

Херсонський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії та транспорту

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Автоматизації, робототехніки і мехатроніки

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

Бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему « **ТЕХНОЛОГІЧНО - КОНСТРУКТОРСЬКА- ПІДГОТОВКА
ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ПОДУШКА»** »

Виконав: студент 4 курсу, групи 4ІМ

спеціальності

131 – Прикладна механіка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Мартинюк Д. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Сімінченко І.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Херсон - 2025 р.

Херсонський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення _____ Інженерії та транспорту _____
Кафедра, циклова комісія _____ Автоматизації, робототехніки і мехатроніки _____
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ Бакалавр _____
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність _ 131 – Прикладна механіка _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____

I.A. Селіверстов

“ _____ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

МАРТИНЮКУ ДМИТРУ ВІКТОРОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) ТЕХНОЛОГІЧНО - КОНСТРУКТОРСЬКА-ПІДГОТОВКА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ПОДУШКА»

Керівник проєкту Сімінченко Ігор Павлович, старший викладач

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

Затверджено наказом вищого навчального закладу від 12.01.2025 р. № 42-с

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) Червень 2024 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) креслення деталі , програма випуску

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1.

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	<u>Сімінченко Ігор Павлович, ст.</u> <u>викладач</u>		
Конструкторська частина	<u>Сімінченко Ігор Павлович, ст.</u> <u>викладач</u>		

7. Дата видачі завдання 04.02.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Технологічні розрахунки	Травень 2025р.	
2.	Конструкторські розрахунки.	Червень 2025р.	
3.	Оформлення ілюстративного матеріалу.	Червень 2025р.	
4.	Оформлення пояснювальної записки.	Червень 2025р.	

Студент

(підпис)

Мартинюк Д. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Сімінченко І.П.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

В роботі проведено проектування технологічного процесу механічної обробки деталі «Подушка» вибрано необхідне технологічне обладнання і інструмент.

Кваліфікаційна робота бакалавра Мартинюка Дмитру Вікторовича виконана на тему «ТЕХНОЛОГІЧНО - КОНСТРУКТОРСЬКА- ПІДГОТОВКА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ПОДУШКА».

В роботі спроектований новий технологічний процес, вибрано обладнання для обробки, наведені технічні характеристики. Спроектовано оригінальне верстатне обладнання

Розраховані режими різання для технологічних операцій, зроблені креслення деталі, верстатного пристрою і технологічної наладки.

Пояснювальна записка містить:

аркушів - 54 ;

рисунків - 16;

Ілюстративний матеріал - 5 листів формату А4.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. Технологічна частина.	8
1.1. Призначення деталі і основні технологічні задачі виготовлення.	8
1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі.	11
1.3. Визначення типу виробництва	13
1.4. Обґрунтування способу отримання заготовки	14
1.5. Проектування технологічного процесу механічної обробки деталі	17
1.6. Розрахунок припусків на механічну обробку.	33
1.7. Розрахунок режимів різання	35
2. Конструкторська частина.	42
2.1. Опис конструкції верстатного пристрою	42
2.2. Розрахунок пристрою на точність обробки	43
2.2. Розрахунок сил закріплення заготовки	44
3 Охорона праці	46
Висновки	47
Список використаної літератури	48
Додатки	49

Вступ.

Розвиток машинобудування до створення конкурентно здатної техніки потребує запровадження нових технологій виробництва, реструктуризація існуючих підприємств. Створення на їх основі швидкопереналагоджуваних підприємств та виробництв. У сучасному машинобудуванні приділяється особлива увага застосування швидкопереналагоджуваних металорізальних верстатів і пристроїв, що розширюють можливість виконання технологічних операцій, що підвищують якість обробки деталей машин.

Проектований технологічний процес на виготовлення деталі «Подушки» включає: застосування плазмово-різального та металорізального обладнання, що швидко переналагоджується, що дає можливість обробки деталей різних типів, призначення мінімальних припусків на обробку, а також наявність оптимальних режимів різання дозволяє зменшити витрати на виготовлення зазначеного типу деталей.

Основну роль у формуванні геометричних параметрів виробу та якості оброблюваної поверхні грає різальний інструмент. Його вартість становить лише два відсотки від загальної вартості обладнання, але правильна експлуатація та правильний підбір геометричних параметрів та режимів різання призводить до значної економії та покращення якості оброблюваної поверхні.

У машинобудуванні задані форми деталей з необхідної точністю і якістю їх поверхонь досягаються переважно шляхом механічної обробки, оскільки інші способи обробки який завжди можуть забезпечити виконання цих технічних вимог. У процесі механічної обробки деталей машин виникає найбільше проблемних питань, що з необхідністю виконання технічних вимог, поставленими конструкторами перед виробництвом.

Метою курсу та галузі в цілому є підвищення продуктивності як верстатного парку, так і застосування високопродуктивного інструменту. У

дипломній роботі розглядається технологічний процес обробки стандартним інструментом.

1. Технологічна частина.

1.1. Призначення деталі і основні технологічні задачі виготовлення.

Одним із факторів, що істотно впливають на характер технологічних процесів, є технологічність конструкції виробу та відповідних його деталей.

При конструюванні окремих деталей необхідно досягти задоволення не тільки експлуатаційних вимог, але також вимог найбільш раціонального та економічного виготовлення виробу. У цьому полягає принцип технологічності конструкції.

Чим менша трудомісткість і собівартість виготовлення виробу, тим більше воно технологічне. Таким чином, основними критеріями оцінки технологічності конструкції є трудомісткість та собівартість виготовлення.

Деталь – «Подушка» є цільною деталлю на яку встановлюються інші елементи складальної одиниці. Сама ж деталь закріплюється в вузол за допомогою пазів (рис.1).

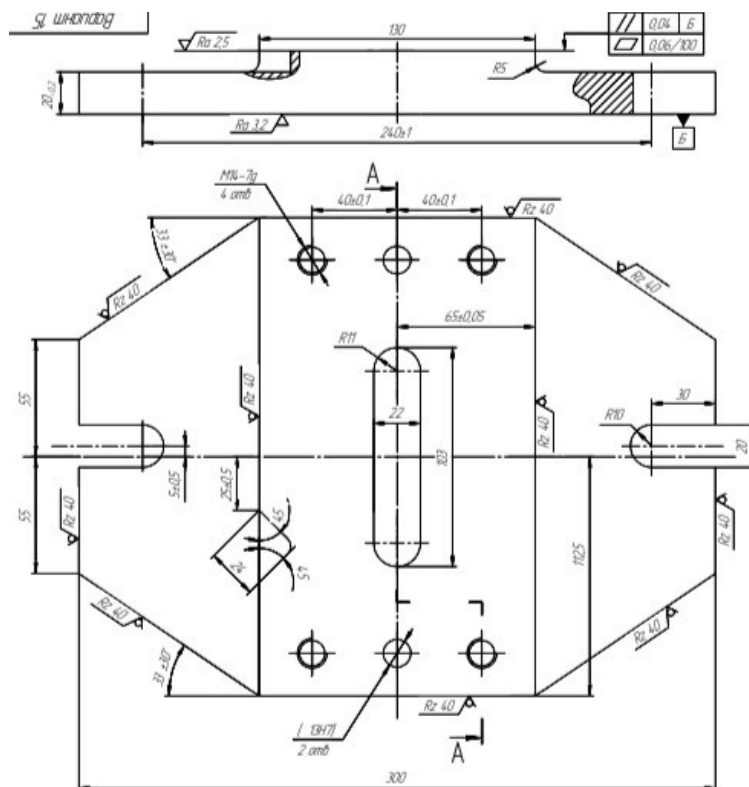


Рис. 1. Креслення деталі подушка

Деталь – «Подушка» виготовляється зі сталі Ст3, заготовку отримують шляхом прокатки, оскільки зміна зовнішнього контуру та внутрішніх поверхонь не викликає значних труднощів при отриманні заготовки.

