний момент не є діючим, замінений на ДСТУ 8833:2019.

Дані про хімічний склад і механічні властивості даного матеріалу наведені в таблицях 1.1-1.2 (1, с. 313, таблиця 3.11, с. 316 таблиця 3.121)

Таблиця 1.1 Хімічний склад чавуну СЧ25 (ДСТУ 8833:2019),%

Вуглець C	Кремній SI	Марганець Mn	Не більше	
			Сірка ,S	Фосфор ,P
3,5-3,7	2,0-2,4	0,5-0,8	0,2	0,15

Таблиця 1.2 – Механічні властивості СЧ 25 (ДСТУ 8833:2019).

Тимчасовий опір розриву $\sigma_в$, мПа	Твердість по Брінелю НВ	Покази після старіння , t=280˚С		
		Час витримки	Твердість по Брінелю НВ	Тимчасовий опір розриву $\sigma_в$, МПа
245	180-250	3 години	225	262

Отже, сірий чавун СЧ 25 ДСТУ 8833:2019за своїми механічними властивостями, хімічному складу та області застосування підібрано правильно для забезпечення технологічних вимог та експлуатаційних умов роботи деталі.

1.2 Аналіз технологічності деталі.

«Стойка КО-8.04.00.004» представляє собою виливок коробчастої форми із сірого чавуна СЧ25. Виливок складної конфігурації, потребує застосування стержневої формовки для утворення внутрішньої порожнини вікна. Крім того, в опоці повинні бути передбаченні роз’єми виходячи з наявності у деталі виступів і заглиблень.

З точки зору механічної обробки деталь має слідуючі недоліки відносно технологічності.

Деталь має незручні поверхні для базування на перших операціях. Незручними для обробки є платики 3 та різьбовий отвір М5.

Для витримування вказаних допустимих відхилень розмірів, шорсткості та просторових відхилень геометричної форми і взаємного розташування поверхонь потрібні верстати нормальної точності .

Більшість поверхонь мають плоску або циліндричну форму і можуть оброблятися стандартизованими ріжучими інструментами .Переважну більшість поверхонь можна обробити напрохід .

З точки зору забезпечення шорсткості поверхонь деталь не представляє технологічних труднощів, а з точки зору забезпечення точності представляє складність обробки в розмір ($320_{-0,36}$)мм та забезпечення паралельності поверхонь Ж і Е в межах допуску 0,05мм.

Для перевірки геометричних параметрів деталі необхідні контрольні операції. Переважну кількість поверхонь можна контролювати стандартним вимірювальним інструментом, за виключенням поверхонь Ж і Е, які потребують використання нестандартного вимірювального інструменту для контролю забезпечення паралельності цих поверхонь. Всі вказані на креслені розміри, можливо виміряти безпосередньо.

Порівняно невелика маса деталі (6,2 кг); та її конфігурація дозволяють транспортувати її без особливих витрат під час транспортних операцій.

В загальному деталь не досить технологічна, так як поверхні розміщені не під прямими кутами, що ускладнює пристосування для обробки даної деталі.

1.3 Визначення програми випуску деталей і кількості деталей партії

Таблиця 1.3 – Трудомісткість операцій

Номер і назва операції		$T_{шт.к}$, хв
005	горизонтально-фрезерна	6,17
010	поздовжньо-фрезерна	5,2
015	поздовжньо-фрезерна	6,84
020	радіально-свердлильна	6,42
025	радіально-свердлильна	4,86
030	радіально-свердлильна	2,92
035	горизонтально-фрезерна	2,39
040	контрольна	

Середній штучний час: $T_{шк.сер.}=\Sigma T_{шк}/n$ (1.1)

Тшк.сер =(6,17 + 5,2 + 6,84 + 6,42 + 4,86 + 2,92 + 2,39) / 7 = 4,97 хв.

Такт випуску деталей:

$$t_{0=K_в \cdot T_{шк.сер}}$$ (1.2)

Кз = 10…20 – для серійного виробництва

t_B = 10 · 4,97…20 · 4.97 = 49,7…99,4

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F\delta \cdot 60}{t_в} \quad (1.3)$$

де $F_д$ - дісний річний фонд рокового часу устаткування годин,

$F_д$ = 4015 год.

$$N = \frac{4015 \cdot 60}{2,5} \dots \frac{4015 \cdot 60}{99,4} = 8452 \dots 2423,$$ приймаємо N=3000 шт.

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_\delta = \frac{N \cdot a}{F} \quad (1.4)$$

де, а – періодичність запуску виробів.

Приймаємо а= 6

F – число робочих днів в році F = 251день.

$$n_д = \frac{3000 \cdot 12}{251} = 141,7$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$n = \frac{Тшк.сер \cdot n\delta}{480 \cdot 0,8} \quad (1.5)$$

де, 480 – дійсний фонд часу робочого обладнання за зміну, год.

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному виробництві

$$C = \frac{4.97 \cdot 141.7}{480 \cdot 0,8} = 1.85$$, приймаємо $C_{пр}$ =2 зміни

Прийняти кількість деталей в партії

$$n_{пр} = \frac{C_{пр} \cdot 480 \cdot 0.8}{Тшт.сер.} = \frac{2 \cdot 480 \cdot 0.8}{4,97} = 159,5$$ шт

Приймаємо $n_д$ = 160шт.

1.4 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

1.4.1 Техніко-економічне обгрунтування вибору заготовки

Вид і метод отримання заготовки вибираємо, виходячи із форми, розмірів, маси, матеріалу деталі, а також типу виробництва. Так, як матеріал деталі – сірий чавун СЧ-25 добре піддається литву, то проведемо економічне порівняння найбільш можливих варіантів отримання заготовки – методом лиття в піщані форми і методом лиття за моделями, які виплавляються.

Група геометричної і якісної складності – 3 [16, с. 42, таблиця 4.2]

Клас точності і розмірів і мас лиття: в піщані форми - 8 клас за моделями, які виплавляються – 7 клас [8, с. 581]. Ряди припусків: лиття в піщані форми – 2 клас, лиття за моделями які виплавляються [8, с. 581]

Оскільки конфігурація заготовки є складною з криволінійними поверхнями, то масу заготовки визначаємо по нормативному коефіцієнту використання матеріалу $К_{вм}$ для кожного методу лиття з формулою:

$$Q=\frac{q}{К_{вм}}; \text{ кг} \quad [1.5 \text{ с. } 581] \qquad (2.1)$$

Де q – маса деталі, кг, з креслення q=6,2 кг.

Маса заготовки, отримана методом лиття в пісчані форми при нормативному $К_{вм}$ = 0,75 для серійного виробництва при машинній формовці по 8 класу точності розмірів і 2 ряду припусків[15, с. 165 таблиця 8.4] буде:

$$Q_{п.ф}=\frac{6,2}{0,75}=8,2 \text{ кг} \qquad (2.2)$$

Маса заготовки, отриманої методом лиття за моделями, що виплавляються при нормативному коефіцієнті використання матеріалу $К_{вм}$ = 0,84 при 7 класі тосності, 2 ряді припусків – [15, с. 8.4] буде рівна: $Q_{в.м}=\frac{6.2}{0.84}=7,4$ кг (2.3)

Собівартість заготовки $S_{заг}$, при визначаємо за формулою:

$$Sзаг = \frac{Ci}{1000} \cdot Q \cdot Кт \cdot Кс \cdot Кв \cdot Км \cdot Кп - (Q-q) \cdot \frac{Sвідхл}{1000} \quad [2, \text{ с. } 31] \qquad (2.4)$$

де С- базова вартість однієї тони литої заготовки, при

Кт, Кс, Кв, Км, Кп – коефіцієнти, що залежать від класу точності, пружності, маси, марки матеріалу, об’єму виробництва

Визначаємо собівартість заготовки методом лиття в піщані форми при машинній формовці:

Сі=18000 грн/т - [2, с. 33]

Кт=1.1; Кс=1; Кв=0.91; Кп=1 [2, с.33, таблиця 2.8]

Км=1.04 – [2, с. 34]; $S_{відх.}$=2480 грн/т [2, с.32, таблиця 2.7]

Тоді: $S_{заг.л..п.ф.}=(\frac{18000}{1000}\cdot 8{,}2\cdot 1{,}1\cdot 1\cdot 0{,}91\cdot 1\cdot 1{,}04)-(8{,}2-6{,}2)\frac{2480}{1000}=148{,}7$ грн.

Визначаємо собівартість заготовки, отриманої методом лиття за моделями, які виплавляються.

Сі=19850 грн/т [2, с. 34]

Кт=1 [2, с. 35] , Кс=1; Кв=0,9; Кв=1,23 [2, с.32, таблиця 4.2]

Км=1,04 [2, с. 34]; Sвідхл=248 грн/т [2, с.32 таблиця 27]

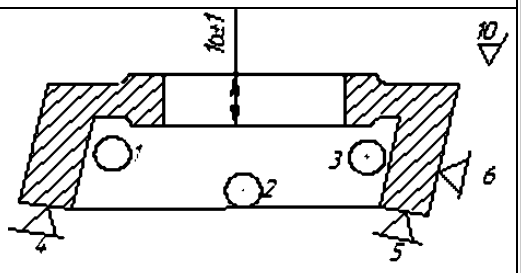
Тоді: $S_{заг.л..в.м.}=(\frac{19850}{1000}\cdot 7{,}4\cdot 1{,}14\cdot 0{,}9\cdot 1{,}23\cdot 1{,}04)-(7{,}4-6{,}2)\frac{2480}{1000}=189{,}8$ грн.

По результатам розрахунків робимо висновок, що лиття в піщані форми для даної деталі є доцільнішим ніж лиття за витоплювальними моделями.

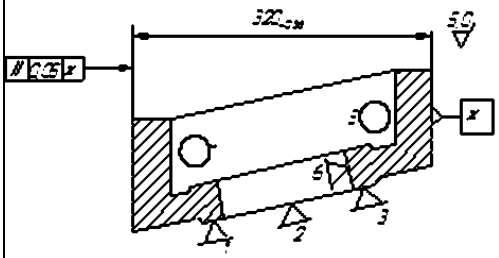
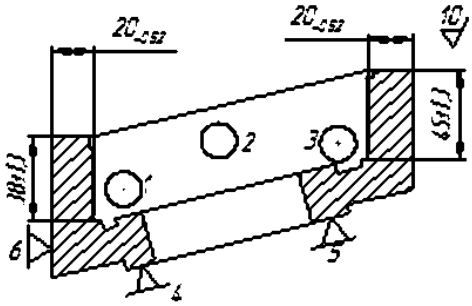
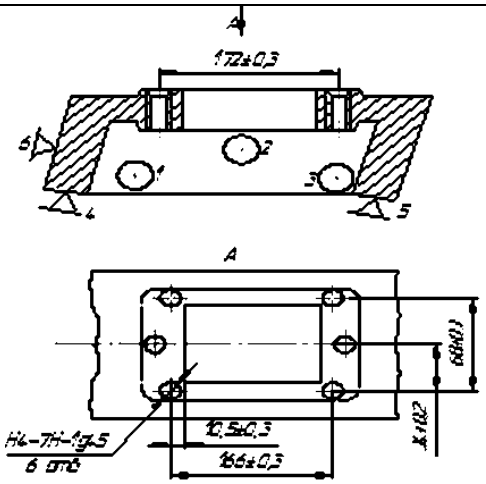
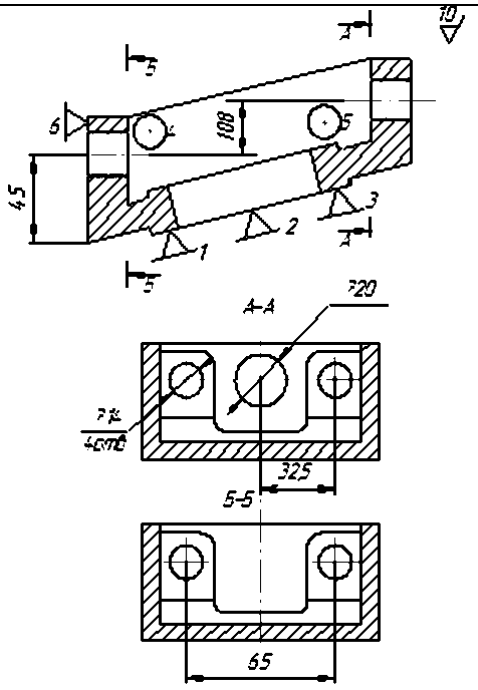
1.4.2 Аналіз базового технологічного процесу

На базовому підприємстві дана деталь виготовляється в умовах серійного виробництва. Заготовку для деталі отримують методом лиття в піщані форми машинної формовки. Перед механічною обробкою деталь піддають старінню з метою зменшення внутрішніх напружень та підвищення податливості при обробці.

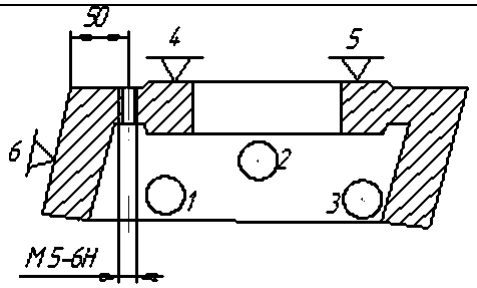
Таблиця 1.3 – Базовий технологічний процес механічної обробки деталі «Стойка КО-8.04.00.004»

Номер назва і зміст операції	Тип і модель верстата	Технологічне оснащення	Схема базування і оброблювані поверхні
1	2	3	4
005 Горизонтально-розточна Фрезерування поверхні вікна 6	Горизонтально-розточний мод. 2620Б	Пристрій спеціальний, фреза торцева, ∅ 160мм, ВК8 ГОСТ 9473-80 штангенциркуль ШЦ 1-125 -0,1 ГОСТ 166-80	

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
010 Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати одночасно поверхні М і Е	Поздовжньо-фрезерний мод. 6608	Пристрій спеціальний, фреза торцева, ∅ 160 мм, ВК8, ГОСТ 9473-80, Штангенрейсмас ШР-630-0,05 ГОСТ 164-80	
015 Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати послідовно поверхні 4-ьох платиків поверхні 3.	Поздовжньо-фрезерний мод. 6608.	Пристрій спеціальний, фреза кінцева діаметром 20мм, Р6М5 , штангенциркуль ШЦ-2-160-0,05 ГОСТ 166-02-80.	
020 Радіально-свердлильна. Послідовна обробка отворів 7.	Радіально-свердлильний мод. 2А53.	Кондуктор спеціальний Свердло ∅3,3мм, Р6М5 ГОСТ 10902-77 Зенковка ∅16×3 мм Р6М5 ГОСТ 0151-79, Мітчик М4×0,7 ГОСТ 3266-81 , Штангенциркуль ШЦ-2-250-0.05 ГОСТ 166-80, Пробка N4×0,7, ГОСТ 17758-72	
025 Радіально-свердлильна. Послідовна обробка отворів 4	Радіально-свердлильний моделі 2А53	Кондуктор спеціальний, свердла спіральні ∅14 мм, 20мм Р6М5 ГОСТ 10903-77, Зенковка ∅22х4мм Р6М5 ГОСТ 0151-79 Штангенциркуль ШЦ-2-160-0,05 ГОСТ 166-80	

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
030 Радіально-свердлильна. Послідовна обробка різьбового отвору 9, по розмітці.	Радіально-свердлильний моделі 2А53	Свердло спіральне ∅ 4,2 мм Р6М5 ГОСТ 10902-77, Зенковка Р6М5 ∅16х3мм ГОСТ 151-79 Мітчик М5х0,8	
040 Контрольна	Стіл ВТК		

Аналіз базового технологічного процесу проводимо з точки зору забезпечення продуктивності виробництва і якості продукції. Верстатне оснащення використане стандартизоване, універсальне, універсально-складальне і спеціальне з ручним затиском. Перевагою цього оснащення є простота в експлуатації, недоліки-збільшені витрати допоміжного часу на закріплення і відкріплення заготовок.

Різальний інструмент застосовується стандартизований з різальною частиною із швидкорізальних сталей Р6М5 або твердого сплаву ВК8.

Вимірювальний інструмент, що використовується у базовому технологічному процесі є стандартний, дозволяє проконтролювати з необхідною точністю. Всі задані на кресленні деталі геометричні параметри.

Отже, можна виділити такі недоліки базового технологічного процесу:

- низький рівень складності операцій механізованими верстатними пристроями;
- на всіх операціях застосовується послідовна обробка поверхонь, що веде до збільшення основного часу; собівартості виготовлення продукції;
- низька концентрація обробки на операціях;
- низький рівень використання потужності технологічного обладнання.

1.4.3 Обгрунтування вибору технологічних баз

При виборі технологічних баз керуємося принципами суміщення і постійності баз.

База для першої операції повинна вибиратися з врахуванням забезпечення кращих умов обробки поверхонь, які приймають участь в подальшому в якості технологічних баз. Поверхня 6 яка обробляється на першій операції на наступних операціях буде служити установчою базою. Тому виходячи з умов , пропонуємо нову схему базування на першій операції (див. рисунок 1.4.1).

На наступних операціях поверхня 6 служить установчою базою , а поверхня 11 напрямна базою (див. рисунок 1.4.2)

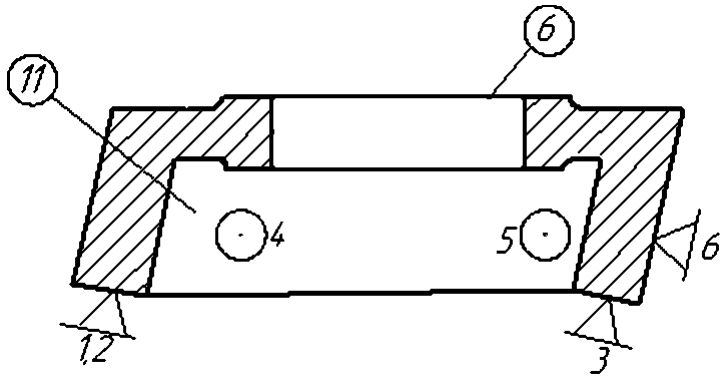


Рисунок 1.4.1 – Схема базування на першій операції

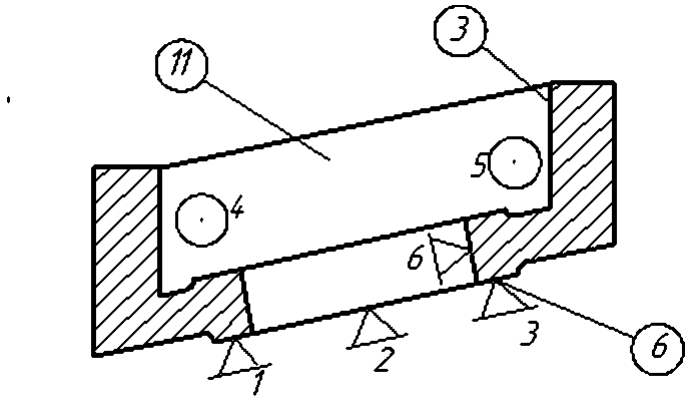


Рисунок 1.4.2 – Схема базування на наступних операціях.

В прийнятих схемах базування заготовка повністю орієнтується в просторі і виконується правило «шести точок» відповідно до ГОСТ 21495-76. Принцип постійності та суміщення баз виконується на всіх операціях чим виключається похибка базування.

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів

Розрахунок припусків на механічну обробку поверхонь в розмір $320_{-0,36}$

Розмір $320_{-0,36}$ обмежується двома площинами, які обробляються з одинаковою шорсткістю поверхні Ra 5 мкм.

При розрахунках використовуємо формулу:

$$2\,Z_{i\,min}=2\,(R_{z\,i-1}+T_{i-1}+\rho_{i-1}+\varepsilon_i) \qquad (1.5.1)$$

де, $Z_{i\,min}$- мінімальний припуск на сторону на виконуємий технологічний перехід, мкм;

$R_{z\ i-1}$ - висота мікронерівностей поверхні, які залишилися при виконанні попереднього технологічного переходу, мкм;

T_{i-1} - глибина дефектного поверхневого шару, який залишився при виконанні попереднього технологічного переходу, мкм;

ε_i - величина похибки установки заготовки при виконуваному технологічному переході ,мкм;

ρ_{i-1}- сумарні відхилення розташування, які виникли на попередньому технологічному переході , мкм;

Назначаєм маршрут обробки:

1. Заготовка (виливка).
2. Фрезерувати поверхню 1.

Для заготовки Rz+T=600мкм [2, с. 63, таблиця 4.3]

Просторові похибки виливка ρ_0, знаходимо за формулою:

$\rho_0 = \rho_{кор}$, [2, с. 66, таблиця 4.7] (3.2) (1.5.2)

де, $\rho_{кор}$- загальна величина короблення поверхні виливки ,яка визначається за формулою $\rho_{кор} = \Delta К \cdot L$, [2, с. 65] (1.5.3)

де, Δк - величина питомої кривизни виливки Δк=1 мкм/мм. [2, с .71, таблиця 4.8];

L=130мм – довжина заготовки в напрямку обробки.

Тоді $\rho_0 = \rho_{кор} = 1 \cdot 130$=130 мкм. (1.5.4)

Для фрезерування поверхонь Rz=25 мкм; Т=25 мкм [3, с. 185, таблиця 10]

Величина сумарних розташувань відхилень заготовки після виконання переходу, мкм;

$\rho_{зал}=^{К_у} \cdot \rho_0$ [2, с. 73] (1.5.5)

де, Ку -коефіцієнт уточнення форми: $\kappa_y = 0,06$ [2, с. 73]

Тоді: $\rho_{зал} = 0,06$ ·130=7,8 мкм.

Похибка установки заготовки ε_y=130мкм [3, с. 43, таблиця 14]

Всі отримані значення елементів припусків заносимо в розрахункову таблицю 1.5.1.

Таблиця 1.5.1 - Розрахункова таблиця для визначення припусків ,граничних розмірів і допусків .

Вид заготовки і технологіч-на операція	Ква-літет IT	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{imin}$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	До-пуск δ_i, мкм	Граничні розміри, мкм		Гранич-ні допу-ски мкм	
		Rz	T	ρ_0	ε_y				B_{max}	B_{min}	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
Заготовка виливка	$\pm\frac{14}{2}$	60	0	130	-	-	321,34	2400	323,74	321,34	-	-
Фрезерування	11	25	25	7,8	130	2·180	319,64	360	320	319,64	2×1870	2×850

Проведемо перевірку $Z_{max} - Z_{min} = \delta_{i-1} - \delta_i$ (1.5.6)

2·1870-2·850=2400-360

2040=2040

Умова виконується – отже розрахунки правильні, на їх основі будуєм схему розташування граничних розмірів, допусків і припусків (див. рисунок 1.5.1)

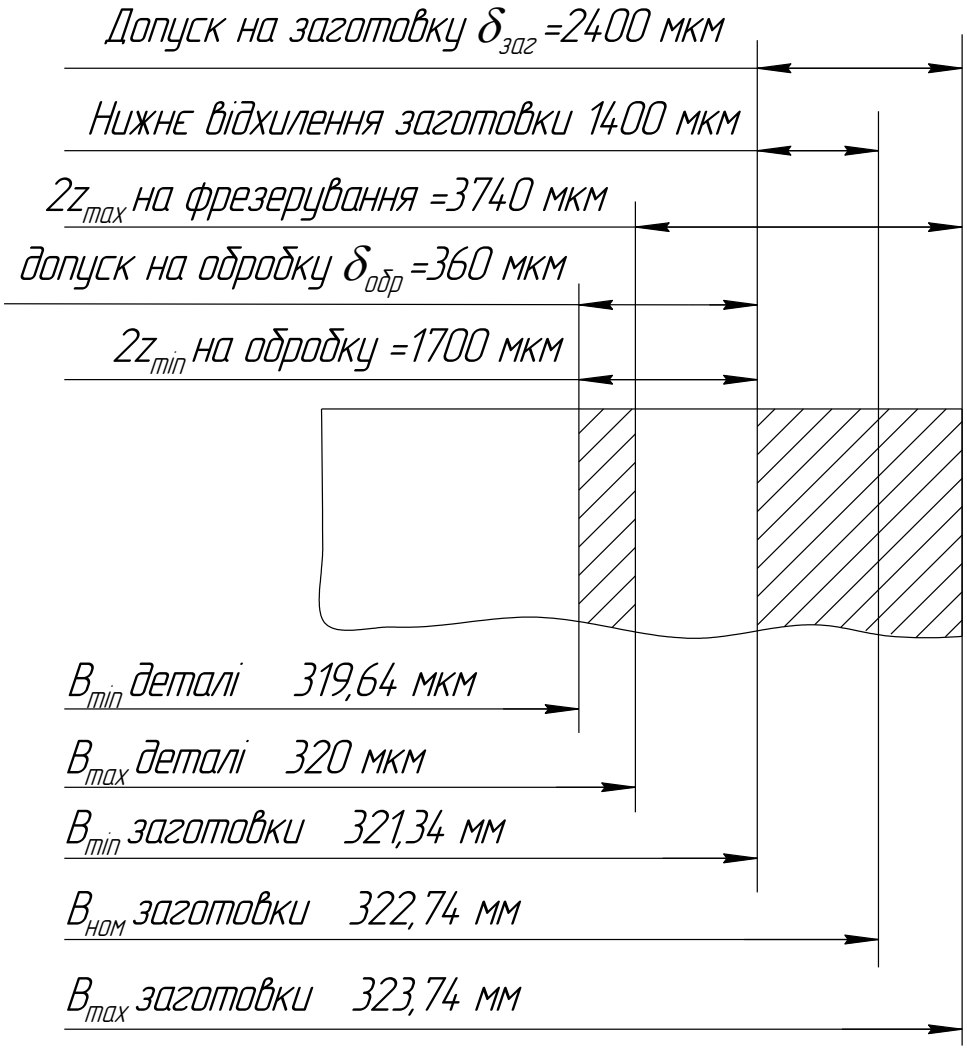


Рисунок 1.5.1 – Схема розташування полів допусків і проміжних розмірів для обробки поверхонь з розміром $320_{-0,36}$ мм.

