

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі «Стійка А221.03» з використанням верстатів з ЧПК

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13 механічна інженерія
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка
Шифр і назва спеціальності

Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

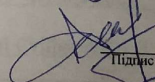
Шифр ДП.ПМ.ФІТА.01.25.ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТсз-22-1
Шифр


Підпис

Костянтин ЗАХАРЕВИЧ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник докт. техн. наук, професор
Науковий ступінь, звання


Підпис

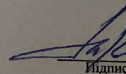
Анатолій ГОРДСОВ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент


Підпис

Сергій БИСЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва


Підпис

Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата «24» 06 2025

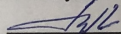
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури
 Кафедра технології машинобудування
 Рівень вищої освіти перший (бакалавр)
 Галузь знань 13 механічна інженерія
 Спеціальність 131 прикладна механіка
 Освітня програма «технології машинобудування»

Шифр і назва

Шифр і назва

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ Віталій ТКАЧУК7 . 02 . 2025ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТЗахаревичу Костянтину Ігоровичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи

Технологія виготовлення деталі «Стійка А221.03» з використанням верстатів з ЧПКкерівник роботи Гордєєв Анатолій Іванович, д.т.н., професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від 7 лютого 2025 р. № 232 Строк подання студентом роботи на кафедру 15 червня 20253 Вихідні дані до проекту (роботи) кресленник деталі Стійка А221.03 та технічні вимоги до її виготовлення,
обсяг випуску 1,75 тис.

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

Вступ

1. Загальний розділ
2. Технологічний розділ
3. Конструкторський розділ
4. Охорона праці

5 Перелік графічних матеріалів: 1 Креслення деталі - лист А2; 2 Креслення заготовки - лист А2; 3. Карта наладки верстата - 1 лист А1; 4. Верстатний пристрій - 1 лист А1; 5. Лист графотехнології - лист А1; 6. Лист вибору режимів різання - А1; 7. Контрольний пристрій - лист А2..

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Захаревич Костянтин Ігорович на захист дипломного проекту (роботи)
(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі «Стілка А221.03» з використанням верстатів з ЧПК

Дипломний проект (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додаються.

Декан факультету

ОЛЕГ ПОЛІЩУК

(ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Захаревич К.І. з 2021 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за:

національною шкалою: відмінно 0,00 %, добре 28,57 %, задовільно 71,43 %.
шкалою ЄКТС: А 0,00 %, В 3,77 %, С 24,53 %, D 18,87 %, E 52,83 %.

Методист факультету

[Підпис]

(ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент

Захаревич К.І. приступив до проекту-замов'язь своєчасно та завершив у шостій тиждень. За період роботи над проектом показав необхідні інженерні здатності та вміння вирішувати поставлені задачі. В цілому проект має позитивну оцінку

Оцінка дипломного проекту (роботи)

добре

Керівник дипломного проекту

[Підпис]

Герасев АТ

(ім'я, прізвище)

" 24 " 06 2025 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проект (роботу) розглянуто. Студент Захаревич К.І. допускається до захисту цього проекту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технологія машинобудування

(назва)

[Підпис]

(підпис, ім'я, прізвище)

" 26 " 06 2025 р.

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ
МАШИНОБУДУВАННЯ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: «Технологія виготовлення деталі «Стійка А221.03» з використанням верстатів з ЧПК».

Автор: Захаревич Костянтин Ігорович

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

Науковий керівник: Гордєєв А. І.

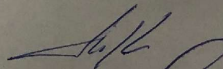
Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Текст вважається оригінальним та не потребує додаткових дій щодо запобігання неправомірним запозиченням. Є співпадання із титульним листом, завданням, змістом, списком використаних джерел. Також є співпадання із технічними термінами при застосуванні стандартних методик розрахунків, що не є плагіатом. Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділі охорони праці, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту.	Рівень унікальності тексту високий

коєф. відмінності - 12,91%
Anti-Plagiarism - 11%

Підтвердження:

завідувач кафедри



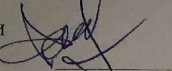
Віталій ТКАЧУК

гарант освітньої програми



Володимир МИЛЬКО

керівник кваліфікаційної роботи



Анатолій ГОРДЄЄВ

Дата

Підписи

РЕЦЕНЗІЯ
на дипломну бакалаврську роботу Захаревича К. І. «Технологія
виготовлення деталі «Стійка А221.03» з використанням верстатів з
ЧПК»

Тема дипломної роботи Захаревича К. І. є інженерно обґрунтованою і актуальною для сучасного виробництва. Робота скерована на розроблення технології виготовлення деталі Стійка із застосуванням верстатів з ЧПК.

Автором в роботі вирішені наступні задачі: запропоновано новий технологічний процес виготовлення деталі Стійка, спроектовано фрезерний верстатний пристрій, та для забезпечення операції контролю спроектовано контрольно-вимірювальний пристрій.

Графічна частина виконана на доброму рівні. Креслення та пояснювальна записка відповідають вимогам ДСТУ.

В розділі охорони праці приведено дані по захисту від вібрацій.

Виходячи з результатів, які містяться в дипломній бакалаврській роботі та виконанні її на високому технічному рівні, робота рекомендується до захисту та заслуговує оцінки добре, а здобувач Захаревич К. І. заслуговує присудження ступеня бакалавра за спеціальністю 131 - Прикладна механіка.

Професор кафедри «Трибології
автомобілів та матеріалознавства»

Хмельницького національного

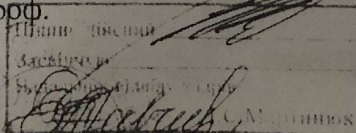
університету д.т.н., проф.

Диха О.В.

Підпис Дихи О.В.

Засвідчую

Начальник відділу кадрів ХНУ



Завідувачу кафедри
Технології машинобудування
Ткачуку В.П.
здобувача вищої освіти
студента Захаревича К. І.
факультету інженерії, транспорту та
архітектури, 4 курсу, гр. ПМТс-20-2

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення про систему забезпечення академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті, згідно з яким виявлення академічного плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту і застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на академічний плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку й збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (StrikePlagiarism та/або Anti-Plagiarism) і використання роботи для виявлення академічного плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота надається для перевірки в електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

13.06.2025

дата



підпис

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			Документація загальна		
2					
3					
4	A4	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.00.00 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна записка	64	
5	A2	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.01.00.02	Креслення заготовки	1	
6	A2	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.01.00.01	Креслення деталі	1	
7	A1	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.02.00.04	Карта наладки	1	
8	A1	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.02.00.03	Графотехнологія	1	
9	A1	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.02.00.05	Вибір режимів різання	1	
10	A1	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.03.00.01СК	Пристрій для свердлування	1	
11	A2	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.03.00.02	Пристрій для контролю	1	
12	A4		Завдання на ДП	1	
13	A4		Реферат	1	

					ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.00.00ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив.		Захаревич			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Гордєєв				3	
Н. Контр.		Бись			ХНУ-ПМТсз-22-1		
Затвердив		Ткачук					
Відомість роботи							

Реферат

Тема проекту: Технологія виготовлення деталі «Стійка А221.03» з використанням верстатів з ЧПК

Автор: Захаревич К. І. Керівник роботи : Гордєєв А. І.

Об'єм пояснювальної записки. 51. стор. Графічна частина 5,5.листів А1.

В загальному розділі визначено стан питання та задачі дипломного проектування виконано аналіз технологічності деталі, вибрано тип виробництва.

В технологічному розділі виконано розрахунки собівартості заготовки, визначено припуски, режими різання, норми часу.

В конструкторському розділі виконано розрахунки свердловального пристрою для обробки отворів, контрольно-вимірювального пристрою.

В розділі охорони праці приведено дані по захисту від вібрацій.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Стійка А221.03» з використанням верстатів з ЧПК специфікації, керуюча програма на верстат з ЧПК.

Автор роботи: Захаревич К. І. 2025 р.

/Підпис/

Дата

ЗМІСТ

	Вступ.....	7
1	Загальний розділ	8
1.1	Стан питання та визначення задач дипломного проектування.....	8
1.2	Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі.....	9
1.3.	Аналіз технологічності конструкції деталі.....	10
1.4	Визначення типу і організаційної форми виробництва...	11
1.5	Технічні вимоги, методи їх забезпечення.....	12
1.6	Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі Стійка А221.03.....	13
2	Технологічний розділ	16
2.1	Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання....	16
2.2	Вибір технологічних баз.....	17
2.3	Вибір варіанта технологічного маршруту.....	17
2.4	Розрахунок припусків.....	18
2.4.1	Аналітичний розрахунок припуску на поверхню $\varnothing 35\text{ H7}$	18
2.4.2	Табличний метод.....	21
2.5	Розробка технологічних операцій механічної обробки.....	22
2.6	Призначення режимів різання.....	24
2.6.1	Аналітичним методом.....	24
2.6.2	Табличний вибір режимів різання	28

2.7	Технічне нормування операцій технологічного процесу.....	31
2.8	Оформлення технологічної документації.....	33
3	Конструкторський розділ.....	36
3.1	Проектування верстатного пристрою для свердлування отворів.....	36
3.1.1	Вибір схеми базування та закріплення деталі.....	36
3.1.2	Вибір установочних елементів пристрою.....	36
3.1.3	Розрахунок точності обробки.....	37
3.1.4	Розрахунок сили закріплення деталі.....	38
3.1.5	Розрахунок силового приводу пристрою.....	39
3.1.6	Розрахунок деталей пристрою на міцність.....	40
3.1.7	Опис роботи пристрою.....	40
3.2	Проектування контрольного пристрою.....	41
3.2.1	Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю	41
3.2.2	Розрахунок розмірів калібру пробки.....	42
4	Охорона праці.....	44
5	Висновки.....	49
6	Список використаних джерел.....	50
	Додатки.....	