Ст3 - це конструкційна вуглецева сталь звичайної якості, широко поширена у всіх сферах промислового виробництва. Є найпоширенішим металом для будівельних конструкцій. З цього сплаву роблять лист, профіль, трубу, двотаври та інший металопродукт. Хімічний склад сталі наведений в табл 1

Таблица 1.

Химический состав в % стали Ст3, Ст3сп

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
0,14 - 0,22	0,15 - 0,3	0,4 - 0,65	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08	~97

Перерахуємо механічні показники Ст3:

- межа плинності 205-255 МПа;
- тимчасове опір розриву 370-490 МПа;
- відносне подовження 22-26%;
- ударна в'язкість при температурі:
- 20 °С становить 108 Дж/см²;
- 20 °С дорівнює 49 Дж/см²;
- твердість НВ 10-1: 131 МПа.

Міцні показники межа плинності та відносне подовження – залежать від товщини та форми прокату. Чим більша товщина металопродукту, тим нижче значення показника, найнижчі показники труб, високі показники листів, товщиною 5-10 мм.

Щільність Ст3 складає 7850 кг/м³. Сплав відноситься до матеріалів, що добре зварюються.

Маркування Ст3

Класифікуються низьковуглецеві сталі за складом ступеня розкислення. Розкислення – це видалення з розплаву кисню, що є шкідливою домішкою. Він погіршує механічні та інші властивості матеріалу.

За ступенем розкислення метал буває трьох видів:

- спокійна позначається «сп»;
- напівспокійна – маркування «пс»;
- кипляча - "кп".

Проведемо розшифрування матеріалу Ст3Гпс. Літери "Ст" позначають сталь. Цифра «3» – це порядковий номер, що більше цифра, то більший відсоток вуглецю міститься у металі. Літера Г - пишеться, якщо відсоток вмісту марганцю 0,8% і більше. ПС – напівспокійна.

Різновиди сталі Ст3

Спокійна сталь розкислюється з використанням марганцю, кремнію та алюмінію. Це дорогий та високоякісний матеріал. За рахунок однорідної структури спокійний метал більш пластичний і корозійно стійкіший. Застосовується для виготовлення відповідальних конструкцій, вузлів машин, механізмів, які працюють при негативних температурах і динамічних навантаженнях.

Напівспокійна сталь розкислюється марганцем та алюмінієм. Показники міцності та пластичності цього матеріалу близькі до спокійної сталі, але поступаються їй. Застосовується при зведенні несучих металоконструкцій, де вимоги до показників міцності нижче, ніж у конструкцій зі спокійного металу. Перевагою цього сплаву – його вартість дешевша.

Кипляча сталь найдешевша, розкислюється лише марганцем. При заливанні цього розплаву в сляби відбувається активне кипіння - виділяються гази, що містяться в сплаві. У різних частинах зливка може мати неоднорідні властивості. Кипляча сталь крихка, погано зварюється і схильна до корозії. Застосовується для виготовлення конструкцій, до яких не пред'являються високі вимоги.

Технологічні властивості сталі Ст3:

1. Оброблюваність поверхні різанням – висока.
2. Зварюваність – висока.
3. Температура нагрівання кування висока – 800 – 1250 С°.
4. Пластичність при холодній обробці задовільна.

Вибрана сталь за своїми властивостями відповідає призначенню.

Робоче креслення містить усі види, що пояснюють конструкцію деталі, на кресленні вказані всі необхідні розміри з допусками та шорсткістю.

1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі.

Аналіз технологічності конструкції «Подушка» проводимо на підставі вивчення креслення деталі, технологічних вимог її роботи у вузлі.

Заготовка виготовляється з листа нормальної точності. Деталь виготовляється із сталі Ст3, яка має високу оброблюваність при різанні. Зміна у проекті методу отримання заготівлі дає можливість зменшити величину припусків, що веде до економії металу, скорочення кількості проходів при механічній обробці.

Кількісний метод.

Кількісний метод оцінки технологічності конструкції передбачає розрахунок показників технологічності.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі:

де кількість уніфікованих елементів, шт;

– кількість елементів деталі, шт.

Так як , то конструкція деталі є технологічною.

Коефіцієнт використання матеріалу:

де маса деталі, кг;

маса заготовки, кг.

Так как, то деталь технологична.

Коефіцієнт точності обробки:

де кількість розмірів високої точності обробки (IT8 – IT7),

загальна кількість розмірів.

За точністю деталь є технологічною, менше половини розмірів є точними.

Коефіцієнт шорсткості:

де кількість поверхонь деталі з необґрунтованою шорсткістю,

загальна кількість поверхонь підлягає обробці, шт.

За шорсткістю деталей технологічна.

Якісний спосіб.

Якісний метод передбачає аналіз технологічності на базі існуючого виробничого досвіду технолога та практичних рекомендацій.

Конструкція деталі має достатню жорсткість для її надійного закріплення на верстатах та обробці на режимах різання, що забезпечують високу продуктивність. При механічній обробці деталі є зручні поверхні для її установки в пристосуваннях дотримуючись правила єдності і сталості баз при виконанні основних найбільш точних розмірів. Є вільний доступ до оброблюваних поверхонь і вихід різального та вимірювального інструменту.

Спрощення конструкції деталі не доцільно, оскільки деталь зможе виконувати своє призначення у вузлі машини. Квалітети точності, шорсткість поверхонь, допуски на форму та розташування поверхонь відповідає їхньому призначенню. Враховуючи результати проведеного аналізу, визнаємо, що конструкція деталі загалом технологічна.

1.3. Визначення типу виробництва.

Визначення типу виробництва є найважливішим етапом для прийнятих рішень при роботі над усіма наступними конструкторськими та технологічними завданнями.

Тип виробництва - це класифікаційна категорія виробництва, розроблена за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності та обсягу випуску продукції

Тип виробництва визначається за коефіцієнтом закріплення операцій $K(з.о.)$.

Проте за відсутності даних трудомісткості, тип виробництва визначається після розробки технологічного процесу. Тому в початковій стадії

проектування тип виробництва встановлюється орієнтовно, залежно від річної програми запуску деталей та їх ваги.

Для 1000 (за завданням) деталей легкої ваги обираємо середньосерійне або малосерійне виробництво, користуючись табл. 2

Таблиця 2

Аналогові дані для визначення типу виробництва.