Розрахунок припусків на обробку поверхні в розмір $16_{-0.43}$ мм.

Розмір $16_{-0.43}$ відмежовується двома площинами , одна з яких обробляється з шорсткістю Ra=10мкм .При розрахунку припуску використовуємо формулу

$Z_{imin}= R_{z\ i-1}+T_{i-1}+\rho_{i-1}+\varepsilon_i$ [2, с. 62, таблиця 4.2] (1.5.7)

Назначаєм маршрут обробки:

1. Заготовка (виливка).
2. Фрезерування однократне.

Для заготовки: Rz+T=600мкм [2, с. 63, таблиця 4.3]

Просторові похибки відвиливка ρ_0, мкм знаходимо за формулою:

$$\rho = \rho_{кор} = \Delta К \cdot L, \quad (1.5.8)$$

L=320 мм –довжина заготовки в напрямку обробки;

$\Delta К$=1мкм/мм [2, с. 71]

Для фрезерування: Rz= T=30мкм.

Величина просторових відхиень:

$\rho_{зал}=\rho_0 \cdot К_y$;

де , $К_y$=0,06 - [2, с. 73].

Тоді, $\rho_{заг}$=0,06·320=19.2 мкм

Похибка установки заготовки: ε_y=110мкм - [3, с. 43]

Всі отримані значення елементів припуску заносимо в таблицю 1.5.2

Таблиця 1.5.2 – Розрахункова таблиця для визначення припусків, граничних розмірів і допусків .

Вид заготовки і техноло-гічна операція	Ква-літет IT	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий Припуск $2Z_{imin}$, мкм	Розрахунковий розмір , мм	До-пуск δ_i, мкм	Граничні розміри, мкм		Граничні допуски мкм	
		Rz	T	ρ_0	ε_y				B_{max}	B_{min}	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
Заготовка виливка	$\pm\frac{14}{2}$	60	0	320	-	-	16,60	1600	1820	1660	-	-
Фрезерування	H14	30	30	19,2	110	1030	15,57	430	1600	1557	2200	1300

Проведемо перевірку користуючись співвідношенням:

$Z_{imax} - Z_{imin} = \delta_{i-1} - \delta_i$ (1.5.9)

2200-1030=1600-430

1170=1170

Перевірка показує, що розрахунки проведено правильно. На основі розрахункової таблиці 1.5.2 будуємо схему розташування граничних розмірів,допусків і припусків.

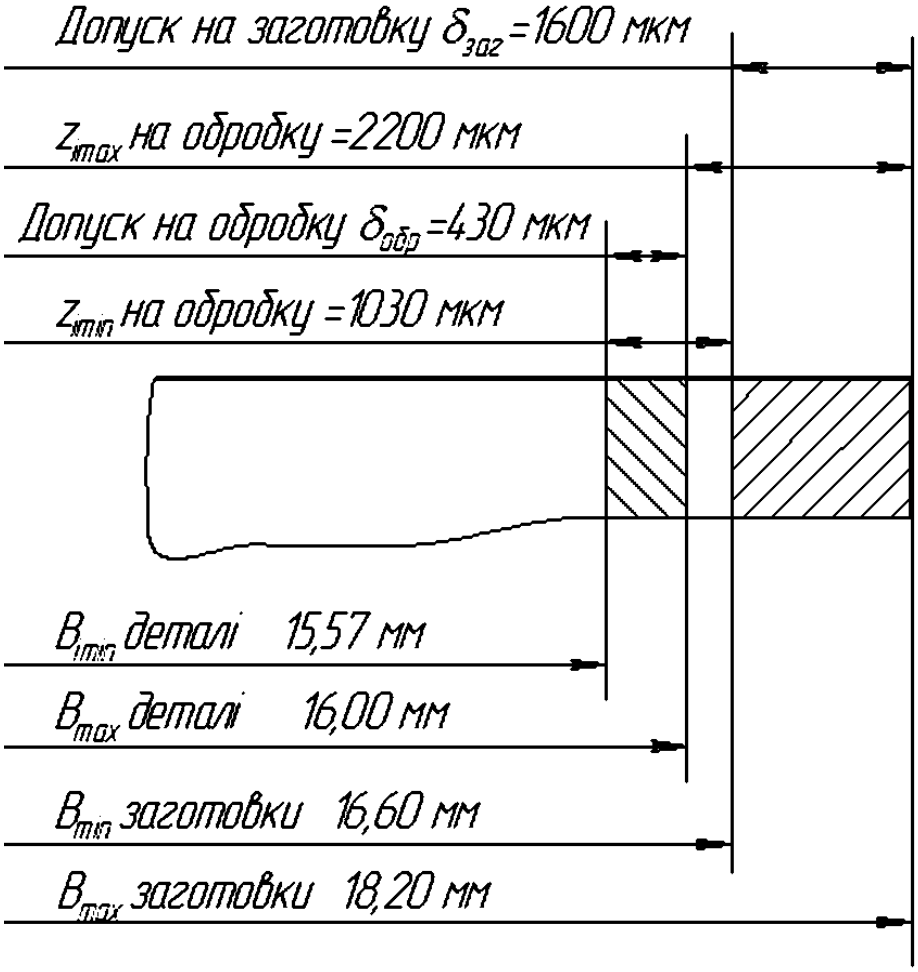


Рисунок 1.5.2 – Схема розташування полів допусків і проміжних розмірів для обробки поверхні в розмір $16_{-0,43}$.

Розрахунок припусків на обробку поверхні в розмір $20_{-0,52}$ мм

Розмір $20_{-0,52}$ мм відмежовується двома площинами одна з яких обробляється з шорсткістю Ra=5мкм. При розрахунку припусків розраховуєм за формулу:

$$Z_{imin}= R_{z\,i-1}+T_{i-1}+\rho_{i-1}+\varepsilon_i$$

Назначаєм маршрут обробки:

1.Заготовка.

2.Фрезерування чорнове.

Для заготовки: Rz+T=600мкм [2, с. 63, таблиця 4.3]

Просторові похибки відвиливка ρ_0, мкм знаходим за формулою

$$\rho = \rho_{кор} = \Delta К \cdot L, \qquad (1.5.8)$$

де, L=130мм –довжина заготовки в напрямку обробки ;

$\Delta К$-вечина питомої кривизни виливки;

$\Delta К$=1мкм/мм [2, с. 71, таблиця 4.8]

ρ_0=1·130=130мкм

Для фрезерування: Rz= T=25мкм. [3, с. 185, таблиця 10]

Величина залишкових сумарних відхилень після виконання переходу мкм :

$\rho_{зал}$= $К_у$· ρ_0;

де, $К_у$-коефіцієнт уточнення форми, $К_у$=0,06 [2, с.73]

Тоді, $\rho_{зал}$=0,06·130=7,8 мкм

Похибка установки для даного розміру буде рівна нулю

Всі отримані значення елементів припуску заносимо в таблицю 1.5.3

Таблиця 1.5.3 – Розрахункова таблиця для визначення припусків, граничних розмірів і допусків .

Вид заготовки і техноло-гічна операція	Ква-літет IT	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{imin}$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск δ_i, мкм	Граничні розміри, мкм		Граничні припуски, мкм	
		Rz	T	ρ_0	ε_y				B_{max}	B_{min}	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
Заготовка виливка	H14		600	130	-	-	20,33	1600	21,93	20,33	-	-
Фрезерування	H14	25	25	7,8	130	850	19,48	520	2000	19480	1930	850

Проведемо перевірку користуючись співвідношенням:

Z_{imax} -Z_{imin}= δ_{i-1}- δ_i (1.5.9)

1930-850=1600-520

1080=1080

Перевірка показує ,що розрахунки проведено правильно.На основі розрахункової таблиці 3.3 будуємо схему розташування граничних розмірів, допусків і припусків .

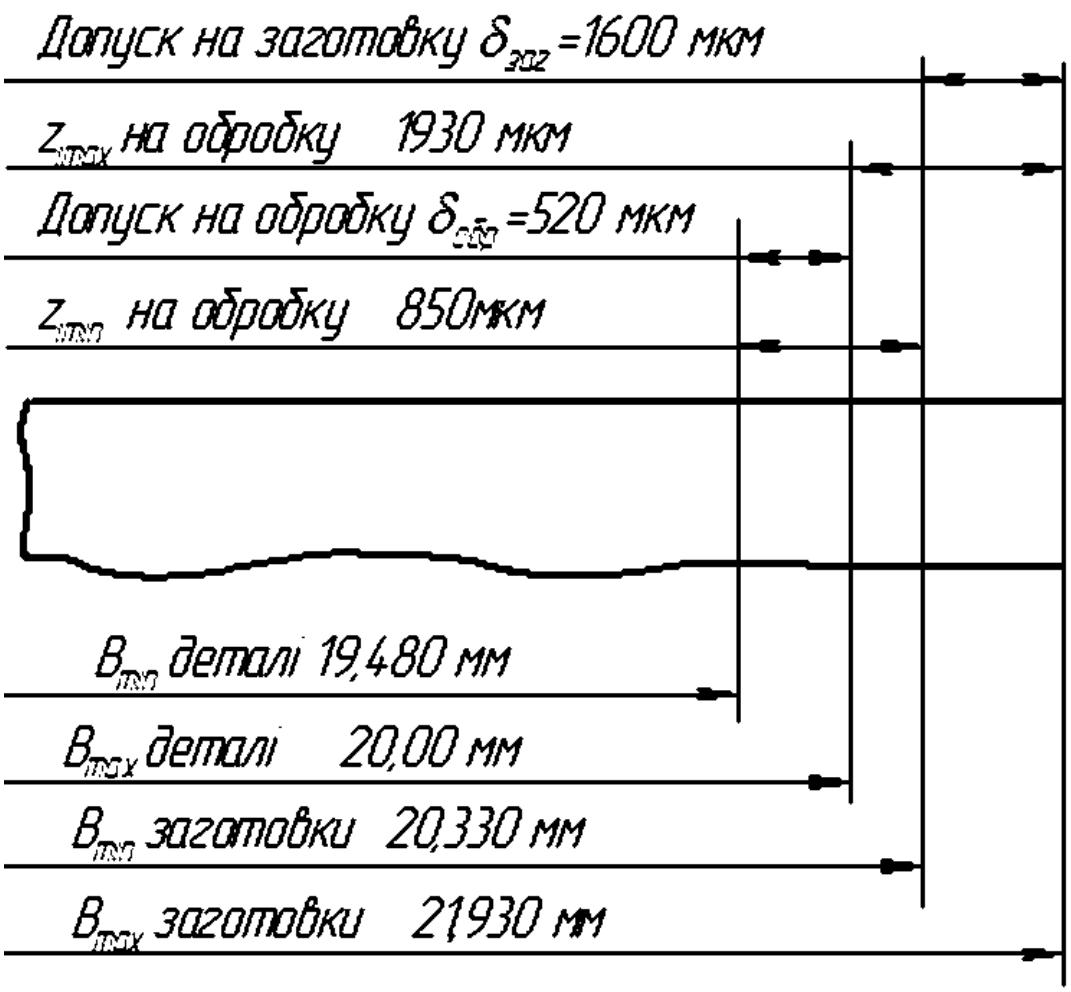
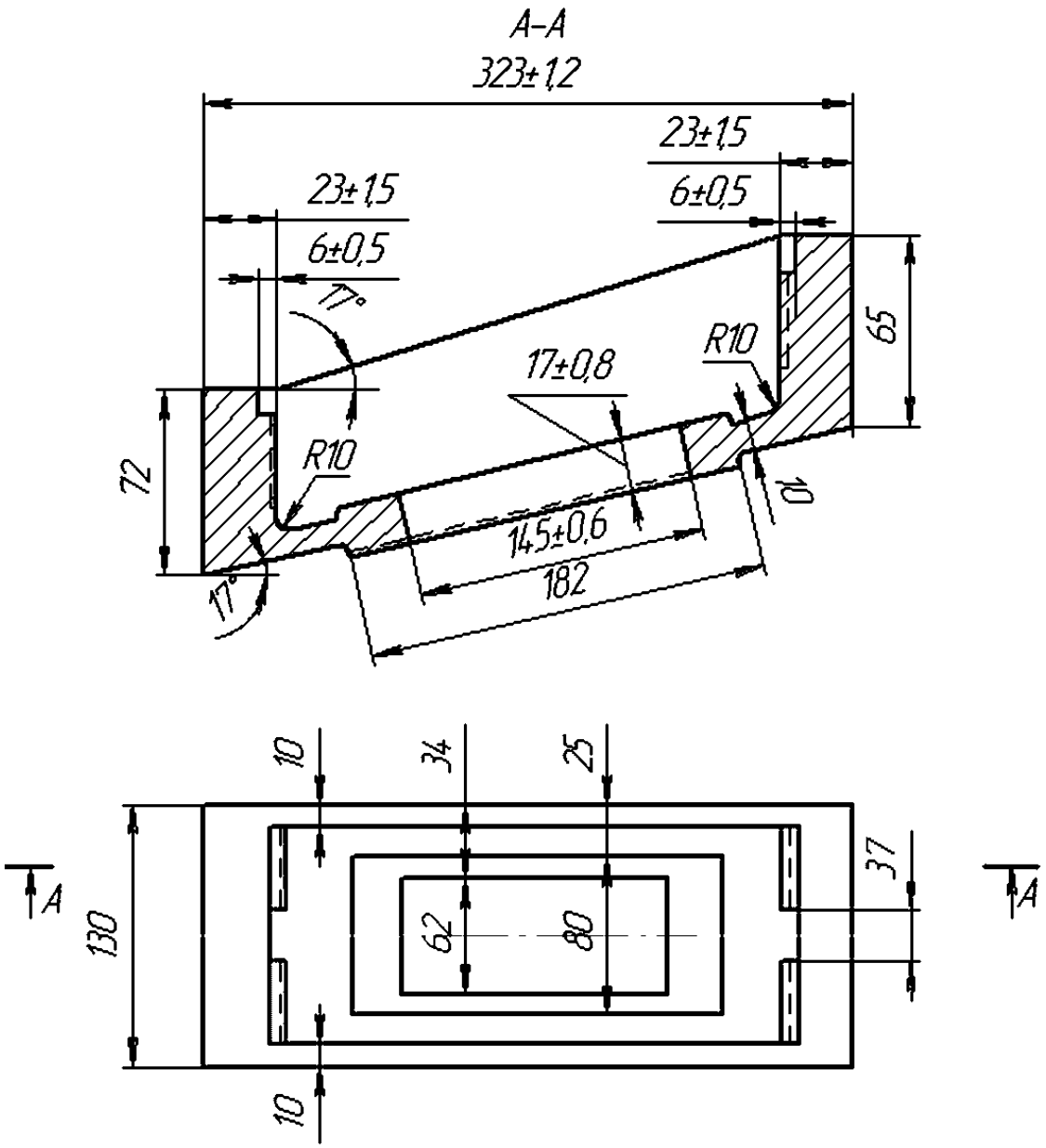


Рисунок 1.5.3 – Схема розташування полів допусків і проміжних розмірів для обробки поверхні в розмір $20_{-0,52}$.



1. Невказані ливарні радіуси R5 мм

2. Невказані формовочні нахили 2°±15‘

3. Тріщини і усадочні раковини не допускаються

4. Виливки піддаються старінню

Рисунок 1.5.4 – Ескіз заготовки.

1.5.2 Розрахунок режимів різання і вибір верстатів

Розрахунок режимів різання для фрезерування паза розмірами R11, $42^{+0,62}$

Фрезерування пазу є однократне і виконується кінцевою фрезою з конічним хвостовим ГОСТ 17026-71, виготовленої з Р6М5; діаметр фрези D=22мм; L=140мм; l=38мм; z=5, конус морзе №3

Визначаємо геометричні елементи зубів фрези: $\alpha торц = 16°;$

$\gamma = 10°;\ \omega = 35° - [\,5, с248 - 250, таблиці\ 78 - 83\,]$

Встановимо глибину різання t мм. Для даної схеми обробки t=D=25мм. Ширина фрезерування В=15мм.

Назначаємо подачу на зуб фрези S_z=0.05мм/зуб – [4, с. 284, таблиця 35].

Період стійкості фрези: $T=90_{хв}$ – [4, с. 290, таблиця 40]

Визначаємо швидкість головного руху різання, яка допускається різальними властивостями фрези:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^v \cdot Z^p}. \qquad (1.5.10)$$

де, C_v=72; q=0,2; x=0,5; y=0,2; 11=0,3; p=0,3; m=0,25 [4.с. 288, таблиця 35]

Вираховуємо загальний поправочний коефіцієнт K_v

$K_v = K_{mv} \cdot K_{пv} \cdot K_{iv}$ (1.5.11)

Де $K_{mv} = \left(\frac{190}{НВ}\right)^{пv} = \left(\frac{190}{225}\right)^{0,95} = 0,85$ (1.5.12)

$K_{пv}$ = 0,85; K_{iv} = 1 – [4, таблиця 5.8]

Отже: $K_v = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,85 - 0.73$

Тоді: $V = \frac{72 \cdot 22^{0,7} \cdot 0,73}{90^{0.24} \cdot 22^{0.5} \cdot 0.05^{0.2} \cdot 15^{0.3} \cdot 5^{0,3}} = 15,79 м/хв$

Визначемо частоту обертання шпінделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 15,79}{3,14 \cdot 22} = 228,5\ хв^{-1} \qquad (1.5.13)$$

Оскільки регулювання приводу головного руху верстата 2204ВМФ4 безступінчасте, то приймаємо n=230 $хв^{-1}$

Визначаємо хвилинну подачу:

$S_{хв} = S_z \cdot n \cdot z = 0,05 \cdot 5 \cdot 230 = 57,5$ мм/хв (1.5.14)

Регулювання приводу подач верстату також безступінчасте тому:

$S_{хв} = 57,5$ мм/хв

Розрахуємо силу різання при фрезеруванні:

$$P_z = \frac{10Cp \cdot t^x S_{z^x} \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \qquad (1.5.15)$$

де, Ср=30; x=0,83; y=0,65; u=10; q=0,83; w=0 [4, с. 291, таблиця 41]

Поправочний коефіцієнт на якість обробленого матеріалу:

$$K_{mp} = (HB/190)^n \qquad (1.5.16)$$

де, n=0.55 [4, с. 264, таблиця 9]

$$K_{mp} = (\frac{225}{190})^{0,55} = 1.1$$

Тоді: $$P_z = \frac{10 \cdot 30 \cdot 22^{0,83} \cdot 0.05^{0,65} \cdot 15^{-40} \cdot 5 \cdot 1,1}{22^{0,83} \cdot 230} = 3531н$$

Визначемо крутний момент

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{3531 \cdot 22}{2 \cdot 100} = 388,4 н.м$$

Розрахуємо ефективну потужність:

$$N_e = \frac{Pz \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3531 \cdot 22}{1020 \cdot 60} = 0,91 кВТ \qquad (1.5.17)$$

Потужність електродвигуна приводу головного руху верстату моделі 2204:

$N_{дв}$=6,3 кВт, отже обробка можлива, так як $N_e < N_{дв}$, 0,91 кВт<6,3кВт

Розрахунок режимів різання для свердління отвору ∅ 20 мм

Свердління для даного отвору є однократною обробкою і проводиться спіральним свердлом з швидкорізальної сталі Р6М5 з конічним хвостовиком по ГОСТ 10903-77:діаметр свердла D=20мм; загальна довжина L=223мм, довжина робочої частини l=135мм.

Визначимо геометричні елементи свердла :

$\alpha = 11°$; f_n=0.3мм; $\alpha_1 = 8°$; конус морзе №=3; φ=55°;°; $\omega = 30°$; 2φ=118°; $2\varphi_0$=70°; форма заточки подвійна – з підточною поперечної кромки і стрічки ППС [4, с.150-152,таблиці 42-45].

Встановимо глибину різання :

$$t=\frac{D}{2}=\frac{20}{2}=10мм \quad (1.5.18)$$

Назначаєм осьову подачу : S_0=0,47мм/об [4, с.277, таблиця 25]

Регулювання приводу подач безступінчасте , тому S_0=0.47мм/об. Період стійкості свердла :T=60хв [4, с. 280, таблиця 30]

Визначаєм швидкість головного руху різання, яку допускають ріжучі властивості свердла: $V=\frac{c_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot S_0^{\ y}}$. [4, с.276] (1.5.19)

де , C_v=71.1; q=0.25; y=0.4; m=0.125 [4 с. 278, таблиця 28]

Врахуєм загальний поправочний коефіцієнт K_v

$K_v=K_{mv}\cdot K_{ev}\cdot K_{iv}$ [4, с.276] (1.5.20)

де, K_{mv}- поправочний коефіцієнт ,що враховує вплив властивостей оброблюваного матеріалу;

де, пv=1,3 [4, с. 262, таблиця 2]

Де $K_{mv}=\left(\frac{190}{НВ}\right)^{пv}=\left(\frac{190}{225}\right)^{1,3}=0,8$ (1.5.21)

K_{ev} = 1; [4, с. 280, таблиця 31];

K_{iv} = 1 [4 с. 263, таблиця 6]

K_v=1,0·1,0·0,8=0,8

Тоді $V=\frac{17,1\cdot 2^{0,05}\cdot 0,8}{60^{0,125}\cdot 0,47^{0,4}}=24,1м/хв$

Визначимо частоту обертання шпінделя верстата :

$$n=\frac{1000v}{\pi\cdot D}=\frac{1000\cdot 24.1}{3,14\cdot 20}=384\ хв^{-1} .$$

Так як регулювання приводу головного руху безступінчасте то приймаємо n=384 $хв^{-1}$.

Визначимо величину подачі : $S_{хв}=S_0\cdot n=0,47\cdot 384=100,5$мм/хв.

Обертовий момент на шпінделі верстата $M_{об}$, Н·м

$M_{об}=10\cdot C_m\cdot D^q\cdot S^y\cdot K_p$; [4, с. 277] (1.5.22)

де, C_m=0,021; q=2,0; y=0,8 [4, с. 281, таблиця 32]

K_p - поправочний коефіцієнт , що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу: $K_{p=}\ K_{mo}=(\frac{HB}{190})^n=(\frac{225}{190})^{0.6}=1.11$ [4, с. 264, таблиця 9] (1.5.23)

Тоді : $M_{об}=10\cdot0{,}021\cdot2^{2{,}0}\cdot0{,}47^{0{,}8}\cdot1{,}11=5.1$ Н·М

Осьова сила при свердлінні P_0, Н визначається за формулою:

$P_0=10C_p\cdot D^q\cdot S^y\cdot K_p$, [4, с. 277] (1.5.24)

де, $C_p=42{,}7$, $q=1{,}0$,$y=0{,}8$ [4, с. 281, таблиця 32]

Тоді $P_0=10\cdot42{,}7\cdot20^{1{,}0}\cdot0{,}47^{0{,}8}\cdot1{,}11=5182$ Н

Визначимо ефективну потужність різання: N_e, кВт

$$N_e=\frac{M_{об}\cdot n}{9750}=\frac{51{,}384}{9750}=2{,}01кВТ \quad (1.5.25)$$

Потужність електродвигуна приводу головного руху верстата 2204ВМФ4 , $N_{дв}=6{,}3$ кВт. Отже, обробка можлива так як $N_e< N_{дв}$,

2,01 кВт<6,3 кВт.