ВСТУП

«У наш час надзвичайно важко досягти високого рівня виробництва. Щоб випускати високоякісну продукцію, яка здатна конкурувати не лише в Україні, а й за її межами, потрібно докласти чимало зусиль. Високий рівень виробництва та якість продукції, що випускається, великою мірою залежать від застосування технічного прогресу. Технічний прогрес не стоїть на місці, отже вимоги замовника до тієї чи іншої продукції також значно зростають. Виходячи з ситуації, що склалася на виробництві, потрібно впроваджувати автоматизацію, підвищення продуктивності праці, зменшення собівартості продукції, розробляти загальні та спеціальні методи й схеми захисту працівників на дільницях.

Ще нещодавно САПР вважались не більше ніж модним захопленням, проте сьогодні вони застосовуються повсюдно і їх економічна доцільність повністю доведена. Економічна ефективність визначається не тільки досягнутою економією коштів, але й підвищенням точності виготовлення виробів та прискоренням освоєння їх виробництва. Підвищення точності виготовлення призводить до зменшення загального часу освоєння нової продукції, що дозволяє швидше реагувати на вимоги ринку.

Найбільш раціональним шляхом підвищення рівня виробництва — оптимізація методів вибору заготовок при порівнянні декількох варіантів, використання обладнання з ЧПК, що дає змогу значно зменшити витрати та кількість обладнання, залучити до процесу виробництва менше робочого персоналу та інше. Ці методи дозволяють зменшити вартість, час виготовлення та підвищити якість виробу, що відповідно підіймає рейтинг підприємства не тільки на вітчизняному ринку, а й на міжнародному» [2].

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Стан питання та визначення задач дипломного проектування

«Дипломна бакалаврська робота відповідно до загальноосвітньої програми підготовки бакалаврів за Галуззю знань – 13 Механічна інженерія, Спеціальністю – 131 Прикладна механіка являє собою самостійну та логічно завершену роботу на здобуття ступеня бакалавра, галузі технології машинобудування. Для якісного виконання випускної кваліфікаційної роботи претендент ступеня бакалавра в процесі навчання за програмою має освоїти такі компетенції, які закріплюються під час виконання ним випускної кваліфікаційної роботи :

- здатність до саморозвитку, підвищення своєї кваліфікації та майстерності;
- здатність освоювати на практиці та вдосконалювати технології, системи та засоби машинобудівних виробництв;
- здатність брати участь у розробці та впровадженні оптимальних технологій виготовлення машинобудівних виробів;
- здатністю виконувати заходи щодо ефективного використання матеріалів, обладнання, інструментів, технологічного оснащення, засобів автоматизації, алгоритмів та програм вибору та розрахунків параметрів технологічних процесів;
- здатністю вибирати матеріали та обладнання, та інші засоби технологічного оснащення та автоматизації для реалізації виробничих та технологічних процесів;
- здатністю виконувати роботу з визначення відповідності продукції, що випускається вимогам регламентуючої документації;

- здатністю виконувати роботи з доведення та освоєння технологічних процесів, засобів та систем технологічного оснащення, автоматизації машинобудівних виробництв, управління, контролю, діагностики в ході підготовки виробництва нової продукції, оцінки їх інноваційного потенціалу;
- здатність розробляти плани, програми та методики, інші документи, що входять до складу конструкторської, технологічної та експлуатаційної документації.

Основні завдання при виконанні дипломної роботи бакалавра:

- запропонувати вдосконалений технологічний процес оброблення деталі із застосуванням сучасного обладнання – верстатів з ЧПК;
- провести раціональний вибір методу отримання заготовки;
- провести розрахунки та вибір припусків;
- розрахувати та вибрати різальний інструмент і режими різання;
- провести нормування технологічних операцій механічної обробки;
- спроектувати та провести розрахунки верстатного та контрольного пристрою;
- виконати необхідні графічні матеріали та оформити технологічну документацію;
- навести з точки зору охорони праці необхідні вимоги до безпечної роботи при виконанні технологічного процесу, протипожежної безпеки, безпечним умовам роботи машинобудівного комплексу» [12].

1.2 Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі

Деталь “Стійка” входить до складу механізму подачі деталей транспортера і призначена для встановлення та закріплення його складових частин.

Основними для даної деталі являються поверхні $\varnothing 45H7$, $\varnothing 40H8$, $\varnothing 52H11$ та торці 47×70 , по яким вона спрягається з іншими деталями.

Поверхня $\varnothing 45H7$ використовується у якості підшипникового вузла і призначена для встановлення підшипників.

Поверхня $\varnothing 40H8$ призначена для встановлення направляючої втулки.

Два різьбових отвори $R_c 1/8 LH$ призначені для встановлення штуцерів, по яким подається змащувальна рідина.

Всі інші отвори призначені для встановлення кріпильних елементів.

Матеріал деталі – конструкційна сталь 45 ДСТУ 7809:2015 в % ($\sigma_{вр} = 610$ МПа, $\sigma_T = 380$ МПа, $\rho = 7,8 \cdot 10^3$ кг/м³, 197...217 НВ).

Тип виробництва визначаємо за масою деталі $m_d = 0,9$ кг та річному об'єму випуску деталей.

$N = 1750$ шт.

Тип виробництва – дрібносерійний [4].

1.3 Аналіз технологічності деталі

«Згідно робочого креслення можна сказати про наявність всіх даних для виготовлення деталі, що вимагає ДСТУ БА. 4-4:2009 «Загальні вимоги до робочих креслень» [4].

1. Вибір матеріалу на деталь.

Для виготовлення деталі слугує якісна вуглецева сталь 45 ДСТУ 7809:2015,

2. Якісний аналіз

Деталь «Стійка A221.03» відноситься до класу корпусів з центральним отвором і вона в основному утворена поверхнями простої форми. В цілому деталь є дуже проста і не вимагає ніяких складних пристроїв чи верстатів для її виготовлення.

Деталь достатньо жорстка, тому потреби у додаткових опорах при обробці немає.

Деталь має зручні для базування поверхні.

Закритих та важкообробляємих поверхонь немає, що дозволяє проводити обробку високопродуктивними методами на прохід.

На підставі проведеного аналізу технологічності деталі можна зробити висновок, що деталь технологічна і її виготовлення не викликає труднощі при виготовленні на виробництві.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 7809:2015 в %

C	Si	P	S	Gr	Ni	Cu
		Не більше		Не більше		
0.42	0.2	0,04	0,045	0,30	0,30	0,30
0.50	0.52					

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 45 ДСТУ 7809:2015

Межа текучості: МПа	Тимчасовий опір розриву: МПа	Відносне подовження: %	Відносне звуження: %	НВ
Не менше				
360	610	16	20	241

1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва

«Визначення типу виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}, \quad (1.1)$$

де O-кількість операцій;

P - кількість робочих місць з різноманітними операціями.

Визначення типу виробництва проводимо за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{129,94}{7} = 18,56.» [4].$$

Оскільки $10 < K_{з.о.} < 20$, то тип виробництва середньосерійний з потоковою формою організації праці, тобто обладнання розташовується послідовно відповідно до операцій технологічного процесу та робочих місць.

1.5 Технічні вимоги, методи їх забезпечення та контролю

Основні елементи деталі «Стойка А221.03» позначені та їх характеристики занесені в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні вимоги, методи їх забезпечення та контролю

Зміст вимоги	Методи забезпечення	Методи контролю
1	2	3
Ø45Н7, при $R_a = 1,6$ мкм, Ø40Н8, при $R_a = 1,6$ мкм, Ø52Н11, при $R_a = 6$ мкм,	Свердлування, розсвердлування, розточування попереднє, розточування чистове	Штангенциркуль ШЦ–І– 150 – 0,1 Нутромір індикаторний типуНИ Набір мір шорсткості
М6 – 7Н, R_c 1/8 LH, при $R_a = 3,2$ мкм	Свердлування, нарізання різьби	Калібр – пробки різьбові. Набір мір шорсткості
Торці 47h14, при $R_a = 1,6$ мкм	Фрезерування, шліфування	Штангенциркуль ШЦ–І– 150 – 0,1 Набір мір шорсткості

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3
Лінійні розміри, фаски по 14 квалітету точності, шорсткість $R_a = 6,3$ мкм	Одноразова лезова обробка	Штангенциркуль ШЦ–І– 150 – 0,1 Набір мір шорсткості
Позиційний допуск розташування осей різьбових отворів М6 – 7Н – 0,3 мм (допуск залежний)	Обробка отворів з одного установка	За допомогою спеціального контрольного приладу
Позиційний допуск розташування отворів $\varnothing 6,6 - 0,2$ мм (допуск залежний)	Обробка отворів з одного установка	За допомогою спеціального контрольного приладу
Допуск паралельності бокових поверхонь 47x70 мм відносно одна одної – 0,05 мм	Шліфування однієї поверхні з використанням у якості базової другу	На контрольній плиті за допомогою індикаторної головки.
Допуск перпендикулярності торців 47x70 мм відносно базового отвору Г – 0,05 мм	Шліфування з використанням у якості базової поверхні отвір $\varnothing 45H7$	На контрольній плиті, вимірювальною голівкою та оправкою 6 для встановлення на отвір $\varnothing 45H7$

1.6 Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі корпус

Для обробки заготовки «Стійка А221.03» запропоновано метод концентрації операцій, який полягає у виконанні найбільшої кількості переходів за один установ заготовки. Виконання цього принципу відбувається при використанні багатоцільових верстатів з великою кількістю інструментів, а саме пропонується застосування верстата з ЧПК 2623ПМФ4.