Тип виробництва	Річний обсяг випуску деталей одного найменування, шт		
	легкі, масою до 20 кг	середні, масою 20-30 кг	важкі, масою більше 30 кг
Одиничний	до 100	до 10	1...5
Малосерійний	101...500	11...200	6...100
Середньосерійний	501...5000	201...1000	101...300
Великосерійний	5001...50000	1001...5000	301...1000
Масовий	більше 50000	більше 5000	більше 1000

Після розробки технологічного процесу, на базі прийнятого типу виробництва, та визначення штучно-калькуляційного часу за всіма операціями визначаю коефіцієнт закріплення операцій.

1.4. Обґрунтування способу отримання заготовки.

Вибір заготовки істотно впливає на якість виробу і значною мірою визначає характер і економічність технологічного процесу в цілому. Тому, вибираючи вид отримання, слід, у першу чергу, виходити з особливостей матеріалу деталі та вимог, що пред'являються до нього з погляду структурного стану та фізико-механічних властивостей.

Особлива увага повинна бути приділена конструктивним формам деталі, технологічним можливостям обраного заготівельного процесу. При цьому повинні враховуватись вид виробництва та об'єм випуску, габаритні розміри, вага деталі, складність її геометричних форм, наявність внутрішніх порожнин,

товщина стінок, точність отримання заготовки з урахуванням собівартості подальшої механічної обробки, тощо. Залежно від цих факторів вибирається один із найбільш економічних способів одержання заготівлі.

Заготовка деталі «Подушка» може бути отримана наступними методами:

1. З листового металопрокату шляхом вирізання плазмовою різкою з оснащенням ЧПУ.

2. Штампування на кривошипних гарячештамповочних пресах (КГШП).

Основні відмінності між поковками та прокатом включають спосіб формування та характеристики кінцевого продукту. Поковки забезпечують високу міцність і гнучкість форми, що робить їх ідеальним вибором для великих і складних деталей, таких як осі, вали, шестерні та інші компоненти, де важлива висока міцність і зносостійкість. З іншого боку, прокат використовується для листового металу, смуги, дроту та інших матеріалів, де важлива висока продуктивність і точність розмірів.

Обґрунтування обраного методу отримання заготовки проводять за коефіцієнтом використання матеріалу та за точністю заготовки з урахуванням методу виготовлення програми випуску, ваги та матеріалу, за вирахуванням реалізованих відходів.

Коефіцієнт використання матеріалу визначається відношенням: [1, с.22]

де $m_{\text{дет}}$ – маса готової деталі, кг;

$m_{\text{заг}}$ – маса заготовки по пропонованим варіантам, кг.

Коефіцієнт використання матеріалу з листового прокату:

Коефіцієнт використання матеріалу при штамповці на КГШП:

Вартість заготівлі, отриману методом штампування на КГШП, визначаємо за формулою:

де $C_i = 3600$ грн. - Базова вартість 1т заготовок;

K_m - коефіцієнт, що залежить від класу точності;

K_{M1} - коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу;

$K_c 0.84$ - коефіцієнт, що залежить від групи складності;

$K_v 0.87$ - коефіцієнт, що залежить від маси;

K_n - коефіцієнт, що залежить від обсягу виробництва заготовок.

Q - маса заготовки, кг.

Q - маса деталі, кг.

Річну економію матеріалу визначаю за формулою:

де α – коефіцієнт використання металу при першому методі одержання заготовки;

β – коефіцієнт використання металу при другому методі одержання заготовки.

З розрахунку випливає, що річна економія при використанні другого методу одержання заготовки замість першого більше на 1363 кг, але вартість прокату в 2 рази нижче ніж штампованих деталей, враховуючи той факт, що при використанні методу отримання заготовки штампуванням на КГШП коефіцієнт використання металу вищий, і вартість більша, вигідніше застосувати метод вирізання з листового прокату.

Згідно рекомендаціям сортовий прокат у вигляді прутків і труб слід

застосовувати як заготовки в тих випадках, коли його профіль близький до профілю оброблюваної деталі.

Плоский прокат товстолистовий використовується для заготовок деталей в умовах одиничного або дрібносерійного виробництва.

Висновок

Поковки і прокат являють собою два основні методи обробки металу, кожен з яких має свої особливості та сфери застосування. Вибір між цими методами залежить від вимог до кінцевого продукту, необхідної міцності та зносостійкості, а також продуктивності та точності виготовлення. Обидва методи відіграють важливу роль у промисловості, забезпечуючи виробництво високоякісних металевих компонентів та виробів

1.5. Проектування технологічного процесу механічної обробки деталі.

Вибір методів обробки та обладнання

Вибір методів обробки та обладнання може бути обґрунтований:

- типом виробництва;
- порівняльним аналізом існуючих методів обробки елементарних поверхонь (наприклад, протягування з його переваг є найпрогресивнішим методом остаточної обробки отворів);
- прагненням підвищити продуктивність праці шляхом використання методу концентрації операцій; одночасної обробки кількох деталей;
- конструктивними особливостями деталі, які визначають метод обробки та необхідність використання певного обладнання.

Враховуючи тип виробництва, а також метод отримання заготовки, оброблювані поверхні виробляємо на універсальному та спеціалізованому устаткуванні.

Вибір автоматизованого металорізального обладнання визначається конструктивно-технологічними особливостями оброблюваних виробів

відповідно до їх прийнятої класифікації.

Деталі, що виготовляються на металорізальних верстатах, можна розділити на такі основні класи: тіла обертання – довгі (типу валів) та короткі (типу дисків); призматичні -плоскі (плити, планки, важелі тощо) і корпусні коробчастої форми (корпусу, станини, рами, кришки тощо); несиметричні - типу трубопровідної та сполучної арматури.

Вибір типу верстата визначається, перш за все, його можливістю забезпечити виконання технічних вимог, що пред'являються до обробленої деталі щодо точності її розмірів, форми та класу шорсткості поверхонь.

В економіці технологічного процесу дуже велике значення має продуктивність верстата, так як верстат повинен повністю використовуватися за часом. Однак іноді видається не вигідним застосувати верстат більш високої продуктивності і в тому випадку, коли завантаження його за часом неповне, якщо при цьому собівартість обробки виходить нижче, ніж на іншому верстаті, хоча б повністю завантаженому. У зв'язку з цим слід пам'ятати, що застосування спеціальних, агрегатних та інших високопродуктивних верстатів має бути економічно обґрунтовано.

Для підготовки конструкторсько-технологічної бази Б достатньо настроювання одного розміру, тому доцільно використати універсальний фрезерний верстат, першу операцію виконуємо на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Р13. (рис. 2).



Рис 2. Загальний вид вертикально-фрезерного верстата моделі 6P13.

Технічні характеристики верстата моделі 6P13:

Розміри робочої поверхні столу (ширина x довжина), мм 400x1600

Найбільше переміщення столу, мм:

поздовжнє 1000

поперечне 300

вертикальне 420

Переміщення гільзи зі шпинделем 80

Найбільший кут повороту шпиндельної головки, 45

Внутрішній конус шпинделя (конусність 7:24) 50

Число швидкостей шпинделя 18

Частота обертання шпинделя, об/хв 31,5 – 1600

Число подач столу 18

Подача столу, мм/хв:

поздовжня та поперечна 25 - 1250

вертикальна 8,3 – 416,6

Швидкість швидкого переміщення столу, мм/хв:

поздовжнього та поперечного 3000

вертикального 1000

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт 11

Габаритні розміри, мм:

довжина 2560

ширина 2260

висота 2120

Маса (без виносного обладнання), кг 4200

Як видно з технічної характеристики, цей верстат підходить для фрезерування площини подушки. Даний верстат дозволяє обробляти деталь заданих розмірів та забезпечує необхідну точність обробки.