Розрахунок режимів різання для фрезерування поверхонь в розмір $320_{-0.36}$

Однократне фрезерування поверхонь в розмір $320_{-0.36}$ проводимо торцевою фрезою з вставними ножами оснащеними пластинами з твердого сплаву ВК8 ГОСТ 9473-80 [4, с.187, таблиця 94]. Діаметр фрези D=160мм висота фрези L=39мм .Визначимо геометричні елементи зубів фрези: α=8°; γ=10°; φ_0=45°; φ_1=5° [5, с. 248-250, таблиця 77-78]

Встановлюєм глибину різання t ,мм. Припуск знімаємо за один робочий хід , отже $t=h=\frac{323{,}74-320}{2}=1{,}87$мм.

Ширина фрезерування B=130мм.

Назначаєм подачу на зуб фрези : $S_z=0{,}12$мм⁄зуб – [4, с. 283, таблиця 33]

Період стійкості фрези T=180хв [4, с. 290, таблиця 40]

Визначаєм швидкість головного руху різання, яка допускається різальними властивостями, фрези : $V=\frac{C_v\cdot D^q\cdot K_v}{T^m\cdot t^x\cdot S_z{}^y\cdot B^v\cdot Z^p}$ [4, с. 282] (1.5.26)

де, C_v =445 коефіцієнт на умови обробки; q=0,2; x=0,5; u=0.2; m=0,32

[4, с.288, таблиця 39]

Враховуємо загальний поправочний коефіцієнт K_v

$K_v=K_{mv}\cdot K_{nv}\cdot K_{iv}$ [4, с. 282] (1.5.27)

де K_{mv} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу:

$n_v=1,25$ [4, 262, таблиця 2]

Тоді $K_{mv}=\left(\frac{190}{HB}\right)^{nv}=\left(\frac{190}{225}\right)^{1.25}=0,81;$ (1.5.28)

$K_{nv}=0,85$ - кокфіцієнт що враховує стан поверхні заготовки;

[4, с. 263, таблиця 5]

$K_{iv}=0,83$ - коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента;

[4, с. 263, таблиця 6]

Тоді $K_v=0,81\cdot0,85\cdot0,83=0,57$

Отже $V=\frac{445\cdot160^{0,2}\cdot0,57}{180^{0,32}\cdot1,87^{0,15}\cdot0,29^{0,35}\cdot130^{0,2}\cdot10^{0,3}}=96,96 м/хв$;

Визначаєм частоту обертання шпинделя :

$n=\frac{1000v}{\pi\cdot D}=\frac{1000\cdot96,96}{3,14\cdot160}=188,5$ хв$^{-1}$ (1.5.29)

Так як регулювання частот верстата безступінчасте то приймаєм $n_д=190$ хв$^{-1}$

Визначаєм хвилинну подачу

$S_{хв}=S_z\cdot Z\cdot n_д=0,12\cdot16\cdot190=367,2$ мм/хв (1.5.30)

Приймаємо $S_{хвд}=370$ мм/хв

Розрахуєм силу різання при фрезеруванні P_z, Н за формулою:

$$P_z=\frac{10\cdot C_p\cdot t^x\cdot S_z^y\cdot B^u\cdot Z\cdot K_{mp}}{D^q\cdot n_o^w}$$ [4, с.282] (1.5.31)

де, C_p=54,5; x=0,9; y=0,74; u=1,0; q=1,0; w=0 [4,с.291,таблиця 41]

$K_{мр}$-поправочний коефіцієнт на якість матеріалу;

$K_{mp}=\left(\frac{HB}{190}\right)^n$ [4, с. 264,таблиця9] (1.5.32)

де, n=1,0 [4, с. 264, таблиця 9]

$K_{mp}=\left(\frac{225}{190}\right)^{0,75}=1,18;$

Тоді $P_z=\frac{10\cdot54,5\cdot1,87^{0,9}\cdot130^{1,0}\cdot16\cdot1,18}{160^{1,0}\cdot190^{0}}=3058$ Н ;

Визначимо крутний момент $M_{кр}$, Н·м;

$$M_{кр}=\frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}=\frac{160 \cdot 3058}{2 \cdot 100} 2446 \text{ Н·м} \quad [4, \text{с.}290] \quad (1.5.33)$$

Визначаєм ефективну потужність різання :

$$N_e=\frac{P_z \cdot V_д}{1020 \cdot 60}=\frac{3058 \cdot 97}{1020 \cdot 60}=4,8 кВТ \quad (1.5.34)$$

Потужність електродвигуна приводу головного руху верстата 2204ВМФ4 , $N_{дв}$=6,3кВ . Отже,обробка можлива так як $N_e < N_{дв}$

Розрахунок режимів різання табличним способом.

Табличні режими різання вибрані згідно рекомендацій викладених в [6, 7], і занесені до таблиці 1.5.3.

Таблиця 1.5.3 – Режими різання для обробки деталі «Стойка КО-8.04.00.004»

Номер і назва операції,переходу	i	t, мм	S, $\frac{мм}{хв}$	n, $хв^{-1}$	V, $\frac{м}{хв}$	N_e, кВт
005 Фрезерна з ЧПК						
1 Фрезерувати поверхню вікна 6	1	1,3	1030	240	120,6	3,36
2 Центрувати 6 отв.	6	2,1	220	200	27,5	0,3
3 Свердлити 6 отв. Ø 3,3мм	6	1,65	180	200	28	0,3
4 Фрезерувати 2 платики	2	1,0	250	560	35,2	0,77
010 Багатоцільова з ЧПК						
1 Фрезерувати поверхні в розмір 320 мм	2	1,87	370	190	97	4,8
2 Свердлити 4отв. Ø14мм	4	7	286,2	530	23,3	2,1
3 Свердлити 3 отв. Ø20мм	3	10	180,5	384	24,1	2,01
4 Фрезерувати паз н	1	22	57,5	228,5	15,8	0,91
5 Фрезерувати 4 платики 3	4	1,0	250	560	35,2	0,77
6 Центрувати отвір	1	5,2	220	200	27,5	0,3
7 Свердлити отвір	1	4,2	220	200	27,5	0,3
015 Слюсарна						
020 Контрольна						

Паспортні дані вибраних верстатів

Паспортні дані верстатів вибрані згідно [4, 8] і занесені до таблиці 1.5.4.

Таблиця 1.5.4 - Паспортні дані верстатів .

Парамери	6Р13РФ3	2204ВМФ4
Розміри робочої поверхні стола, мм (ширина×довжина)	400×600	500×400
Найбільше переміщення стола, мм:		
поздовжнє	1000	500
поперечне	400	500
вертикальне	380	500
Число швидкостей шпінделя	18	Б/с
Частоти обертання шпінделя хв$^{-1}$	40-2000	32-2000
Число подач стола	Б/с	Б/с
Подача стола , мм/хв:		
поздовжня	10-1200	2,5-2500
поперечна вертикальна	10-1200	2,5-2500
Швидкість прискореного руху стола, мм/хв:		
поздовжнього і поперечного	2400	10000
вертикального	2400	10000
система ЧПК	Н33-1М	Розмір 2М-1300
Число керуємих координат	3	6
з них одночасно	2	5
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	7,5	6,3
Габаритні розміри, мм:		
довжина	3425	3085
ширина	3200	2000
висота	2520	2475
маса,кг	6750	7000

1.5.3 Розробка структури операцій, технологічних налагоджень та керуючих програм

1.5.3.1 Вибір системи координат верстата з ЧПК, деталі та інструменти

В технологічному процесі використано вертикально-фрезерний верстат з ЧПК моделі 6Р13РФ3.

Для керування рухом формоутворення інструмента необхідно визначити взаємне розміщення заготовок та інструмента в робочому просторі верстата. Це пов'язано з тим, що точність розмірів деталі витримують відносно початку координатної системи верстата, а не відносно базуючи поверхонь пристрою. Розташування окремих поверхонь і конструктивних елементів в об'єкті деталі задають в системах координат деталі яку зв'язують із системою координат верстата. Тому підчас обробки заготовок на верстатах з ЧПК використовують три системи координат:

- систему координат верстата (СКВ) xyz;
- систему координат деталі (СКД) $X_д$,$У_д$, $Z_д$;
- систему координат вихідної точки $О_{вт}$.

СКВ вибираємо відповідно до рекомендацій КО та ГОСТ 23597-79, як прямокутну декартову пряму вісь Z збігається з віссю обертання шпінделя, а її додатній напрям відповідає виходу фрези із заготовки. Початок СКВ називають його нульовою точкою Ов. Відносно Ов в керуючій програмі задаються абсолютні переміщення робочих органів. На верстаті 6Р13РФ3, який має «плаваючий нуль» підрахунок, початок підрахунку переміщення робочого органу може бути перенесений в будь-яку точку СКВ. В систему координат вихідної точки вибираємо в робочій зоні верстата на певній відстані від деталі для зручності затискання заготовки, зменшення довжини холостих ходів, безпечності заміни інструменту. У вихідній точці Овт починається програмування переміщення інструменту по керуючій програмі. Положення точки Овт задають в СКВ і зв'язують з базуючими елементами пристрою для затискання деталі.

СКД використовуємо для задання розмірів деталі за допомогою координат опорних точок. Почато СКД (нульову точку деталі) Од вибеоремо в порожнині

деталі (див. аркуш 8). Напрями координатних осей СКД виберемо таким самим як і СКВ. Таблиця координат опорних точок наведена на аркуші 8 графічної частини проекту.

1.5.3.2 Налагодження верстата з ЧПК

Досягнення заданої точності розташування оброблених на верстаті з ЧПК поверхонь відносно баз заготовки пов'язане з необхідністю точного вимірювання положення СКД, тобто положення установочних елементів пристрою або баз заготовки відносно СКВ.

Налагодження нульового положення (вихідна точка 0вт) здійснюється на пульті керування верстатом перед початком обробки партії делей.

Витрати часу на налагодження нульового положення враховують в комплекс підготовчо-заключного часу.

1.5.3.3 Розробка керуючої програми

Після розробки карти налагодження верстату 6Р13РФ3 заповнюємо розрахунково-технологічну карту (див. аркуш 2) в якій вказуємо координати опорних точок СКД, а режими обробки.

Використовуючи розрахунково-технологічну карту складаємо керуючу програму, яка будується з кадрів трьох типів:

1) головний кадр в якому задаються інструмент і режими;
2) кадр позиціювання , в якому задаються координати переміщень;
3) заключні кадри.

Керуюча програма на фрезерну операцію з ЧПК 005:

%

N001G90 T 01S240 M03LF

N002G00 Z 400,000 F2400LF

N003G00 X 45,00 Y65000 F2400 LF

N004G00 Z 152,000 F2400 LF

N005G01 X 290,000 F0960 LF

N006G00 Z 400,000 F2400 LF

N007G00 X0Y0 F2400 M05 LF

N008G00 T 02 S200 M03 LF

N009G00 Z 18600 F2400 LF

N010G00 X 105000 Y65000 F2400 LF

N011G01 Z 175000 F0220 LF

N012G00 Z 18600 F2400 LF

N013G00 X 108,000 Y31000 F2400 LF

N014G01 Z 175000 F0220 LF

N015G00 Z 186,000 F2400 LF

N016G00 Y 99000 F2400 LF

N017G01 Z 175000 F0220 LF

N018G00 Z 186000 F2400 LF

N019G00 X 274000 F2400LF

N020G01 Z 175000 F0220 LF

N021G00 Z 186000 F2400 LF

N022G00 Y 31000 F2400 LF

N023G01 Z 175000 F0220 LF

N024G00 Z 186000 F2400 LF

N025G00 X 217000 Y65000 F2400 LF

N026G01 Z 175000 F0220 LF

N027G00 Z 400000 F2400 LF

N028G00 X0Y0 M05 LF

N029T03 S200 M03 LF

N030G00 Z 209000 F2400 LF

N031G00 X 105000 Y65000 F2400 LF

N032G01 Z 183000 F0180 LF

N033G00 Z 209000 F2400 LF

N034G00 X 108000 Y31000 F2400 LF

N035G01 Z 183000 F0180 LF

N036G00 Z 209000 F2400 LF

N037G00 Y 99000 F2400 LF

N038G01 Z 183000 F0180 LF

N039G00 Z 209000 F2400 LF

N040G00 X 274000 F2400 LF

N041G01 Z 183000 F0180 LF

N042G00 Z 209000 F2400 LF

N043G00 Y 31000 F2400 LF

N044G01 Z 183000 F0180 LF

N045G00 Z 209000 F2400

N046G00 X 277000

N047G01 Z 183000

N048G00 Z 400000

N049G00 X0Y0 M05 LF

N050T04 S560 M03 LF

N051G00 X – 5000 Y129000 F2400 LF

N052G00 Z 16000 F2400 LF

N053G01 X 40000 F0250 LF

N054G00 Y 13500 F2400 LF

N055G00 X 37000 F2400 LF

N056G00 Y 12900 F2400 LF

N057G01 X 33000 F0250 LF

N058G00 Y 13500 F2400 LF

N059G00 Z 400000 F2400 LF

N060G00 X0Y0 M05 LF

N061 M02 LF

1.5.4 Аналіз точності обробки поверхні в розмір $320_{-0,36}$

Поверхню в розмір 320 обробляємо на верстаті моделі 2204ВМФ4. Матеріал деталі - сірий чавун СЧ25, НВ=225. Деталь кріпиться в спеціальному пристрої. Інструмент - фреза діаметром 50 мм з пластинами з твердого сплаву ВК8 з геометрією різальної частини .

Основними похибками, що виникають при фрезеруванні поверхні і впливають на точність обробки є:

$\Delta\varepsilon_y$- похибка установки заготовки в пристрої з врахуванням коливань розмірів базової поверхні, контактних деформацій установчих баз без заготовки і пристрою;

Δу - коливання пружніх деформацій системи ВПІД під впливом нестабільних навантажень , діючих в системі змінної жорсткості;

ΔН - похибка налагодження верстата на витримуваний розмір;

Δі - похибка від розмірного спрацювання різального інструменту;

Δв - геометричні похибки верстата, які впливають на витримуваний параметр;

Δт - коливання пружніх і контактних деформацій елементів технологічності системи від нагрівання за рахунок тепла, що виділяється при різанні, від тертя нерухомих елементів системи.

Для лінійних розмірів, координуючих положень оброблює мого профілю відносно іншої поверхні деталі застосовують формулу:

$$\Delta\sum = \frac{1}{K}\cdot\sqrt{(K_1\cdot\Delta\varepsilon_y)^2+(K_2\cdot\Delta y)^2+(K_3\cdot\Delta H)^2+(K_4\cdot\Delta i)^2+(K_5\cdot\Delta в)\ +(K_6\cdot\Delta T)}$$; [3, с. 23] (1.5.47)

де, К- коефіцієнт відносного розсіювання вихідного параметру

К=1; $К_1=К_2=К_3=1$; $К_4=К_5=К_6=1{,}73$; [3, с. 24]

Похибка установки заготовки в пристрої виходячи з умов обробки і схеми базування рівна нулю.

Динамічну похибку Δ_y, мкм випадкового характеру визначаєм за формулою:

$\Delta_y = \Delta_P / y = \Delta_P\cdot\omega$; [3, с. 26] (1.5.48)

де Δ_P- зміна постійної сили різання, ΔР=3058 Н (див. пункт 32)

$\omega = y/P_y$; y=400мкм; P_y=15680 Н; [3, с.33, таблиця 11]

Δу=3058·400/15680=39 мкм.

Похибка налагодження $\Delta_н = \sqrt{(K_p\cdot\Delta рег)^2+(K_в\cdot\Delta вим)^2}$ [3, с. 70] (1.5.49)

$К_р$, $К_в$- коефіцієнт, що враховує відхилення закону розподілу елементарних величин $Δ_{рег}$ та $Δ_{вим}$ від нормального закону розподілу $К_р$=1,73; $К_в$=1 [3, с. 70]

$Δ_{рег}$ - похибка регулювання інструменту при наладці інструменту на розмір;

$Δ_{рег}$=0,61мм ; [3, с. 71]

$Δвим$=0,01мм – похибка вимірювання деталей [8, с. 577 таблиця 36]

$Δ_н=\sqrt{(1,73\cdot 10\ )^2+(1\cdot 10)^2}=20мкм$

Похибка $ΣΔ_в$=12 мкм [3, с.59, таблиця 23]

Систематична похибка Δі, мкм зумовлена зносом фрез визначаємо виходячи з залежності: $Δi=2U_0\cdot(1+\frac{V\cdot\tau}{1000})\cdot К$ [3, с.73] (1.5.50)

де, U_0=14мкм/км - відстань зношення фрези [див. пункт 1.5.2]

τ - час обробки, хв.

К=(В+100)·1/2·$Д_ф$ =(80+100)·1/2·160=0,56.

Похибка Δ - береться із знаком «+», тобто розміри спрацювання проводять для збільшення витримуваного розміру.

$Δ_i$=2·14(1+0,097·τ)

Визначаємо похибку миттєвого розсіювання розміру $Δ_{мн}$ з врахуванням похибок : $Δ_{мн}=1,2\sqrt{Δε_y^{\ 2}+Δ_н^{\ 2}+Δ_y^{\ 2}+Δ_в^2}=2\cdot(1,2\cdot\sqrt{20^2+39^2}+12)$=129мкм

Похибка від теплових деформацій

ΣΔТ=0,1·Δмн=0,1·129=12,9 мкм.

В цьому випадку ΣΔТ - систематична постійна похибка розміру, яку в розрахунок приймають із знаком «-» так як теплова деформація інструмента приводить до зменшення витримуваного розміру .

Величини $Δ_i$ та ΣΔТ складають в сумі систематичну закономірну змінну складову $Δ_{сист}$, мкм похибки обробки:

$Δ_{сист}=Δ_i+ ΣΔТ$ (1.5.51)

Результати розрахунку $Δ_{сист}$ зводимо в таблицю.

Таблиця 1.5.8 – Результати розрахунку систематичної похибки, мкм

τ,хв	0	2	4	8	16	32	60	90	120	200
Δi	0	18,8	21,9	27,9	40,1	64,6	107,4	153,2	199,1	321,3
$\sum_{\Delta T}$	0	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9
Δсист=Δi-ΔT	0	5,9	9	15	27,2	51,7	94,5	140,3	186,2	308,4

З діаграми визначаєм економічну стійкість фрези T_e=80 хв, тоді загальна похибка обробки Δсум=0,36мм.

Налагоджувальний розмір визначаєм за формулою:

$$H_{ном}=H_{мін}+0,5\cdot\Delta мн=319,64+\frac{129}{2}=319,74 \quad (1.5.52)$$

де, $H_{мін}$=319,64- найменше граничне значення розміру, Δмн=12,9мкм.

Тривалість обробки до вимушеної зміни інструмента:

$$T_{зм}=\frac{T_c(T_0+T_{пер})}{T_0}=\frac{147(0,46+8,56)}{0,46}=1568 \quad (1.5.54)$$

де, T_0=0,46 – основний час.

Питомий вклад $C_з$ первинних похибок в загальну похибку визначаєм за формулою: $C_з=\frac{\Delta j}{\Delta сум}\cdot 100\%$ (1.5.54)

де, Δj-вершина j-ї похибки.

Результати зведені в таблицю на основі яких будуєм гістограму.

Таблиця 1.5.9 - Результати розрахунку питомого вкладу первинних похибок обробки в загальну похибку.

Позначення похибки Δj	Δв	Δу	Δ_H	Δ_i	ΔT	Δсист	Δмн
Значення похибки	12	39	20	218	12,9	231	129
$C_з$, %	3,3	11	5,6	60	3,6	64	36

1.5.5 Нормування технологічного процесу

1.5.5.1 Розрахунок норм часу на фрезерну операцію з ЧПК

Норма часу на виконання операції на верстаті з ЧПК визначається за формулою: $T_{шк}=T_{шт}+\frac{T_{п.з}}{n}$; хв. [6, с.4] (1.5.35)

де, $T_{шт}$ - норма штучного часу , хв.;

$T_{п.з}$ - норма підготовчо-заключного часу ,хв.

$T_{шт}=(T_{ца}+T_{доп})\cdot(1+\frac{a_{тех}+a_{орг}+a_{вс}}{100})$, [6, с. 5] (1.5.36)

де, $T_{ца}$ – час циклу автоматичної роботи верстата по програмі

$T_{ца}=T_{о}+T_{м.доп}$, хв. [6, с. 5] (1.5.37)

де, $T_{о}$ – основний час на обробку однієї деталі, хв.:

$To=\sum_{i=1}^{n}\frac{L_i}{S_{мі}}$, хв. [6, с. 5] (1.5.38)

де, L_i – довжина шляху який проходить інструмент чи деталь в напрямі подачі при обробці і-того переходу, мм;

$S_{мі}$ - хвилинна подача на довжину технологічного переходу мм/хв.

$T_{м.доп}$ - максимально допустимий час по програмі(на підвід деталі чи інструменту від вихідних точок в зони обробки та відвід установа інструменту на розмір, зміна інструменту ;зміна величини і напрямку подач і час технологічних пауз.

Допоміжний час $T_{доп}$-визначається по формулі

$T_{доп}=T_{д.в}+T_{д.оп}\pm T_{д.вим}$, хв. [6, с. 5] (1.5.39)

де, $T_{д.в}$ – час на встановлення зняття деталі в ручну , хв.

$T_{д.оп}$ – допоміжний час, пов’язаний з операцією (що не ввійшов в керуючу програму), хв.;

$T_{д.вим}$ – допоміжний не перекриваючий час на вимірювання, хв.;

$a_{тех}$, $a_{орг}$, $a_{вс}$ - відсоток від оперативного часу на технічне і організаційне обслуговування робочого місця, на відпочинок та особисті потреби при одноверстатному обслуговуванні.

Визначаємо основний час за формулою

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{S_{хв}} \cdot i \text{ , хв} \qquad (1.5.40)$$

де, i - кількість переходів

$l_1 + l_2$ - величина врізання і перебігу ,мм

$l = 182мм$ довжина обробки(з креслення)

$l_1 + l_2 = 100мм$.

Тоді $T_{o1} = \frac{4+5}{220} \cdot 6 = 0.24хв$; $T_{o2} = \frac{16+5}{180} \cdot 6 = 0,7хв$; $T_{o3} = \frac{30+5}{250} \cdot 2 = 0,28$;

$T_{o4} = \frac{182+100}{130} = 0,27хв$; (1.5.41)

Визначаємо машинно-допоміжний час по програмі ,в який входить час на підвід деталі і інструмента від вихідних точок в зону обробки (на автоматичні допоміжні ходи)та відвід, за формулою:

$T_{дх} = L/V$ [6, с. 5] (1.5.42)

де, L - довжина автоматичних допоміжних ходів, мм

V - швидкість прискореного руху ;

$V = 2,400мм / хв$ [7, с. 463, додаток 48, арк. 1]

Довжина допоміжних ходів розраховується виходячи з габаритних розмірів робочої зони і розмірів деталі по кресленню. Тоді

$T_{дх}$= 1128/2400=0,47 хв (1.5.43)

$T_{м.доп} = T_{дх}$=0,47 хв (1.5.44)

Тоді, час роботи одного циклу верстата: $T_{ца}$=0,47+0,27+0,24+0,7+0,28=1,96 хв;

Визначаєм допоміжний час $T_{доп}$, хв:

Час на встановлення і зняття деталі складається з:

- часу на закріплення і відкріплення деталі - 0.03хв [6, с.78, карта13, арк. 3]
- часу на установку і зняття деталі - 0,14хв [6, с.76, карта 13, арк. 1]
- часу на очищення пристрою від стружки - 0,07 [6, с.77, карта 13, арк. 2]

Тоді $T_{дс}$=0,03+0,14+0,07=0,24 хв (1.5.45)

Визначаємо допоміжний час, пов'язаний з операцією $T_{доп}$, хв в який входить:

0,04 хв – час на включення і виключення стрічкопротяжного механізму;

0,6 хв – час на встановлення заданного взаємного розташуваня деталі і інструменту по координатах x,y,z;

0,2 хв – час на перевірку проходу деталі і інструменту в дану точку;

0,35 хв – час на повернення перфострічки в початковий стан [6, с.79, карта 14];

Тоді $T_{доп}$=0,04+0,6+0,2+0.35=1,19 хв.