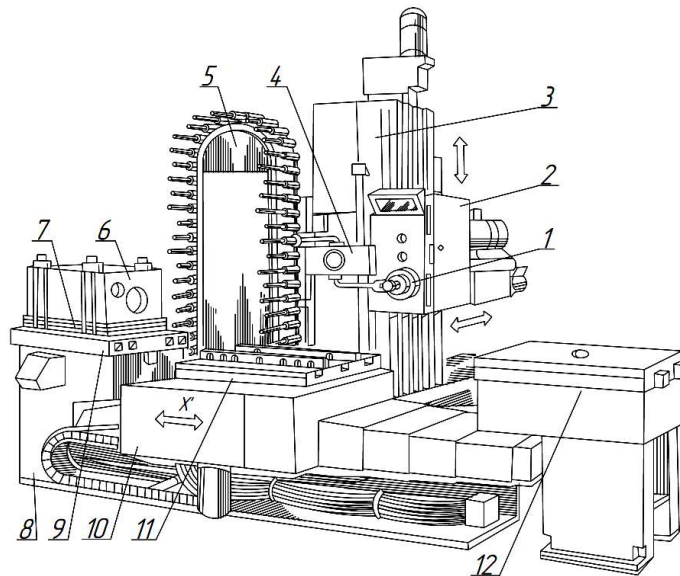


Рисунок 1.1. Загальний вигляд верстата 2623ПМФ4

Стійка 3 переміщується горизонтальними напрямними станини в напрямку, який співпадає з напрямом осі шпинделя 1. Стіл верстата складається з двох частин: нижня частина 10 переміщується горизонтальними напрямними станини в напрямку, перпендикулярному осі обертання шпинделя; верхня частина 11 – поворотна. Шпиндель встановлений у висувній пінолі. Бабка шпинделя 2 переміщується вертикальними напрямними стійки. Верстат забезпечений інструментальним магазином 5, який виконано у вигляді нескінченного ланцюга, ланки якого несуть гнізда для розміщення оправки з інструментами. З магазину необхідний інструмент забирає автооператор 4 і передає його в шпиндель верстата. На станині 8 встановлено додатковий стіл 9 з пристосуванням-супутником 7, на якому закріплюють підготовлену до обробки заготовку 6. На початку циклу обробки пристосування-супутник разом із заготовкою переміщується по столу 9 у напрямку стола 10 верстата, який у цей момент встановлений в положення завантаження. Після передачі пристосування-супутника із заготовкою на поворотний стіл 11 верстата і закріплення його, нижній стіл 10 верстата переміщується в зону обробки. З протилежної сторони встановлений аналогічний додатковий стіл 12 з пристосуванням-супутником, на якому під час обробки попередньої заготовки

закріплюють наступну. Після повної обробки деталь повертається на стіл 9, і наступна заготівка із столу 12 встановлюється в зону обробки. Такий «маятниковий» спосіб завантаження деталі дозволяє сумістити допоміжний час, що витрачається на закріплення деталі, з машинним часом обробки, що істотно підвищує продуктивність верстата.

Технічна характеристика багатоцільового верстата 2623ПМФ4.

діаметр висувного шпинделя, мм.....	110
конус кріплення інструменту в шпинделі.....	№50
розмір вмонтованого поворотного стола і стола-супутника, мм:	
ширина.....	1120
довжина.....	1250
найбільша маса встановленої заготовки, кг:	
на столі.....	4000
на столі-супутнику.....	2000
переміщення, мм:	
вертикальне бабки шпинделя.....	1250
поздовжнє шпинделя.....	500
поздовжнє стояка.....	1000
поперечне стола.....	1600
колове переміщення стола, °.....	360
частота обертання шпинделя, хв-1.....	5...1250
число частот обертання шпинделя.....	25
найбільший діаметр отворів, розточуваних шпинделем, мм.....	320
найбільша тягова сила подачі, Н:	
стояка.....	15000
шпинделя.....	10000
шпинделя бабки.....	8000
стола (поперечна).....	8000
подача рухомих вузлів (регулювання безступінчасте), мм/хв.....	2...1600
швидкість швидких переміщень рухомих вузлів, мм/хв.....	8000
число інструментів в магазині, шт.....	50
потужність головного приводу, кВт.....	15
габаритні розміри верстата, мм:	
довжина.....	8300
висота.....	7500
ширина.....	4500
маса верстата, кг.....	31000

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання

Враховуючи матеріал деталі, її форму, розміри та тип виробництва єдиним раціональним методом виготовлення заготовки являється заготівка, яка отримана газорізкою з сортового (листового) прокату.

Заготівку отримуємо з листа з використанням машинної газової різки.

Точність газорізки дорівнює від ± 1 до ± 2 мм [6]

Приймаємо точність газорізки ± 2 мм.

Визначаємо необхідну товщину листа H_p , мм, за формулою

$$H_p = H_n + 2 \cdot Z_1 + 2 \cdot Z_2 + 2 \cdot Z_3, \quad (2.1)$$

де H_n – номінальний розмір, мм

$2 \cdot Z_1$ – припуск на фрезерування, мм.

$2 \cdot Z_2$ – припуск на попереднє шліфування, мм

$2 \cdot Z_3$ – припуск на чистове шліфування, мм

$$H_n = 47 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_1 = 5,0 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_2 = 0,4 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_3 = 0,2 \text{ мм}$$

$$H_p = 47 + 5 + 0,4 + 0,2 = 52,6 \text{ мм}$$

За розрахунковими даними вибираємо лист гарячекатаний нормальної точності прокату Б з необрізною кромкою НО, нормальної площинності ПН, товщиною 55 мм із сталі 45.

Відхилення від товщини листа дорівнюють $\begin{matrix} +0,25\text{мм} \\ -0,8\text{мм} \end{matrix}$

2.2 Вибір технологічних баз

На першій операції оброблення у лещатах за бази приймаємо зовнішню поверхню заготовки та торець.

При фрезерній обробці на ЧПУ при установленні за базу використовується внутрішня циліндрична поверхня отвору, та торець.

При свердлуванні використовується зовнішня циліндрична поверхня та торець заготовки.

2.3 Вибір варіанта технологічного маршруту

Проаналізувавши базовий технологічний процес виготовлення деталі «Стійка А221.03» було встановлено, що застосовуються застаріли універсальні верстати та окремі поверхні оброблюються з переустановленням, що веде до зниження точності оброблення.

Було запропоновано використовувати верстат з ЧПК 2623ПМФ4 де оброблення проводиться з одного установа при концентрації різних операцій в порівнянні з базовим технологічним процесом. Загальна схема техпроцесу деталі «Стійка А221.03» зведена у таблицю 2.2.

Таблиця 2.1 – Технологічний процес виготовлення деталі «Стійка А221.03»

№ оп	Найменування, короткий зміст операції, технологічні бази	Верстат
1	2	3
005	Заготівельна Відрізати заготівку з листа	машина для газрізки

Закінчення таблиці 2.1

1	2	3
010	Вертикально – фрезерна	6Т12
015	Плоскошліфувальна	3П722
020	Багатоцільова з ЧПУ	2623ПМФ4
025	Плоскошліфувальна	3П722
030	Слюсарна	Верстак
035	Мийна промити деталь	Мийна машина
040	Гальванічна нанести антикорозійне покриття	Вана
045	Контрольна	Стіл ВТК

2.4 Розрахунок припусків

2.4.1 Аналітичний розрахунок припусків на обробку поверхні $60 \begin{smallmatrix} +0,15 \\ +0,3 \end{smallmatrix}$

«Розраховуються припуски на плоску поверхню $60 \begin{smallmatrix} +0,15 \\ +0,3 \end{smallmatrix}$. Розрахунок робимо у зворотному порядку технологічним переходам, починаючи з останнього.

Технологічними переходами для обробки даної поверхні є чорнове, напівчистове фрезерування.

Мінімальний припуск на фрезерування плоскої поверхні:

$$Z_{\min.} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_y,$$

де $R_{z_{i-1}}$ – висота мікронерівностей на попередньому переході;

h_{i-1} – глибина дефектного шару на попередньому переході;

ρ_{i-1} – сумарне просторове відхилення на попередньому переході;

ε_y – похибка установки» [2],

$$\rho = \rho_{кор}^2, \text{ де } \rho_{кор} = \Delta_k \cdot L = 2 \cdot 112 = 224;$$

Мінімальні припуски для переходів:

під чорнове фрезерування:

$$z_{\min_1} = 200 + 300 + 224 + 0 = 724 \text{ мкм},$$

під напівчистове фрезерування:

$$z_{\min_2} = 50 + 50 + 12 + 350 = 462 \text{ мкм},$$

Визначаємо розрахунковий розмір (у зворотному порядку) шляхом послідовного додавання мінімального припуску кожного технологічного переходу до номінального розміру наступного переходу:

$$L_{p2} = L_H + TL_2 = 60 + 0,150 = 60,150 \text{ мкм},$$

$$L_{p1} = L_{p2} + z_{\min_2} = 60,150 + 0,462 = 60,612 \text{ мкм},$$

$$L_{p0} = L_{p1} + z_{\min_1} = 60,612 + 0,724 = 61,336 \text{ мкм},$$

Найменші граничні розміри розраховуємо округленням розрахункових розмірів до знаку допуску.

$$L_{\min_2} = 60,15 \text{ мкм},$$

$$L_{\min_1} = 60,61 \text{ мкм},$$

$$L_{\min_0} = 61,34 \text{ мкм},$$

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

$$L_{\max_2} = L_{\min_2} + TL_2 = 60,15 + 0,15 = 60,30 \text{ мкм},$$

$$L_{max1} = L_{min1} + TL_1 = 60,61 + 0,36 = 60,97 \text{ мкм},$$

$$L_{max0} = L_{min0} + TD_0 = 60,34 + 1,5 = 62,84 \text{ мкм},$$

Найбільші (найменші) граничні значення припусків визначаємо як різницю найбільших (найменших) граничних розмірів попереднього і поточного переходів:

$$z_{min2}^{ep} = L_{min1}^{ep} - L_{min2}^{ep} = 60,61 - 60,15 = 460 \text{ мкм}$$

$$z_{min1}^{ep} = L_{min0}^{ep} - L_{min1}^{ep} = 61,34 - 60,61 = 730 \text{ мкм}$$

$$z_{max2}^{ep} = L_{max1}^{ep} - L_{max2}^{ep} = 60,97 - 60,30 = 670 \text{ мкм}$$

$$z_{max1}^{ep} = L_{max0}^{ep} - L_{max1}^{ep} = 62,84 - 60,97 = 1870 \text{ мкм}$$

Проведені розрахунки наведені у таблиці 2.2.