На інших операціях необхідно забезпечити обробку точних поверхонь, тому доцільно використовувати верстати з ЧПУ, а саме вертикально-фрезерний верстат с ЧПУ HAAS VF-2, рис3.



Рис 3. Загальний вид вертикально-фрезерного верстату с ЧПУ HAAS VF-2
Технічні характеристики верстата моделі вертикально-фрезерного
верстату с ЧПУ HAAS VF-2

Робочий стіл:

Поверхня столу X x Y 356 x 914 мм

Розмір Т-подібних пазів 16 мм х 3

Максимальна вага деталі, що встановлюється 1361 кг.

Робочі переміщення

Переміщення по осі X 762 мм

Переміщення по осі Y 406 мм

Переміщення по осі Z 508 мм

Відстань між поверхнею столу та торцем шпинделя 102-610 мм

Шпіндель:

Конус шпинделя / опціонально ISO 40 / BT

Максимальна швидкість обертання шпинделя 8100 об/хв.

Тип приводу прямий

Потужність двигуна шпинделя 22,4 кВт

Максимальний момент, що крутить /при 2 000 об/хв/ 122 Нм

Швидкість позиціонування осі:

Прискорені переміщення осями X, Y 25,4 м/хв

Прискорені переміщення осі Z 25,4 м/хв

Максимальна швидкість подачі при різанні 16,5 м/хв.

Магазин інструментів

Кількість інструментів у магазині / опціонально 20 / 30

метод вибору інструменту довільний

конус шпинделя 40

Максимальний діаметр інструменту 89 мм

Максимальна вага інструменту 5,4 кг

Час зміни інструменту (середнє) 4,2 сек.

Точність:

Точність позиціонування +/-0,005мм

Точність повторного позиціонування +/-0,0025мм

Додатково:

Ширина х глибина 2570 х 2510 мм

Висота 2570 мм

Вага верстата 3539 кг

ЧПК HAAS

Вибір та обґрунтування технологічних баз

Вибір технологічних баз значною мірою визначає точність лінійних розмірів відносного положення поверхонь, одержуваних у процесі обробки, вибір різальних та вимірювальних інструментів, верстатних пристроїв, продуктивність обробки.

Вихідними для вибору баз є: креслення деталі з усіма необхідними технічними вимогами; вид та точність заготівлі; умови розташування та роботи деталі в машині.

Основні принципи, якими доцільно керуватися під час виборів технологічних баз такі:

принцип суміщення баз, технологічних баз які приймаються як основні бази при обробці і конструкторських баз, що використовуються визначення положення деталі у виробі. У разі розбіжності технологічних та конструкторських баз виникає необхідність перерахунку допусків, заданих конструктором, у бік їх зменшення;

принцип сталості баз, коли всіх основних операціях використовують одні й самі бази. Дотримання цього принципу часто створюють бази, які мають конструктивного призначення (наприклад, центрові гнізда біля валів тощо.);

бази повинні забезпечувати хорошу стійкість та надійність установки заготовки.

За конструкторську і технологічну базу приймаємо базу Б (рис 4.), яка вказана на кресленні деталі, для її підготовки у якості чорнової технологічної бази обираємо протилежну неї поверхню яка використовується на першій операції механічної обробки.

Для дотримання принципу єдності технологічних баз для обробки відповідних поверхонь як установну необхідно використовувати площину базу Б яка була підготовлена на першій операції.

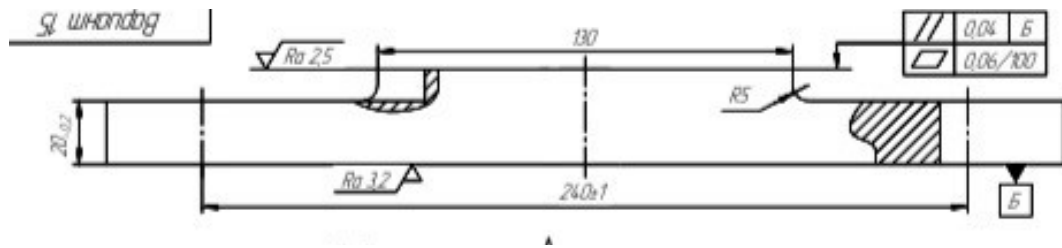


Рис. 4. Креслення деталі «Подушка»

Вибір та обґрунтування інструменту

Для обробки деталі «Подушка» достатньо використовувати стандартний різальний інструмент, для обробки отворів: спіральне свердло, зенкер і розгортка, всі інші операції виконуються за допомогою фрез конструкції яких наведені нижче

Фреза є основним інструментом, який використовують для обробки самих різних металевих поверхонь. Вона являє собою тіло, яке постійно обертається і складається з зносостійких та високоміцних ріжучих зубців.

Процес фрезерування полягає в повільній подачі фрези, яка швидко обертається в робочу область, що дає можливість проводити роботу на дуже складних, важкодоступних місцях заготовлі. Різноманітність фрез по металу дозволяє робити вибірку матеріалу на найскладніших ділянках деталі, рис5.



Рис. 5. Конструкції фрез

1. Дискові фрези, рис.6.

Дискові фрези застосовуються для виконання таких фрезерних робіт:

- обрізки заготовок;
- вибірки металу;
- прорізання пазів
- зняття фасок і т.д.

Ріжучі елементи дискових фрез можуть розташовуватися, як з однієї, так і з обох сторін. Залежно від виду обробки (від попередньої до фінішної) змінюється розмір фрези і її зубів. Твердосплавні дискові фрези здатні працювати в найскладніших умовах, коли присутня висока вібрація і неможливо швидко виводити стружку з області різання.

Дискові фрези можуть бути:

- пазові;
- прорізні;
- відрізні;
- призначені для обробки деталі з металу з двох або трьох сторін.

Назви цих інструментів визначаються їх призначенням - відрізні фрези потрібні для відрізки заготовок з металу на фрезерних верстатах, а за допомогою прорізних виробляють прорізом пазів і шліців. Дискові фрези мають високу продуктивність.



Рис.6. Дискові фрези.

2. Торцеві фрези. Рис 7.

Застосовуються для обробки деталей з плоскими і ступінчастими поверхнями. Інструмент виставляється так, щоб його поздовжня вісь була перпендикулярна оброблюваній поверхні.



Рис 7. Торцеві фрези

Особливості - підвищена щільність зубів на ділянці зіткнення із заготовкою деталі. Це забезпечує рівномірність і високу швидкість обробки металу. Наявність додаткових ріжучих кромки (в торцевій частині) дозволяє домогтися більш «чистої» поверхні при обробці на фрезерному верстаті.

У корпус фрези циліндричної форми вставляються ріжучі пластини. Їх кількість залежить від діаметра і необхідної чистоти обробки. Опрання підбирається по діаметру отвору. Крутний момент передається через шпонку. Окремі моделі невеликого діаметру мають хвостовик і кріпляться в патроні. Деякі з них можуть різати і бічною поверхнею.

3. Циліндричні фрези, рис 8.

Ці фрези бувають з зубами прямими і гвинтовим. Фрези з прямими зубами застосовуються для більш простих операцій, а гвинтові є більш універсальним інструментом.



Рис. 8. Циліндричні фрези

Так як осьові зусилля бувають значними, то їх використання обмежується кутом нахилу ріжучої грані (не більше 45). Тому в подібних ситуаціях встановлюються фрези циліндричні здвоєні. Особливість їх виконання в тому, що ріжучі частини в процесі роботи «перекривають» місце стику половинок інструменту.

Ці фрези призначені для зачистки торців деталей, вибірок, пазів. Обробка проводиться тільки бічними поверхнями з високою точністю і чистотою. Обертання фрези і рух деталі відбувається назустріч. Для обробки бічних торців без кантування заготівлі, застосовуються спеціальні пристосування, на шпиндель кріплять кутові головки, і вертикально встановлюється фреза.

4. Кутові фрези, рис. 9.

Існують як однокутові, так і двохуглові типи інструментів, що відрізняються між собою розташуванням ріжучої кромки (в двокутових моделях вони розташовані на двох суміжних конічних поверхнях, а в однокутових - на одній конічній поверхні). За допомогою таких фрез можна виконувати стружкові канавки в інструментах різного роду.

Використовують для фрезерування похилих металевих площин і кутових виїмок на верстатах.

Двокутові фрези працюють порівняно плавно. Щоб верхівка інструменти не сточуються занадто швидко, її роблять закругленою.



Рис 9. Кутові фрези

Кутова фреза типу «ластівчин хвіст»

- Для формування пазів зі скошеними бічними поверхнями застосовуються однокутові інструменти по металу типу «ластівчин хвіст» і перевернутий «ластівчин хвіст».

5. Фасонні фрези, рис. 10.

З назви стає ясно, що даний тип ріжучого інструменту покликаний обробляти фасонні поверхні. Такі фрези активно застосовуються для обробки деталей з металу зі значним співвідношенням довжини заготовки до її ширині, так як фасонні поверхні деталей невеликої довжини на великих виробництвах частіше виготовляють методом протягування. Фасонні фрези з затилованим кутом найскладніше піддавати заточуванню.

Фасонні фрези використовуються для додання профілю поверхонь незамкнутого типу. Крім того, вони підходять для формування канавок.



Рис. 10. Фасонна фреза.

За типом зубів фасонні фрезерні інструменти по металу діляться на два типи:

- з гострими зубами;
- з затилованими зубами.

6. Черв'ячні фрези, рис. 11.

Обробка виконується методом обкату за рахунок точкового торкання заготовки інструментом. Черв'ячні фрези поділяються на ряд підвидів за такими параметрами:

- цілісні або збірні;
- праві або ліві (напрямок витків);
- багато-або однозахідні;
- з нешліфованими або зі шліфованими зубцями.



Рис. 11. Черв'ячні фрези

Використовують інструмент для нарізки зуба на шестернях і колесах, шліцьових валах. Кут нахилу виставляється оправкою на верстаті. Обробка проводиться обкаткою, коли деталь обертається, зміщуючись на один зуб за оборот фрези. У роботі бере участь відразу кілька зубів або пластин.

7. Кінцеві фрези, рис. 12.

Найчастіше кінцеві (або пальчикові) фрези по металу застосовують для створення пазів, контурних уступів і виїмок, обробки взаємно перпендикулярних площин. У таких фрез основну роботу, пов'язану з різанням, здійснюють головні ріжучі кромки, які розташовуються на циліндричній поверхні. А ось допоміжні ріжучі кромки виробляють зачистку дна канавки. У таких фрез зуби зазвичай гвинтові або похилі.



Рис. 12. Кінцеві фрези

Кінцеві фрези діляться на кілька різновидів за такими ознаками:

- монолітні або з припаяними ріжучими елементами;
- з конічним або циліндричним хвостовиком;
- для кінцевої обробки металу (дрібні зубці) або для грубої (великі зубці).

Кінцеві твердосплавні фрези застосовуються для роботи з металами, які погано обробляються - сталлю, чавуном та ін. Серед кінцевих фрез виділяють також сферичні (кульові), необхідні для обробки виїмок сферичної форми, радіусні, що використовують для вибірки пазів різноманітних форм, грибкові - твердосплавні фрези для Т- образних пазів на заготовках з чавуну, сталі, кольорових металів. До кінцевих також відносяться гравери або фрези для

гравіювання, які використовуються для обробки дорогоцінних металів, міді, латуні та інших матеріалів.

Кінцева фреза - це один із видів фрези, який виконує процес видалення металу на фрезерних верстатах з ЧПУ. На вибір є різні діаметри, канавки, довжини та форми. Ось короткий огляд основних.

Конічні кінцеві фрези, рис. 13.

Також відомі як олівцеві торцеві фрези та конічні кінцеві фрези, ці назви використовуються для опису форми його флейти. Цей тип є центральним різальним інструментом, який можна використовувати для занурення і призначений для обробки кутових пазів. Зазвичай вони використовуються для лиття під тиском і прес-форм. Вони також можуть виготовляти пази, отвори або бічні фрезерування з кутом нахилу.



Рис. 13. Конічні кінцеві фрези

8. Шпонкові фрези, рис. 14.

Вони є різновидом кінцевих фрез і являють собою шпонковий двозубий інструмент. Такий шпонковий інструмент на зразок свердла здатний заглиблюватися в матеріал заготовки під час осьової подачі і свердлити отвір, а потім далі просуватися уздовж канавки. Під час осьової подачі основна робота різання здійснюється торцевими кромками. Одна з них обов'язково повинна доходити до осі фрези для забезпечення свердління отвору.



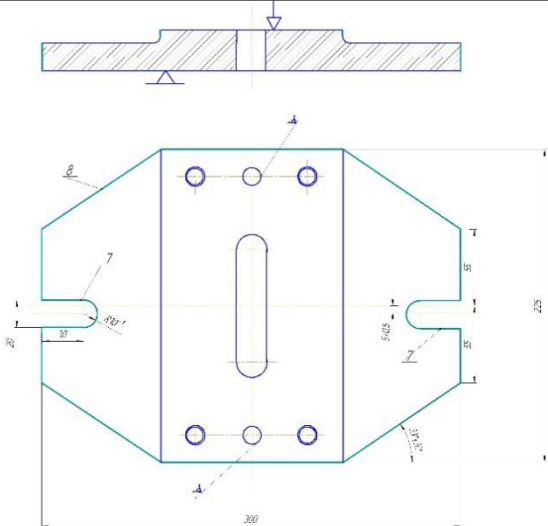
Рис. 14. Шпонкові фрези

Маршрутний технологічний процес обробки деталі «Подушка» зведемо в таблицю 3.

Таблиця 3

Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі «Подушка».

№	Наіменування операції	Операційний ескіз	Обладнання, модель	Верстатний пристрій
002	Плазмово-різальна. 1. Вирізання зовнішнього контуру деталі з листа, витримуючи необхідні розміри		Верстат плазмового різання Tesla Weld CNC-CUT FP	

015	Вертикально-фрезерна. 1. Фрезерувати поверхню 8 по контуру витримуючи розміри 300, 225. 2. Фрезерувати пази 1 витримуючи розміри 20, 30, 55, 5.		вертикально-фрезерний верстат с ЧПУ HAAS VF-2	Спеціальний фрезерний пристрій
-----	--	--	---	--------------------------------

1. 6. Розрахунок припусків на механічну обробку.

Розрахунок припусків проведемо на прикладі обробки отворів 13Н7, технологічний процес обробки: свердління, зенкерування і розгортання.

Мінімальний припуск для внутрішніх циліндричних поверхонь розраховується за такою формулою: [1,с.40]

де висота нерівностей профілю на попередньому переході, мкм;

глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході, мкм;

сумарні відхилення розташування поверхні та в деяких випадках відхилення форми поверхні на попередньому переході, мкм;

похибка установки заготовки на переході, що виконується, мкм.

Сумарні відхилення після свердління знаходимо за таблицею

Величину залишкового просторового відхилення після зенкерування знаходимо за формулою:

Визначаємо похибку встановлення заготовки за формулою:

,

де - похибка базування,

Так як свердління, зенкерування і розгортання проводиться з однієї установки,

то

Визначаємо мінімальний припуск під зенкерування:

для розгортання:

Розраховуємо діаметри для інших переходів:

для розгортання:

для зенкерування:

Знаходимо мінімальні та максимальні граничні значення припусків и

відповідно:

для зенкерування:

для розгортання:

Таблиця 5

Розрахунок припусків і допусків.

Операція	Елементи припуску (мкм)				T	D_p	$2Z_{min}$ (мкм)	Гранічний розмір (мкм)		Гранічне значення припуску, (мкм)	
	R_z	h	Δ_Σ	ε				D_{min}	D_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Свердління	80	50	180	-	430	11,45	-	11,45	11,88	-	-
Зенкерування	50	50	45	-	70	11,45	1260	12,71	12,78	830	1330
Розгортання	25	25	-	-	18	12,71	290	13,0	13,018	220	308

1.1. Розрахунок режимів різання.

Розрахуємо режими різання для операції 010:

- перехід 1 – свердлити 2 отв. $D=11,5\text{мм}$;
- перехід 2 – зенкерувати 2 отв. $D=12,7\text{мм}$.
- перехід 3 – розгорнути 2 отв. $D=13,0\text{мм}$.

Матеріал – сталь Ст3

При свердлінні глибина різання:

При свердлінні отворів без обмежувальних факторів вибираємо максимально допустиму по міцності свердлу подачу:

$$S=0.37\text{мм/об}$$

Швидкість різання свердла, м/хв.

Значення коефіцієнтів та показників ступеня наведені нижче

період стійкості інструменту.

Загальний коефіцієнт поправки на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання:

де коефіцієнт враховує якість оброблюваного матеріалу;
коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;
коефіцієнт, що враховує якість матеріалу інструменту.

Розрахуємо частоту обертання шпинделя:

Залишаємо поточну частоту обертання шпинделя. Так як деталь обробляється на верстаті з ЧПУ

Крутний момент при свердлінні:

Значення коефіцієнта поправочного коефіцієнта на якість оброблюваного матеріалу для сталі та показників ступеня наведено нижче:

Потужність різання:

Після розрахунку режимів різання визначаємо основний час різання.

де ;

кількість проходів;

.

При зенкеруванні глибина різання :

При зенкеруванні отворів без обмежувальних факторів вибираємо
максимально допустиму по міцності зенкера подачу:

$$S=1.1\text{мм/об}$$

Швидкість різання зенкера, м/хв.

Значення коефіцієнтів та показників ступеня наведено нижче:

період стійкості інструменту.

Загальний коефіцієнт поправки на швидкість різання, що враховує
фактичні умови різання:

де коефіцієнт враховує якість оброблюваного матеріалу;

коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

коефіцієнт, що враховує якість матеріалу інструменту.

Розрахуємо частоту обертання шпинделя:

Крутний момент при зенкеруванні:

Значення коефіцієнта поправочного коефіцієнта на якість
оброблюваного матеріалу для сталі та показників ступеня наведені нижче:

Потужність різання:

Після розрахунку режимів різання визначаємо основний час різання.

де ;

кількість проходів;

подача.

При розгортанні глибина різання :

При розгортанні отворів без обмежувальних факторів вибираємо
максимально допустиму по міцності розгортки подачу:

$$S=1.5\text{мм/об}$$

Швидкість різання зенкера, м/хв.

Значення коефіцієнтів та показників ступеня наведено нижче:

період стійкості інструменту.

Загальний коефіцієнт поправки на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання:

де коефіцієнт враховує якість оброблюваного матеріалу;

коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

коефіцієнт, що враховує якість матеріалу інструменту.

Розрахуємо частоту обертання шпинделя:

Крутний момент при зенкеруванні:

Значення коефіцієнта поправочного коефіцієнта на якість оброблюваного матеріалу для сталі та показників ступеня наведені нижче:

Потужність різання:

Після розрахунку режимів різання визначаємо основний час різання.

де ;

кількість проходів;

подача.

2. Конструкторська частина.

2.1. Опис конструкції верстатного пристрою.

Пристрій призначений для закріплення деталі «подушка» на фрезерному верстаті з ЧПУ HAAS VF-2 для обробки 2-х пазів і зовнішнього фрезерування поверхонь деталі. Пристосування має нерухомий корпус, який кріпиться до столу верстату, а сама деталь базується по площині Б і 2 пальця для отворів діаметром 13Н7 - 1 (рис. 15) . Затискання деталі реалізується за допомогою гайки - 2

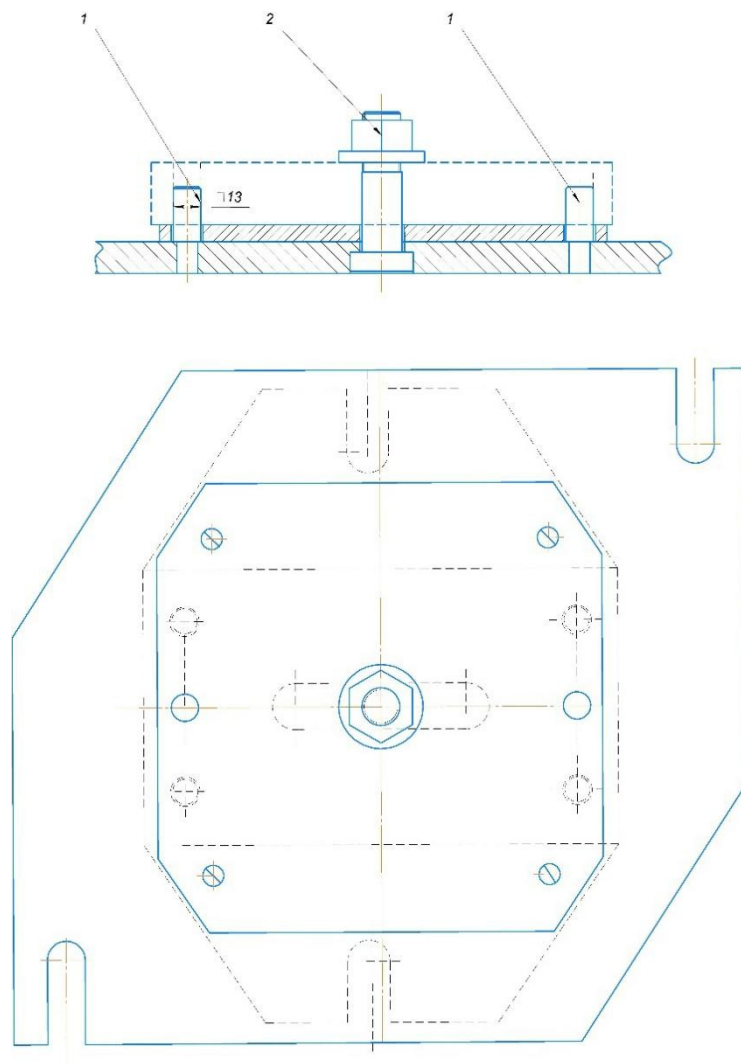


Рис. 15. Загальне креслення верстатного пристрою на фрезерний верстаті з ЧПУ HAAS VF-2

2.2. Розрахунок пристрою на точність обробки.

Задана точність буде забезпечена, якщо дотримується умова:

де сумарна похибка обробки заготовки у пристрої;

допуск на відхилення розташування поверхні, що обробляється.

Сумарну похибку обробки визначають так:

де коефіцієнт, що враховує закон розподілу складових похибок;

- похибка верстата (для фрезерних 0,01 – 0,02 мм);
- похибка розмірного зносу різального інструменту.

де - допуск зносу по задній поверхні (0,15 ... 0,25);

- задній кут інструменту.

- похибка установки.

де - похибка базування, в нашому випадку може дорівнювати максимальному зазору між пальцем і отвором в деталі:

розмір отвору 13H7, ES=18 мкм., EI=0 мкм.

Розмір пальця 13g6, es= -6мкм., ei=-17мкм.

$$S_{\max} = ES - ei = 18 - (-17) = 35 \text{ мкм.}$$

- похибка закріплення, в нашому пристрої напрям сили закріплення діють

- під кутом до отримуваних розмірів, тому
- похибка, обумовлена неточністю установки пристосування на столі металорізального верстата, приймаємо 10 мкм,

Похибка встановлення:

Сумарна похибка обробки:

Сумарна похибка не повинна перевищувати

умова виконується.

Запас точності визначається за формулою:

2.3. Розрахунок сил закріплення заготовки.

Найбільші сили різання будуть виникати при фрезеруванні кінцевою фрезою для обробки пазів шириною 20 мм, позиція 1 (рис. 16) , тому розрахунки будемо проводити з умови рівноваги заготовки при цій обробці. Вихідні дані: Інструмент: фреза кінцева $\varnothing 20$ мм; Подача на зуб фрези $S_z = 0,3$ мм/об; Швидкість різання: $V = 224$ м хв ; Момент різання: $M_{різ} = 107$ Нм.

Схема діючих сил і закріплення наведена на рис.16

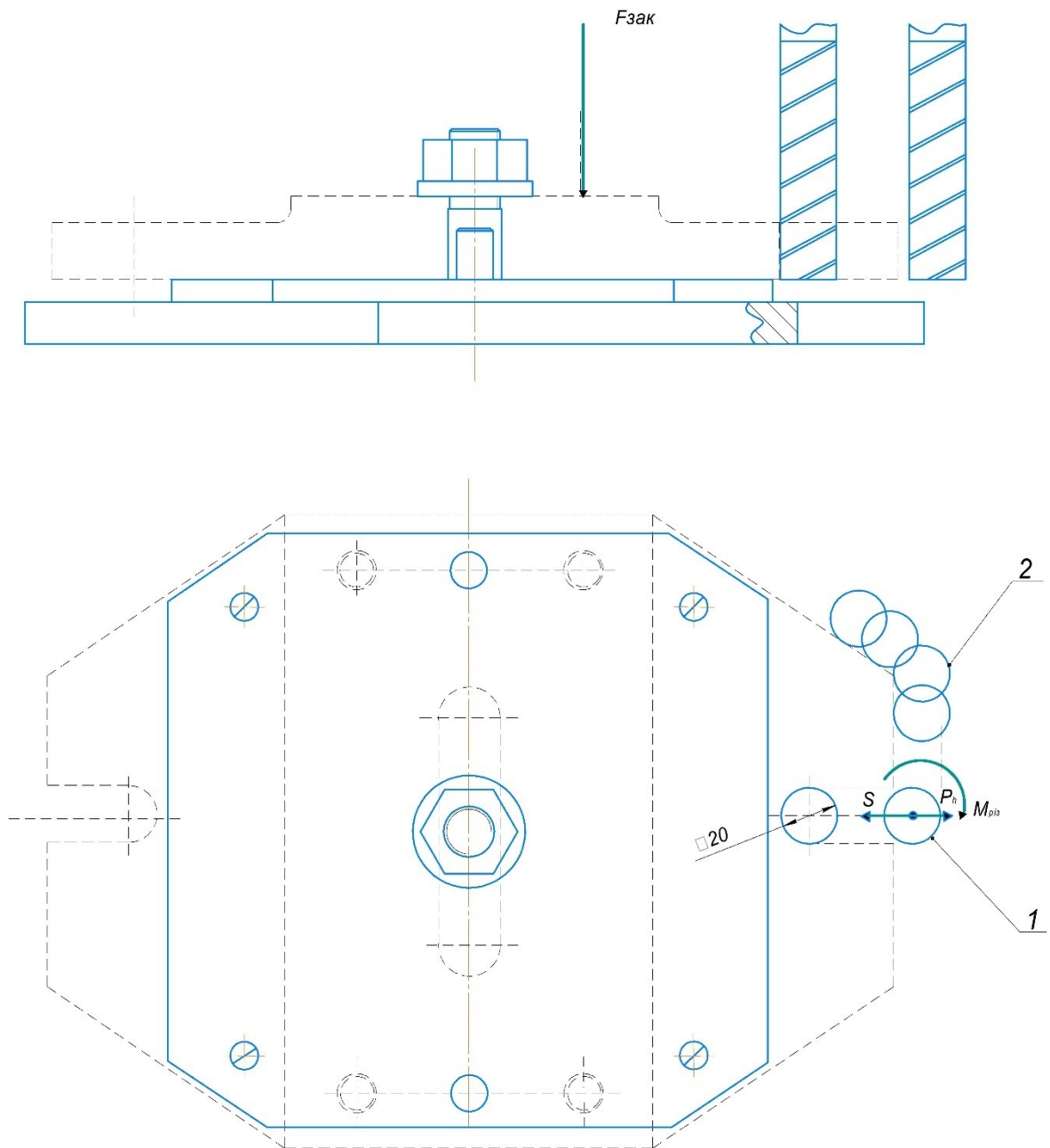


Рис. 16. Схема діючих сил і закріплення.

В даній схемі діючих сил значення сили закріплення F_{zak} не впливає на умови рівноваги, однак діючі сили різання навантажують пальці 13Н7, які працюють в умовах зрізу.