Контрольні вимірювання виконуються під час виконання програми обробки, тому їх час не враховуєм.

Отже: Тдоп=0,24+1,19=1,43 хв.

Час на організаційне і технічне обслуговування, відпочинок і особисті потреби - складає 8 % від оперативного часу:

$T_{оп}=T_{ц.а}+T_{доп}$ [6, с. 90, карта 16] (1.5.46)

Тоді $T_{шт}$=(1.96+1.43)·(1+8/100)=3,66 хв.

Підготовчо-заключний час $T_{п.з}$, хв складається:

14хв - на отримання наряду, креслень, технологічної документації, програмоносія, ріжучого, допоміжного і контрольно-вимірювального інструменту, пристрою, заготовок і на здачу їх після закінчення обробки партії деталей ;

2хв - ознайомлення з роботою, кресленням, технологічною документацією;

8 хв- час на встановлення пристрою краном без вивірки;

2 хв- час на підключення пристрою до пневмосистеми;

0,2 хв - час на встановлення вихідних режимів роботи верстата;

0,4 хв - час на встановлення і зняття інструменту ;

1.0 хв- час на встановлення програмоносіїв в зчитуючий пристрій;

0,5 хв - час на перевірку працездатності зчитуючого пристрою ;

0,8 хв - час на ввід програми в пам’ять системи ЧПК з програмоносія ;

3 хв - на встановлення вихідних норм x, y(нуль) [6, с.102, карта 26]

Тоді : $T_{п.з}$=14+2+8+2+0,2+0,4+1+0,5+0,8+3=31,9 хв;

a=160 партія запуску деталей .

Тоді $T_{шк}$=3,66+$\frac{31.9}{160}$ = 3,87хв.

1.5.5.2 Розрахунок норм часу табличним способом.

Норми часу табличним методом визначаємо згідно рекомендацій [6, 7] і заносимо в таблицю 1.5.7.

Таблиця 1.5.7 - Норми часу по операціях, хв.

Номер назва операції і переходу	$T_{ца}$		$T_{доп}$			$T_{оп}$	$T_{орг}$ $T_{во}$ $T_{тех}$	$T_{шт}$	$T_{п.з}$	$T_{шк}$
	$T_{о}$	$\Sigma T_{м.доп}$	$T_{д.в}$	$T_{д.оп}$	$T_{вим.}$					
005 Фрезерна з ЧПК	1,49	0,47	0,24	1,19	-	3,39	0,2	3,66	31,9	3,87
1 Фрезерувати поверхню 6	0,27									
2 Центрувати в отв	0,24									
3 Свердлити в отворах Ø33мм.	0,7									
4 Фрезерувати 2 пластини	0,28									
010 Багатоцільова з ЧПК	3,03	1,55	0,24	3,3	-	8,12	0,65	8,77	40,35	9,02
1 Фрезерувати поверхні ЕІМ	0,46									
2 Свердлити 4 отв. Ø14 мм.	0,41									
3 свердлити 3 отв. Ø20 мм.	0,5									
4 Фрезерувати паз 5	0,66									
5 Фрезерувати 4 платики 3	0,48									
6 Центрувати отвір	0,4									
7 Свердлити отв Ø4,2 мм	0,12									
Слюсарна										
Контрольна										

2 Конструкторська частина

2.1 Розробка пристрою на фрезерну операцію з ЧПК 005

2.1.1 Опис призначення, будови та роботи пристрою

Пристрій фрезерний з пневмоприводом застосовується на фрезерній операції з ЧПК 005 на котрій фрезерується поверхня вікна 6 в розмірі $16_{-1.2}$ на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК моделі 6Р13РФ3.

Заготовка встановлюється на призму 8 і планку 9 напрямними елементами є дві опори, які з'єднані з корпусом 2. Корпус зварний, основою до якої приєднані пальці для установки пристрою в пази стола верстата. В корпус вмонтовано пневмоциліндр 1. До штоку в різьбовий отвір вгвинчено гвинт 3, який через важіль 4 передає зусилля затиску заготовці. Важіль з корпусом і гвинтом 3 з'єднаний осями 5.

Принцип дії пристрою полягає в наступному: при подачі повітря в безштокову камеру, шток з гвинтом через важіль притискають деталь до призми і планки. Після завершення обробки, повітря подається в штокову камеру пневмоциліндра і відбувається звільнення важелем деталі.

2.1.2 Розрахунок сил затиску і визначення основних параметрів механізму затиску

Виходячи з конструкції пристрою і умов обробки на фрезерній операції 005 складаємо схему дії сил на деталь:

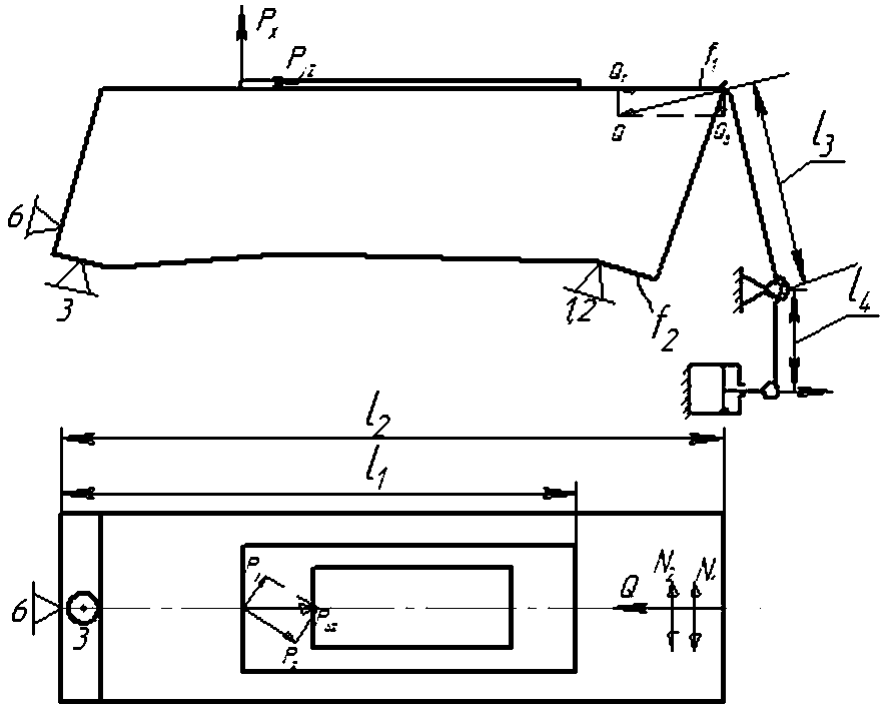


Рисунок 2.1 – Схема дії сил на деталь

Складаємо рівняння рівноваги з урахуванням коефіцієнту запасу міцності К

$К=К_0 \cdot К_1 \cdot К_2 \cdot К_3 \cdot К_4 \cdot К_5$ [4, с. 85] (2.1)

де, $К_0$ =1,5 – гарантований коефіцієнт запасу міцності;

$К_1$= 1,2 – коефіцієнт, який враховує стан бази;

$К_2$ = 1,2 – коефіцієнт, який враховує спрацювання різального інструменту;

$К_3$= 1,0 – коефіцієнт, який враховує перервність процесу різання;

$К_4$= 1,0 – коефіцієнт, який враховує постійність сил затиску;

$К_5$= 1,0 – коефіцієнт, який враховує розміщення ручок управління.

$К_\sigma$ = 1,5 – коефіцієнт при встановленні заготовки на опорні пластини

Отже К = 1,5·1,2·1,2·1,0·1,0·1,0·1,5 = 3,24

Складаємо рівняння рівноваги з врахуванням коефіцієнту запасу міцності К

$\Sigma F_y = 0$ $KP_{yz} - Q \cdot \cos 15° = 0$ (2.2)

$$Q = \frac{KP_{yz}}{\cos 15°} \quad (2.3)$$

Проаналізуємо можливість провертання заготовки навколо точки 3. Для цього складемо рівняння моментів усіх сил відносно точки 3.

l_1=280мм; l_2=360 мм;

$$\Sigma M_3 = 0; \quad 2 \cdot Q \cdot \sin 15° \cdot f_1 \cdot l_2 - KP_{zy} \cdot l_1 = 0 \qquad (2.4)$$

де, $f_1=f_2=0.2$ – коефіцієнт тертя між обробленими поверхнями пристрою і необробленими поверхнями деталі [4, с. 85, таблиця 10]

Визначимо силу різання за формулою:

$$P_z = \frac{10Cp \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^4 \cdot n^w} \cdot Kmp \qquad (2.5)$$

t=1.3мм (див. таблицю 3.3)

де, Ср =54,5;x=0,9; y=0,74; u=1,0; q=10; w=0; [4, с. 291, табл. 4.1]

Кмр – поправочний коефіцієнт на якість матеріалу

$$Кмр = \left(\frac{225}{190}\right)^{0,78} = 1,18 \qquad (2.6)$$

Тоді $Pz = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 1,3^{0,9} \cdot 0,1^{0,74} 80^{10} \cdot 10}{100^{1,0} \cdot 1} = 1,18 = 1186H$

$Py = 0.3Pz = 0.3 \cdot 1186 = 356$ [4, с. 292]

$$Pzy = \sqrt{P_z^2 + P_y^2} = \sqrt{1186^2 \cdot 356^2} = 1238H \qquad (2.7)$$

Підставляємо значення сили різання, коефіцієнту запасу і визначаємо силу затиску:

$$Q_1 = \frac{3,24 \cdot 1238}{\cos 15°} = 4152,6H$$

$$Q_2 = \frac{KPzy \cdot l_1}{f_1 \cdot 2 \cdot \sin 15° \cdot l_2} = \frac{3,24 \cdot 1238 \cdot 280}{2 \cdot \sin 15° \cdot 360} = 6021,9H$$

Розрахунок ведемо по вищому значенню сили затиску.

Визначиму вихідну силу пневмоциліндра W_n:

$W_n = Q \cdot \frac{1}{i}$

де, $i = \frac{l_4}{l_3}$ – передавальне відношення сил затискають механізму.

$W_n = 60219 \cdot \frac{95}{75} = 7267Н$

Визначимо діаметр поршня пневмоцилідра двосторонньої дії за формулою:

$D = 1.13\sqrt{\frac{W_n}{p}}$ [10, с. 449] (2.8)

Де, р=1МПа

Тоді: $D=1{,}13\sqrt{\frac{7267}{1{,}0}}=96{,}3$мм

Приймаємо пневмоциліндр двосторонньої дії по ГОСТ 1560-81 - 7020-02283 з такими основними параметрами:

- діаметр циліндра - D=100мм;
- хід поршня - L= 40мм;
- діаметр штока - d= 28мм;
- сила на штоці:

тягнуча - 7350 Н;

штовхаюча - 7830 Н.

2.1.3 Розрахунок слабкої ланки на міцність

Найбільш навантажуючою ланкою механізму затиску пристрою є важіль 4. Виконаєм перевірку його працездатності . Розрахункова схема показана на рисунку

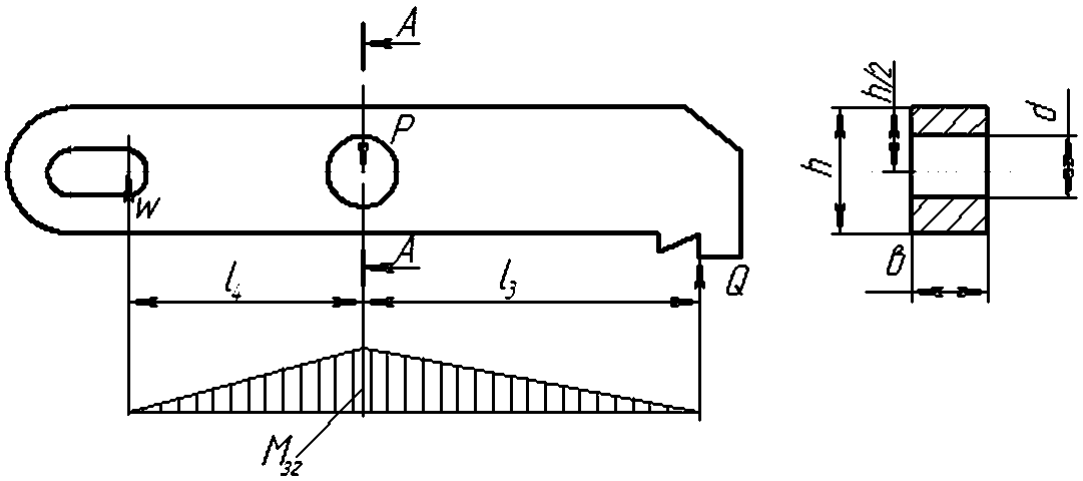


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема.

$W_п$=6750 Н; l_4=75мм ; l_3=95мм; в=20 мм; d=15мм; h=40мм.

Матеріал важеля сталь 45 ДСТУ 7809:2015, HRC 42-46.

Найбільше навантаження для важеля є переріз А-А. Тут діє найбільший згинаючий момент:

$M_{зг}= W_п\cdot l_4=75\cdot6750=506250$ Н·м

І виникають найбільші напруження на згині:

$\sigma_{зг}=\frac{Мзг}{W}$; (2.9)

де, W- момент опору перерізу А-А, м^2;

$$W=\frac{в\cdot(h^3-d^3)}{6\cdot h}=\frac{20\cdot(40^3-15^3)}{6\cdot 40}=5052 \text{ мм}^3;$$

$$\sigma_з=\frac{506250}{5052}=100{,}2 \text{ мПа};$$

Це менше допустимого значення міцності сталі 45 рівне 220 МПа для загартованої сталі або 110 МПа для відпаленої. Тому важіль достатньо піддати тільки місцевому термічному зміцненю СВЧ.

Питомий тиск Р дорівнює:

$$P=\frac{W_n+Q}{в\cdot d}=\frac{6750}{15\cdot 20}=36{,}7 \text{ МПа;} \qquad (2.10)$$

Що менше допустимого напруження на зминання рівного 130 МПа для сталі 45. Отже міцність слабкої ланки достатня.

2.1.4 Розрахунок пристрою на точність

Для забезпечення необхідної точності обробки при конструюванні пристрою необхідно, щоб виконувалася умова:

$$T_{пр}\leq T_З-1{,}2\cdot\sqrt{(0{,}8\cdot\varepsilon_\delta)^2+\varepsilon_з^{\,2}+(0{,}8\cdot\omega)} \qquad [11, с.151] \qquad (2.11)$$

де, $T_{пр}$ - допустима точність пристрою ;

$T_З$ - допуск на виконуваний при обробці розмір ;

ε_δ - похибки закріплення заготовки в пристрої;

$\varepsilon_з$ - похибки закріплення заготовки в пристрої;

ω - економічна точність обробки даним методом, мкм;

Похибка закріплення заготовки в пристрої $\varepsilon_з$=120мм; [3, с.43, таблиця 14]

Розрахункова схема формування точності при обробці заготовки з виконанням розміру показана на рисунку.

Похибка базування для розміру 16±1 мм буде залежати від допуску на розмір 75 мм, який згідно ГОСТ 26645-85 і класу точності розмірів виливки 9 допуск рівний 1,8мм. Отже ε_δ=1,8мм , ω=120 мкм, [3, с.7, таблиця 2]

Допуск на розмір 16 мм рівний 2 мм.

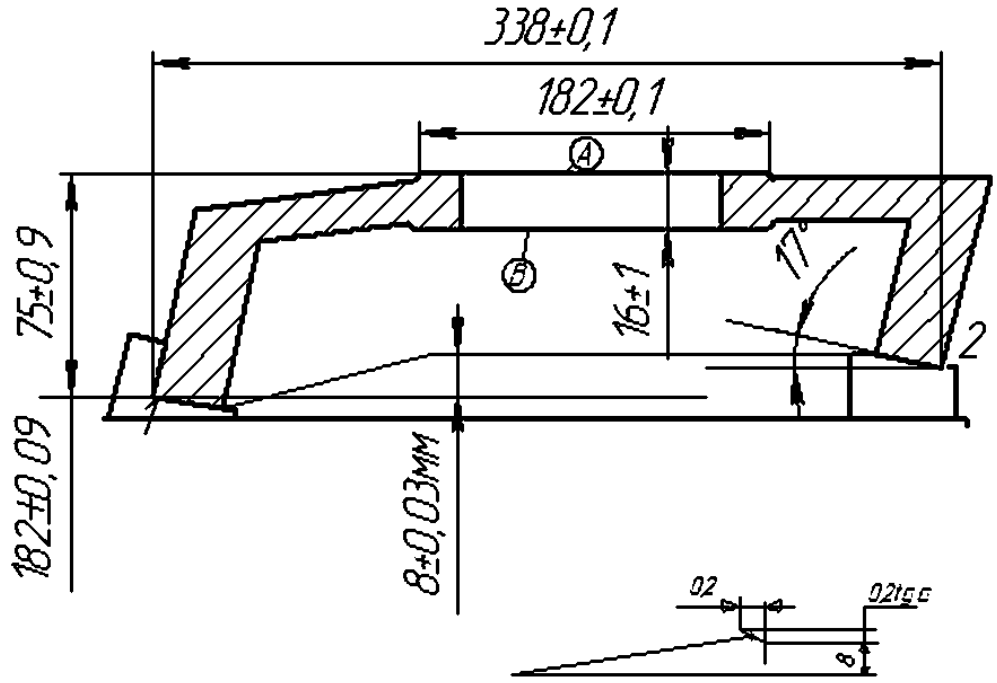


Рисунок 2.3 – Схема формування точності розміру.

Тоді $T_{пр}$=2,0-1,2$\sqrt{(0,8\cdot1,8)^2+120^2+(0,8\cdot120)^2}=262мкм$;

Поділяєм цю величину на дві частини : точність виготовлення пристрою :

$C_в$=0,7·$T_{пр}$=0,7·262=180 мкм; запас на спрацювання опор :

$C_{смр}$=262-180=82мкм .

Величина С це допустима неточність зміщення поверхні А до поверхні Б в межах найбільшої довжини тобто 182мм. Допустиму похибку в межах розміру 182мм приводим до розміру 338мм .

$C_в^1$=180·$\frac{338}{182}=335$мкм.

Оскільки точки 2 відносно точки 1 під час контролю пристрою вимірюється з заданою точністю ±1, то ця похибка вимірювання зумовлює зміщення допуску на розмір 8мм в розмір:

0,2·tg17°=0,061мм.

2.1.5 Розрахунок коефіцієнту уніфікації

Коефіцієнт уніфікації визначаємо за формулою: $К_у=\frac{С}{К}\cdot100\%$ (2.12)

де, С=20 шт - кількість стандартних деталей;

К=31 шт - загальна кількість деталей в пристрої.

Тоді: $К_у=Ку=\frac{20}{31}\times100\%=65\%$

2.2 Розробка контрольного пристрою

2.2.1 Опис призначення, будови і робота пристрою

Контрольний пристрій призначений для вимірювання паралельності розташування поверхонь Ж і Е (див. креслення деталі).

Пристрій складається з повірочної плити 3, на якій встановлюється деталь поверхнею Ж і кріпиться прихватом 1 за допомогою гвинта 4 з рукояткою, індикаторна стійка 5 з індикатором 2, який контактує з поверхнею Е, переміщається по повірочній плиті. По зміні показів індикатора робим висновок про відповідність деталі вимогам.

2.2.2 Розрахунок точності пристрою

Основними складовими похибки вимірювання пристрою є:

$\varepsilon_б$- похибки базування;

$\varepsilon_з$-похибки закріплення;

$\Delta_{зв}$- похибки засобу вимірювання;

$\Delta_м$- похибки властиві даному методу.

$$\Delta_{вим}=1{,}2\sqrt{\varepsilon_б^{\,2}+\varepsilon_з^{2}+\Delta_{зв}+\Delta_м^{2}} \qquad (2.13)$$

Похибка базування в нашому випадку буде залежати від точності форми базової поверхні повірочної плити, яка складає 5мкм [5, с. 527, таблиця 36] .

Похибка засобу вимірювання (індикатора И402)

$\Delta_{зв}$=5мкм [5, с. 562, таблиця 14]

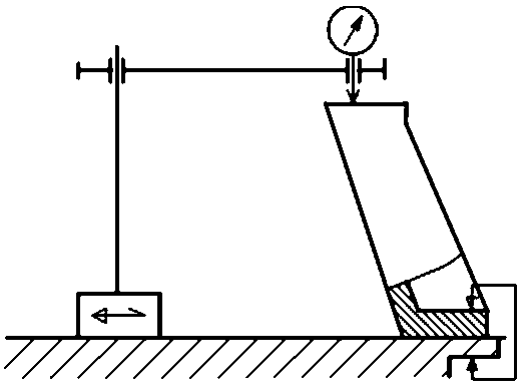


Рисунок 2.5 - Схема контролю

Тоді $\Delta_{вим}=1,2\cdot\sqrt{5^2+6^2}=9,4мкм$

Співставляємо з допуском на паралельність поверхонь

$\Delta_{вим}<0,25T_д$

Отже 9,4<0,25·50=12,5мкм.

Даний контрольний пристрій придатний для вимірювання необхідного параметру точності .

2.2.3 Розрахунок коефіцієнту уніфікації

Визначаємо рівень уніфікації і стандартизації пристрою за формулою

$$К_у=\frac{С}{К}\cdot 100\% \qquad (2.15)$$

де, С=5 – кількість стандартних деталей в пристрої ;

К=6 – загальна кількість деталей в пристрої

Тоді $К_у=\frac{5}{6}\cdot 100\%=83\%$.

3 Імітаційне моделювання притискної ланки фрезерного пристрою

Для проектування різноманітного обладнання, машин та інструментів застосовують спеціалізовані комп’ютерні програми САПР. Котрі є потужним інструментом для проведення чисельних аналізів і досліджень механічних характеристик конструкцій, зокрема для дослідження напружено-деформованого стану (НДС). Це дозволяє проводити статичний, динамічний та термічний аналізи, а також моделювати взаємодію матеріалів, що дає можливість оцінити роботу конструкцій в реальних умовах.

Дослідження НДС включає наступні етапи:

1. Моделювання геометрії конструкції (спочатку створюється тривимірна модель конструкції або деталі, яка має бути досліджена на міцність (цей етап включає точне визначення розмірів, форми, типу з'єднань і інших характеристик конструкції)).

2. Призначення матеріалів (модуль пружності, коефіцієнт Пуассона, межа міцності тощо).

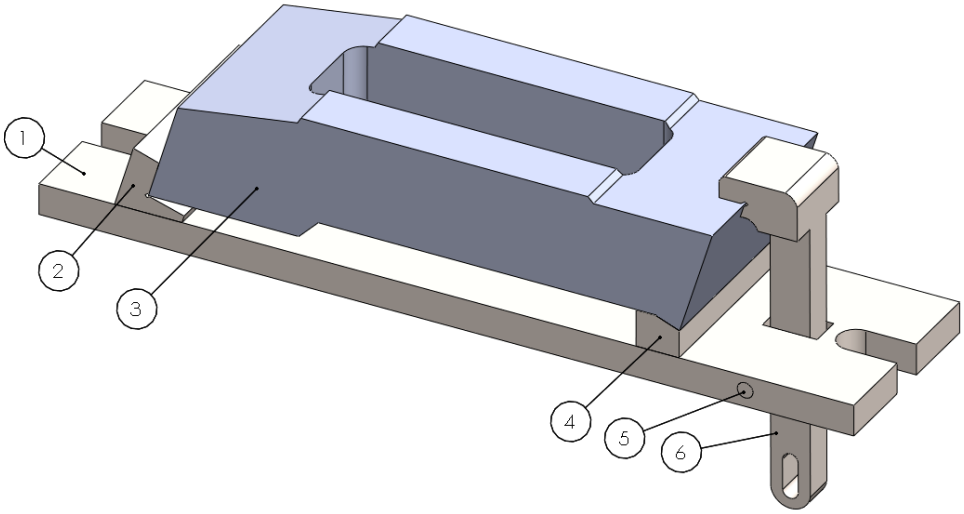
3. Створення сітки (вибір типу елементів та їх розмірів визначають точність і швидкість симуляції (чим дрібніша сітка, тим точніші будуть результати, але й час обчислення буде більшим).