Табл. 2.2 Припуски розраховані аналітичним методом на розмір $60 \begin{smallmatrix} +0,15 \\ +0,3 \end{smallmatrix}$.

Тех. операція, переходи обр-ки поверхні	Елемент припуску, мкм				Розрах. припуск z_{min} , мкм	Розрах. розмір L_p , мкм	Допуск TD , мкм	Гранич. розмір		Гранич. Припуск	
	R_z	h	P	ε				L_{max}^{ep} , мм	L_{min}^{ep} , мм	z_{max}^{ep} , мкм	z_{min}^{ep} , мкм
Заготовка	20	30	22	—	—	61,33	1500	62,84	61,34	—	—
1.чорнове фрезерування	50	50	12	35	724	60,61	360	60,97	60,61	1870	730
2.напівчистове фрезерування	30	—	—	15	462	60,15	150	60,30	60,15	670	460

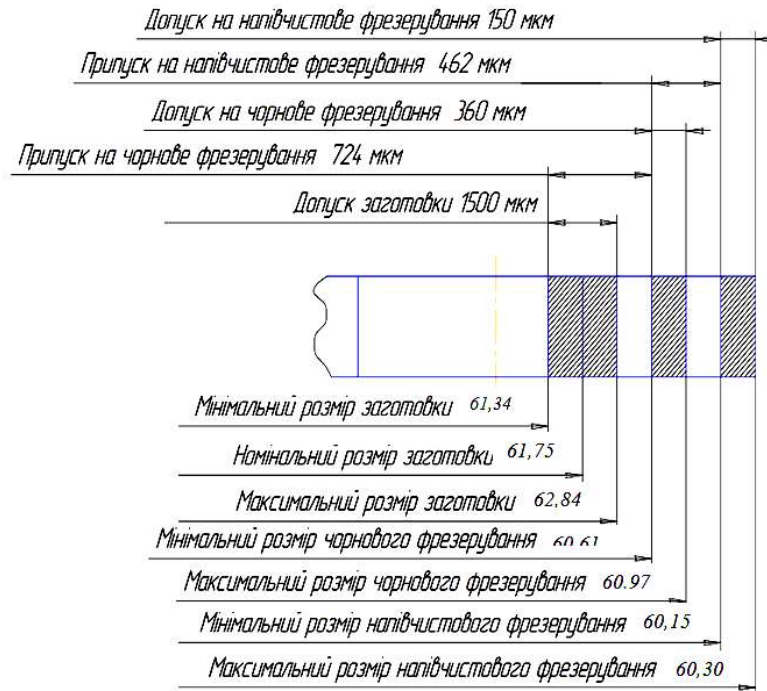


Рис. 2.1 – Схема розташування полів припусків та допусків на $60^{+0,15}_{+0,3}$

2.4.2 Табличний метод призначення припусків

На інші оброблюванні поверхні «Стійки» припуски і допуски вибираємо по таблицям і записуємо їх значення в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Зведена таблиця розрахунку міжопераційних припусків та розмірів

Метод обробки поверхні	Ряд точності квалітет	Параметр шорсткості, мкм	Припуск на розмір, мм	Проміжні розміри, мм
1	2	3	4	5
Ø45H7				
Розточування чистове тонке	7(H7)	R _a 1,6	0,2	Ø47H7
Розточування чистове	9(H9)	R _a 2,5	0,8	Ø46,8H9
Розточування чорнове	11(H11)	R _a 3,2	10,5	Ø46H11
Свердлування	14(H14)	R _a 6,3	12,5	Ø25H14

Закінчення таблиці 2.3

1	2	3	4	5
Ø40H8				
Розточування чистове тонке	8(H8)	R _a 1,6	0,2	Ø40H8
Розточування чистове	9(H9)	R _a 3,2	1,0	Ø39,8H9
Розточування чорнове	12(H12)	R _a 6,3	6,9	Ø38,8H12
Свердлування	14(H14)	R _a 12,5	12,5	Ø25H14
Ø52H11				
Розточування чистове тонке	11(H11)	R _a 1,6	0,3	Ø52H11
Розточування чистове	12(H12)	R _a 3,2	1,0	Ø51,7H12
Розточування чорнове	12(H12)	R _a 6,3	5,95	Ø50,7H12
Заготівка	12(H12)	R _a 6,3		Ø38,8H12
Ø8H7				
Розвертування чистове	7(H7)	R _a 0,8	0,04	Ø8H7
Розвертування попереднє	8(H8)	R _a 1,6	0,16	Ø7,96H8
Свердлування	12(H12)	R _a 6,3	3,9	Ø7,8H12

2.5 Розробка технологічних операцій механічної обробки

Для виконання технологічних операцій вибираємо моделі верстатів, різальний інструмент, вимірювальний інструмент та верстатні пристрої за переходами. Розробку технологічних операцій механічної обробки за переходами зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4. Операції механічної обробки

№ опе р.	Маршрут Обробки	Верст ат	Інструмент		Пристрої
			Різальний	Контр.	
1	2	3	4	5	6
005	Заготівельна. Транспортна.		Газорізка		Візок

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	
010	<p>Вертикально фрезерна</p> <p>1.Фрезерувати заготовку з чотирьох сторін у розмірі 47,5h14 начорно, 70h14 начисто</p> <p>2. Фрезерувати з двох сторін у розмірі 60h14 начисто</p>	6Т12	Фреза торцева Т15К6, D = 100 мм, z = 7.	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0.05 Шаблони Калібр-пробки	Лещата
015	<p>Плоскошліфувальна</p> <p>1. Шліфувати поверхні 47h14 (з припуском під чистове шліфування) за два установи</p>	3П722	Круг шліфувальний ПП200*40*3235 м/с 22А25ПСМ17К6А 1	Штангенциркуль ШЦ-1-166-80	Пристрій спеціальний верстатний
020	<p>Багатоцільова з ЧПК Позиція I</p> <p>1 Свердлити групу отворів Ø40Н8, Ø47Н7 у розмір Ø25Н14</p> <p>2 Розточити отвори Ø40Н8, Ø47Н7 у розмір Ø38,8Н12 начорно</p> <p>3 Розточити отвори Ø47Н7 начорно у розмір Ø46Н11 та отвір Ø52Н11 у розмір Ø50,7Н12</p> <p>4 Центрувати 4 отв. Ø6,6</p> <p>5 Свердлити 4 отв. Ø6,6</p> <p>6 Розточити отвори Ø40Н8, Ø47Н7, Ø52Н11 начисто</p> <p>7 Розточити отвори Ø47Н7, Ø52Н14 начисто тонко</p> <p>Позиція II</p> <p>1 Центрувати отвори Ø8Н7, R_c 1/8 LH з одночасним утворенням фаски 1x45⁰</p> <p>2 Свердлити отвір Ø7,8Н12</p> <p>3 Свердлити отвір Ø8Н12</p>	2623П МФ4	<p>Фреза кінцева Р6М5, D = 28 мм, z = 5.</p> <p>Свердло центрувальне Р6М5.</p> <p>Свердло спіральне Р6М5. Ø17</p> <p>Різець розточувальний Т16К6.</p> <p>Свердло центрувальне Р6М5.</p> <p>Свердло спіральне Р6М5. Ø16</p> <p>Мітчик М12</p> <p>Свердло центрувальне Р6М5.</p> <p>Свердло спіральне Р6М5. Ø17</p> <p>Мітчик 1/8 LH</p>	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0.05	Пристрій спеціальний верстатний

1	2	3	4	5	6
	<p>4 Нарізати різьбу R_c 1/8 LH</p> <p>5 Розвернути отвір Ø8H7 попередньо у розмір Ø7,96H8</p> <p>6 Розвернути отвір начисто Позиція III</p> <p>1 Центрувати отвір M6 – 7H</p> <p>2 Нарізати різьбу M6 – 7H</p> <p>3 Розточити отвір Ø40H8 начисто тонко та фаску Ø46,6 Позиція IV</p> <p>1 Нарізати різьбу R_c 1/8 HL Позиція V</p> <p>1 Центрувати два отвори M6 – 7H з одночасним утворенням фаски та два отвори Ø4</p> <p>2 Свердлити два отвори під різьбу M6 – 7H</p> <p>3 Свердлити два отвори Ø4</p> <p>4. Нрізати різьбу M6</p>		<p>Розвертка Ø7,96H8</p> <p>Розвертка Ø8H7</p> <p>Свердло спіральне P6M5. Ø4</p> <p>Мітчик M12</p>		
025	<p>Плоскошліфувальна</p> <p>Шліфувати поверхні 47h14 начисто за два установи</p>	3П722	<p>Круг</p> <p>шліфувальний</p> <p>ПП200*40*32</p> <p>35 м/с</p> <p>22A25ПСМ17К6А</p> <p>1</p>	<p>Штангенц</p> <p>иркуль</p> <p>ШЦ-1-</p> <p>125-0.05</p> <p>Шаблони</p> <p>Калібр-</p> <p>пробки</p>	Магнітна плита

2.6 Призначення режимів різання

2.6.1 Аналітичним методом

Розрахунок режимів різання та норм основного часу докладно розробляємо на перший перехід позиції I.

Вихідні дані: операція 020, перехід 1.

Оброблюваний матеріал – сталь 45. Верстат – 6Т12.