Перевіримо міцність пальців на зріз

де F – сумарна діюча сила при різанні

A – площа перерізу двох пальців

$[\sigma]$ – допустима напруга на зріз, для сталі 45 - 60 МПа

Сумарна діюча сила визначається від моменту різання, тангенціальною силою

P_z і сило P_h , яка є спротивом подачі S

де d діаметр фрези, мм.

Сила P_h згідно [2, с 292] дорівнює $1,1 - 1,2 P_z$, тобто 11770 Н.

Сумарна діюча сила при різанні

Площа перерізу пальців визначається формулою

Таким чином

Умова виконується

3. Охорона праці

У процесі виготовлення деталі «Подушка» на машинобудівному підприємстві важливим аспектом є забезпечення безпечних умов праці для працівників. До основних шкідливих і небезпечних факторів, які можуть виникати під час фрезерних, свердлильних і плазмово-різальних робіт, належать:

- шум і вібрація від роботи обладнання;
- підвищена температура поверхонь (особливо при плазмовому різанні);
- летючі аерозолі, зокрема металева пилюка і дим;
- можливість поранення при неправильному поводженні з інструментом;
- підвищене напруження в електромережі.

3.1. Заходи безпеки при роботі на фрезерному обладнанні

- Перед початком роботи оператор має пройти інструктаж з охорони праці.
- Заборонено працювати на обладнанні з несправними захисними кожухами або за відсутності заземлення.
- Під час обробки деталі оператор повинен використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): захисні окуляри, спецодяг, рукавиці, протишумові навушники.
- Заборонено виконувати вимірювання деталі чи змінювати положення інструменту при обертанні шпинделя.

3.2. Вимоги до організації робочого місця

- Робоче місце повинно бути чистим, сухим, з достатнім освітленням (не менше 300 лк).
- На кожному верстаті обов'язково має бути вимикач аварійного відключення.
- Усі рухомі частини верстатів мають бути обладнані огорожами.

3.3. Вентиляція та мікроклімат

- У приміщенні повинна функціонувати припливно-витяжна вентиляція.
- Температура повітря має бути в межах 18–22 °С, відносна вологість — 40–60%.
- Видалення зварювального та різального диму забезпечується місцевими витяжками.

3.4. Пожежна безпека

- У цеху повинні бути вогнегасники, пісок, інструкції з евакуації.
- Заборонено зберігати легкозаймисті матеріали поблизу джерел тепла.
- Працівники повинні бути навчені діям у випадку пожежі.

3.5. Медичне забезпечення

- Працівники зобов'язані проходити періодичні медичні огляди.
- При виявленні ознак втоми, запаморочення або порушення слуху — необхідно припинити роботу та звернутися до медпункту.

Висновки

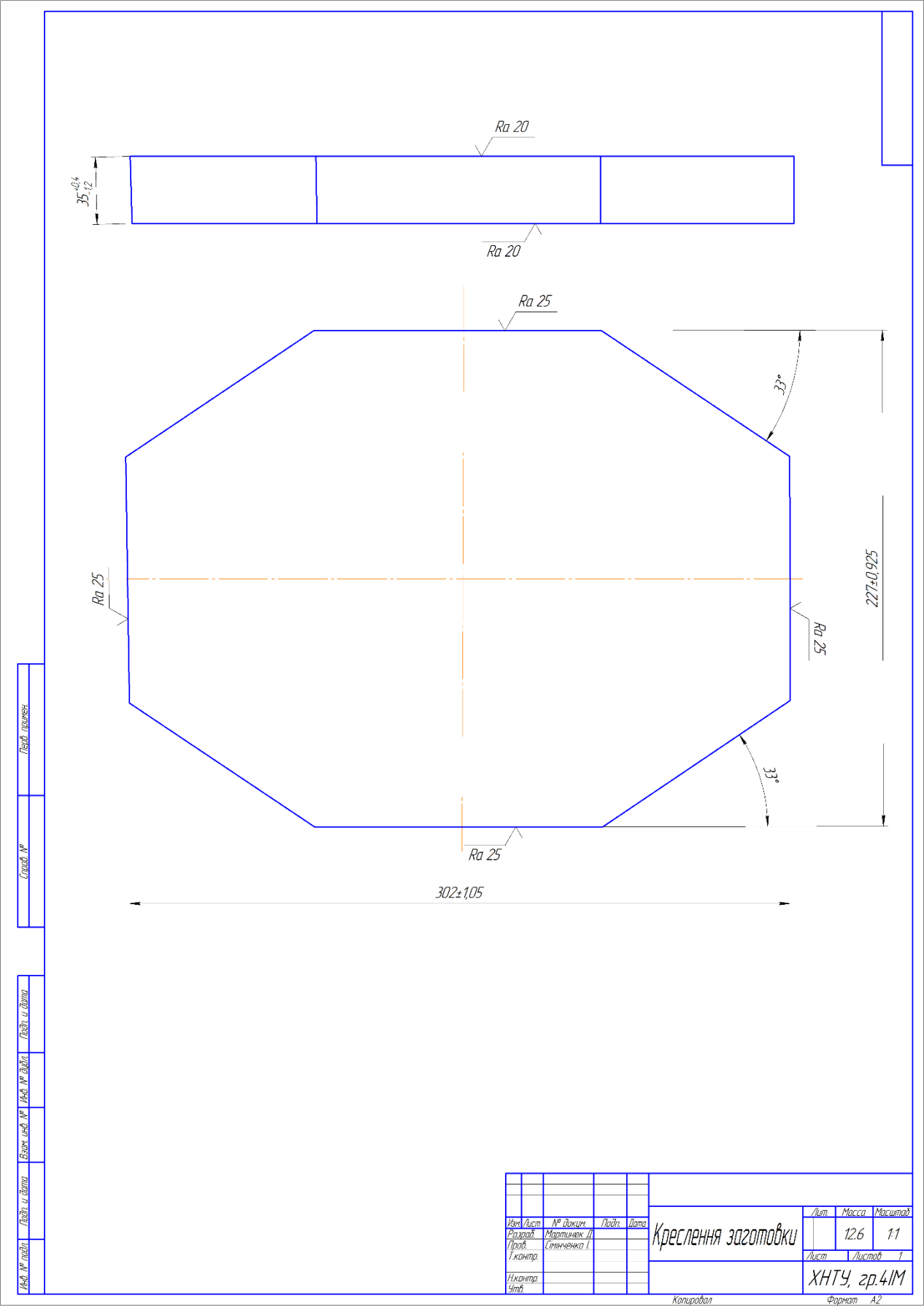
У процесі роботи над дипломним проектом було розглянуто такі питання:

- Визначення типу виробництва
- Техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготівлі
- Проектування технологічного процесу механічної обробки деталі
- Розрахунок припусків на механічну обробку
- Розрахунок режимів різання
- Технічне нормування
- Опис конструкції пристосування
- Розрахунок пристосування на точність обробки
- Розрахунок елементів пристрою на міцність

Список використаної літератури

1. Курсове проектування з технології машинобудування / Навчальний посібник /– Херсон, ХНТУ: 2008 – 133 с. Ю.П. Білоус, С.Г. Кондрашов, О.В. Малигін.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова -4-е изд., перераб. и доп. – М.- Машиностроение , 1986 .496с., ил.

Додатки



[illegible]

Операція 015 Вертикально- фрезерна, верстат с ЧПУ HAAS VF-2