4. Визначення граничних умов і навантажень (для симуляції НДС необхідно задати відповідні граничні умови (приєднання до інших об'єктів, фіксації тощо) та навантаження (статичні чи динамічні сили, тиск, температурні зміни, моменти і т.д.).

5. Проведення аналізу.

6. Інтерпретація результатів (після завершення симуляції проводиться аналіз отриманих результатів, зокрема: розподілу напружень, деформації, коефіцієнта запасу міцності тощо).

Будуємо деталі пристрою та збираємо модель для дослідження, яку показано на рисунку 3.1. Деталями пристрою є: плита 1, упор 2, деталь 3, опора 4, вісь 5 та важіль 6.



1 – плита; 2 – упор; 3 – деталь; 4 – опора; 5 – вісь; 6 – важіль

Рисунок 3.1 – Тривимірна модель для проведення імітаційного моделювання

Для проведення досліджень задано такі граничні умови: навантаження – сила, що діє на важіль складає 6750 Н, кріплення – за нижню частину плити 1.

На рисунку 3.2 показано розташування граничних умов, а на рисунку 3.3 – сітку його скінченних елементів.

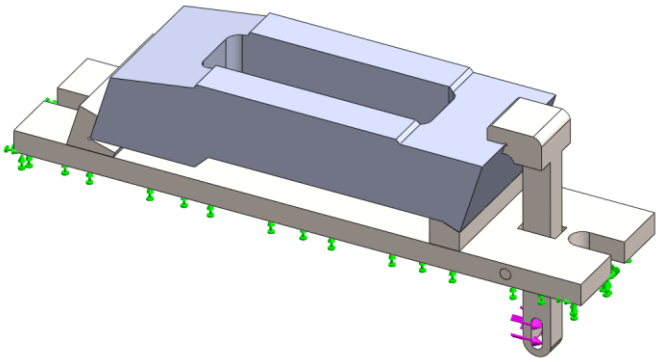


Рисунок 3.2 – Граничні умови

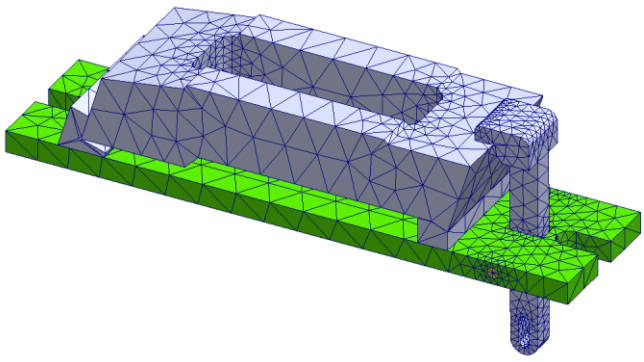


Рисунок 3.3 – Сітка скінченних елементів

Матеріалом для деталей притискного пристрою прийнято сталь, яка має такі характеристики: модуль Юнга 2×10^{11} Па та коефіцієнт Пуассона 0,28.

На рисунках, які показані нижче, наведено отримані результати імітаційного моделювання.

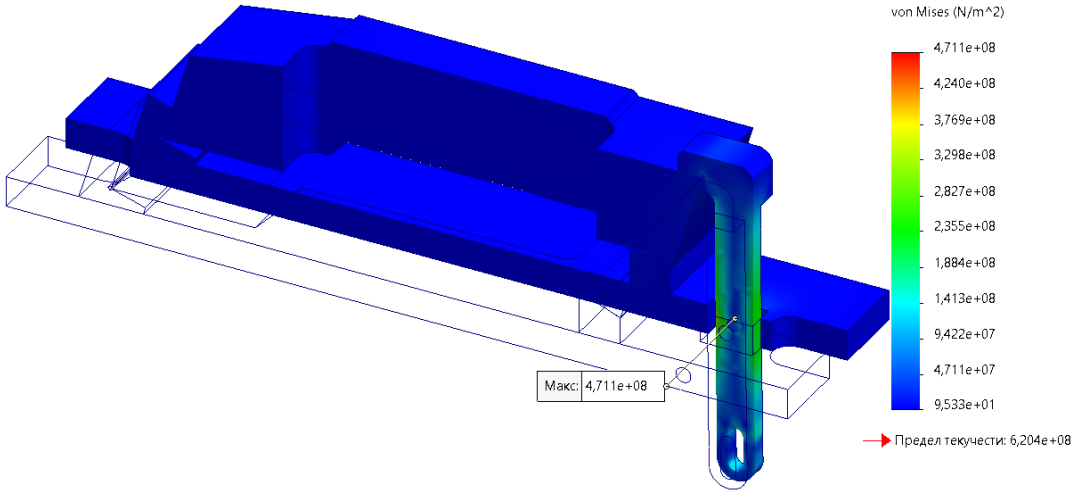


Рисунок 3.4 – Еквівалентні напруження

Еквівалентні напруження, що виникають у деталях притискного пристрою, мають максимальне значення 411 МПа. Концентруються ці напруження у осі, яка з'єднує плиту 1 з важелем 6.

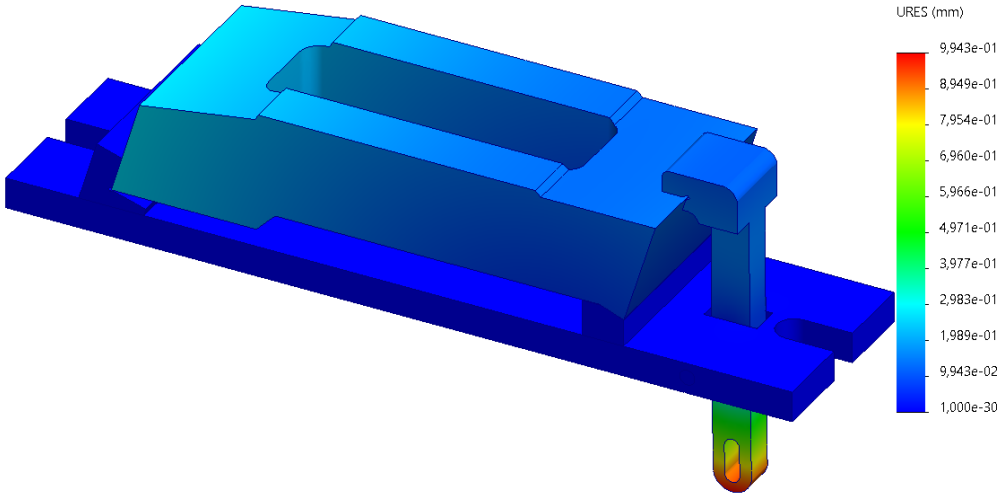


Рисунок 3.5 – Переміщення

Максимальна величина переміщення (рис. 3.5) спостерігається у важелі 6 та становить 0,99 мм.

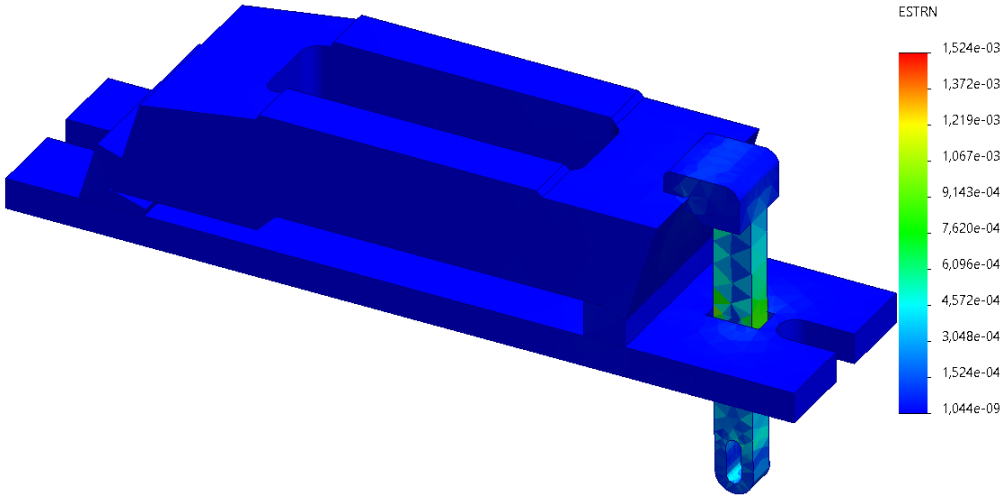


Рисунок 3.6 – Деформація

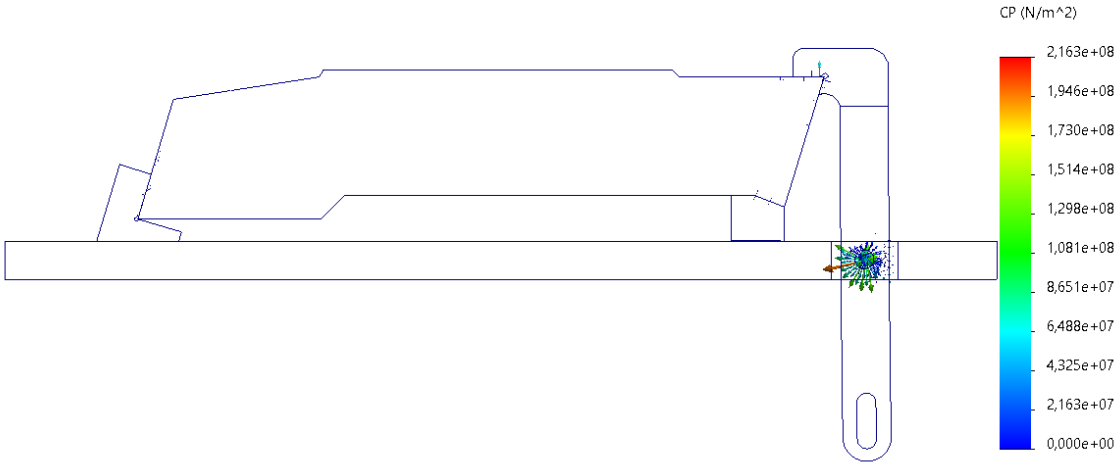


Рисунок 3.7 – Розподіл контактного тиску

Максимальна величина контактного тиску спостерігається на контакті осі з важелем 6. Контактний тиск має величину 216 МПа.

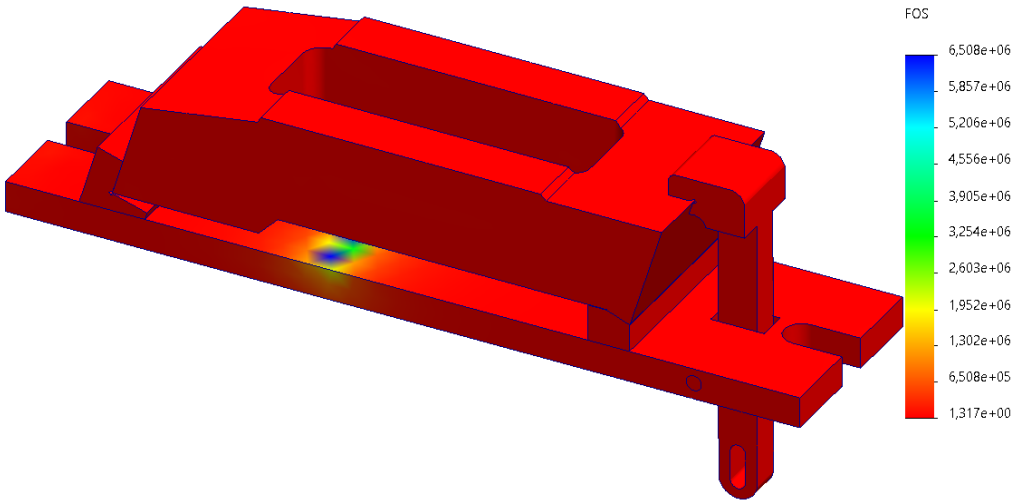


Рисунок 3.8 – Коефіцієнт запасу міцності

Коефіцієнт запасу міцності деталей притискного пристрою складає 1.3.

Висновки.

Провівши імітаційне моделювання притискного пристрою встановлено, що за заданих граничних умов максимальні величини напружень спостерігаються у осі, яка з’єднує плиту із важелем. Оскільки коефіцієнт запасу міцності складає 1.3, то пристрій може працювати. Проте, якщо порівняти напруження, які виникають у решти деталей пристрою, то вони є набагато меншими. Тому аби використовувати пристрій за більших навантажень необхідно або змінити матеріал осі, або збільшити її діаметр за використання наявного матеріалу.

Висновки

В даній магістерській роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Стойка КО-8.04.00.004» для умов середньосерійного виробництва. У порівнянні із заводською технологією у проектній досягнуто:

1) зменшення припусків на механічну обробку шляхом застосування більш точного методу отримання заготовки, що дало можливість скоротити розхід металу, значно зменшити трудоємність обробки, а також зменшити витрати на інструменти, електроенергію, тощо;
2) підвищення продуктивності праці шляхом застосування верстатів з - ЧПК, в комплекті із пристроями з швидкодіючими затискачами;
3) концентрацію декількох різних операції на одному верстаті для обробки з прогресивними режимами різання і автоматизацією допоміжних операцій;
4) підвищення рівня автоматизації і механізації;
5) зменшення собівартості виготовлення деталі.

Основна мета роботи спрямована на зниження трудоємності виготовлення і собівартості продукції, але з досягненням вимог щодо якості та точності розмірів та форм деталі, а також і міцності.

Список посилань на джерела

1. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Механоскладальні дільниці та цехи у машинобудуванні» Частина 1 для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» ОП «Технології машинобудування» /Укл. В.В. Кононов, В.О. Логомінов, – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 64 с

2. Руденко П.О., Проектування технологіних процесів у машинобудуванні:

3. Технологія обробки типових деталей і складання машин: курсове проектування. Методичні вказівки / Р. Т. Карпик, П. І Войтенко, – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – 77 с.

4. https://dominant-cnc.com/ua/p908764593-frezernyj-stanok-chpu.html

5. https://www.sandvik.coromant.com/en-gb

6. Ковальов В.А. Конструктивні особливості та основи програмування верстатів з числовим програмним керуванням. / В.А. Ковальов, А.Ю. Гаврушкевич, Н.В. Гаврушкевич; – КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ, 2020. 158с.

7. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування і виробництво заготовок / підручник. –К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 353 с.

8. Бочков В.М., Сілін Р.І. Обладнання автоматизованого виробництва. Навчальний посібник / За ред. Сіліна Р.І. Львів: Виробництво Державного університету Львівська політехніка, 2000. – 380 с.

9. Технологія та сап обробки на верстатах з чпк.методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Бойко С. В. та ін..- – Чернігів: НУЧП, 2021.– 51 с.

10. Технологія обробки типових деталей і складання машин: курсове проектування. Методичні вказівки / Р. Т. Карпик, П. І Войтенко, – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – 77 с.

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

12. Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. Технологія оброблення корпусних деталей.. Навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» Тернопіль, 2016.-151 с.

13. Технологія обробки деталей машин : конспект лекцій для студентів спеціальності 7.05050201 «Технології машинобудування» усіх форм навчання. / В.М. Доля, О.В. Доля – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – 112 с.

14. Муляр Ю. І., Дерібо О. В. Програмування токарної обробки на верстатах з ЧПК. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 91 с.

15. Панчук В.Г., Карпик Р.Т. та ін. Магістерська робота: методичні вказівки. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018.- 35 с.

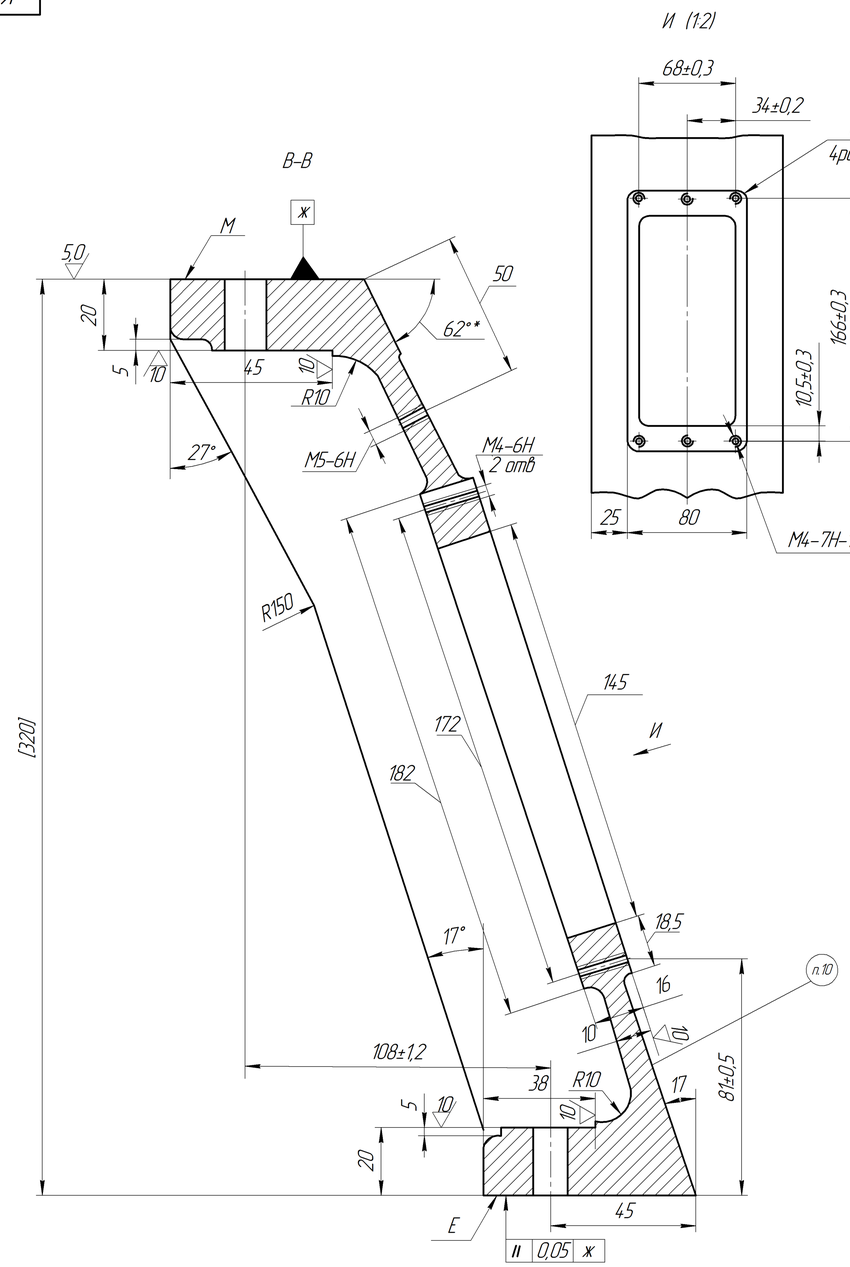
16. Юрчишин І.І. та ін. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 528с.

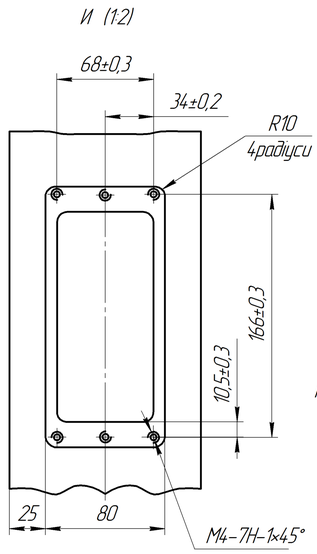
17. Автоматизоване проектування різальних інструментів:Навчальний посібник / Копей В.Б., Онисько О.Р., Борущак Л.О., Роп'як Л.Я.. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2012. 208с.

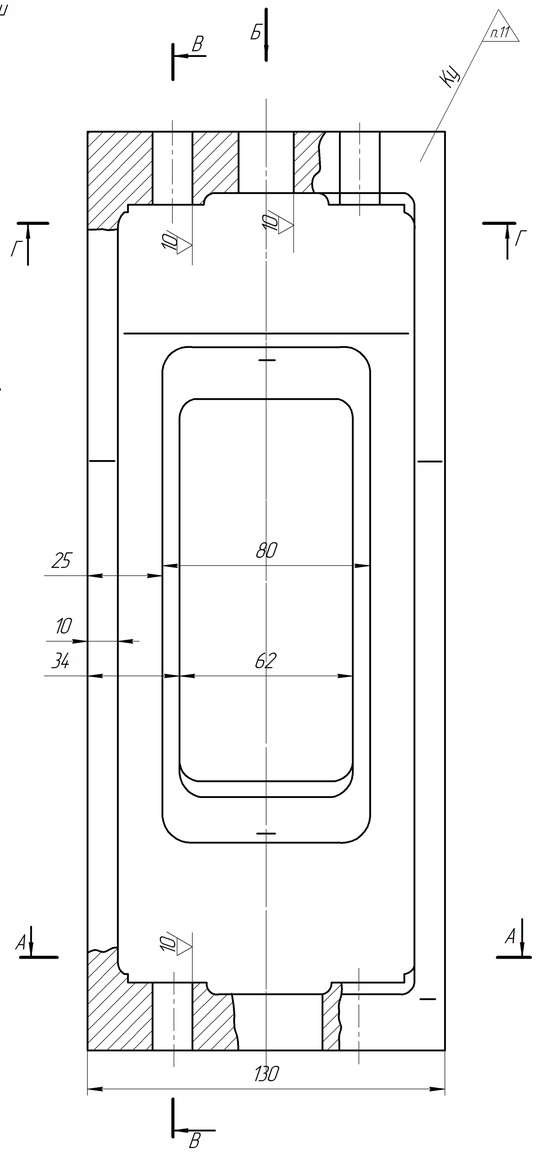
18. Петров О. В., Сухоруков С. І. Технологічна оснастка :навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2018. 123 с.

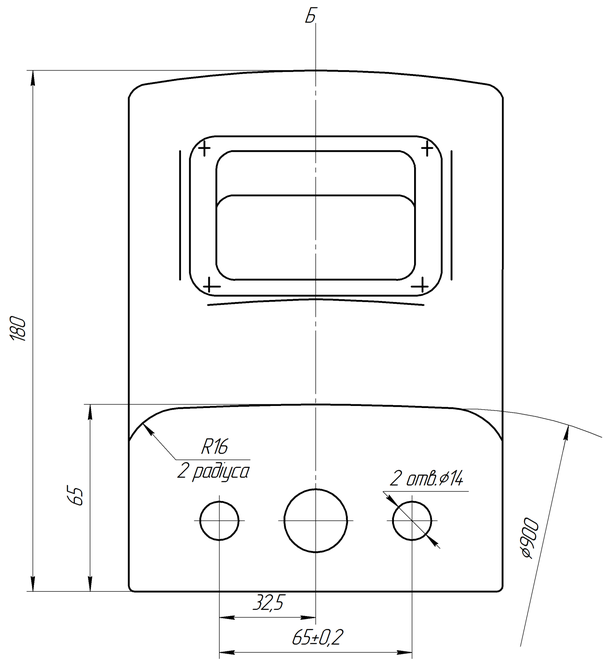
Додатки

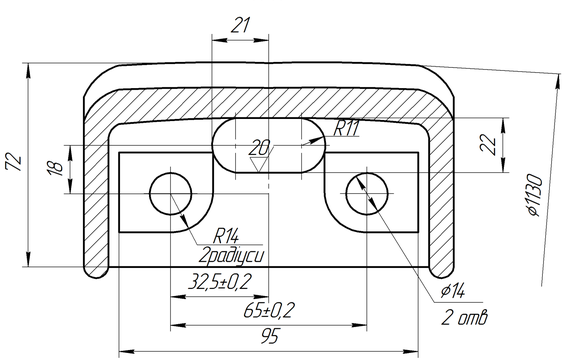
КО-8 04.00.004

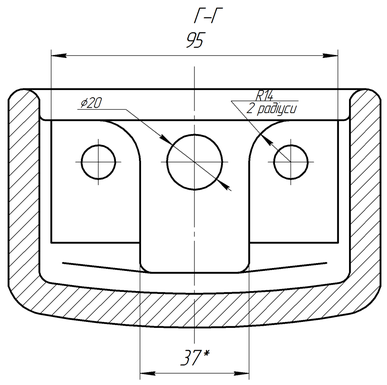












1 Точність виливки 13–0–0–13 ГОСТ 26645–85
2 Невказані ливарні радіуси R 5...8 мм
3 Невказані формовочні уклони 2°±15'.
4 Тріщини і усадочні раковини не допускаються
5 Виливки піддають старінню
6 H14; h14; $\pm\frac{IT14}{2}$.
7 Покриття: Емаль ПФ–115, світло–сіра ГОСТ 6465–76.
цхл 4 крім поверхонь Е і М.
8 Маркувати ливарним способом позначення деталі. Шрифт 5–ПРЗ ГОСТ 26.008–85.
9 Таврувати номер клейма ОТК. Шрифт 6–ПрЗ ГОСТ26.008–85

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	КО–8 04.00.004			
Розраб.		Гайда			Стойка	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Дмитрів					6,2	1:1
Т.контр.		Пронін				Аркуш	Аркушів	1
Н.контр.		Бурсова			СЧ25 ГОСТ 1412–85	Об'єднання "Черніввцілегмаш"		
Затв.		Геращенков						

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

					Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата

	1	1

	І Ф Н Т У Н Г	**КО-8.04.00.004**	10101.00001
	Стойка	н	

Кафедра КМВ

КОМПЛЕКТ
технологічної
документації

Технологічний процес
механічної обробки
КО-8.04.00.004

Розробив Вірстюк А.Б.

Перевірив Шуляр І.О..

Акт № ___ від "____" _____ 2024 р.

ТЛ	1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата
			2	1

Розробив	Вірстюк	**І Ф Н Т У Н Г**	КО-8.04.00.004 / 10101.00001
Перевірив	Шуляр		
Реценз.		Стойка	Н
Н. контр.	Шуляр		

	Код	ОВ	МД	ОМ	Н.роз	КВМ	код.загот	Профіль і розміри	КД	МЗ	
М01	Чавун СЧ 25 ДСТУ 8833:2019										виливок
М02		Кг	6,2	1	3,446	0,76	41112Х.ХХХХ	Виливок 320×180×130	1	8,2	225 HB

	Цех / Уч / Рм / Опер / Код найменування операції	Позначення документу / См	Проф.	Р	Уп	Кр	Коод	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т шт.к.
Р	ПИ	D або B		L		t	i	S			n	V
А01	005 3908 Фрезерна з ЧПК	60146.00001; 20146.00001; і0П№ХХ–ХХ										
Б02	381611.ХХХХ Фрезерний з ЧПК 6Р13РФ3	2	15292	3	10	1	1	1	80	1	31,9	3,87
03												
А04	010 4510 Багатоцільова з ЧПК	60146.00002; 20146.00002; і0П№ХХ–ХХ										
Б05	381261.ХХХХ Багатоцільовий з ЧПК 2204ВМФ4	2	15292	3	10	1	1	1	80	1	40,35	9,02
06												
А07	015 Слюсарна											
Б08	ХХХХ.ХХХХ Верстак слюсарний											
09												
А10	020 Контрольна											
Б11	ХХХХ.ХХХХ Стіл ВТК											
12												
А13												
Б14												
15												
16												
17												

МК Обробка різанням 2

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.											
Взамін											
Підпис								Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата

2 1

Розробив	Вірстюк			**І Ф Н Т У Н Г**	КО-8.04.00.004	60141.00004
Перевірив	Шуляр					
Реценз.						
				Стойка	Н	
Н. контр.	Шуляр					

Назва операції	Матеріал	Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри	МЗ	Коод
005 Фрезерна з ЧПК	Чавун СЧ 25 ДСТУ 8833:2019	225 НВ	кг	6,2	Виливок 320×180×130	8,2	1

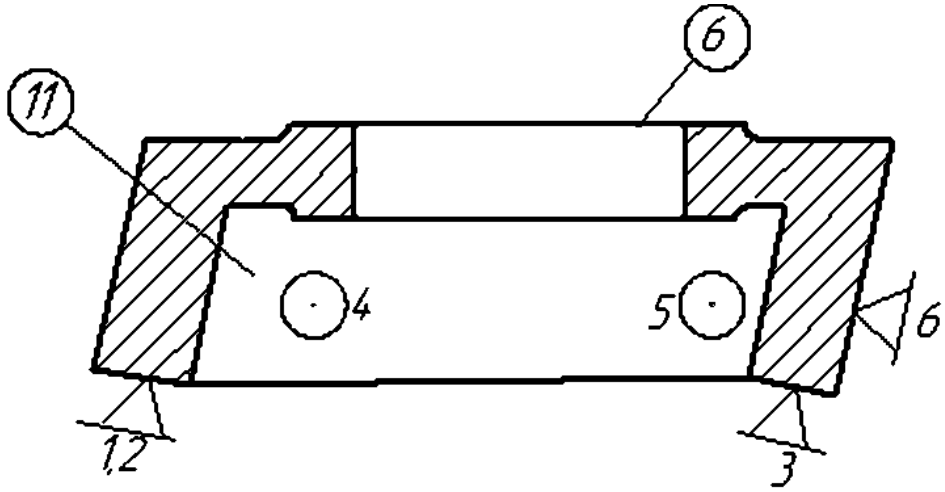
Обладнання, пристрій ЧПК	Позначення програми	То	Тд	Тп.з	Тшт.	МОР
6Р13РФ3		1,49	1,43	31,9	3,66	б/о

Р		ПН	Dабо В	L	t	i	S_x	n	v
Р01	А. Встановити, закріпити і зняти деталь								
Т02	381ХХХ.ХХХХ Пристрій спеціальний (МР.ПМК-628.03.00.000 СК)								
03									
О04	1. Фрезерувати поверхню вікна 6								
Т05	381611.ХХХХ Фреза 2214-0153 ГОСТ 9473-80								
Р06			16	140	1,3	1	1030	240	120,6
О07	2.Центрувати 6 отв.;								
Т08	391210.ХХХХ Свердло центрувальне Ø 2,5 ГОСТ 14952-75								
Р09			Ø2,5	4	1,25	6	220	200	27,5
10									
О11	2. Свердлити 6 отв. Ø 3,3								
Т12	391210.ХХХХ Свердло 2300-0433 ГОСТ 10902-77								
Р13			Ø2,5	16	1,65	6	180	200	28
14									
15	4. Фрезерувати 2 платики								
16	381611.ХХХХ Фреза кінцева 2235-0122 ГОСТ 17026-71								
17			45	95	1,0	2	250	560	35,2

ОК 3

Дубл.											
Взамін.											
Підпис								Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата
											1	1

Розробив	Вірстюк			**І Ф Н Т У Н Г**	КО-8.04.00.004	20146.00004
Перевірив	Шуляр					
Реценз.						
				Стойка	Н	
Н. контр.	Шуляр					



КЕ		4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк	Примітка
				Документація		
*			МР.ПМК-628.03.00.000 СК	Складальне креслення		*2×А1
				Складальні одиниці		
А4		1	МР.ПМК-628.03.01.000	Пневмоциліндр	1	
		2	МР.ПМК-628.03.02.000	Корпус	1	
				Деталі		
		3	МР.ПМК-625.03.00.002	Шток	1	
		4	МР.ПМК-625.03.00.003	Важіль	1	
		5	МР.ПМК-625.03.00.004	Вісь	2	
		6	МР.ПМК-625.03.00.005	Планка	1	
		7	МР.ПМК-625.03.00.006	Упор	2	
		8	МР.ПМК-625.03.00.007	Призма	1	
		9	МР.ПМК-625.03.00.008	Планка	1	
				Стандартні вироби		
		10		Болт М10-6g×50.05	4	
				ГОСТ 7798-70		
		11		Гайка М10-6g.05	4	
				ГОСТ 5927-70		

					МР.ПМК-628.03.00.000 ПЗ
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Вірстюк			Пристрій свердлильний
Перевір.		Шуляр			
Реценз.					
Н.контр.		Шуляр			
Затв.		Панчук			

Літ	Аркуш	Аркушів
н	1	3

ІФНТУНГ ПМКм-23-1

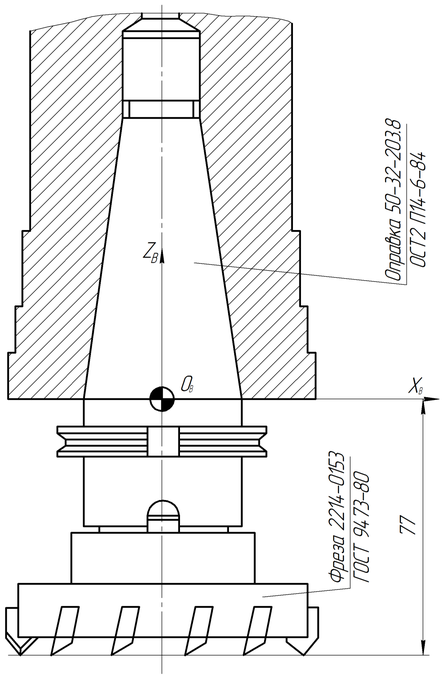
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк	Примітка
				Гвинт ГОСТ 1491-90		
		12		M12-6g×50.05	4	
		13		M10-6g×20.05	4	
		14		Палець 7030-1266-8g6		L=50 мм
				ГОСТ 17775-72	4	
		15		Шпонка 7031-0656		
				ГОСТ 14739-69	2	

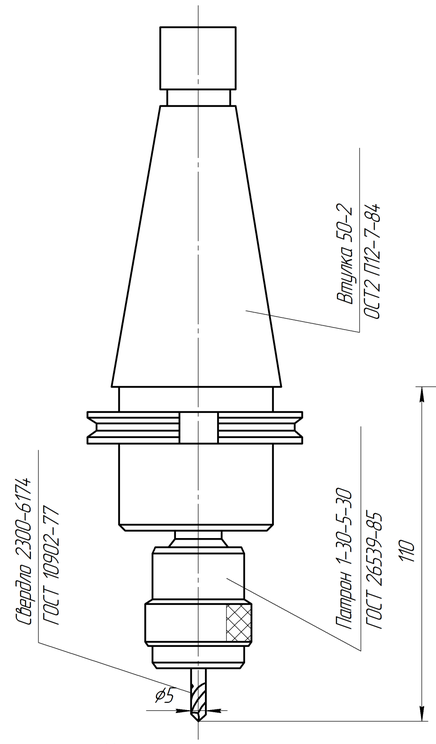
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-628.03.00.000 ПЗ	Арк. 2

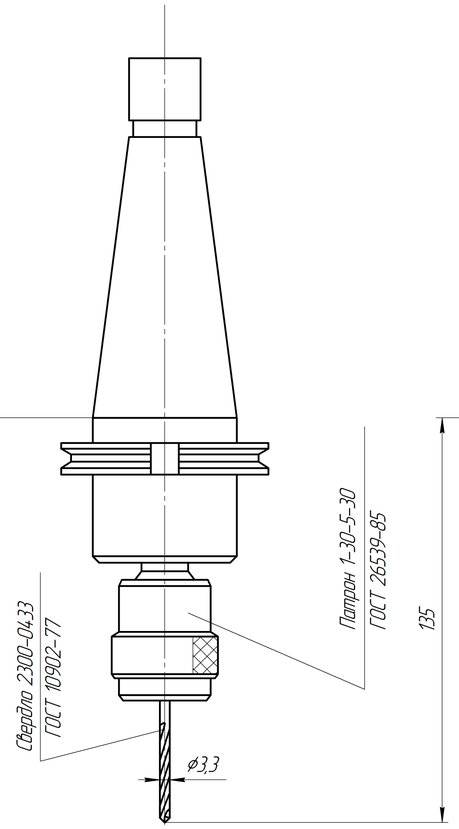
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк	Примітка
				Документація		
А1			МР.ПМК-628.04.00.000 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
				Деталі		
		1	МР.ПМК-628.04.00.001	Кронштейн		
		3	МР.ПМК-628.04.00.002	Повір очна плита	1	
		4	МР.ПМК-628.04.00.003	Гвинт	1	
		5	МР.ПМК-628.04.00.004	Індикаторна стійка	1	
		6	МР.ПМК-628.04.00.005	Гвинтовий затискач	1	
				Стандартні деталі		
		7		Гвинт М8-6g×16.05		
				ГОСТ 1491-90	2	
		2		Індикатор МИГП		
				ГОСТ 9696-82	1	

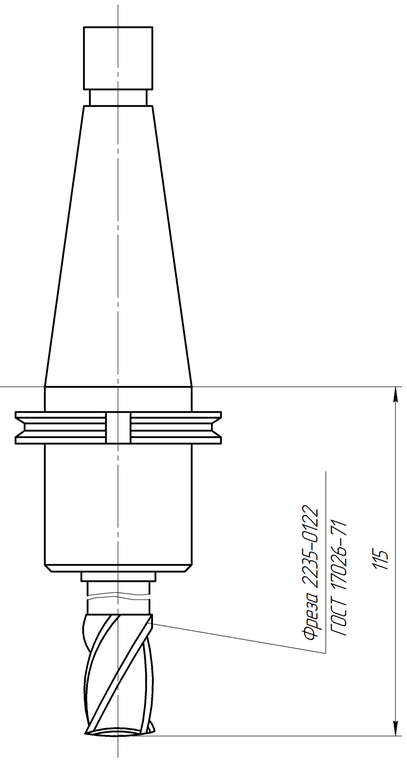
					МР.ПМК-628.04.00.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Вірстюк			Пристрій контрольний	Літ	Аркуш 3 / Аркушів 3
Перевір.		Шуляр				н	
Реценз.							
Н.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-23-1	
Затв.		Панчук					

МР.ПМК-628.01.01.000 СХ



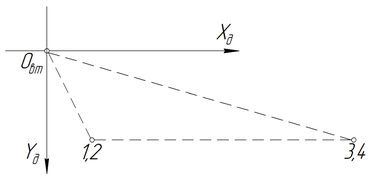


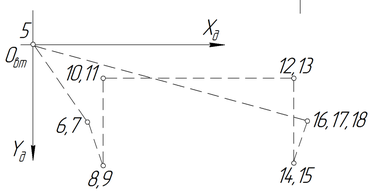


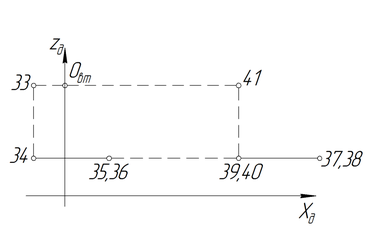


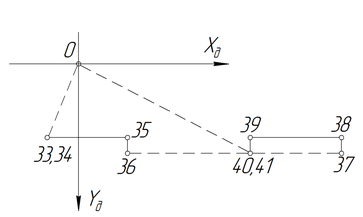
– Швидке переміщення

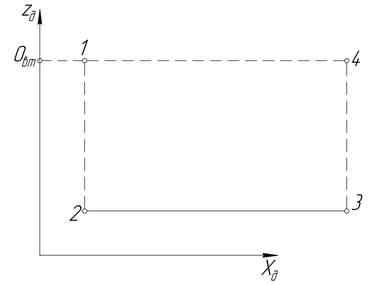
– Робочий хід

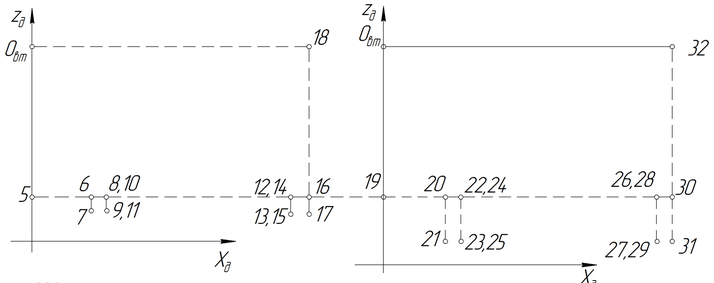


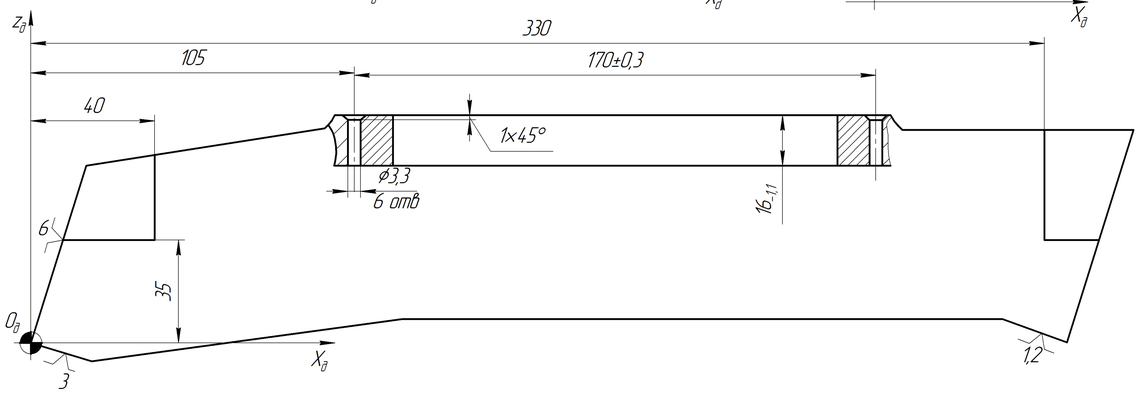


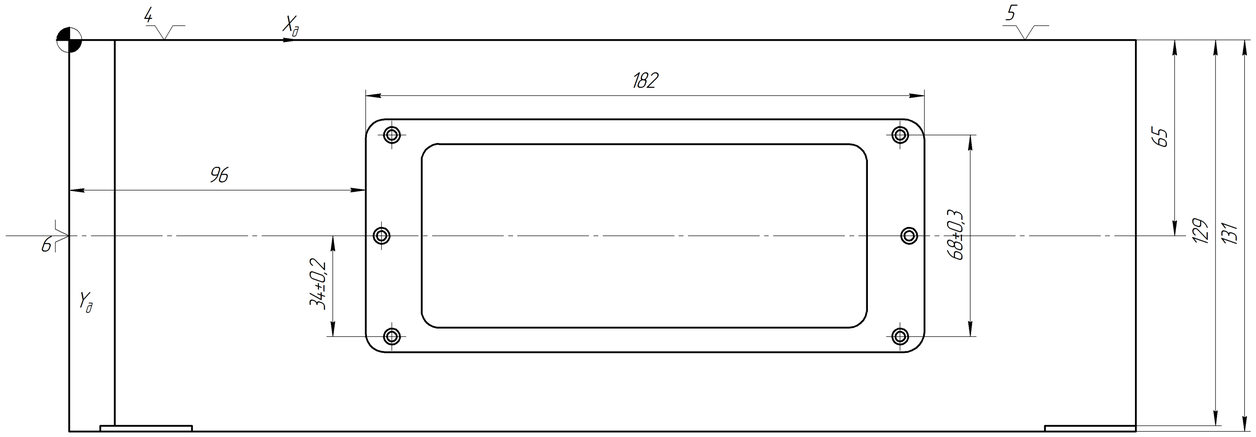










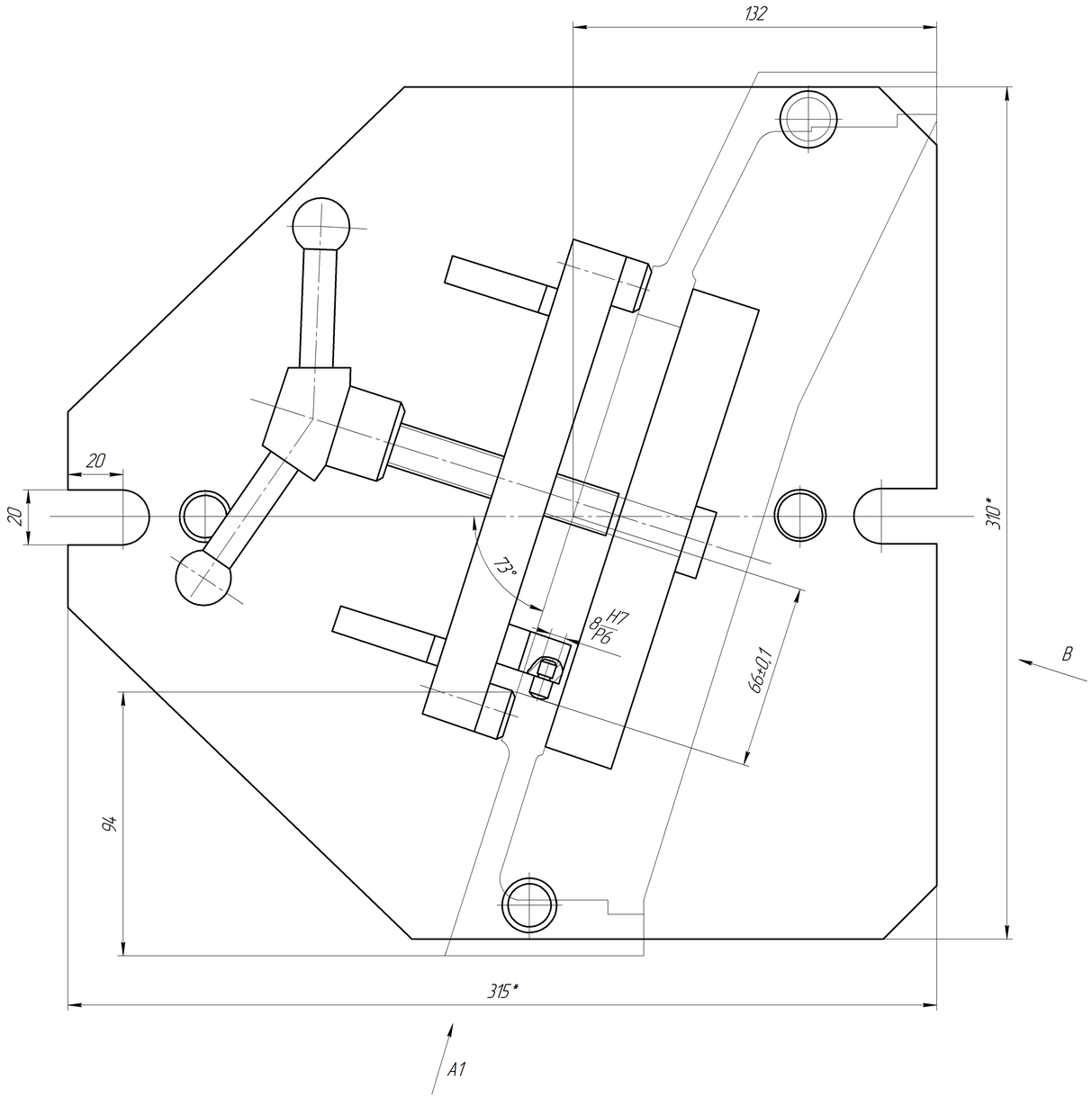


						МР.ПМК-628.01.01.000 СХ	
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		Карта налагодження	Літ. / Маса / Масштаб: Н / –
Розраб.		Віростюк					Аркуш 1 / Аркушів 1
Перев.		Шуляр					ІФНТУНГ ПМКм-23-1
Т.контр.		Шуляр					
Н.контр.		Шуляр					
Затв.		Панчук					

Розрахунково-технологічна карта

Деталь	Операція	Верстат	Система ЧПК
Стойка КО-8.04.00.004	005 Фрезерна з ЧПК	мод. 6Р13РФ3	Н33-1М

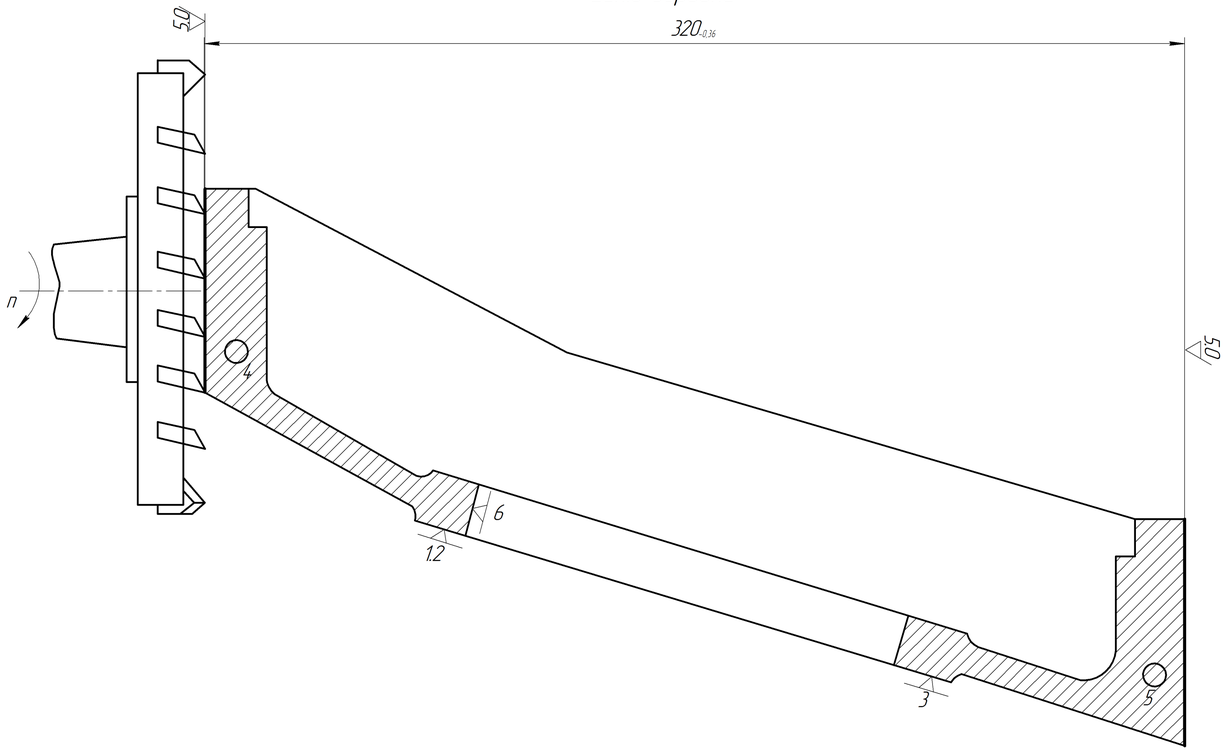
Геометрична пропорція					Технологічна інформація						
Ділянка траєкторії	Опорна сторона	X, мм	Y, мм	Z, мм	t, мм	S, мм/об	S, мм/зуб	S, мм/хв	V, м/хв	n, хв$^{-1}$	№ інстр
	0	0	0	4.00	–	–	–	2400	–	–	T01
0–1	1	45	65	4.00	–	–	–	2400	–	–	
1–2	2	45	65	152	–	–	–	2400	–	–	
2–3	3	290	65	152	1,3	3,0	0,3	960	120,6	240	
3–4	4	290	65	4.00	–	–	–	2400	–	–	
4–0	0	0	0	4.00	–	–	–	2400	–	–	T02
0–5	5	0	0	186	–	–	–	2400	–	–	
5–6	6	105	65	186	–	–	–	2400	–	–	
6–7	7	105	65	175	2,1	1,1	–	220	27,5	200	
7–6	6	105	65	186	–	–	–	2400	–	–	
6–8	8	108	31	186	–	–	–	2400	–	–	
8–9	9	108	31	175	2,1	1,1	–	220	27,5	200	
9–8	8	108	31	186	–	–	–	2400	–	–	
8–10	10	108	99	186	–	–	–	2400	–	–	
10–11	11	108	99	175	2,1	1,1	–	220	27,5	200	
11–10	10	108	99	186	–	–	–	2400	–	–	
10–12	12	274	99	186	–	–	–	2400	–	–	
12–13	13	274	99	175	2,1	1,1	–	220	27,5	200	
13–12	12	274	99	186	–	–	–	2400	–	–	
12–14	14	274	31	186	–	–	–	2400	–	–	
14–15	15	274	31	175	2,1	1,1	–	220	27,5	200	
15–14	14	274	31	186	–	–	–	2400	–	–	
14–16	16	277	65	186	–	–	–	2400	–	–	
16–17	17	277	65	175	2,1	1,1	–	220	27,5	200	
17–16	16	277	65	186	–	–	–	2400	–	–	
16–18	18	277	65	4.00	–	–	–	2400	–	–	
18–0	0	0	0	4.00	–	–	–	2400	–	–	T03
0–19	19	0	0	209	–	–	–	2400	–	–	
19–20	20	105	65	209	–	–	–	2400	–	–	
20–21	21	105	65	183	1,65	0,9	–	180	28	200	
21–20	20	105	65	209	–	–	–	2400	–	–	
20–22	22	108	31	209	–	–	–	2400	–	–	
22–23	23	108	31	183	1,65	0,9	–	180	28	200	
23–22	22	108	31	209	–	–		2400	–	–	
22–24	24	108	99	209	–	–	–	2400	–	–	
24–25	25	108	99	183	1,65	0,9	–	180	28	200	
25–24	24	108	99	209	–	–	–	2400	–	–	
24–26	26	274	99	209	–	–	–	2400	–	–	
26–27	27	274	99	183	1,65	0,9	–	180	28	200	
27–26	26	274	99	209	–	–	–	2400	–	–	
26–28	28	274	31	209	–	–	–	2400	–	–	
28–29	29	274	31	183	1,65	0,9	–	180	28	200	
29–28	28	274	31	209	–	–	–	2400	–	–	
28–30	30	277	65	209	–	–	–	2400	–	–	
30–31	31	277	65	183	1,65	0,9	–	180	28	200	
31–32	32	277	65	4.00	–	–	–	2400	–	–	
32–0	0	0	0	4.00	–	–	–	2400	–	–	T04
0–33	33	–5	129	4.00	–	–	–	2400	–	–	
33–34	34	–5	129	160	–	–	–	2400	–	–	
34–35	35	40	129	160	1,0	0,4	0,1	250	35,2	560	
35–36	36	40	135	160	–	–	–	2400	–	–	
36–37	37	370	135	160	–	–	–	2400	–	–	
37–38	38	370	129	160	–	–	–	2400	–	–	
38–39	39	330	129	160	1,0	0,4	0,1	250	35,2	560	
39–40	40	330	135	160	–	–	–	2400	–	–	
40–41	41	330	135	4.00	–	–	–	2400	–	–	
41–0	0	0	0	4.00	–	–	–	2400	–	–	



Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	МР.ПМК-628.01.02.000 СХ			
Розраб.		Вірстюк			Розрахунково технологічна карта	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Шуляр				Н		–
Т.контр.		Шуляр				Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-23-1		
Затв.		Панчук						

МР.ПМК-628.02.00.000 СХ

Ескіз обробки



Гістограма похибок обробки

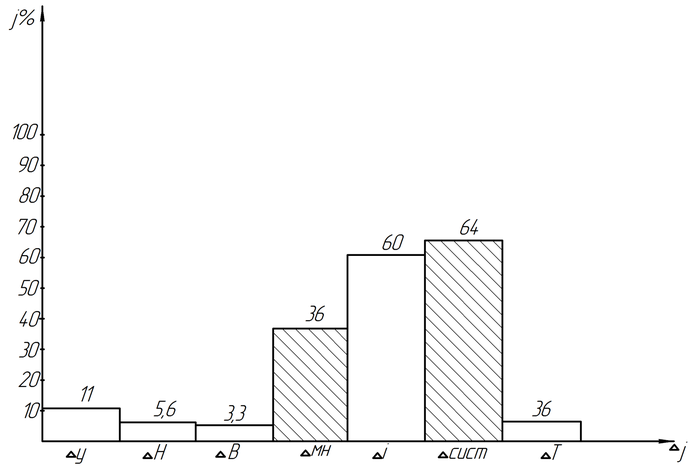
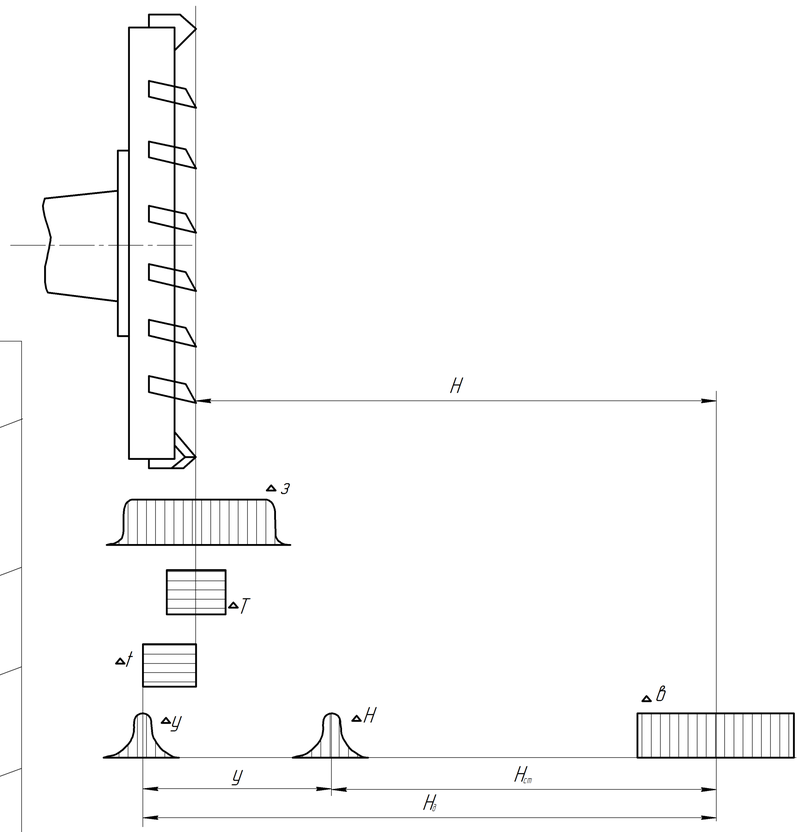
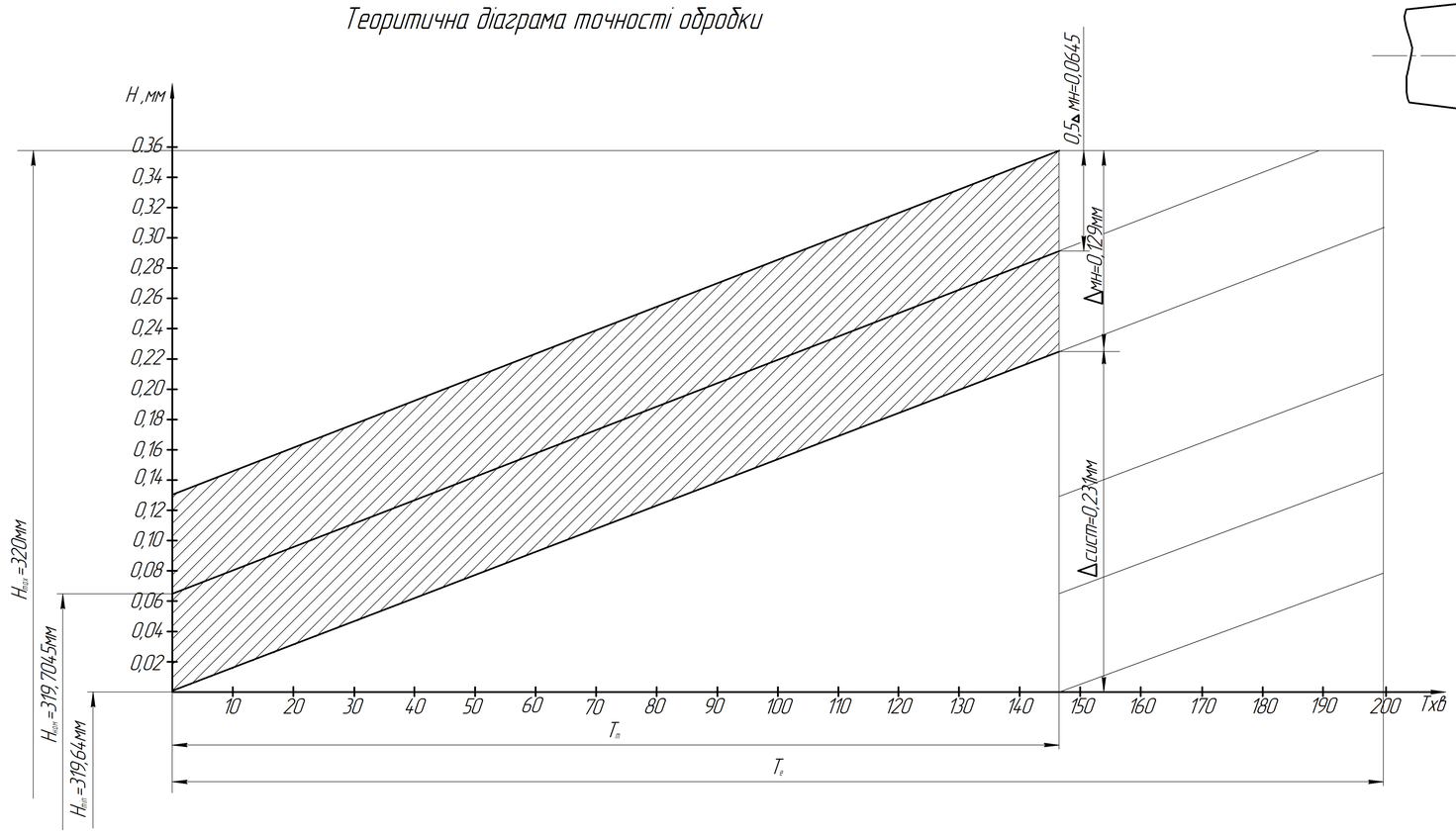


Схема технологічного розмірного ланцюга

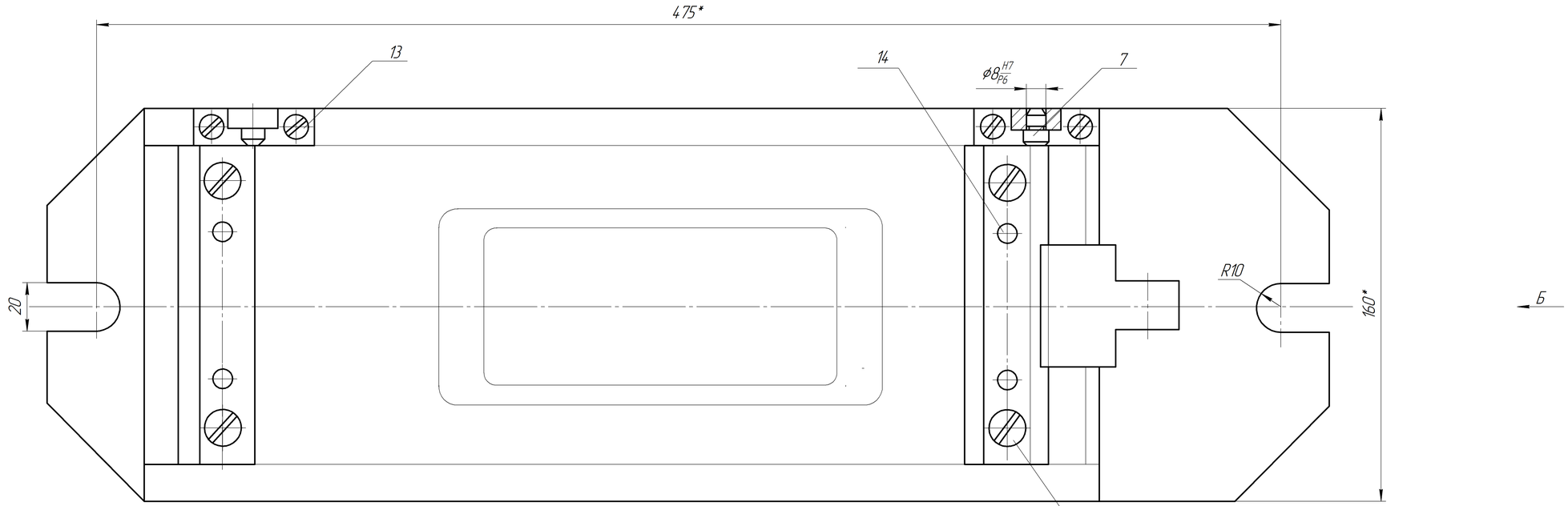


Теоритична діаграма точності обробки

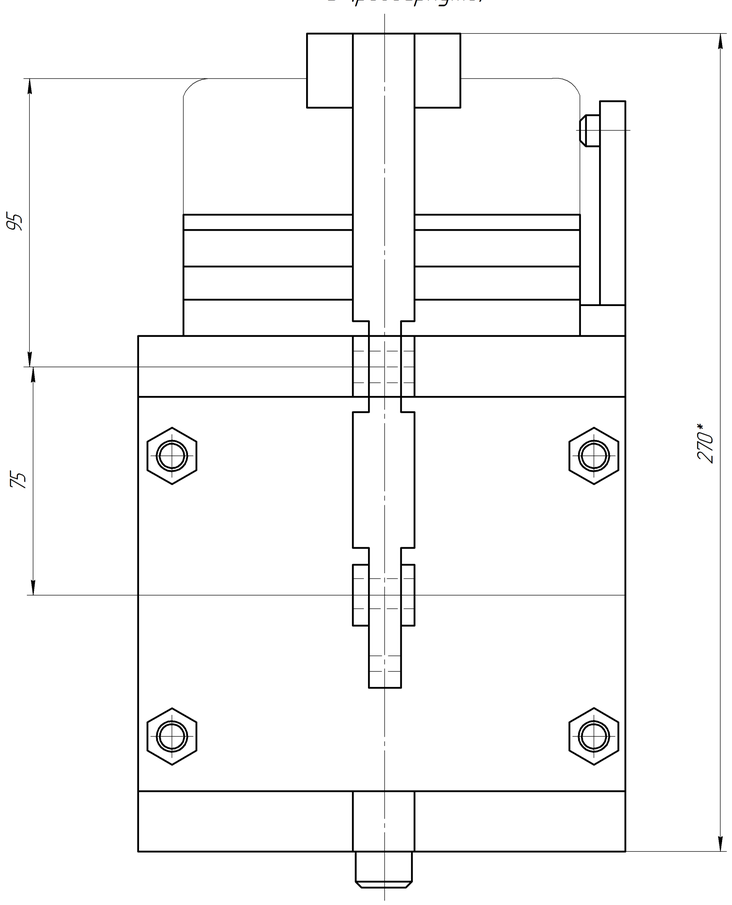


						МР.ПМК-628.02.00.000 СХ	
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата			
Розраб.		Вірстюк			Аналіз точності	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Шуляр				Н		–
Т.контр.		Шуляр				Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-23-1		
Затв.		Панчук						

МР.ПМК-628.03.00.000 СК

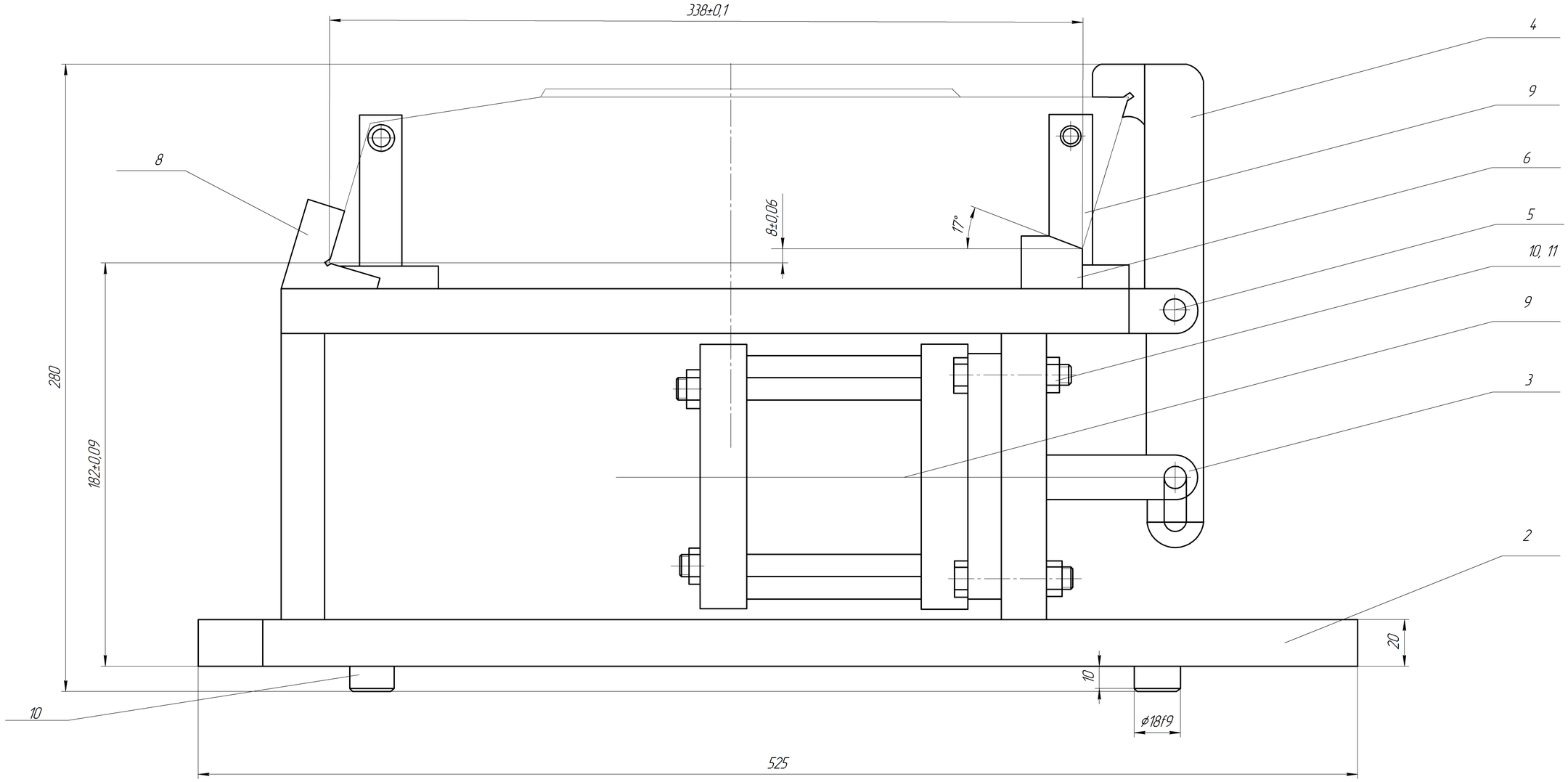


Б (розвернуто)



					МР.ПМК-628.03.00.000 СК		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Пристрій фрезерний з пневмоприводом	Літ.	Маса	Масштаб
Розраб.		Вірстюк				Н		1:1
Перев.		Шуляр						
Т.контр.		Шуляр				Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-23-1		
Затв.		Панчук						

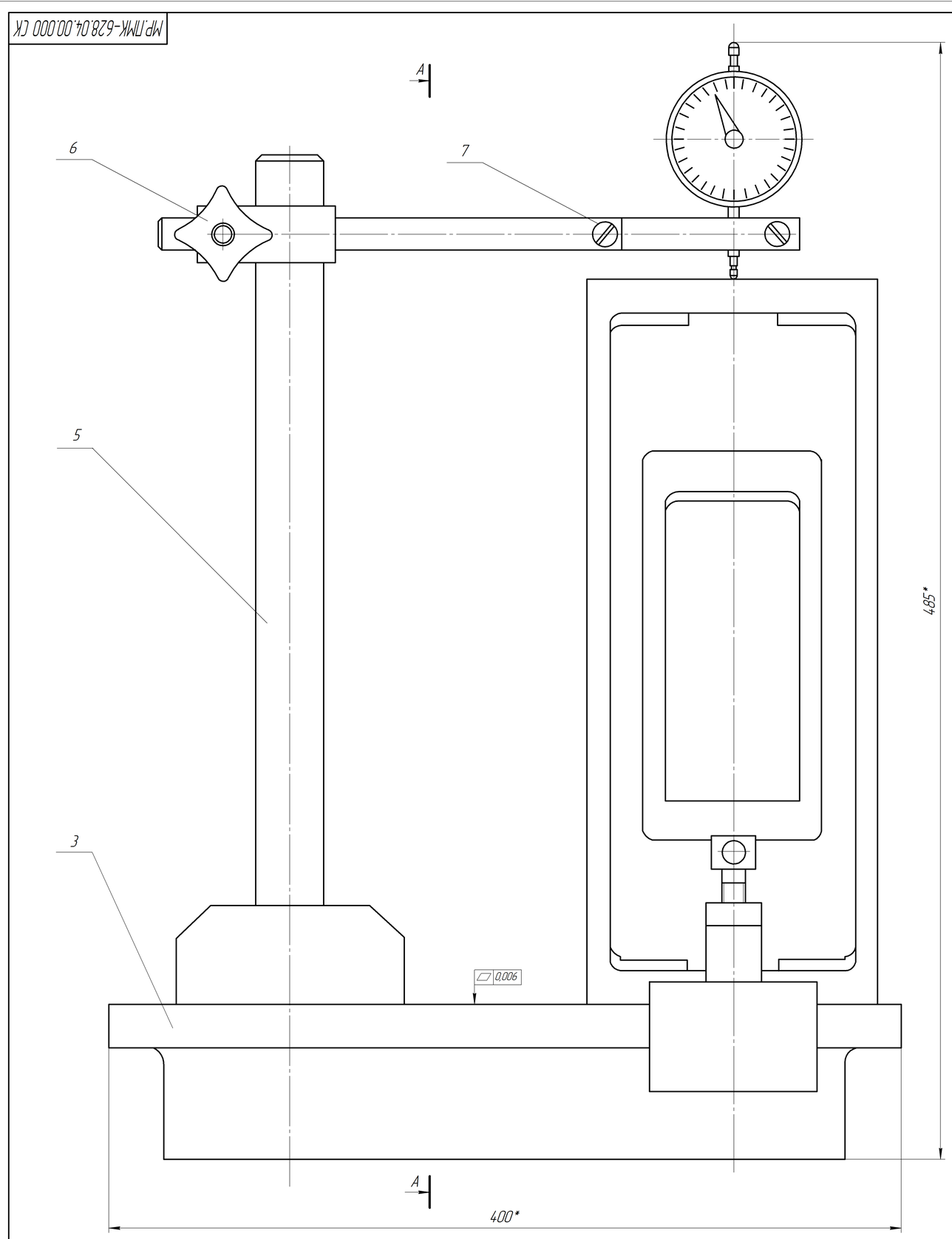
А (аркуш)



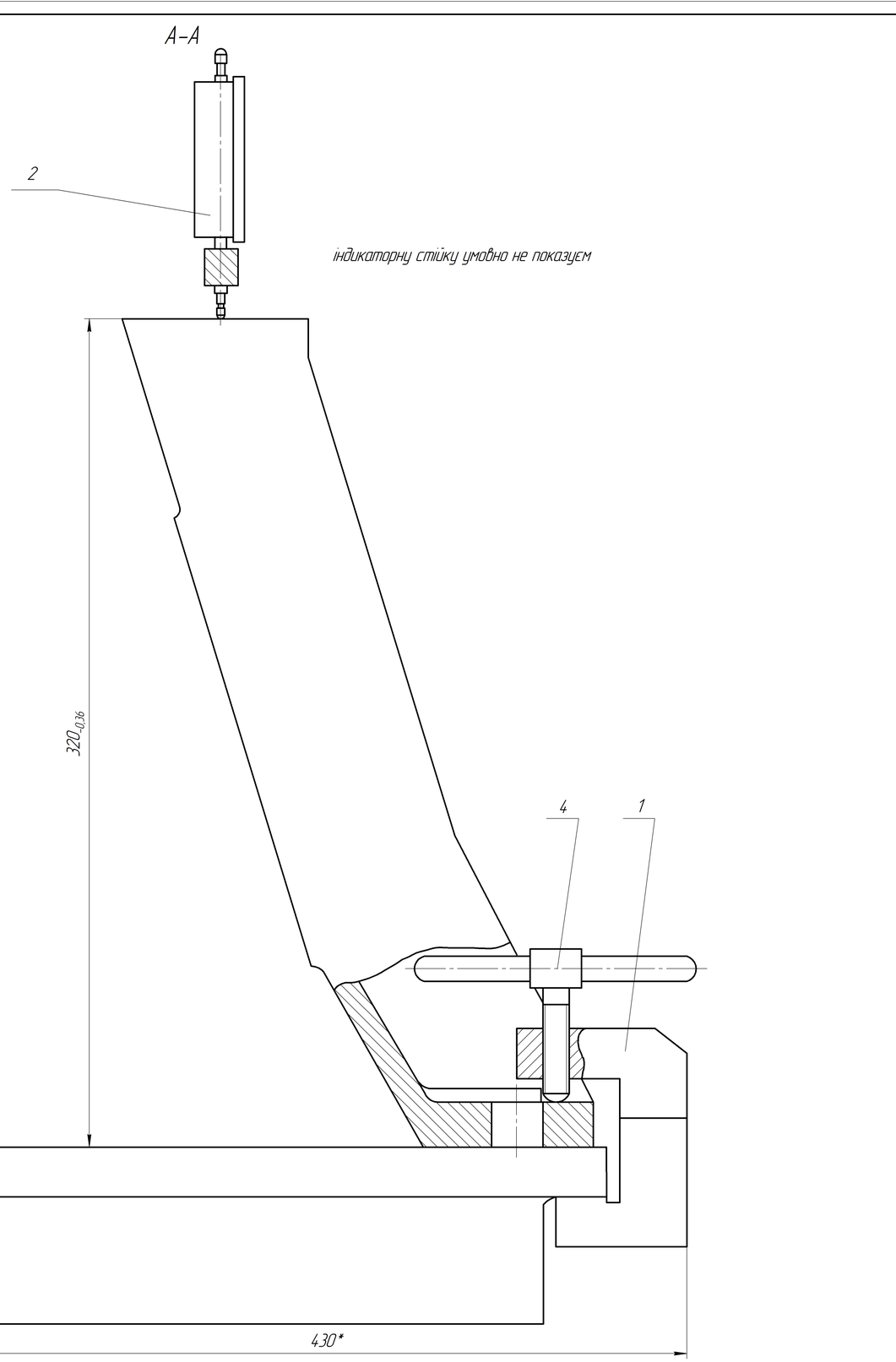
1* Розміри для довідок
2 Тиск повітря в мережі не менше 0,4 мПа
3 Необробні поверхні фарбувати в зелений колір
4 Рух штока повинен бути плавним без заїдань
5 Маркувати МР.ПМК-628.03.00.000 СК / КО-8.04.00.004.6Р13РФ3
6 Зусилля закріплення 6180 Н

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	МР.ПМК-628.03.00.000 СК			
Розраб.		Вірстюк			Пристрій фрезерний з пневмоприводом	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Шуляр				Н		1:1
Т.контр.		Шуляр				Аркуш	Аркушів	1
Рецензент						ІФНТУНГ ПМКм-23-1		
Н.контр.		Шуляр						
Затв.		Панчук						

МР.ПМК-628.04.00.000 СК

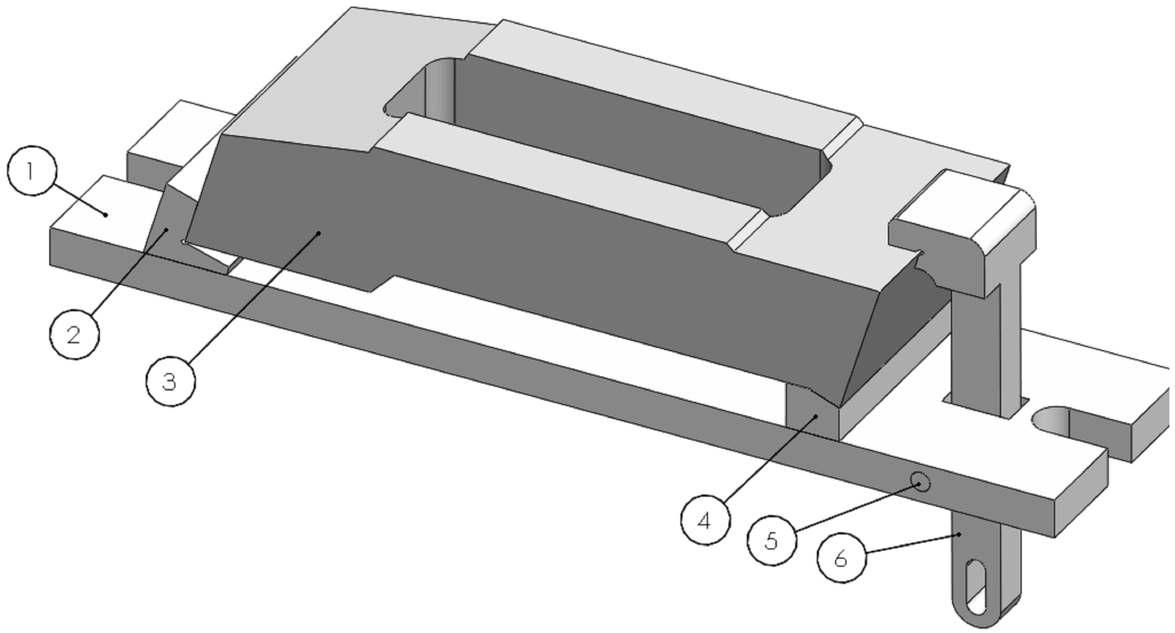


А–А



1. Пристрій призначенний для контролю паралельності площини Е відносно Ж
2. Точність вимірювання 0,0094 мм.
3. Допустимі відхилення показів індикатора 0,05 мм.

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	МР.ПМК-628.04.00.000 СК		
Розроб.		Вірстюк			Пристрій контрольний	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Шуляр				Н		1:1
Т.контр.		Шуляр				Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-23-1		
Затв.		Панчук						



1 – плита; 2 – упор; 3 – деталь;
4 – опора; 5 – вісь; 6 – важіль

Рисунок 1 – Тривимірна модель для проведення імітаційного моделювання

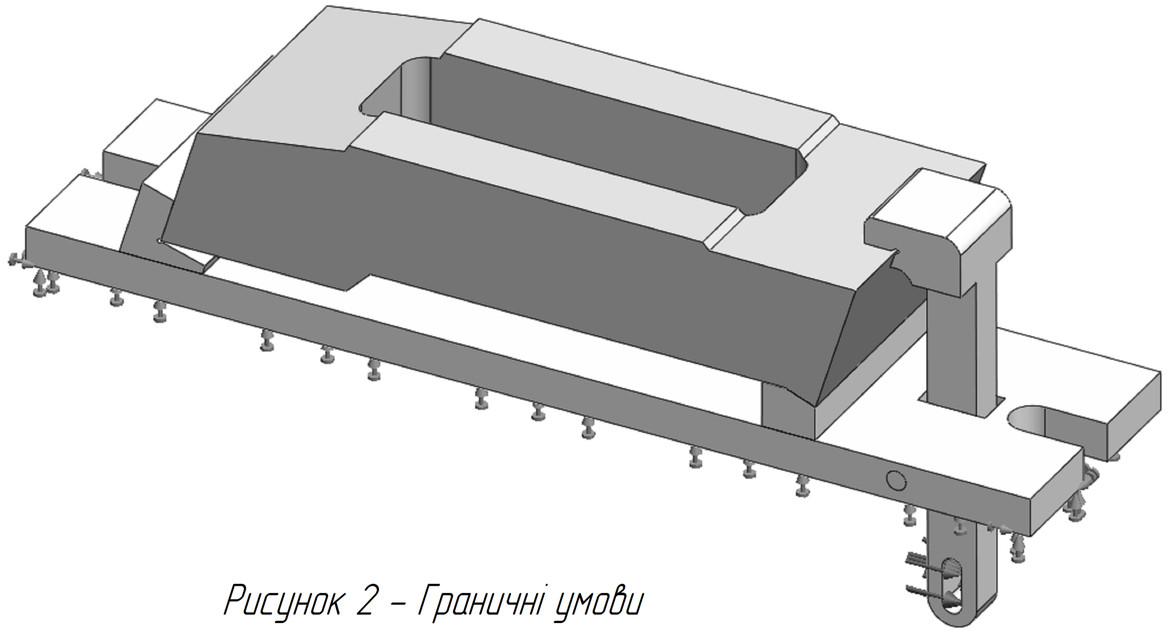


Рисунок 2 – Граничні умови

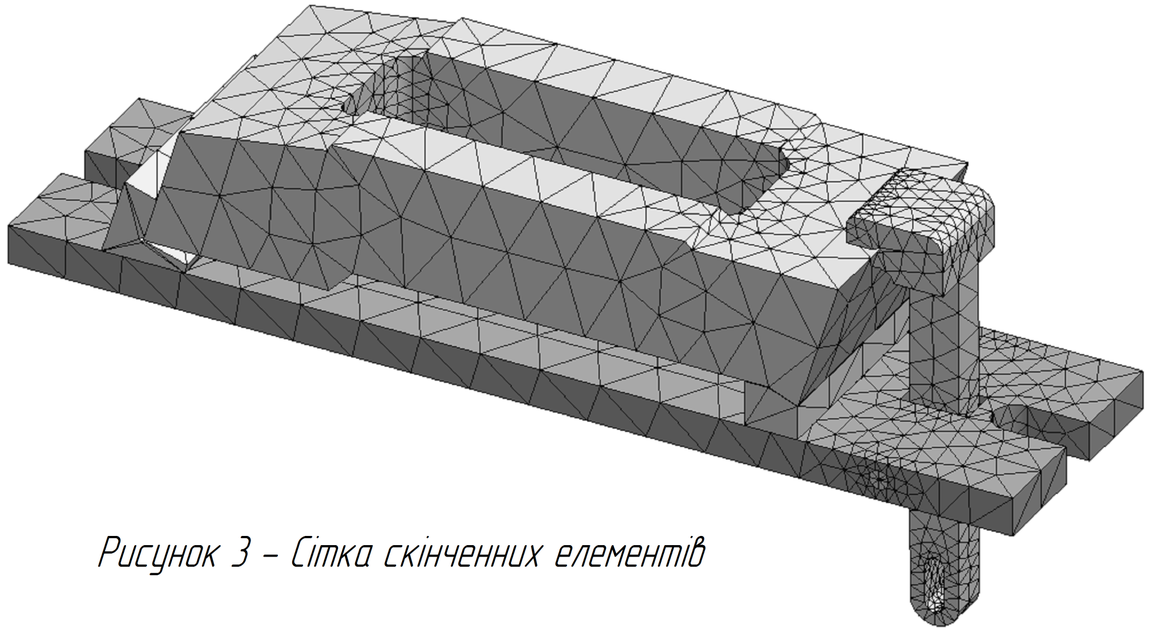


Рисунок 3 – Сітка скінченних елементів

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	МР.ПМК-628.05.00.000 СХ		
Разраб.		Вірстюк			Тривимірні маделі притискача	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Шуляр				Н		–
Т.контр.		Шуляр				Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-23-1		
Затв.		Панчук						

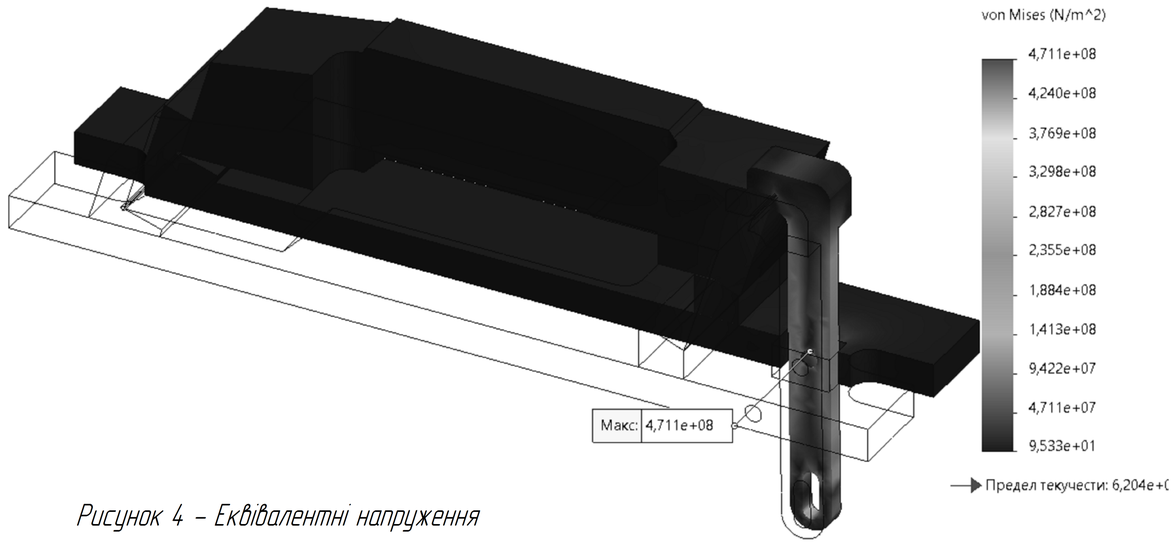


Рисунок 4 – Еквівалентні напруження

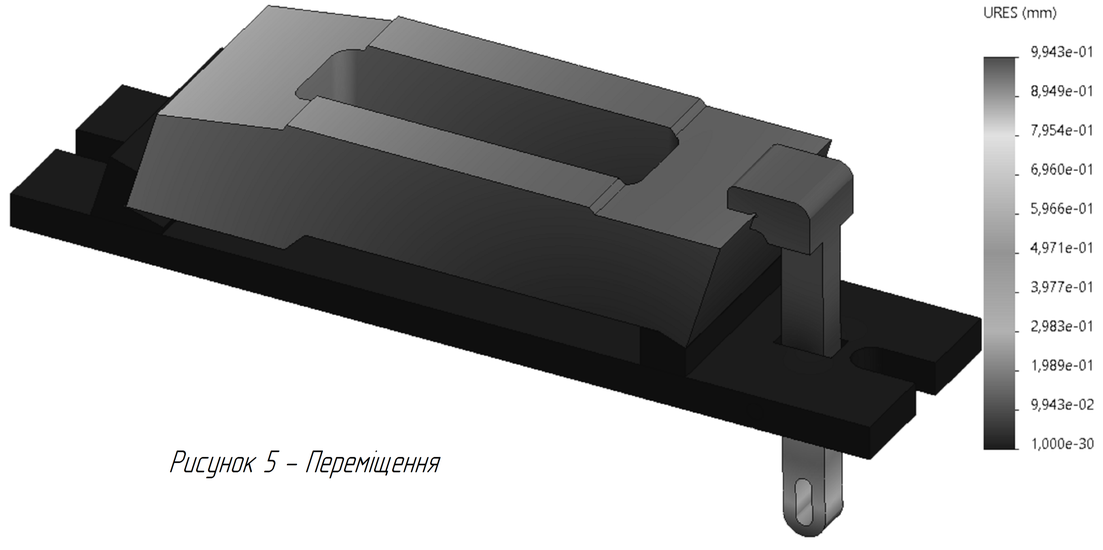


Рисунок 5 – Переміщення

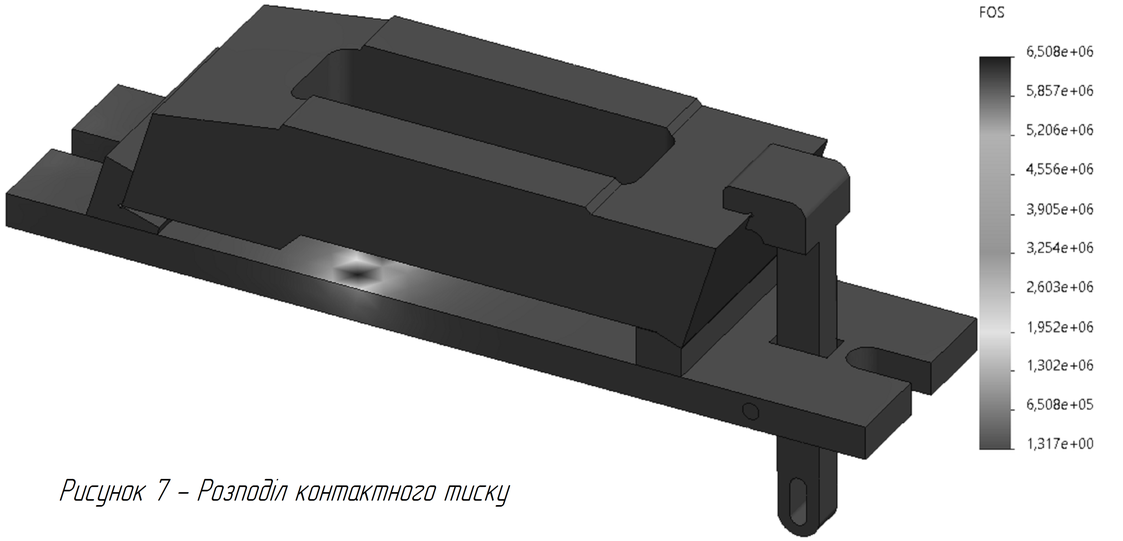


Рисунок 7 – Розподіл контактного тиску

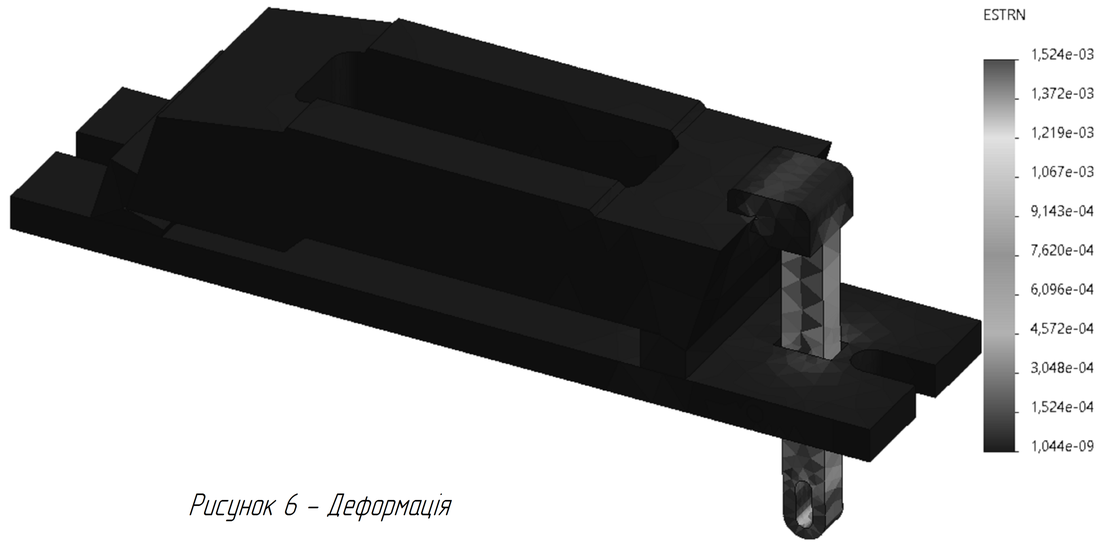


Рисунок 6 – Деформація

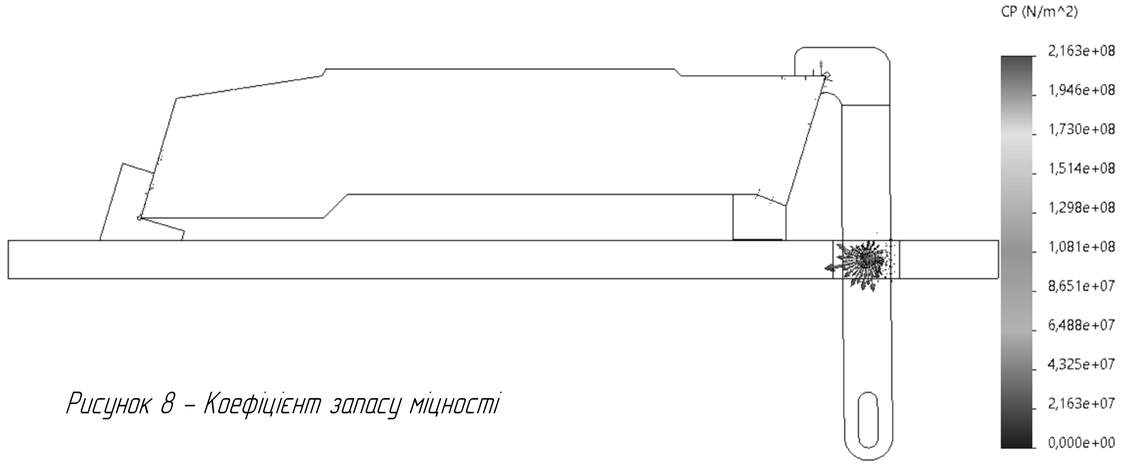


Рисунок 8 – Коефіцієнт запасу міцності

					МР.ПМК-628.06.00.000 СХ		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Імітаційне дослідження	Літ.	Маса	Масштаб
Розраб.		Вірстюк				Н		–
Перев.		Шуляр				Аркуш	Аркушів 1	
Т.контр.		Шуляр						
Н.контр.		Шуляр				ІФНТУНГ ПМКм-23-1		
Затв.		Панчук В.Г.						