Приймаємо токарний розточувальний різець з механічним кріпленням багатогранних твердосплавних пластин Т15К6 з головним кутом в плані $\varphi = 92^\circ$. Діаметр державки $D = 26$ мм; довжина різця $L = 200$ мм; $n = 20$ мм [4].

Геометричні параметри: $\gamma = 12^\circ; \alpha = 10^\circ; \lambda = 0^\circ$.

1) Глибина різання: $t = 1,6$ мм.

2) Подача: $S = 0,4 \dots 0,6$ мм/об [4], приймаємо $S = 0,5$ мм/об.

3) Швидкість головного руху різання V , м/хв., визначаємо за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \cdot K_n, \quad (1.60)$$

де $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$ [4];

$T = 60$ хв. – стійкість інструменту [4];

K_v – додатковий коефіцієнт на швидкість різання,

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (1.61)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюємого матеріалу, визначаємо по [4]

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v},$$

де n_v – показник степеня, $n_v = 1,25$ [6],

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{165} \right)^{1,25} = 1,193;$$

K_{pv} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготівки, $K_{pv} = 0,85$;

K_{iv} – коефіцієнт, який враховує матеріал інструмента, $K_{iv} = 1,0$ [4].

$$K_v = 1,193 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 1,014,$$

K_n – поправочний коефіцієнт на швидкість різання при внутрішній обробці (розточуванні), $K_n = 0,9$, [4].

$$v = \frac{324}{60^{0,28} \cdot 1,6^{0,2} \cdot 0,5^{0,4}} \cdot 1,014 \cdot 0,9 = 113 \text{ м/хв.}$$

4) Частота обертання шпинделя, яка відповідає знайденій швидкості головного руху різання:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D}, \quad n = \frac{1000 \cdot 113}{3,14 \cdot 26} = 1383 \text{ об/хв.}$$

Оскільки верстат, на якому ведемо обробку, має без ступеневе регулювання швидкості обертання шпинделя, то розраховану частоту обертання шпинделя не коректуємо.

5) Визначаємо складові сили різання

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (1.62)$$

де C_p , x , y , n - зміні параметри,

для P_z : $C_p = 92$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = 0$ [4];

K_p – поправочний коефіцієнт

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (1.63)$$

де K_{mp} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу,

де $K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, K_{rp} - поправочні коефіцієнти,

для P_z : $K_{\varphi p} = 0,89$; $K_{\gamma p} = 1,1$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{rp} = 1,0$ [4];

K_{mp} - поправочний коефіцієнт

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (1.64)$$

де n - показник степені, $n = 0,4$, [6]

$$K_{mp} = \left(\frac{165}{190} \right)^{0,4} = 0,945;$$

$$K_{pz} = 0,945 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,925;$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1,6^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 113^0 \cdot 0,925 = 810H;$$

б) Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{810 \cdot 113}{1020 \cdot 60} = 1,5 \text{ кВт} \quad (1.65)$$

Потужність верстата N визначаємо за формулою:

$$N = N_\delta \cdot \eta \cdot K_n, \quad (1.66)$$

де N_δ - потужність двигуна верстата, $N_\delta = 6,3$ кВт;

η - коефіцієнт корисної дії верстата. $\eta \approx 0,8$;

K_n - коефіцієнт перевантаження, $K_n = 1,6$.

$$N = 6,3 \cdot 0,8 \cdot 1,6 = 8,06 \text{ кВт.}$$

Різання можливе, так як виконується умова $N = 8,06 \text{ кВт} > N_e = 1,5 \text{ кВт}$.

7) Визначення основного часу на перехід

$$t_o = l_{p.x.} \cdot i / S \cdot n_\delta, \quad (1.67)$$

де $l_{p.x.}$ - довжина робочого ходу інструменту;

$$l_{p.x.} = l_{piz} + y + \Delta, \quad (1.68)$$

де y - підвід, врізання та перебіг інструмента, $y = t \cdot ctg\varphi = 1,6 \cdot ctg92^\circ = 0$;

Δ - перебіг різця, $\Delta = 1 \dots 3$ мм, приймаємо $\Delta = 2$ мм;

$$l_{p.x.} = 36 + 0 + 2 = 38 \text{ мм};$$

i – кількість проходів, $i = 1$.

$$t_o = 38 \cdot 1 / 1383 \cdot 0,5 = 0,06 \text{ хв.}$$

2.6.2 Вибір режимів різання табличним методом

Розрахунок режимів різання та норм основного часу докладно розробляємо на другий перехід позиції II.

Ріжучий інструмент – свердло спіральне Р6М5, $D = 7,8$ мм
Обробку проводимо з використанням МОР.

Глибина різання $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 7,8 = 3,9$ мм

Призначаємо подачу $S = 0,08$ мм/об [4].

Період стійкості свердла $T = 20$ хв [4].

Швидкість головного руху різання V , м/хв, визначаємо за формулою

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_{11} \cdot K_{12} \cdot K_{13} \quad (2.2)$$

де $V_{\text{табл}}$ – табличне значення швидкості різання, м/хв

K_{11} , K_{12} , K_{13} – поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$V_{\text{табл}} = 23 \text{ м/хв [4].}$$

$$K_{11} = 1,3 \text{ [4].}$$

$$K_{12} = 0,7 \text{ [4].}$$

$$K_{13} = 1,0 \text{ [4].}$$

$$V = 23 \cdot 1,3 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 21 \text{ м/хв.}$$

Число обертів шпинделя верстата визначаємо за формулою

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 21}{3,14 \cdot 7,8} = 855 \text{ хв}^{-1} \quad (2.3)$$

На верстаті регулювання частот безступеневе, тому приймаємо

$$n_d = 855 \text{ хв}^{-1}$$

Потужність різання $N_{\text{різ}}$, кВт, визначаємо за формулою

$$N_{\text{різ}} = N_{\text{табл.}} \cdot K_{23}, \quad (2.4)$$

де $N_{\text{табл.}}$ – табличне значення потужності, кВт

K_{23} – коефіцієнт на матеріал.

$$N_{\text{табл.}} = 0,28 \text{ кВт [4].}$$

$$K_{23} = 1,0 \text{ [4] с. 651}$$

$$N = 0,28 \cdot 1,0 = 0,28 \text{ кВт.}$$

Потужність на шпинделі верстата $N_{\text{шп.}}$, кВт, визначаємо за формулою:

$$N_{\text{шп.}} = N_g \cdot \eta, \quad (2.5)$$

де N_g – потужність двигуна головного руху верстата, кВт.

η – коефіцієнт корисної дії верстата.

$$N_d = 11 \text{ кВт.}$$

$$\eta = 0,85$$

$$N_{\text{шп.}} = 11 \cdot 0,85 = 9,35 \text{ кВт.}$$

Різання можливе, так як виконується умова:

$$N_{\text{шп.}} > N_p$$

$$9,35 > 0,28 \text{ кВт}$$

Основний час на перехід T_o , визначаємо за формулою –

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_d}, \quad (2.6)$$

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

$$L_{p.x} = l_{різ} + y + l_{дод}, \quad (2.7)$$

$$l_{різ} = 40 \text{ мм}$$

$$y = 0,4 \cdot D = 0,4 \cdot 7,8 = 3,12 \text{ мм}$$

$$l_{дод} = 2,5 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{40 + 3,12 + 2,5}{0,08 \cdot 855} = 0,67 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.3 – Зведена таблиця режимів різання та норм основного часу на операцію 020 поз. І

Номер та стислий зміст переходу	Ріжучий інструмент	t, мм	i	S, $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$	S, $\frac{\text{мм}}{\text{хв}}$	V, $\frac{\text{м}}{\text{хв}}$	η , хв.^{-1}	L _{рх} , мм	T _о , хв
1 Свердлити отвір Ø16 (під розсвердлення)	Свердло спіральне Р6М5	8,0	1	0,22	90	20,8	410	73,4	0,81
2 Свердлити отвір Ø25	Свердло спіральне Р6М5	4,5	1	0,4	100	19,6	250	76	0,76
3 Фрезерувати паз В=30мм	Фреза кінцева Р6М5, D=12мм, z=4	12	3,5	0,2	110	20,7	550	114	1,04
4 Центрувати 2 отвори М6-7Н з одночасним утворенням фаски	Свердло центровочне Р6М5, D=10мм,	3,0	2	0,1	75	23,5	750	5	0,13
5 Свердлити два отвори під різьбу	Свердло спіральне Р6М5, D=5мм	2,5	2	0,1	100	15,7	1000	16	0,32
6 Нарізати різьбу М6-7Н у двох отворах	Мітчик Р6М5	-	2	1	110	2,1	110	14	0,5

Усі інші режими розраховуються табличним методом і результати зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6. Режими різання

Назва переходу	S_z , мм/зу б	t , мм	S_o , мм/об	$S_{хв}$, мм/х в	V , м/хв	n , об/хв	P , Н	N_p/N_v	T_o , хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
025 Плоскошліфувальна 1. Шліфувати торці Ø340 за два установи остаточно	-	0,15	0,1	-	30м/с	2600	-	350	4,9

2.7 Розрахунок норм часу

Приведемо розрахунок нормування операції, а саме 025 і приведемо в записці, а інші розраховуються і зводяться в таблицю 2.7.

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

$$T_{ш.к.} = \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) + T_{шт.}, \quad (2.16)$$

$$T_{шт.} = T_o + T_d + T_{об} + T_{від}, \quad (2.17)$$

де $T_{шт.}$ - штучний час обробки деталі, хв.;

$T_{п.з.}$ - підготовчо-заклучний час на обробку, хв. ;

n - кількість деталей в партії, що налагоджується;

T_o -основний час обробки, хв. ;

T_d - допоміжний час обробки, хв. ;

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

$T_{від}$ - час відпочинку, хв.» [5],

$$T_o = 4.9 \text{ хв.}$$

$$\langle T_B = T_{\text{вст}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{кер}} + T_{\text{вим}}, \quad (2.18)$$

де $T_{\text{вст}}$ - час встановлення та зняття деталі, хв. ;

$T_{\text{з.о}}$ - час на закріплення та відкріплення деталі, хв. ;

$T_{\text{кер}}$ - час на керування верстатом, хв. ;

$T_{\text{вим}}$ - час на вимірювання деталі, хв.» [5].

$$T_{\text{вст}} = 0.14 \cdot 1.5 = 0.21 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{кер}} = (0.01 + 0.035 + 0.05 + 0.04 \cdot 4) \cdot 1.5 = 0.382 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{з.о.}} = 0.02 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{вим}} = (0.16 + 0.18) \cdot 1.5 = 0.51 \text{ хв.}$$

$$T_B = 0.21 + 0.382 + 0.02 + 0.51 = 1.122 \text{ хв.}$$

«де 1.5 - поправочний коефіцієнт, що враховує тип виробництва – багатосерійний»

$$T_{\text{о.б.}} + T_{\text{від.}} = P_{\text{об.від}} \cdot \left(\frac{T_{\text{о}} + T_{\text{е}}}{100} \right), \quad (2.19)$$

де $P_{\text{об.від}}$ - норматив часу на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби

$$P_{\text{об.від}} = 6 \%, \text{» [5]}$$

$$T_{\text{ит.}} = 4,9 + 1,122 = 6,02.$$

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (2.25)$$

де a - періодичність запуску деталей, $a = 12$ днів.

$$n = \frac{1750 \cdot 12}{254} = 82.$$

Тоді

$$T_{\text{ит.к}} = \frac{23}{82} + 6,02 = 6,3 \text{ хв.}$$

Розрахунки норм на операції заносимо у таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 - Норми часу на операції

№ опер.	To	Tвст	Tз	Tкер	Tвим	Tдоп	Toб+Tвід	Tшт	Tп.з	Tшт.к
010	4.25	0.21	0.024	0.247	0.89	1.37	0.199	5.18	23	6.1
015	2.35	0.21	0.046	0.795	0.592	1.643	0.24	4.23	8	4.27
020	7.49	0.21	0,046	0.795	0.55	1.601	0.237	9.37	20	9.4
025	4.9	0.21	0,046	0.19	0.48	0.926	0.114	5.94	20	6.3

2.8 Оформлення технологічної документації

Проводимо оформлення технологічної документації. Заповнюємо карти: маршрутного технологічного процесу та операційного з ескізами операцій. Технічну документацію представлено у додатках.

Підготовка програми управління верстатом ЧПК.

Укладання алгоритму УП та вибір спеціальних команд

- 1) Початок програми (%)
- 2) Обробка заготівка в позиції I
- 3) Поворот заготівки навколо вісі Y в позицію I (A00)
- 4) Повернути магазин під завантаження інструмента (T03)
- 5) Відмінити зсув нуля нуля (G53), задати площину обробки (G17)
- 6) Установити інструмент T03 в шпиндель верстата (M06)
- 7) Задати частоту і напрямок обертання шпинделя (S450, M03)
- 8) Повернути заготівку на 90^0 (G90)
- 9) Ввести плаваючий нуль (G55) і вийти в координату опорної точки T1 (G00)

- 10) Ввести корекцію на довжину інструмента (G43,D11), ввести систему відліку (абсолютну G90) пересунутись за координатою Z в точку $Z = +2$ мм, ввімкнути MOP (M08), виконати пошук інструмента T04 в магазині
- 11) Задати цикл свердлування для зацентровки отворів (G81) формальними параметрами (R1 – 500, R2 + 200, R0 + 90)
- 12) Задати координати точок T1, T2 у прирості (G91)
- 13) Відмінити цикл свердлування (G80), відмінити корекцію (G40), відмінити MOP (M09)
- 14) Встановити в шпиндель інструмент T04 (M06), задати частоту і напрямок обертання шпинделя (S855, M03)
- 15) Ввести корекцію на довжину інструмента (G43, D12) при обробці застосував функцію G09 (гальмування та точний останов в кінці кадру)
- 16) Вийти в координату точки T1 швидко (G00)
- 17) Задати цикл глибокого свердлування (G83) формальними параметрами (R1 – 42200, R2 + 200, R3 – 22100, R0 + 68),
де R3 – глибина одного проходу, H2 – кількість проходів
- 18) Відмінити цикл глибокого свердлування (G80), відмінити корекцію (G40), відмінити MOP (M09)
- 19) Встановити в шпиндель інструмент T05 (M06), задати частоту і напрямок обертання шпинделя (S800, M03)
- 20) Ввести корекцію на довжину інструмента (G43, D13)
- 21) Вийти у координату точки T2 швидко (G00)
- 22) Задати цикл глибокого свердлування(G83) формальними параметрами (R1, R2, R3, R0)
- 23) Відмінити цикл свердлування, відмінити корекцію, відмінити MOP (G80, G40, M09)
- 24) Встановити в шпиндель інструмент T06 (M06), задати частоту і напрямок обертання шпинделя (S180, M04)

- 25) Вийти в абсолютній системі (G90) в координату точки T2 швидко (G00)
- 26) Ввести корекцію на довжину інструмента (G43, D14)
- 27) Задати цикл нарізання різьби (G84, G23, R1 – 15000, R2 + 300, R0 +160), ввімкнути MOP (M08)
- 28) Відмінити цикл свердлування (G80), відмінити корекцію (G40), відмінити MOP (M09)
- 29) Встановити в шпиндель інструмент T07 (M06), задати частоту і напрямок обертання шпинделя (S250, M03)
- 30) Вийти у координату точки T1 швидко (G00) в абсолютній системі (G90)
- 31) Ввести корекцію на довжину інструмента (G43, D15)
- 32) Задати цикл свердлування (розвертування) (G81) формальними параметрами (R1, R2, R0)
- 33) Відмінити цикл свердлування (G80), відмінити корекцію (G40), відмінити MOP (M09)
- 34) Встановити в шпиндель інструмент T08 (M06), задати частоту (S120) та напрямок обертання шпинделя (M03)
- 35) Вийти у точку T1 в абсолютній системі (G90) швидко (G00)
- 36) Ввести корекцію на довжину інструмента (G43, D16)
- 37) Задати цикл свердлування (G81) формальними параметрами (R1, R2, R0)
- 38) Відмінити цикл свердлування(G80), відмінити корекцію на довжину інструмента (G40), ввімкнути MOP (M09)
- 39) Відмінити зсув нуля (G53), повернути заготовку в позицію III (C180)
- 40) Кінець програми (M02)
- 41)

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристрою для верстата з ЧПК

Згідно із завданням необхідно спроектувати пристрій для розточування та свердлування отворів на операції 020 для верстата з ЧПК.

3.1.1 Вибір схеми базування деталі «Стійка А221.03»

Схема базування вибирається з аналізу постановки розмірів на деталі «Стійка А221.03». Центральний отвір та отвори під болти розміщені симетрично вісі деталі тому приймаємо нижню поверхню за базу та торець заготовки. Цим базовим поверхням у верстатному пристрої відповідають площина корпусу пристрою та упорний елемент. На рис. 3.1. показана схема базування.

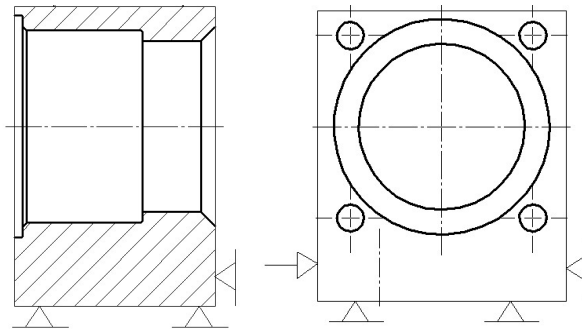


Рисунок 3.1 – Схема базування деталі «Стійка А221.03»

3.1.2 Вибір установочних елементів пристрою

В якості установочних елементів використовуємо площину корпусу на яку заготовка встановлюється підшоною, а базовим торцем деталь впирається в упор, що регулюється.

3.1.3 Розрахунок точності обробки

«Допустима похибка обробки визначається за формулою :

$$\Delta_{\text{доп}} = T - k w, \quad (3.1)$$

де T - допуск на відповідний розмір, $T = 0.12 \text{ мм}$

k - поправочний коефіцієнт, $k = 1.2$

w - похибка верстата, $w = 0.02 \text{ мм}$

Похибка установки деталі в пристрої визначається за формулою :

$$\varepsilon_y = \sqrt{\xi_{\delta}^2 + \xi_3^2 + \xi_{\text{пр}}^2}, \quad (3.2)$$

де ξ_{δ} - похибка базування,

$$\xi_{\delta} = 0.5 \cdot T_d (1/\sin\alpha - 1) = 0.5 \cdot 0.12 (1/\sin 45 - 1) = 0.02 \text{ мм.}$$

ξ_3 - похибка закріплення, $\xi_3 = 0.012 \text{ мм}$.

$\xi_{\text{пр}}$ - похибка пристрою,

$$\xi_{\text{пр}} = (1/4 \dots 1/10) T_d = (1/4 \dots 1/10) 0.3 = (0.075 \dots 0.03) \text{ мм.}$$

Приймаємо $\xi_{\text{пр}} = 0.03 \text{ мм.}$ » [7]

$$\varepsilon_y = \sqrt{0.02^2 + 0.012^2 + 0.03^2} = 0.038 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{\text{доп}} = 0.12 - 1.2 \cdot 0.02 = 0.096 \text{ мм.}$$

Так як $\Delta_{\text{доп}} > \varepsilon_y$ то пристрій сконструйовано вірно і забезпечує необхідну точність оброблення.

3.1.4 Розрахунок сили закріплення деталі

Розрахунок приводу пристрою ведемо по переходу свердлування отворів, так як цей режим різання більш потужний чим при розточуванні. Осьова сила при свердлуванні протидіє двом силам тертя, які виникають у затискному механізмі та упорі. На рис. 3.3 показано схему базування та закріплення з вказаним напрямом дії сил різання та сил тертя, що утримають заготовку.

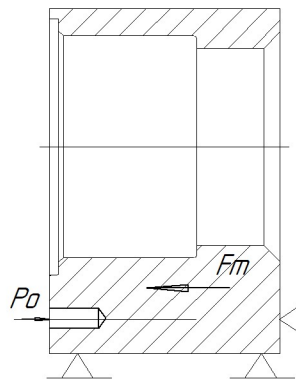


Рисунок 3.2 – Схема дії сил та базування при закріпленні заготовки для деталі «Стойка А221.03»

Розрахунок сили затиску ведемо з рівняння рівноваги заготовки під дією сил, що до неї прикладені за формулою:

$$P_0 \cdot k = 2Wf,$$

де $K = 1,5$.

Осьова сила різання визначається за формулою:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.55)$$

де $C_p = 42,7$; $y = 0,8$; $q = 2,0$ [4].

$$P_0 = 10 \cdot 42,7 \cdot 8,2^{1,0} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,92 = 1030,4 \text{ Н.}$$

звідки

$$W = \frac{P_o \cdot k}{2f} = \frac{1030,4}{2 \cdot 0,16} = 3221H.$$

3.1.5 Розрахунок силового приводу пристрою

Затискний механізм складається з клинового механізму, який передає силу від штока гідравлічного приводу (рис. 3.3).

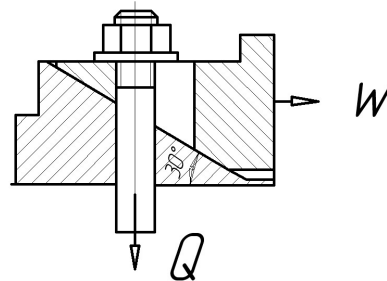


Рисунок 3.3 – Схема клинового механізму для передавання зусилля затиску

Знаходимо силу на штокові гідроциліндра Q із урахуванням підсилення клиновим механізмом за формулою:

$$Q = W \operatorname{tg} 30^\circ = 3221 \cdot 0,57 = 1836H.$$

Розрахунок внутрішнього розміру гідроциліндра ведемо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1836}{3,14 \cdot 1}} = 48,4 \text{ мм.}$$

де p – тиск мастила в системі, $p = 1$ МПа.

Приймаємо внутрішній діаметр гідроциліндра 50 мм.

Фактичне зусилля на штокові розраховуємо за формулою:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p = \frac{3,14 \cdot 50^2}{4} 1 = 1962 \text{ Н.}$$

3.1.6 Розрахунок на міцність елемента пристрою

«Визначимо найбільш навантажені елементи верстатного пристрою. Розрахунку на міцність підлягає різьбове з'єднання штока гідроциліндра з тягою.

Діаметр різьби тяги визначається за формулою:

$$d = \sqrt{4Q / (\pi\sigma)}, \quad (3.4)$$

де Q - сила що діє на різьби, $Q = 1962 \text{ Н.}$;

σ - допустиме значення межі текучості для різьби (матеріал Сталь 35),

$\sigma = 120 \text{ Н/мм}^2$ [10].

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1962}{3,14 \cdot 120}} = 4,39 \text{ мм.}$$

Конструктивно прийнята різьба на тязі М12.

Отже умова міцності виконана. Діаметр тяги з різьбою М12 > 4,39 мм, і розміри різьби вибрано вірно.

3.1.7 Принцип роботи пристрою

Заготівка встановлюється на площину корпусу пристрою та боковою поверхнею впирається в палець. Подаємо стиснене мастило у верхню частину

гідроциліндру і шток при русі униз діє на клиновий механізм, який затискає заготовку. Деталь встановлена і затиснута – проводиться оброблення. Подаємо стиснене мастило у нижню частину гідроциліндру і шток розтискає заготовку і її замінюють на іншу.

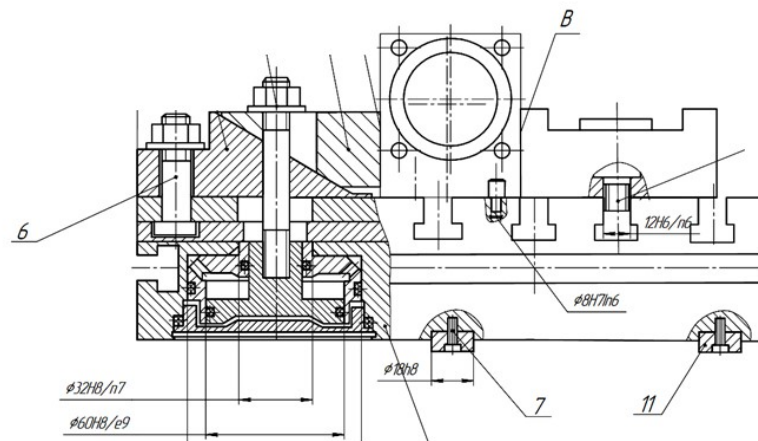


Рисунок. 3.4 – Загальний вигляд пристрою

3.2 Проектування контрольного пристрою

3.2.1 Розрахунок та проектування вимірювального інструменту для контролю пов. $\text{Ø}45\text{H}7$

Для контролю однієї з відповідальних поверхонь необхідно підібрати вимірювальний інструмент, провести розрахунки виконавчих розмірів калібру і визначити ілюстраційну схему взаємного розташування і допусків деталі і калібру.

3.2.2 Розрахунок параметрів калібру пробки

«Для контролю розміру $\text{Ø}45\text{H}7^{+0,025}$ розраховуємо калібр-пробку.

Допуск ІТ = 25 мкм.

Граничні відхилення $ES = +25$; $EI = 0$ мкм.

Граничні розміри валу : $D_{\max} = 45,025$ мм; $D_{\min} = 45,00$ мм.

Знаходимо данні для розрахунку: $Z = 3$; $Y = 3$; $H = 4$; $\alpha = 0$

Найбільший розмір похідного нового калібру-пробки

$$PP_{\max} = D_{\min} + Z_1 + H_1 / 2 = 45 + 0,003 + \frac{0,004}{2} = 45,005 \text{ мм.}$$

Виконавчий розмір калібру-пробки ПР 45,005_{-0,004}

Найбільший розмір зношеного прохідного калібру-пробки

$$PP_{3H} = D_{\min} - Y = 45 - 0,0033 = 44,997 \text{ мм.} \quad (3.9)$$

Коли калібр ПР досягне цього розміру, його треба вилучити з експлуатації» [9].

Найменший розмір непрохідного калібру-пробки:

$$HE_{\min} = D_{\max} + H / 2 = 45,025 + \frac{0,004}{2} = 45,027 \text{ мм.}$$

Виконавчий розмір калібру-пробки HE 45,027_{-0,004}

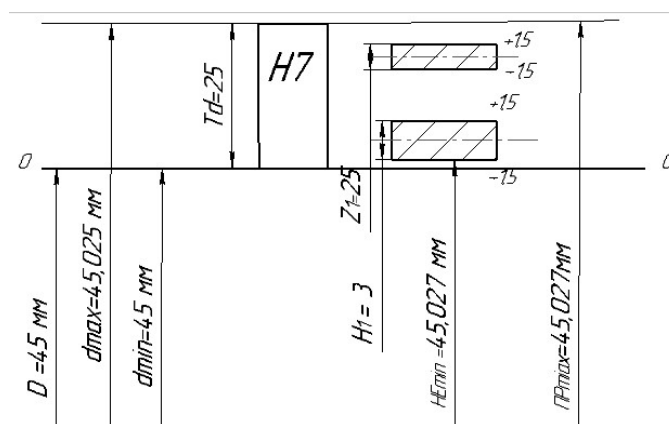


Рисунок 3.1 – Схема розташування полів допусків для розміру $\varnothing 45H$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Захист від вібрації

Вібрація це механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем. Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має негативні наслідки для організму.

«Причиною появи вібрації є неврівноважені сили та ударні процеси в діючих механізмах. Створення високопродуктивних потужних машин і швидкісних транспортних засобів при одночасному зниженні їх матеріалоемності неминуче призводить до збільшення інтенсивності і розширення спектру вібраційних та віброакустичних полів.

Заходи та засоби захисту від вібрації за організаційною ознакою поділяються на колективні та індивідуальні. Колективні заходи та засоби віброзахисту можна підрозділити за такими напрямками:

- зниження вібрації в джерелі її виникнення;
- зменшення параметрів вібрації на шляху її поширення від джерела;
- організаційно-технічні заходи;
- лікувально-профілактичні заходи.

Зменшення вібрації в джерелі її виникнення досягається шляхом застосування таких кінематичних та технологічних схем, які усувають чи мінімально знижують дію динамічних сил. Так, вібрація ослаблюється при заміні кулачкових та кривошипних механізмів на механізми, що обертаються з рівномірною швидкістю, механічних приводів – на гідравлічні і т. п. Зменшення вібрації досягається також статичним та динамічним зрівноважуванням механізмів та об'єктів, що обертаються. Слід зазначити, що дія динамічних сил може посилитись внаслідок спрацювання окремих механізмів, появи зазорів та люфтів, поганого зчеплення деталей, що

призводить до посилення вібрації. При проектуванні устаткування важливо передбачити недопущення резонансних режимів його роботи. Це досягається раціональним вибором маси та жорсткості коливальної системи або частоти змушувальної сили.

Контакту працівника з віброоб'єктом, а відтак і шкідливої дії вібрації можна уникнути шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, а також застосування захисного огороження. Якщо цього досягти неможливо, то необхідно при контакті працівника з віброоб'єктом домогтися зменшення параметрів вібрації на шляху її поширення від джерела змушувальної сили. Це можна досягти за допомогою вібропоглинання, віброгасіння та віброізоляції.

Вібропоглинання (вібродемпфірування) полягає в штучному збільшенні втрат у коливальній системі, при цьому енергія вібрації перетворюється в теплову. На практиці для цього найчастіше використовують конструктивні матеріали з великим внутрішнім тертям (пластмаси, сплави марганцю та міді, магнієві сплави і т. п.) або наносять на поверхні, що вібрують, шар пружно-в'язких матеріалів, які збільшують внутрішнє тертя в коливній системі (покриття поверхонь, що вібрують, гумою та пружно-в'язкими мастиками на основі полімерів, мащення вузлів та з'єднань).

Динамічне віброгасіння полягає у збільшенні реактивного опору коливної системи. Засоби динамічного віброгасіння за принципом дії поділяється на ударні та динамічні віброгасники. Останні за конструктивною ознакою можуть бути пружинними, маятниковими, ексцентриковими та гідравлічними. Вони, зазвичай, являють собою додаткову коливну систему, яка встановлюється на агрегаті, що вібрує, масою M та жорсткістю C (рис. 4.1). Причому маса m та жорсткість c цієї системи підібрані таким чином, що в кожний момент часу збуджуються коливання, які знаходяться в протифазі з коливаннями агрегату.

Недоліком динамічних віброгасників є те, що вони налаштовані на певну частоту, яка відповідає їх резонансному режиму коливання.

Схема дії динамічного віброгасника

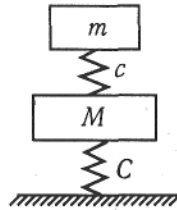


Рисунок 4.1. Схема дії динамічного віброгасника

Для зниження вібрації застосовують також ударні віброгасники маятникового, пружинного і плаваючого типів. У них здійснюється перехід кінетичної енергії відносного руху елементів, що контактують, в енергію деформації з поширенням напружень із зони контакту по елементах, що взаємодіють. Внаслідок цього енергія розподіляється по об'єму елементів віброгасника, які зазнають взаємних ударів, викликаючи їх коливання. Одночасно відбувається розсіювання енергії внаслідок дії сил зовнішнього та внутрішнього тертя. Маятникові ударні віброгасники використовуються для гасіння коливань частотою $0,4\text{--}2,0$ Гц, пружинні – $2\text{--}10$ Гц, плаваючі — понад 10 Гц.

Віброгасники камерного типу призначені для перетворення пульсуючого потоку газу чи рідини в рівномірний. Такі віброгасники встановлюються на всмоктувальній та нагнітальній сторонах компресорів, на гідроприводах, водогонах і т. п.

Динамічне віброгасіння досягається також встановленням агрегату на масивному фундаменті (рис. 4.2). Маса фундаменту підбирається таким чином, щоб амплітуда його коливань не перевищувала допустимих значень.

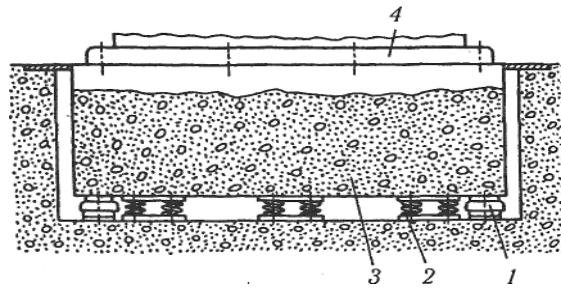


Рисунок 4.2. Схема фундаменту під важкий метало оброблювальний верстат: 1 — амортизатори, 2 — пружини, 3 — фундаментна плита, 4 — станина верстату

Віброізоляція полягає у введенні в коливну систему додаткового пружного зв'язку, який перешкоджає передачі вібрації від об'єкта, що вібрає, до основи, суміжних конструкцій чи людини (рис. 4.3).

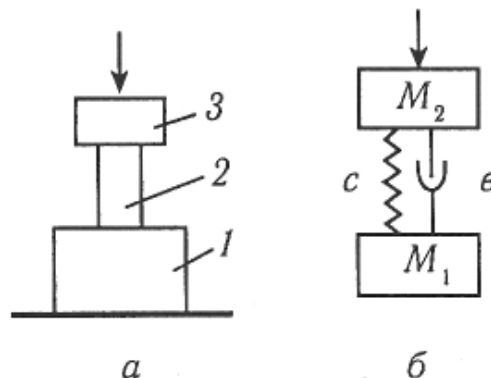


Рисунок 4.3. Принципова (а) та розрахункова (б) схеми віброізолюваної системи: 1 – віброізований об'єкт масою M ; 2 – віброізолятор з пружністю C та коефіцієнтом опору B ; 3 – об'єкт, що вібрає, масою M

Віброізоляція є єдиним ефективним способом зменшення вібрації, що передається на руки від ручного механізованого інструмента. Для цього держак відокремлюється від корпусу інструмента/що вібрає, за допомогою пружного елемента (рис. 4.4).

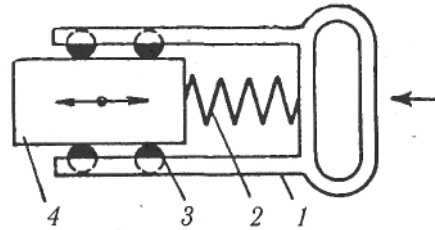


Рисунок 4.4. Віброізолюваний держак: 1 – держак; 2 – пружина; 3 – підшипник; 4 – корпус

Пружні елементи, що вводяться в коливну систему (віброізолятори, амортизатори) можуть бути пружинні, гумові, гідравлічні, пневматичні та комбіновані (рис. 4.5).

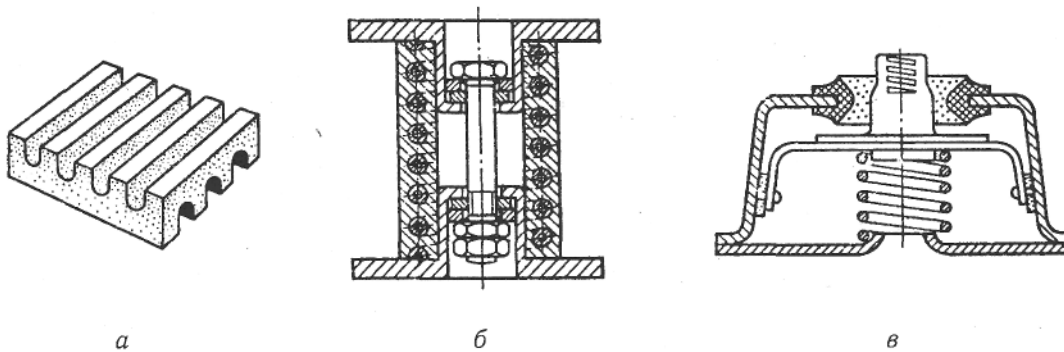


Рисунок 4.5. Віброізоляційні амортизатори: а – ребриста гума; б – пружинний амортизатор запресований в гуму; в – комбінований (пружинно-гумовий) амортизатор

Комплекс лікувально-профілактичних заходів захисту від вібрації передбачає: попередній та періодичні медичні огляди; заборону допуску до вібраційних робіт осіб молодших 18 років та таких, що мають відповідні протипокази у стані здоров'я; лікувальну гімнастику та масаж рук; спеціальні режими праці та відпочинку. Так, якщо допустимий сумарний час дії локальної вібрації більший за необхідний технологічний час праці за зміну, то він повинен довільно розподілятися у межах робочої зміни з дотриманням двох регламентованих перерв (перша – 20 хвилин за 1–2 годину від початку роботи,

друга — 30 хвилин через 2 години після обідньої перерви) та обідньої перерви не менше ніж 40 хвилин.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) від вібрації за місцем контакту працівника з об'єктом, що вібрує підрозділяються: ЗІЗ для рук (рукавиці, рукавички, прокладки); ЗІЗ для ніг (спеціальне взуття, підметки, коврики, наколінники); ЗІЗ для тіла (нагрудники, пояси, спеціальні костюми)» [11].

5 ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Стойка» із застосуванням сучасних верстатів з ЧПК.

Виконано вибір заготовки та розрахунки: типу виробництва, припусків, режимів різання, норм часу. На основі аналізу варіантів отримання заготовок найбільш економічним буде отримання заготовки з листа лазерною порізкою.

В конструкторському розділі виконано розрахунки верстатного пристрою для свердлування. Для забезпечення операції контролю відповідальної поверхні деталі спроектовано контрольно-вимірювальний пристрій пробку.

В розділі охорони праці приведено дані по захисту від вібрацій.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Стойка», специфікації та керуючу програму на верстат з ЧПК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. / Під редакцією Коренькова В.М. Київ: НТУУ «КПІ», 2014 353 с., іл.
2. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
3. Шабайкович В.А. Выбор оптимального технологического процесса механической обработки деталей машин. Львов, 1975. 25 с.
4. Технологія машинобудування. [Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В.] Житомир: ЖДТУ, 2005. 882
5. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навчальний посібник. [Юрчишин І.І. та ін.] Видавництво НУ «Львівська політехніка». 2009. 528 с.
6. Данюк В. М., Абрамов В. М. Нормування праці. К.: ВПОЛ, 1995. 465 с.
7. Курсове та дипломне проектування для технології машинобудування та металорізальних верстатів. [Гордєєв А.І., Урбанюк Є.А., Безносів А.Є., Мігаль В.Г.] Навчальний посібник, ХНУ, 2005, 300 с.
8. Боровик А. І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва: Підручник. К.: «Кондор», 2008. 726 с.
9. Железна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2004. 796 с.
10. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. 275 с.

11. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, та ін. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006. 448 с.

12. Освітня програма бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка