

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі " Вісь 4.170-15"
Назва теми

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
Назва

Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

Шифр ДРБ.ФІТА.ПМ.23.04.ПЗ

Виконав студент 3 курсу група ПМТ-19-1
Шифр

Керівник канд. техн. наук, доцент
Підпис студент, маючий

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент



Валентин КОВАЛЬ
Ім'я, прізвище



Катерина СОКОЛАН
Ім'я, прізвище



Сергій БИСЬ
Ім'я, прізвище

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва



Віталій ТКАЧУК
Ім'я, прізвище

Дата « 26 » 06 2023

Хмельницький 2023

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатами звіту/звітів подібності щодо роботи, продуктованими програмно-технічним засобом перевірки текстів на плагіат:

Назва: «Технологія виготовлення деталі «Вісь 4.170-15» з використанням верстатів з ЧПК»

Автор: ст. гр. ПМТ-19-1 Коваль В.І.
Освітня програма: Технології машинобудування
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Науковий керівник: доц. Соколан К.С.

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	+
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	-
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	-
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укріття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	-
5	Інше: Збігання з одним документом 12%, сумарне збігання за базою даних символів (26%) і лексем (30%), а також помилок (10%) в допустимих межах.	+

Підтвердження: Наявності плагіату в кваліфікаційній роботі не виявлено. Робота приймається до захисту.

26.06.23
Дата

Завідувач кафедри


Підпис

/доц. Ткачук В.П./

Гарант ОП


Підпис

/доц. Каразей В.Д./

Керівник КРБ


Підпис

/доц. Соколан К.С./

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ)

Дипломник Коваль Валентин Ігорович
Тема Технологія виготовлення деталі «Вісь 4.170-15» з використанням верстатів з ЧПК
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Обсяг дипломного проекту (роботи)

Кількість записки _____ листів креслень _____ ; кількість сторінок _____

1. Короткий зміст проекту (роботи) та прийнятих рішень _____
технологічний процес механічного оброблення деталі з використанням сучасного металорізального інструменту та обладнання з ЧПК, проектування пристрою верстатного для закріплення заготовки та контрольного пристрою, аналіз стану техніки безпеки на дільниці виготовлення заданої деталі
2. Висновок про відповідність проекту (роботи) дипломному завданню _____
відповідає
3. Характеристика виконання кожного розділу проекту (роботи), ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: _____

4. Позитивні сторони проекту (роботи) Будьмо сучасне обладнання сучасним різальним інструментом та спеціальними для розробки деталей різ.

5. Негативні сторони проекту (роботи) немає в додатках технічних карт

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки проекту (роботи) розроблена

7. Відгук про проект (роботу) в цілому позитивний

8. Інші зауваження _____

9. Оцінка проекту (роботи) добре

РЕЦЕНЗЕНТ Богдан Ірина Валерівна, к.т.н., доц., м.в.с.
Прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи
кадр. апаратури за міжвузівським

«15» червня 2023 р.


ПІСЬМО

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Коваль Валентин Ігорович на захист дипломного проєкту (роботи)
за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі "Вісь 4.170-15" з використанням верстатів з ЧПК.

Дипломний проєкт (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагиат здійснено.

Декан факультету

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Коваль В. І. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2019 по 2020 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 3,33 %, добре 63,33 %, задовільно 33,33 %.

шкалою ЕКТС: А 7,14 %, В 16,67 %, С 42,86 %, D 16,67 %, E 16,67 %.

Методист факультету

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Коваль Валентин Ігорович під час роботи над дипломним проєктом показав вміння виконувати практичні інженерні задачі, а саме розробити сучасні технологічні процеси.

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

Керівник дипломного проєкту

Бонф. Соколан К.С.

27. серпня 2023 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (робота) розглянуто. Студент Коваль В. І. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

Технології машинобудування

Ткачук В.П.

27. серпня 2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	5
1.1 Аналіз об'єкта виробництва	5
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі	5
1.3 Вибір типу виробництва та організаційної форми	8
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	10
2.1 Аналіз існуючого технологічного процесу	13
2.2 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки	13
2.3 Вибір технологічних баз	15
2.4 Вибір технологічного маршруту обробки деталі	19
2.5 Розроблення технологічних операцій	19
2.6 Розрахунок припусків на механічну обробку	24
2.6.1 Аналітичний розрахунок припусків	28
2.6.2 Табличний розрахунок припусків	30
2.7 Призначення режимів різання	33
2.7.1 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій	33
2.8 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК	37
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	39
3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення деталі при шліфуванні торців.	39
3.1.1 Вибір схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої	44
3.1.2 Розрахунок схеми затискування деталі	48
3.1.3 Розрахунок елементів пристрою на міцність	48
3.1.4 Розрахунок елементів пристрою на точність	48
3.1.5 Розробка технічних умов на пристрій, компонування і опис його роботи	48
3.2 Проектування контрольно-вимірювального пристрою	
3.2.1 Технічні умови і вимоги креслення, що підлягають контролю	48

3.2.2 Розрахунок пристрою на точність	48
3.2.3 Розробка технічних умов на пристрій, компонування і опис його роботи	48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	48
4.1. Заходи та засоби щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці	48
4.2. Заходи щодо електробезпеки	48
4.2.1 Інструкція з роботи з електричною системою верстата HAAS	48
4.3 Підключення стислого повітря	18
ВИСНОВКИ	18
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	18
ДОДАТКИ	

ВСТУП

З переходом від великих підприємств до малих та середніх, з невеликою програмою випуску продукції з частими перебудовами на випуск іншої продукції, виникає необхідність появи сучасних фахівців, які можуть працювати в умовах одиничного виробництва.

Однією з успішних умов функціонування і розвитку машинобудівного підприємства в існуючих економічних умовах можна назвати здатність швидкого переходу на випуск нових видів продукції. Для цього потрібно оптимізувати проектні роботи, приділивши особливу увагу підвищенню ефективності праці конструкторів і технологів.

Вміння розробити технологічний процес, який би супроводжувався економічними розрахунками проявляється при розробленні дипломної роботи майбутнім фахівцем, цей етап навчання є заключним і має велике значення в загальному процесі підготовки фахівців. При розробленні дипломної роботи велику увагу приділяють самостійні роботи студента з метою вирішення складних інженерних і організаційних задач.

Використання верстатів з ЧПК, пристроїв на верстатах з ЧПК призводить до зниження собівартості продукції, підвищення рівня механізації та автоматизації виробничого процесу, вивільнення трудових ресурсів.

Завданням даної дипломної роботи є проектування технологічного процесу механічного оброблення заданої деталі, використання нових технологій, розроблення та конструювання верстатних та контрольних пристроїв.

Розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі „вісь 4.170-15” виконано під конкретне підприємство. Виконані економічні розрахунки для демонстрації ефективності проекту, виконано аналіз безпечних умов праці.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз об'єкта виробництва

Об'єкт виробництва – вісь 4.170-15 – є складовою частиною механізму запирання термопластавтоматів різних типів.

Термопластавтомат призначений для виготовлення деталей методом литва під тиском із полімерних матеріалів: поліетилену і поліпропілену.

Термопластавтомат забезпечує виготовлення деталей в автоматичному режимі, видалення готових виробів із зони литва, відділення і видалення їх з пресформ.

Механізм запирання і впорскування з циліндром пластикації закриті огорожами, виконаними у вигляді рухомих дверей із смотровими вікнами.

Механізм запирання призначений для встановлення рухомостей і нерухомостей напівформ інструмента, відкриття і закриття інструмента із заданим зусиллям. Механізм запирання – важільний, гідромеханічний, із симетричною системою дублювання ланок і приводом від гідроциліндра запирання, який розміщений співвісно з механізмом запирання.

Вузли „механізм запирання” і „механізм впорскування” встановлено на станині, яка виставлена на фундаменті за допомогою віджимних болтів і закріплюється фундаментними болтами. В станині виконано проїм для транспортера. Механізм запирання складається з нерухомої та малорухомої плит, пов'язаних між собою чотирма колонами і рухомої плити, що рухається по колонам по напрямним втулкам. Колони закріплені в нерухомій плиті за допомогою гайок і фланців.

Переміщення рухомої плити здійснюється гідроциліндром запирання, шток якого закріплений в хрестовині через важільну систему, яка складається із трьох важелів, що з'єднані з хрестовиною, з рухомою і нерухомою плитами, а також між собою за допомогою 5 осей. В важелі і малорухомої плити запресовані загартовані втулки, які сприймають високі питомі тиски, що виникають при

випрямлянні важелів в процесі запирання. Змащення втулок здійснюється рідким мастилом, що поступає від централізованої системи змащування. об'єктом виробництва є вісі, які з'єднують важільну систему.

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь вісь 4.170-15 виготовлено із легованої сталі 40ХН2МА ДСТУ 7806:2015. Леговані сталі широко використовують для виготовлення великої номенклатури деталей. Завдяки своєму складу сталь 40ХН2МА допускає застосування високопродуктивних методів обробки, оптимальних режимів різання, має високі якості після термічної обробки на вторинну твердість.

Сталь 40ХН2МА ДСТУ 7806:2015 за своїм хімічним складом і фізико-механічними властивостями підходить для виготовлення деталі і повністю задовольняє всі вимоги, вказані на кресленику, тому марку сталі немає необхідності замінювати іншою.

Хімічний склад і фізико-механічні властивості сталі 40ХН2МА наведені в таблицях 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 - Механічні властивості сталі 40ХН2МА ДСТУ 7806:2015

Марка	R_{eH}	R_m	A ,	α ,	Відносне звуження Z , %	Твердість НВ, не менше
	МПа		%	$\frac{кгс \cdot м}{см^2}$		
40ХН2МА	95	110	12	8	45	269

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 40ХН2МА ДСТУ 7806:2015

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
0,37-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,6-0,9	1,25-1,65	0,15-0,25

Виходячи з того, що деталь „вісь”, яка використовується в якості осі рухомого шарнірного з’єднання важелів механізму запирання прес-форми на термопластавтоматі і несе в процесі роботи значні механічні навантаження, в її конструкції передбачені дві канавки для затримки масла, які переносять мастило від розташованих в важелях маслянок до поверхонь тертя важелів механізму запирання. Конструктивно канавки виконані у вигляді шпонкових пазів: в залежності від обладнання їх можна виготовити в вигляді прямих або сегментних. Але, для можливості уніфікації конструктивних елементів, на різних типорозмірах осей не завжди є можливість виконання їх сегментними, тому прийнято рішення про виконання прямокутних канавок.

Задані конструктивні параметри деталі по точності і шорсткості поверхонь можливо досягнути високопродуктивними методами обробки (точіння, шліфування, тощо) на універсальному обладнанні з використанням універсального обладнання і стандартних інструментів.

Зниження трудомісткості виготовлення при цьому можливо досягти шляхом оснащення обладнання багатомісними і багатопозиційними пристроями, які дозволяють зменшити невиробничі витрати часу на переустановку і перебезування деталі в процесі обробки.

Важливими обставинами при цьому є збереження суміщення конструктивних, технологічних і вимірювальних баз на різних операціях механічної обробки. Тому необхідно в конструкцію деталі внести єдину базу – технологічні центрові отвори, які дозволяють обробляти деталь на чорнових і кінцевих операціях з мінімальною похибкою установки і закріплення з використанням обробки „напрохід”.

Проведення операцій кінцевої обробки після термічної обробки зумовлено вимогою отримання високої твердості робочої поверхні деталі - Ø40 мм.

Деталь жорстка за конструкцією, не має концентраторів напружень, таких як ступінчастих поверхонь, що підвищує коефіцієнт використання матеріалу.

Деталь припускає достатньо прості засоби виготовлення заготовок шляхом розрізання стандартного круглого прокату.

Менш технологічними є виконання глухих різьбових отворів в торцях деталі, які служать для закріплення бокових шайб, які запобігають осьовому зміщенню деталі в процесі роботи механізму запирання. Обробку цих отворів потрібно проводити з застосуванням запобіжних патронів.

В цілому конструкція деталі технологічна, і в залежності від організаційної форми виробництва дозволяє призначати різні варіанти технологічних операцій при її виготовленні.

1.3 Визначення типу і організаційної форми виробництва

Тип виробництва на даному етапі визначаємо попередньо в залежності від маси деталі та річної програми випуску. При вазі деталі 7,2 кг та річній програмі випуску $N=20000$ шт. – виробництво серійне.

Серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються партіями і великим обсягом випуску.

Форму організації виробництва для серійного типу виробництва обираємо перервно-потоківу. При такій формі організації верстати розташовані за ходом технологічного процесу, на дільниці обробляється партія деталей, які потребують застосування схожих чи однакових методів обробки та узгодження часу виконання операцій на суміжних верстатах, а після закінчення обробки партії деталей верстати переналагоджуються на іншу деталь.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз існуючого технологічного процесу

Існує кілька типорозмірів обладнання по переробленню пластмас загального призначення і спеціалізованих на випуску конкретних виробів. Кожна модифікація термопластавтомату розрахована на виготовлення деталей з певним об'ємом впорскування матеріалу в прес-форму. В усіх видах обладнання використовуються деталі класу валів (вісі) в шарнірних з'єднаннях механізмів запирання прес-форм. Типовим представником цієї групи деталей є вісь 4.170-15. Виготовлення деталей ведеться як для забезпечення серійного випуску термопластавтоматів, так і для забезпечення пуско-налагодочних і експлуатаційних підприємств запасними частинами. Враховуючи великі механічні (в тому числі динамічні) навантаження, які несе деталь в процесі роботи обладнання, замовлення на доставку запасних частин значно перевищують (до 10 разів) кількість деталей, використаних в серійному виробництві.

Серійний тип виробництва термопластавтоматів на підприємстві не передбачає організації окремої дільниці по виготовленню однотипних за конфігурацією і близьких за типорозміром осей. Деталі виготовляються шляхом проведення окремих технологічних операцій механічної обробки на окремих дільницях цеху з використанням універсального обладнання, інструментів, оснастки. Такий вид організації технологічного процесу механічної обробки призводить до невиробничих витрат по зберіганню, транспортуванню заготовок і деталей, використанню при механічній обробці вільних в даний час обладнання і персоналу. Особливо великі незручності в плануванні відбуваються при отриманні великих замовлень на поставку запасних частин. При цьому технологічний процес виготовлення деталей кожний раз корегується шляхом визначення маршруту задіяного в ньому обладнанні, а режим різання на окремих операціях підганяють до задіяного обладнання.

Організація в одному із механічних цехів підприємства – дільниці по виконанню гами типорозмірів осей і валів дозволяє значно знизити витрати на їх виробництво, підняти якість виготовлення, сконцентрувати і завантажити спеціальне обладнання, використати спеціалізовану технологічну оснастку, інструменти, типові технологічні процеси. Виконання цих заходів дозволить стабілізувати виробництво деталей і більш гнучко переходити до виготовлення інших типорозмірів.

Організація спеціалізованої дільниці по виготовленню валів і осей дозволить планувати заготівельне виробництво, застосовуючи при виготовленні заготовок більш продуктивне і більш точне обладнання.

Так, в даний час виготовлення заготовок для осей ведеться шляхом рубки прокату на пресах з великими припусками по довжині заготовки. Застосування порізки на круглопилних автоматах або дисковими фрезами значно підвищить точність заготовок.

Застосування фрезерно-центрувальних верстатів дозволяє скоротити час і підвищити точність обробки торців, а в подальшому і всієї деталі, порівняно з обробкою на універсальних токарних верстатах (підрізка торців, центрування торців, відрізка заготовок).

Застосування шпонково-фрезерних верстатів для обробки канавок буде більш продуктивним і дасть більшу точність обробки, чим фрезерування на універсальному вертикально-фрезерному верстаті або засвердлування отворів з послідуєчим фрезеруванням.

Аналогічні висновки можна зробити і про застосування технологічної оснастки. В даний час обробка аналогічних деталей (з невеликою різницею по довжині і діаметру) проводиться із застосуванням механічних, в основному одномісних, пристроїв для кожної операції і кожної деталі. Розробка до виробництва багатомісної і більш універсальної оснастки, яка дає можливість без переналагоджування (або з незначним переналагоджуванням) виготовляти деталі декількох типорозмірів, дає можливість знизити технологічну собівартість.

2.2 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Оптимальний спосіб отримання заготовки визначається на основі техніко – економічного розрахунку технологічної собівартості виготовлення заготовки. Метод отримання заготовки, що забезпечує технологічність виготовлення з неї деталі при мінімальній собівартості, є оптимальним.

Аналізуючи робочий кресленик деталі, конфігурацію деталі та технічні вимоги на неї, однозначно можна призначити метод отримання заготовки – прокат $\varnothing 44$ ДСТУ 7806:2015.

Собівартість заготовки із прокату.

Проводимо економічне обґрунтування вибору заготовки.

Собівартість заготовки із прокату розраховується за формулою:

$$S_{заг} = M + \sum C_{o.з.},$$

де M - витрати на матеріал заготовки, грн.;

$\sum C_{o.з.}$ - технологічна собівартість операцій правки, калібрування і різки на штучні заготовки:

$$C_{o.з.} = \frac{C_{n.з.} \cdot T_{шт(шт.к.)}}{60 \cdot 100},$$

де - приведені витрати на робочому місці, $C_{n.з.} = 12,1$ грн/год [51];

$T_{шт(шт.к.)}$ - штучний або штучно – калькуляційний час виконання заготівельної операції, $T_{шт(шт.к.)} = 0,453$ хв.

$$C_{o.з.} = \frac{12,1 \cdot 0,453}{60 \cdot 100} = 0,9 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріал заготовки:

$$M = \frac{QS}{1000} - (Q - q) \frac{S_{\text{відх}}}{1000},$$

де Q - маса заготовки, $Q = 10,94$ кг;

S - ціна 1 кг матеріалу заготовки, $S = 15500$ грн. за 1 тону;

q - маса готової деталі, $q = 7,2$ кг;

$S_{\text{відх}}$ - ціна 1 т відходів, $S_{\text{відх}} = 254$ грн за 1 тону.

Масу заготовки визначаємо за формулою:

$$Q = V \cdot \rho, \text{ кг};$$

де V - об'єм заготовки, м^3 ;

ρ - густина матеріалу заготовки, $\rho = 7800 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Об'єм заготовки:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot L_3 = \frac{3,14 \cdot 4,4^2}{4} \cdot 17,5 = 266 \text{ см}^3.$$

Маса заготовки:

$$Q_3 = \rho \cdot V_3 = 7,8 \cdot 266 = 10,94 \text{ кг}.$$

Маса деталі $q = 7,2 \text{ кг}$ (див. кресленик).

Витрати на матеріал:

$$M = \frac{10,94 \cdot 15500}{1000} - (10,94 - 7,2) \cdot \frac{254}{1000} = 872 \text{ грн}.$$

Отже,

$$S_{\text{заг}} = 872 + 0,9 = 872,9 \text{ грн}.$$

2.2.1 Визначення припусків та допусків на розміри заготовки

Враховуючи, що діаметральні розміри прокату за ДСТУ 7806:2015 виготовляються з інтервалами в 2 мм при діаметрах більше 40 мм для прокату звичайної точності і з інтервалом в 1 мм – для прокату підвищеної точності, вибір групи прокату можна буде провести після розрахунку припусків.

Що стосується довжини заготовки, то при порізці прокату на ножицях і пресах точність різки по довжині для діаметрів від 25 до 75 мм становить $\Delta = 1,3$ мм; $Rz + T = 0,3$ мм, неперпендикулярність торців, що допускається, $\Delta_n = 0,2D = 0,2 \cdot 40 = 8$ мм.

При порізці дисковими пилками, приводними ножівками, дисковими фрезами, ці параметри становлять відповідно: $\Delta = 0,4$ мм; $Rz + T = 0,2$ мм; $\Delta_n = 0,01$ мм.

При порізці відрізними різцями ці параметри становлять відповідно: $\Delta = 0,35$ мм; $Rz + T = 0,2$ мм; $\Delta_n = 0,045$ мм.

Вартість 1 т каліброваного прокату нормальної точності – 15500 грн/т; підвищеної точності – 15875 грн/т.

Граничні відхилення діаметрів прокату, що допускаються, за ДСТУ 7806:2015 для інтервалів діаметрів від 35 мм до 50 мм в залежності від групи прокату складають:

група „Б” (підвищеної точності) - $\begin{pmatrix} +0,2 \\ -0,6 \end{pmatrix}$ мм;

група „В” (нормальної точності) - $\begin{pmatrix} +0,4 \\ -0,75 \end{pmatrix}$ мм.

2.3 Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз в значній мірі визначає точність лінійних розмірів і відносного положення поверхонь, які одержуються в процесі оброблення, вибір різальних і вимірювальних інструментів, верстатних пристроїв, продуктивність обробки.

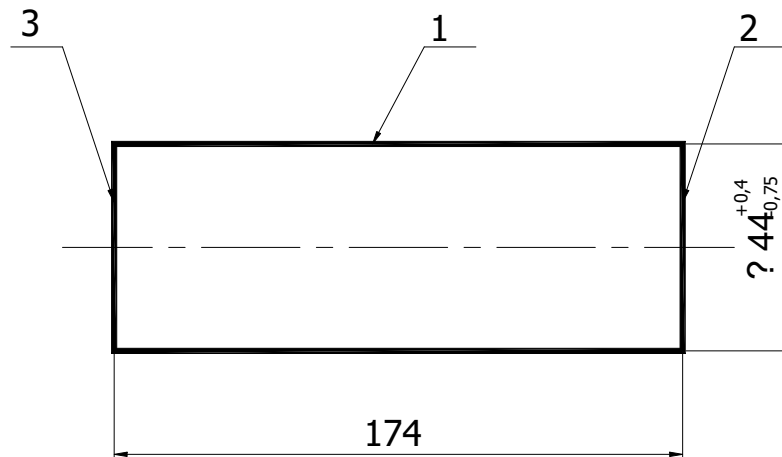


Рис. 2.1 Схема розташування баз

На першій операції доцільно обробити поверхню, яка б слугувала базою для наступних операцій. Тому в якості першої бази обираємо поверхні 1, 2, поверхню 3 з перевстановленням, які будуть використовуватись для встановлення заготовки протягом всього технологічного процесу, слугувати технологічними і вимірювальними базами.

В якості бази на першій операції використовується поверхня 1; заготовка встановлюється в трикулачковий патрон, обробляється напрохід і обробляються поверхні 2 і 3.

При фрезеруванні, свердлуванні та центрошліфуванні також за установчу базу приймається поверхня 1; заготовка базується в призмі. При шліфуванні і поліруванні за установчі бази приймаються поверхні 2 і 3; заготовка базується в центрах.

2.4 Вибір технологічного маршруту обробки деталі

При виборі варіанту технологічного маршруту механічного оброблення деталі “вісь” розглянемо технологічну собівартість двох методів.

Здійснимо розрахунок собівартості операцій механічного оброблення, що відрізняються між собою.

Варіант 1. Підрізка торців $\varnothing 44$, свердлування центрових отворів на верстаті 1А616.

Собівартість операції визначаємо за формулою:

$$C_{on} = C_{n.v.} \cdot \frac{T_{um}}{60 \cdot \kappa_g},$$

де $C_{n.v.}$ - норматив часових зведених витрат для даного типу верстата, грн/год;

T_{um} - штучний час на операцію, хв;

κ_g - коефіцієнт виконання норм, $\kappa_g = 1,3$.

Норматив часових зведених витрат визначаємо за формулою:

$$C_{n.v.} = C_z + C_{ч.в.} + E_n \cdot (\kappa_g + \kappa_c),$$

де C_z - основна і додаткова зарплата з нарахуваннями, грн/год;

$C_{ч.в.}$ - часові витрати по експлуатації робочого місця, грн/год;

E_n - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень (в машинобудуванні $E_n = 0,15$);

κ_g, κ_c - часові вкладення відповідно в верстат і споруду, грн/год.

$$C_z = \varepsilon \cdot C_{mp} \cdot \kappa \cdot y,$$

де ε – коефіцієнт, який враховує додаткову зарплату, нарахування на соцстрах, приробіток до основної зарплати, $\varepsilon = 1,53$;

$C_{m.ф.}$ часова тарифна ставка верстатника, $C_{m.ф.} = 67$ грн/год;

κ - коефіцієнт, який враховує зарплату наладчика, $\kappa = 1,1$;

y - коефіцієнт, який враховує зарплату робітника при багатOVERстатному обслуговуванні, $y = 1,0$.

$$C_3 = 1,53 \cdot 67 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 112,76 \text{ грн/год.}$$

Часові витрати по експлуатації робочого місяця:

$$C_{ч.в.} = C_{ч.в.}^{б.п.} \cdot \kappa_M,$$

де $C_{ч.в.}^{б.п.}$ - практичні часові витрати на базовому робочому місці, $C_{ч.в.}^{б.п.} = 44,6$ грн/год;

κ_M - коефіцієнт, який показує, в кільки разів витрати, пов'язані з роботою даного верстата більші, ніж аналогічні витрати базового верстата, $\kappa_M = 0,9$.

Згідно заводського технологічного процесу перша операція – підрізка торців і центрування торців відбувається на токарно-гвинторізному верстаті моделі 1А616: ціна верстата $C = 45000$ грн.

$$C_{ч.в.} = 44,6 \cdot 0,9 = 40,14 \text{ грн/год.}$$

Капітальна вкладення в верстат:

$$K_в = \frac{C \cdot 100}{F_д \cdot \eta_3},$$

де $F_д$ - дійсний річний фонд часу роботи верстата, $F_д = 3987$ год;

η_3 - коефіцієнт завантаження верстата, в серійному виробництві $\eta_3 = 0,8$.

$$K_в = \frac{45000 \cdot 100}{3987 \cdot 0,8} = 62290 \text{ грн/год.}$$

Капітальні вкладення в споруду:

$$K_c = \frac{F \cdot 78,4 \cdot 100}{F_д \cdot \eta_3},$$

де F - виробнича площа, яку займає верстат з врахуванням проходів та проїздів, m^2 ;

$$F = f \cdot k_f = 3,26 \cdot 3,6 = 12 \text{ м}^2,$$

де f - площа верстата в плані, m^2 ;

k_f - коефіцієнт, який враховує додаткову виробничу площу $k_f = 3,6$;

η_3 - коефіцієнт завантаження верстата, в серійному виробництві $\eta_3 = 0,8$.

$$K_c = \frac{12 \cdot 78,4 \cdot 100}{3987 \cdot 0,8} = 23,6 \text{ грн/год.}$$

Отже, зведені витрати для 1-го варіанту технологічного маршруту обробки деталі:

$$C_{n.в.}^1 = 112,76 + 40,14 + 0,15 \cdot (62290 + 23,6) = 10909 \text{ грн/год.}$$

Штучний час: хв,

$$T_{шт} = T_o \cdot \varphi = 154 \cdot 1,36 \cdot 10^{-3} = 0,21 \text{ хв,}$$

де φ - поправочний коефіцієнт на допоміжний і додатковий час.

Технологічна собівартість операції:

$$C_{on}^1 = 10909 \cdot \frac{0,21}{60 \cdot 1,3} = 294 \text{ грн.}$$

2-й варіант. Фрезерування торців $\varnothing 44$ і центрування торців на фрезерно-центрувальному верстаті МР-71.

Собівартість операції визначаємо за формулою:

$$C_{on} = C_{n.в.} \cdot \frac{T_{шт}}{60 \cdot \kappa_г},$$

де $C_{n.в.}$ - норматив часових зведених витрат для даного типу верстата, грн/год;

$T_{шт}$ - штучний час на операцію, хв;

$\kappa_г$ - коефіцієнт виконання норм, $\kappa_г = 1,3$.

Норматив часових зведених витрат визначаємо за формулою:

$$C_{n.в.} = C_з + C_{ч.в.} + E_H \cdot (\kappa_г + \kappa_c),$$

де $C_з$ - основна і додаткова зарплата з нарахуваннями, грн/год;

$C_{ч.в.}$ - часові витрати по експлуатації робочого місця, грн/год;

E_n - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень (в машинобудуванні $E_n = 0,15$);

κ_e, κ_c - часові вкладення відповідно в верстат і споруду, грн/год.

$$C_3 = \varepsilon \cdot C_{тр} \cdot \kappa \cdot y,$$

де ε – коефіцієнт, який враховує додаткову зарплату, нарахування на соцстрах, приробіток до основної зарплати, $\varepsilon = 1,53$;

$C_{т.ф.}$ часова тарифна ставка верстатника, $C_{т.ф.} = 60,6$ грн/год;

κ - коефіцієнт, який враховує зарплату наладчика, $\kappa = 1,1$;

y - коефіцієнт, який враховує зарплату робітника при багатOVERстатному обслуговуванні, $y = 1,0$.

Часові витрати по експлуатації робочого місця:

$$C_{ч.в.} = C_{ч.в.}^{б.п.} \cdot \kappa_M,$$

де $C_{ч.в.}^{б.п.}$ - практичні часові витрати на базовому робочому місці, $C_{ч.в.}^{б.п.} = 44,6$ грн/год;

κ_M - коефіцієнт, який показує, в кільки разів витрати, пов'язані з роботою даного верстата більші, ніж аналогічні витрати базового верстата; $\kappa_M = 1,1$.

$$C_{ч.в.} = 44,6 \cdot 1,1 = 49,06 \text{ грн/год.}$$

Капітальна вкладення в верстат:

$$K_e = \frac{Ц \cdot 100}{F_\partial \cdot \eta_3},$$

де F_∂ - дійсний річний фонд часу роботи верстата, $F_\partial = 3987$ год;

$Ц$ - балансова вартість верстат, $Ц = 704000$ грн;

η_3 - коефіцієнт завантаження верстата, в серійному виробництві $\eta_3 = 0,8$.

$$K_e = \frac{704000 \cdot 100}{3987 \cdot 0,8} = 30440 \text{ грн/год.}$$

Капітальні вкладення в споруду:

$$K_c = \frac{F \cdot 78,4 \cdot 100}{F_o \cdot \eta_3},$$

де F - виробнича площа, яку займає верстат з врахуванням проходів та проїздів, м²;

$$F = f \cdot k_f = 3,0 \cdot 2,7 = 8 \text{ м}^2,$$

де f - площа верстата в плані, м²;

k_f - коефіцієнт, який враховує додаткову виробничу площу $k_f = 2,7$;

η_3 - коефіцієнт завантаження верстата, в серійному виробництві $\eta_3 = 0,8$.

$$K_c = \frac{8 \cdot 78,4 \cdot 100}{3987 \cdot 0,8} = 32 \text{ грн/год.}$$

Отже, зведені витрати для 2-го варіанту технологічного маршруту обробки деталі:

$$C_{n.s.}^2 = 66,2 + 49,06 + 0,15 \cdot (30440 + 32) = 30560 \text{ грн/год.}$$

Штучний час: хв,

$$T_{шт} = T_o \cdot \varphi = 257 \cdot 1,41 \cdot 10^{-3} = 0,36 \text{ хв},$$

де φ - поправочний коефіцієнт на допоміжний і додатковий час.

Технологічна собівартість операції:

$$C_{on}^2 = 30560 \cdot \frac{0,36}{60 \cdot 1,3} = 141 \text{ грн.}$$

З розрахунків видно, що застосування заводського фрезерно-центрувального верстата більш економічне від обробки торців на токарно-гвинторізному верстаті 1А616.

2.5 Розроблення технологічних операцій

Технологічний процес механічної обробки деталі „вісь” покажемо у вигляді таблиці 2.1, а розроблення технологічних операцій – у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 - Технологічний процес механічного оброблення деталі “вісь”

№ операції	Найменування операції	Зміст технологічного переходу	Пристрій, установ	Тип і модель верстата
005	Фрезерно-центрувальна	Фрезерувати торці $\varnothing 44$ в розмір $172_{-0,5}$. Свердлити центрові отвори $\varnothing 4$ мм на довжину 11 мм	Призма	Фрезерно-центрувальний МР-71
010	Токарна з ЧПК	Точити поверхню $\varnothing 40,8$ мм на довжину 172 мм. Точити поверхню $\varnothing 40,14$ мм на довжину 172 мм. Зняти 2 фаски $2,5 \times 30^{\circ}$.	Патрон ДСТУ EN 1550:2018	Токарний з ЧПК НААС TL-1
015	Шліфувальна	Шліфувати торець $\varnothing 40,14$ мм, витримуючи розмір $171_{-0,25}$ мм. Шліфувати торець $\varnothing 40,14$ мм, витримуючи розмір $170_{+0,3}^{+0,4}$ мм.	Пристрій шліфувальний чотирьохмісний	Плоскошліфувальний верстат мод. 3Б722
020	Фрезерна	Фрезерувати паз $v=6_{-0,03}$ на довжину 20 мм та глибину $3,5_{+0,2}$.	Пристрій верстатний спеціальний	Шпонково-фрезерний ДФ88А
025	Свердлувальна	Установ 1 Свердлити 2 отвори $\varnothing 10,2$ на довжину 32 мм послідовно в торцях деталі. Зенкувати послідовно фаски $1,6 \times 45^{\circ}$. Нарізати послідовно в двох отворах різьбу М12 на довжину 27 мм.	Кондуктор. Шестишпindelна револьверна головка.	Радіально-свердлильний 2Е52

		<p>Установ 2</p> <p>Свердлити 2 отвори $\varnothing 10,2$ на довжину 32 мм послідовно в торцях деталі.</p> <p>Зенкувати послідовно фаски $1,6 \times 45^{\circ}$.</p> <p>Нарізати послідовно в двох отворах різьбу M12 на довжину 27 мм.</p>		
030	Термічна	Гартувати деталь до HRC 45...50		Піч ТВЧ
035	Різьбонарізна	Калібрувати різьбу M12 в 4-х отворах на торцях деталі з переустановом	Пристрій спеціальний	Різьбонарізна й напівавтомат мод. 2056
040	Шліфувальна	Шліфувати центрові отвори з переустановом	Патрон ДСТУ EN 1550:2018	Шліфувальний 3225
045	Слюсарна	Зняти задирки	Лещата ТОРТУЛ слюсарні (DJAC0110)	Верстак
050	Шліфувальна	Шліфувати поверхню $\varnothing 40^{+0,08}_{-0,08}$ на довжину 170 мм	Патрон повідковий. Центр.	Круглошліфувальний мод. 3A110
055	Контроль на	<p>Перевірити вибірку (5%) розмірів деталі:</p> <ul style="list-style-type: none"> – биття торців відносно осі; – перпендикулярність торців відносно твірної; – точність розмірів: довжину деталі, діаметр деталі; – точність різьби M12. 	Пристрій контрольний	Стіл ВТК

Таблиця 2.2 – Розроблення технологічних операцій механічного оброблення деталі “вісь”

№ операції	Найменування і зміст операції	Тип і модель верстата	Інструмент
005	Фрезерно-центрувальна 1.Фрезерувати торці $\varnothing 44$ в розмір $172_{-0,5}$. 2.Свердлити центрові отвори $\varnothing 4$ мм на довжину 11 мм	Фрезерно-центрувальний МР-71	1.Фреза торцева 419-040A32L-14M, торцева пластина 419R-1405M-PM 4330 2.Свердло центрове $\varnothing 4$ мм
010	Токарна з ЧПК 1.Точити поверхню $\varnothing 40,8$ мм на довжину 172 мм. 2.Точити поверхню $\varnothing 40,14$ мм на довжину 172 мм. 3.Зняти 2 фаски $2,5 \times 30^0$.	Токарний з ЧПК HAAS TL-1	1.Різець DSONN 2525M15, пластина SNMG 15 06 24-PR 4425 2, 3. Різець C5-CP-A-30AR40060-11C, пластина CP-A1108-L5 4425
015	Шліфувальна 1.Шліфувати торець $\varnothing 40,14$ мм, витримуючи розмір $171_{-0,25}$ мм. 2.Шліфувати торець $\varnothing 40,14$ мм, витримуючи розмір $170_{+0,3}^{+0,4}$ мм.	Плоскошліфувальний верстат мод. 3Б722	1,2.Круг шліфувальний ПП 450x50x63 24A10PCM26K 35м/с, ДСТУ ISO 603-5:2019.
020	Фрезерна 1.Фрезерувати паз $\epsilon=6_{-0,03}$ на довжину 20 мм та глибину $3,5^{+0,2}$.	Шпонково-фрезерний ДФ88А	1.Фреза шпонкова 100/18 R4 Sandvik
025	Свердлувальна Установ 1 1.Свердлити 2 отвори $\varnothing 10,2$	Радіально-свердлильний 2Е52	1.Свердло спіральне WCMX 050308R-53 235

	<p>на довжину 32 мм послідовно в торцях деталі.</p> <p>2.Зенкувати послідовно фаски 1,6x45⁰.</p> <p>3.Нарізати послідовно в двох отворах різьбу M12 на довжину 27 мм.</p> <p>Установ 2</p> <p>1.Свердлити 2 отвори Ø10,2 на довжину 32 мм послідовно в торцях деталі.</p> <p>2.Зенкувати послідовно фаски 1,6x45⁰.</p> <p>3.Нарізати послідовно в двох отворах різьбу M12 на довжину 27 мм.</p>		<p>SANDVIK.</p> <p>2.Зенківка Ø20, 452.C1-0414-100T-C CD10 SANDVIK.</p> <p>SANDVIK</p> <p>3.Мітчик M12, CoroTap® 1002–2,5 x D.</p> <p>1.Свердло спіральне WCMX 050308R-53 235 SANDVIK.</p> <p>2.Зенківка Ø20, 452.C1-0414-100T-C CD10 SANDVIK.</p> <p>SANDVIK</p> <p>3.Мітчик M12, CoroTap® 1002–2,5 x D.</p>
030	Термічна	Піч ТВЧ	
	1.Гартувати деталь до HRC 45...50		
035	Різьбонарізна	Різьбонарізний напівавтомат мод. 2056	1. Мітчик M12, CoroTap® 1002–2,5 x D.
	1.Калібрувати різьбу M12 в 4-х отворах на торцях деталі з переустановом.		
040	Шліфувальна	Шліфувальний 3225	Круг ГК 60, Ø10, ДСТУ ISO 603-5:2019.
	1.Шліфувати центрові отвори з переустановом.		
045	Слюсарна	Верстак	Набір слюсарних інструментів.
	1.Зняти задирки		
050	Шліфувальна	Круглошліфувальний мод. 3A110	1.Круг шліфувальний ПП 250x50x25 24A10PC27K5 35м/с, ДСТУ ISO 603-5:2019.
	1.Шліфувати поверхню Ø 40 ^{+0,08} _{-0,08} на довжину 170 мм		

055	<p>Контрольна</p> <p>Перевірити вибірку (5%) розмірів деталі:</p> <ul style="list-style-type: none"> – биття торців відносно осі; – перпендикулярність торців відносно твірної; – точність розмірів: довжину деталі, діаметр деталі; – точність різьби М12. 	Стіл ВТК	<p>1.Набір калібрів ДСТУ 2234-93.</p> <p>2.Штангенциркуль IP-67 S_Cal EVO Sylvac.</p>
-----	--	----------	---

2.6 Розрахунок припусків на механічну обробку

2.6.1 Аналітичний розрахунок припусків

Для зручності результати розрахунків наведемо у вигляді таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Карта розрахунку припусків на обробку та граничних розмірів по технологічних переходах $170_{+0,3}^{+0,4}$

Технологічні переходи обробки поверхні $170_{+0,3}^{+0,4}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір, d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	T	ρ	ε				l_{\min}	l_{\max}	$2z_{\min}^{ep}$	$2z_{\max}^{ep}$
Заготовка	200	-	115	-	-	171,53	400	171,5	171,9	-	-
1. Фрезерування торців	60	60	45	120	870	170,65	250	170,65	170,9	850	1000
2. Шліфування торців	10	20	10	10	350	170,3	100	170,3	170,4	350	500

Технологічний маршрут обробки поверхні $170_{+0,3}^{+0,4}$ складається із фрезерування та шліфування торців.

Знаходимо значення просторової похибки:

$$\rho = \rho_k = \Delta_k \cdot l,$$

де $\rho_{кор}$ - величина короблення заготовки;

Δ_k - питома кривизна заготовки, мкм на 1 мм довжини;

l - довжина заготовки в мм.

$$\rho_{кор.} = 1,5 \cdot 170 = 115 \text{ мкм.}$$

При встановленні заготовки похибка установки з'являється на операції точіння, яка визначається за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2},$$

де ε_6 - похибка базування, $\varepsilon_6 = 70$;

ε_3 - похибка закріплення, $\varepsilon_3 = 95$ мкм.

$$\varepsilon_y = \sqrt{70^2 + 95^2} = 120 \text{ мкм.}$$

На наступні операції похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_y = 0,05 \cdot \varepsilon_y + \varepsilon_{ind},$$

де ε_{ind} - похибка індексації, $\varepsilon_{ind} = 4 \text{ мкм} = const$.

Отже, похибка установки:

$$\varepsilon_y = 0,05 \cdot 120 + 4 = 10 \text{ мкм.}$$

Найменші граничні розміри визначаємо відніманням технологічного допуску по переходах від округленого до точності допуску найбільшого граничного допуску.

Граничні значення припусків $2z_{max}$ визначаємо як різницю найменших граничних розмірів, а значення $2z_{min}$ визначаємо як різницю найбільших граничних розмірів заготовки переходу, що виконується, та попереднього.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.3.

Перевіримо вірність розрахунків:

$$2z_{o\max} - 2z_{o\min} = \delta_3 - \delta_\delta;$$

$$1500 - 1200 = 400 - 100;$$

$$300 = 300.$$

Розрахунки проведені правильно.

2.6.2 Табличний розрахунок припусків

Оскільки всі інші поверхні деталі обробляються одноразово, в призначення припусків немає потреби.

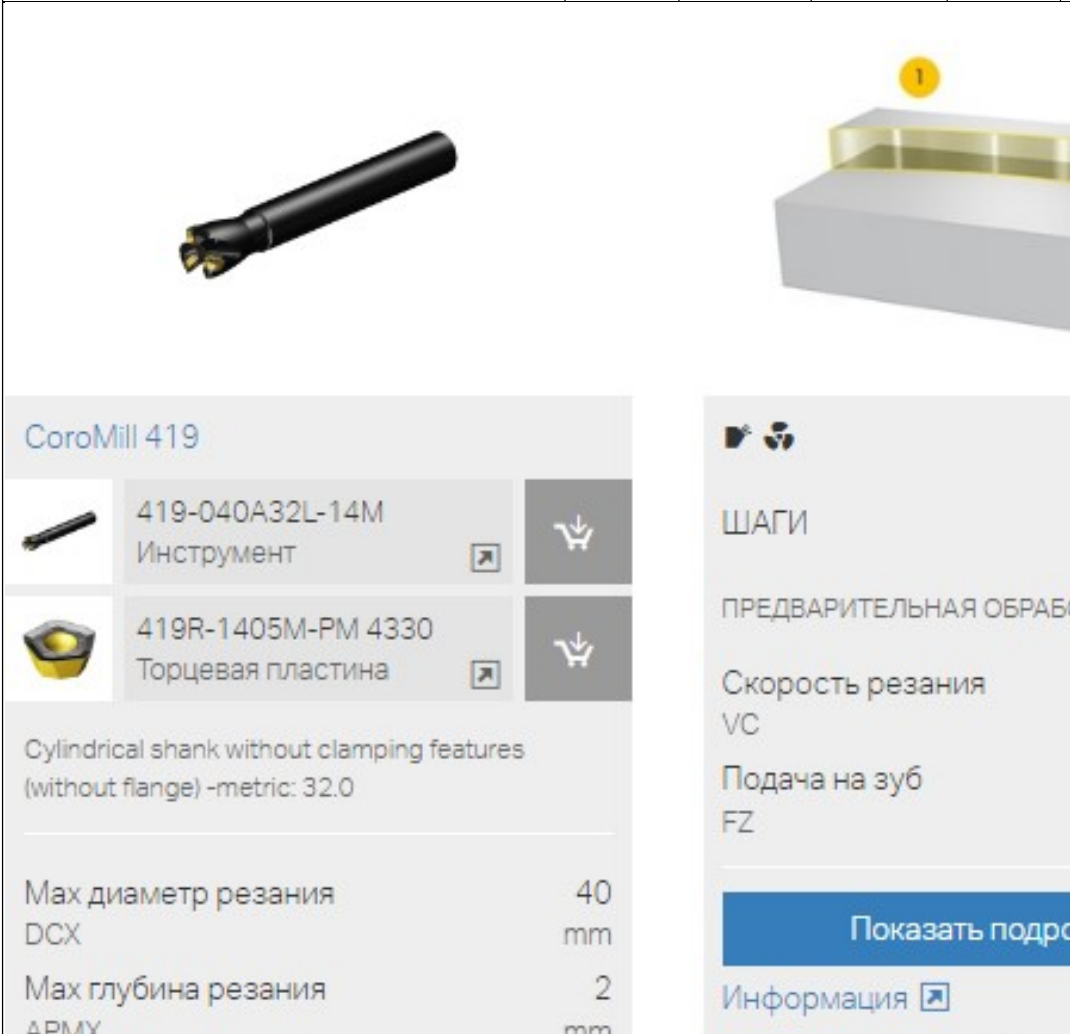
2.7 Призначення режимів різання

Режими різання призначаємо за програмою Coro Plus Tool Guide від Sandvik Coromant. Різальний інструмент обираємо фірми Sandvik Coromant.

Матеріал деталі – легована сталь 40XH2MA, за класифікацією Sandvik Coromant – легована сталь M1.0.Z.AQ.

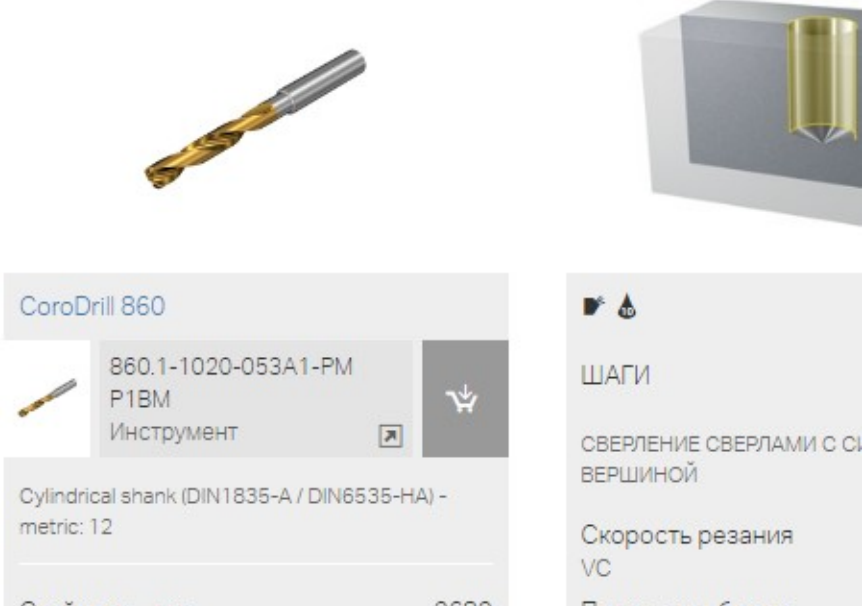
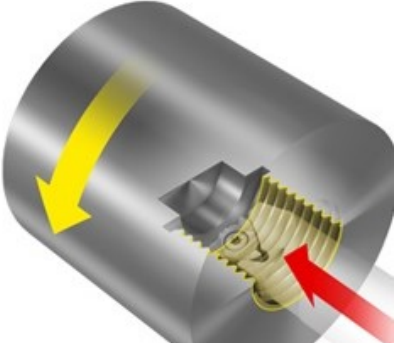
Результати покажемо у вигляді таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Режими різання

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання				
		t , мм	S , мм/об	n , об/хв	V , м/хв	T_o , хв
005 Фрезерно-центрувальна	1. Фрезерувати торці $\varnothing 44$ в розмір 172.0,5.	0,5	0,799 мм/зуб	3420	304	0,0085
						
	2. Свердлити центрові отвори $\varnothing 4$ мм на довжину 11 мм	2,0	0,13	850	19,8	0,11

010 Токарна з ЧПК

	1.Точити поверхню $\varnothing 40,8$ мм на довжину 172 мм.	1,8	0,697	2190	281	0,0738
	2.Точити поверхню $\varnothing 40,14$ мм на довжину 172 мм.	0,33	0,2	3090	374	0,088
	3.Зняти 2 фаски $2,5 \times 30^{\circ}$.	2,5	0,2	960	120	0,91
015 Шліфу вальна	1.Шліфувати торець $\varnothing 40,14$ мм, витримуючи розмір $171-0,25$ мм.	0,5	0,015	1440	35	0,1
	2.Шліфувати торець $\varnothing 40,14$ мм, витримуючи розмір $170^{+0,4}_{+0,3}$ мм.	0,5	0,015	1440	35	0,1

020 Фрезер на	1.Фрезерувати паз в=6-0,03 на довжину 20 мм та глибину 3,5+0,2.	3,5	0,35	1390	33	0,13
025 Свердлувальна	Установ 1 1.Свердлити 2 отвори Ø10,2 на довжину 32 мм послідовно в торцях деталі.	5,1	0,3	5410	173	0,2578
						
	2.Зенкувати послідовно фаски 1,6x450.	0,8	1,6	696	22,5	0,36
	3.Нарізати послідовно в двох отворах різьбу М12 на довжину 27 мм.	0,9	1,75	250	9,4	0,46
						
	Установ 2 1.Свердлити 2 отвори Ø10,2 на довжину 32 мм послідовно в торцях деталі.	5,1	0,3	5410	173	0,2578
2.Зенкувати послідовно фаски 1,6x450.	0,8	1,6	696	22,5	0,36	
3.Нарізати послідовно в двох отворах різьбу М12 на довжину 27 мм.	0,9	1,75	250	9,4	0,46	

030 Різьбо нарізн а	1.Калібрувати різьбу М12 в 4-х отворах на торцях деталі з переустановом.	0,9	1,75	250	9,35	0,92
040 Шліфу вальна	1.Шліфувати центрові отвори з переустановкою.	0,2	1,65	475	15	0,25
045 Шліфу вальна	1.Шліфувати поверхню $\varnothing 40^{+0,08}_{-0,08}$ на довжину 170 мм	0,08	0,5	88	11	0,32

2.7.1 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій

Приклад розрахунку технічних норм часу покажемо на операції 020 – фрезерній, на якій відбувається фрезерування пазу $b = 6_{-0,03}$ мм глибиною 3,5 мм кінцевою фрезою на шпонково-фрезерному верстаті ДФ88А.

В серійному виробництві норма штучно-калькуляційного часу визначається за формулою:

$$t_{шт.к.} = t_o + t_{дон} + t_{обс} + t_{відп} + \frac{T_{н.з.}}{n},$$

де t_o - основний технологічний час, хв;

$t_{обс}$ - час на обслуговування робочого місця, хв;

$t_{відп}$ - час на відпочинок та особисті потреби робітника, хв;

$T_{н.з.}$ - підготовчо-заклучний час на партію деталей, хв;

n - розмір партії деталей, шт;

$t_{дон}$ - допоміжний час, який складається:

$$t_{дон} = t_{в.з.} + t_{з.в.} + t_{к} + t_{зуп} + t_{вим},$$

де $t_{в.з.}$ - час на встановлення та зняття заготовки, хв;

$t_{з.в.}$ - час на закріплення та відкріплення заготовки, хв;

$t_{к}$ - час на прийоми керування верстатом, хв;

$t_{вим}$ - час на вимірювання заготовки, хв.

Розмір партії деталей підраховуємо, виходячи із річної програми випуску:

$$n = \frac{N \cdot a}{254},$$

де a - число днів випередження механічної обробки перед складанням, $a=6$;
254 – число робочих днів у році.

$$n = \frac{20000 \cdot 6}{254} = 475 \text{ шт.}$$

$$t_o = 0,17 \text{ хв}; t_{\text{в.з.}} = 0,07 \text{ хв}; t_{\text{з.в.}} = 0,06 \text{ хв}; t_k = 0,04 \text{ хв}; t_{\text{вим}} = 0,22 \text{ хв.}$$

Звідси оперативний час:

$$t_{on} = 0,17 + 0,07 + 0,06 + 0,04 + 0,22 = 0,56 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок та особисті потреби складає:

$$t_{\text{відп}} = 6\% t_{on} = 0,06 \cdot 0,56 = 0,04 \text{ хв.}$$

Час технічного обслуговування складає:

$$t_{\text{м.о.}} = \frac{t_{on}}{T} = \frac{0,56}{60} = 0,01 \text{ хв.}$$

Час організаційного обслуговування складає:

$$t_{\text{о.о.}} = 0,04 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$t_{\text{ум}} = t_{on} + t_{\text{відп}} + t_{\text{м.о.}} + t_{\text{о.о.}} = 0,56 + 0,04 + 0,01 + 0,04 = 0,65 \text{ хв.}$$

Підготовчо - заключний час:

$$T_{\text{н.з.}} = 25 \text{ хв.}$$

Отже, штучно – калькуляційний час на виконання операції становить:

$$t_{\text{ум.к.}} = 0,65 + \frac{25}{475} = 0,7 \text{ хв.}$$

На всі інші операції розрахунок проводимо аналогічно, а результати розрахунків зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Зведена відомість норм штучно – калькуляційного часу по операціях

Номер операції	Назва операції	T_o хв	$T_{дон}$ хв			$T_{оп}$ хв	$t_{m.o}$ хв	$t_{o.o}$ хв	$t_{від}$ хв	$T_{ум}$ хв	$T_{п.з.}$ хв	$T_{ум.к.}$ хв
			$t_{уст}$	$t_{кер}$	$t_{вим}$							
			хв	хв	хв							
005	<i>Фрезерно-центрувальна</i>	0,1185	0,13	0,01	0,09	0,3485	0,01	0,05	0,03	0,4385	40	0,9612
010	<i>Токарна з ЧПК</i>	1,0718	0,23	0,01	0,11	1,3218	0,05	0,02	0,12	1,5118	26	2,2118
015	<i>Шліфувальна</i>	0,2	0,24	0,04	0,11	0,49	0,05	0,05	0,03	0,62	10	0,64
020	<i>Шпонково-фрезерна</i>	0,13	0,13	0,04	0,22	0,56	0,01	0,04	0,04	0,65	25	0,7
025	<i>Свердлувальна</i>	2,1556	0,13	0,12	0,11	2,5156	0,06	0,2	0,14	2,9156	26	3,6156
035	<i>Різьбонарізна</i>	0,46	0,13	0,04	0,11	0,74	0,02	0,01	0,06	0,83	15	0,9
040	<i>Шліфувальна</i>	0,25	0,12	0,04	0,11	0,52	0,05	0,01	0,03	0,61	10	0,63
050	<i>Шліфувальна</i>	0,32	0,12	0,04	0,11	0,59	0,05	0,01	0,03	0,63	10	0,7

2.8 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК

Зовнішній вигляд верстата HAAS TL-1 наведено у вигляді рисунка 2.1, технічні характеристики - у вигляді таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Технічні характеристики верстата HAAS TL-1

Розмір патрона	254 мм
Діаметр оброблюваної деталі, <i>тах</i>	533 мм
Діаметр оброблення, <i>тах</i>	381 мм
Довжина різання, <i>тах</i>	826 мм
Діаметр прутка, <i>тах</i>	76 мм
Міжцентрова відстань	826 мм



Рисунок 2.1 – Токарний центр моделі HAAS TL-1

Керуючу програму механічного оброблення деталі «вісь» розроблено за допомогою програмного продукту CAMESPRIT.

Для розроблення програми на етапі токарної операції були виконані наступні дії:

1. Для завантаження у середовище Esprit створено 3D модель у середовищі SolidWorks (рис 2.2).

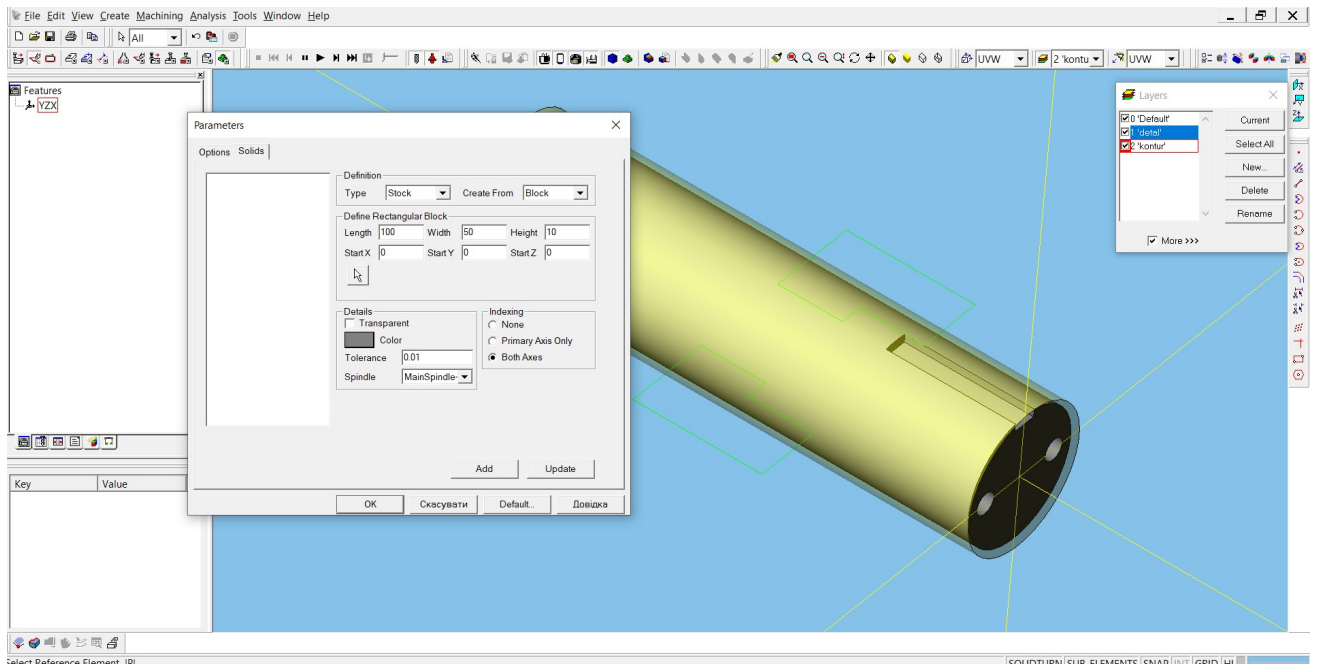


Рисунок 2.2 – Деталь «вісь»

2. Спроектовано заготовку
3. Виконано розпізнання елементів профілю.
4. Вибрано вид оброблення – «Чернова обробка» (рис. 2.3).

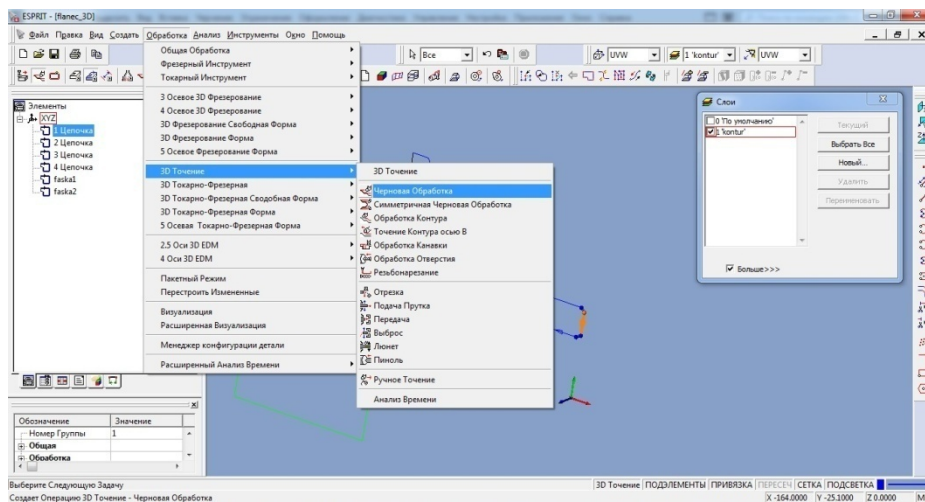


Рисунок 2.3 – Вибір виду оброблення

5. Вибрано металообробний інструмент та його параметри.

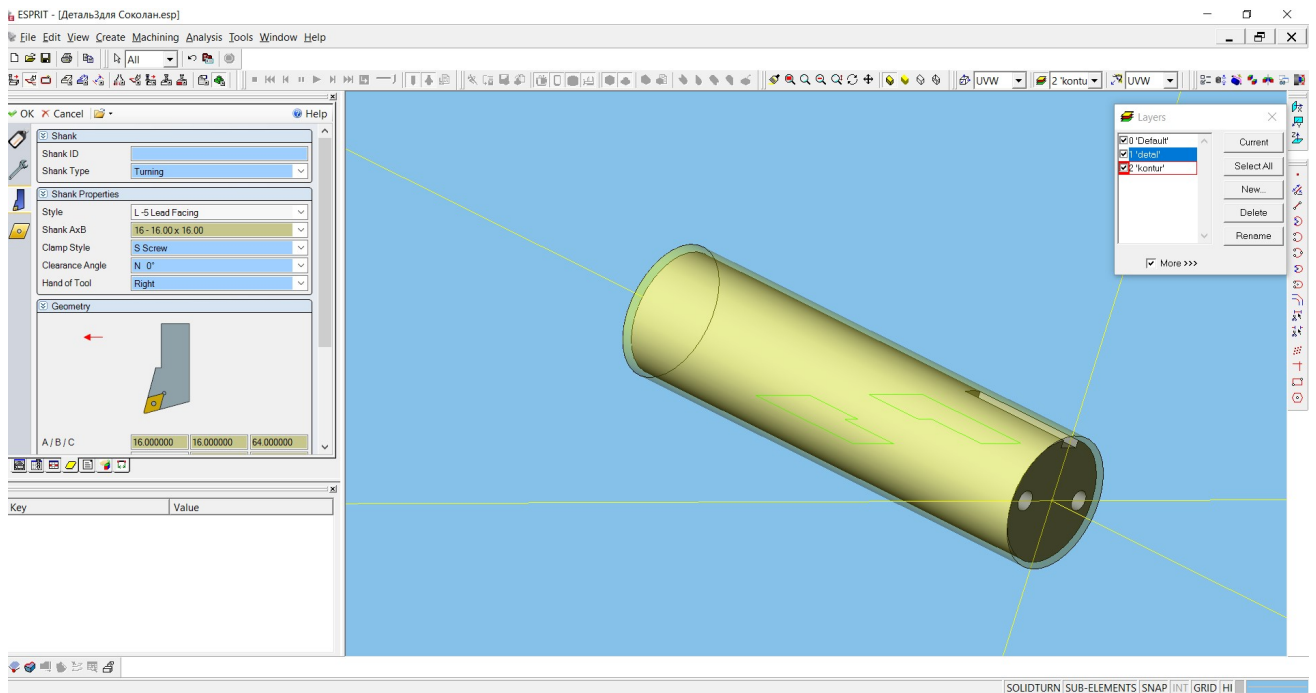
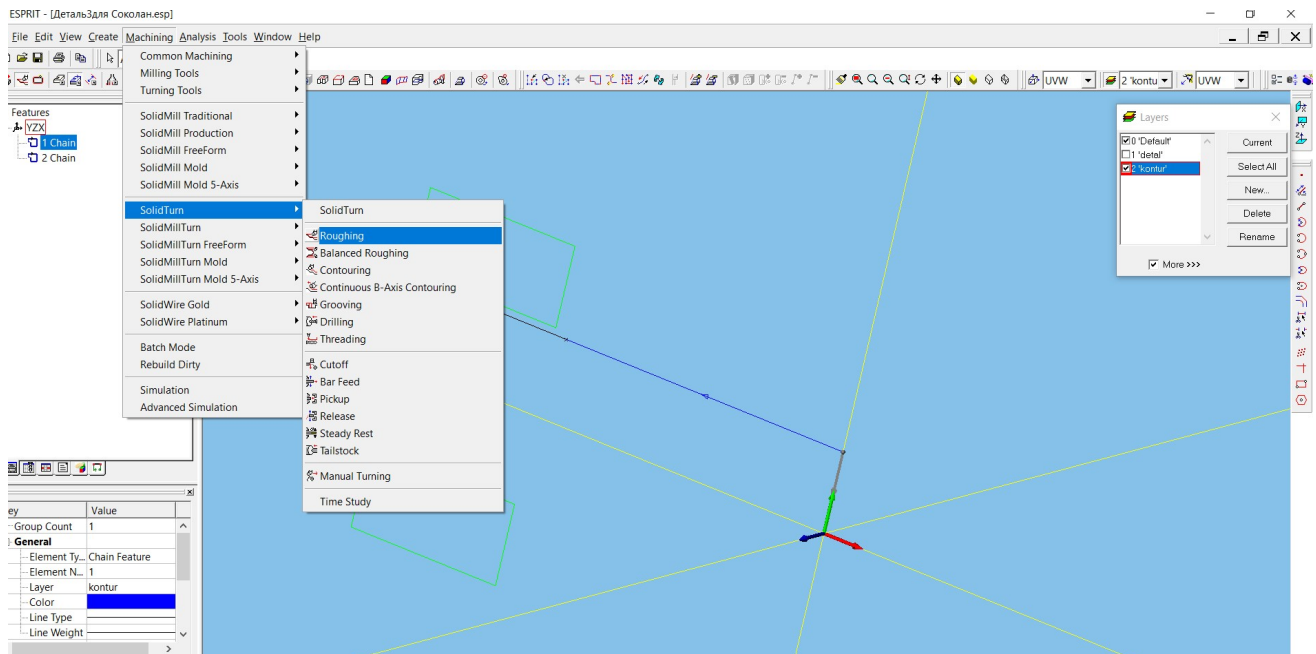


Рисунок 2.4 – Вибір металорізального інструменту

6. Вибрано режими різання.
7. Автоматично згенеровано траєкторію руху металорізального інструменту при обробленні контуру деталі.



8. Виконано автоматичне генерування програми оброблення в G-M кодах за допомогою постпроцесора (рис 2.5).

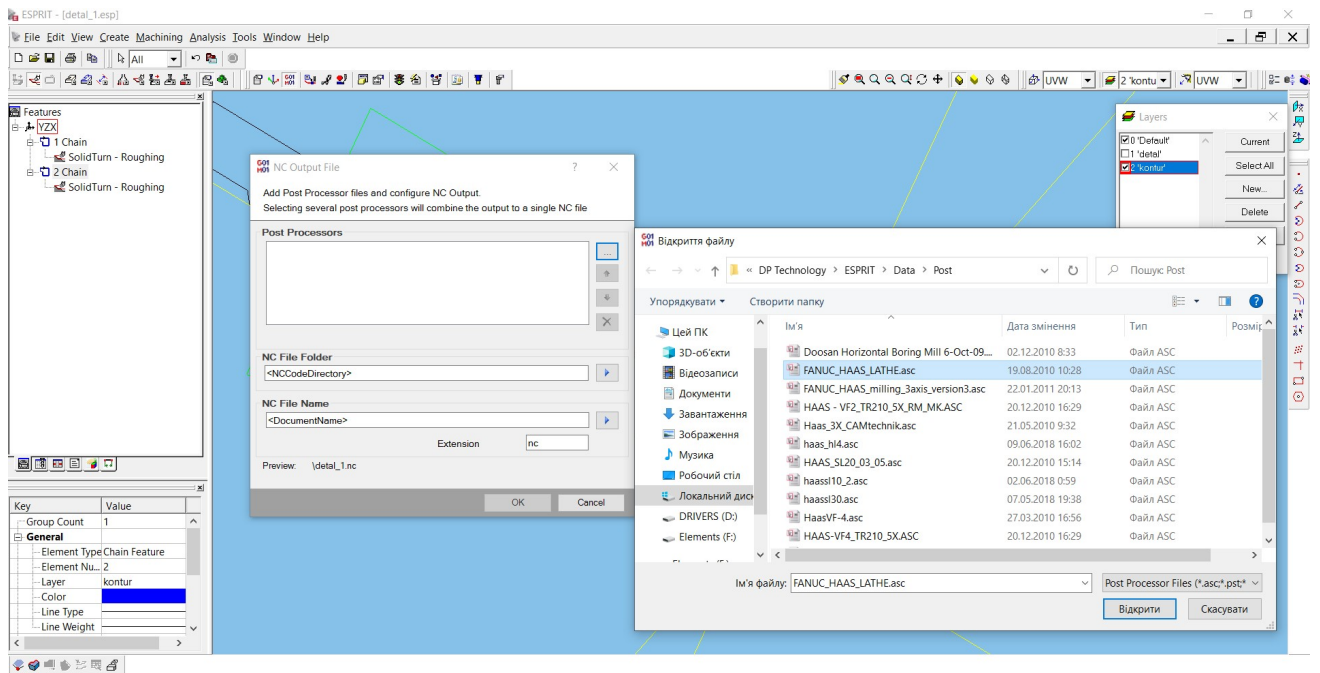


Рисунок 2.5 – Автоматичне генерування програми оброблення в G-M кодї

Керуючу програму для токарної операції з ЧПК покажемо у додатку В.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення деталі при шліфуванні торців

3.1.1 Вибір схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої

Використання пристроїв дозволяє підвищити продуктивність виробництва, точність механічної обробки, точність складання, дозволяє полегшити умови праці, безпеки життя та дає можливість зменшити собівартість.

Продуктивність при використанні пристроїв підвищується за рахунок зменшення циклу підготовки технологічного оснащення, тобто за рахунок скорочення строків підготовки виробництва нових виробів, машин.

Установку заготовки в пристрої виконуємо за допомогою плоских опор по зовнішній циліндричній поверхні і установчих пальців по торцевій поверхні заготовки.

Схема базування наведена на рис. 3.1.

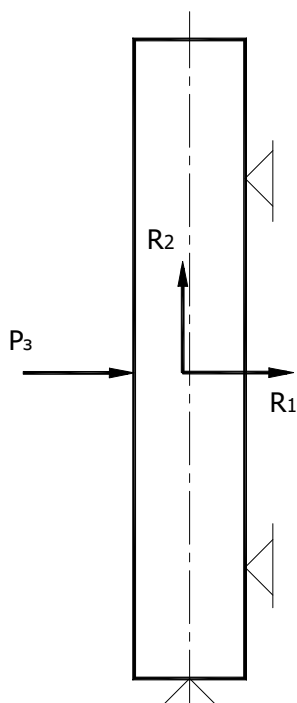


Рис.3.1 Схема базування деталі

3.1.2 Розробка схеми затискування деталі

Складова R_1 сили різання направлена до опор, а складова R_2 намагається зсунути заготовку в боковому напрямку. Затискний механізм (ЗМ) попереджує переміщення заготовки відносно опор верстатного пристрою.

Сила закріплення P_3 визначається із умови рівноваги силових факторів, діючих на заготовку.

Умова статичної рівноваги оброблювальної деталі в пристрої має вигляд:

$$P_3 = \frac{[kR_2 + 0,5R_1 \cdot (f_1 - f_2)]}{f_1 + f_2},$$

де R_1, R_2 - складові сили різання;

f_1, f_2 - коефіцієнти тертя в місцях контакту заготовки з опорами і затискним механізмом;

$f_1 = 0,16$, якщо заготовка контактує з опорами затискного механізму пристрою обробленими поверхнями;

$f_2 = 0,25f_1$, якщо заготовка контактує з опорами затискного механізму пристрою необробленими поверхнями;

k - коефіцієнт запасу.

Отже,

$$P_3 = \frac{[2,5 \cdot 1400 + 0,5 \cdot 645 \cdot (0,16 - 0,04)]}{0,16 + 0,04} = 17400 \text{ Н}.$$

3.1.3 Розрахунок елементів пристрою на міцність

При відомій силі P_3 розрахуємо номінальний діаметр гвинта.

Прийнято матеріал гвинта сталь 45, ДСТУ 7749:2015.

Умова міцності гвинта на зріз:

$$\tau = \frac{4 \cdot P_3}{\pi \cdot i \cdot d^2 \cdot n} \leq [\tau],$$

де i - кількість площин зрізу, $i = 1$;

d - діаметр гвинта, мм;

n - кількість елементів, $n = 1$;

$[\tau]$ - допустиме напруження матеріалу осі на зріз, $[\tau] = 50$ МПа.

З умови міцності гвинта визначається необхідний діаметр гвинта:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot P_3}{\pi \cdot i \cdot n \cdot [\tau]}}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 17400}{3,14 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 50}} = 21 \text{ мм.}$$

Приймається діаметр різьби гвинта М24 мм.

3.1.4 Розрахунок пристрою на точність

В процесі установки заготовки виникають похибки базування і закріплення. Допустиму похибку пристрою розрахуємо за формулою:

$$\varepsilon_{np}^{\delta} = \delta - k \omega = 0,4 - 0,8 \cdot 0,025 = 0,38 \text{ мм,}$$

де $\delta = 0,4$ мм – допуск на розмір;

$k = 0,8$ – коефіцієнт, який враховує точність обробки;

$\omega = 0,025$ – коефіцієнт економічної точності обробки.

Розрахуємо похибку установки, яка виникає в даному випадку:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2},$$

де ε_{δ} – похибка базування мм;

ε_3 - похибка закріплення, яка з'являється внаслідок непостійності сили затиску;

ε_{np} - похибка пристрою.

Похибка базування деталі визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5TD \cdot \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right),$$

де TD - поле допуску на розмір деталі, що виконується, $TD = 0,12$ мм.

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot 0,12 \cdot \left(\frac{1}{\sin 45^{\circ}} - 1 \right) = 0,025 \text{ мм.}$$

Похибка закріплення деталі визначається за формулою:

$$\varepsilon_3 = \left[\left(K_{Rz} \cdot R_z + \frac{K_{HB}}{HB} \right) + C_1 \right] \cdot \left(\frac{Q}{19,6 \cdot l} \right)^m,$$

де Rz - шорсткість поверхні, $Rz = 40$ мкм;

HB - твердість матеріалу, $HB = 240$;

Q - сила, яка діє по нормалі до опори, $Q = 264$ Н;

l - довжина твірної, по якій проходить контакт, $l = 170$ мм;

K_{Rz} , K_{HB} , C_1 - коефіцієнти, згідно [53] $K_{Rz} = 0,005$, $K_{HB} = 15$, $C_1 = 0,215$;

m - показник степені, $m = 0,7$.

$$\varepsilon_3 = \left[\left(0,005 \cdot 40 + \frac{15}{240} \right) + 0,215 \right] \cdot \left(\frac{17400}{19,6 \cdot 170} \right)^{0,7} = 0,057 \text{ мм.}$$

Похибка пристрою:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{виг}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{ор.пр}^2},$$

де $\varepsilon_{виг} = 0,01$ - похибка виготовлення установчих елементів;

$\varepsilon_{зн} = 0,01$ мм - похибка зношування базових елементів;

$\varepsilon_{ор.пр} = 0,01$ - похибка орієнтації пристрою на верстаті.

Отже:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{0,01^2 + 0,01^2 + 0,01^2} = 0,017 \text{ мм.}$$

Розрахуємо фактичну похибку пристрою:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{0,025^2 + 0,057^2 + 0,017^2} = 0,065 \text{ мм}$$

Таким чином, з точки зору точності базування дану схему базування можна признати раціональною, оскільки виконується умова:

$$\varepsilon_{np} < \varepsilon_{np}^{\partial}. \quad (0,065 < 0,38).$$

3.1.5 Розроблення технічних умов на пристрій, компонування і опис його роботи

Пристрій для шліфування торців ставиться на магнітну плиту плоскошліфувального верстата. 24 деталі встановлюються на опорну плиту поз.2 по обидві сторони планки поз. 3 та затискаються прихватами поз.4. Затискання проводиться гайкою поз. 14.

Для запобігання провертанню стяжка поз. 6 фіксується гвинтом поз. 10. Для відводу прихватів поз. 4 встановлюються пружини поз. 11. Для фіксації планки поз. 3 встановлені косинки поз. 7.

Гвинти поз. 12 служать для встановлення і зняття пристрою на стіл верстата.

3.2 Проектування контрольно – вимірювального пристрою

3.2.1 Технічні умови і вимоги креслення, що підлягають контролю

В технічних вимогах по виготовленню деталі „Вісь 4.170-15” закладено контролювання торцевого биття. Допустиме відхилення становить 0,04 мм.

Контролювання торцевого биття виконуємо на механізованому пристрої із застосуванням універсальних технічних засобів.

Для забезпечення необхідної точності вимірювання необхідно, щоб деталь, що контролюється, і пристрій находились в вигідному для вимірювання місці і базувалась в жорстких опорах. В якості вимірювального інструменту використовуємо індикаторну головку годинникового типу ШГМ ДСТУ ГОСТ 577:2009.

Вибір контрольного пристрою залежить від необхідної точності контролювання та від допустимої похибки вимірювання. Відносна похибка вимірювання складає 15...20% від допуску параметрів, що контролюються.

В якості установчої бази обрана допоміжна технологічна база - центрові отвори.

3.2.2 Розрахунок пристрою на точність

Сумарна похибка контрольно-вимірального пристрою визначається за формулою:

$$\varepsilon = \frac{1}{k} \cdot \sqrt{(k_y \cdot \varepsilon_y)^2 + (k_n \cdot \varepsilon_n)^2 + (k_{p.c.} \cdot \varepsilon_{p.c.})^2},$$

де $\varepsilon, \varepsilon_y, \varepsilon_n, \varepsilon_{p.c.}$ - сумарна похибка вимірювання та її складові, зумовлені відповідно неточністю встановлення, налагодження та розмірного спрацювання робочих поверхонь щупів;

$k, k_y, k_n, k_{p.c.}$ - коефіцієнти відносного розсіювання відповідно для сумарної похибки та її складових.

Похибку розмірного налагодження як детерміновану (систематичну) величину можна винести з-під кореня та вилучити із сумарної похибки за допомогою внесення відповідної корекції у вимірвальну систему. Похибка розмірного спрацювання, зумовлена спрацюванням робочих поверхонь контрольно-вимірвальних щупів, є здебільшого дуже малою, оскільки зусилля притискання щупів до контрольованих поверхонь незначні, а самі робочі поверхні щупів достатньо стійкі проти спрацювання. Тому сумарну похибку контрольно-вимірального пристрою здебільшого зумовлюють похибки встановлення виробів у пристрої. Взнявши до уваги викладене та склад похибки встановлення, маємо:

$$\varepsilon = \varepsilon_y = \frac{1}{k_y} \cdot \sqrt{(k_{\delta} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + (k_3 \cdot \varepsilon_3)^2 + (k_{np} \cdot \varepsilon_{np})^2}$$

де $\varepsilon_{\delta}, \varepsilon_3, \varepsilon_{np}$ - відповідно похибки базування, закріплення виробів у пристроях та виготовлення самих пристроїв, мм;

k_{δ}, k_3, k_{np} - коефіцієнти розсіювання перерахованих похибок.

У формулі дві останні складові похибки також можна вилучити із розрахунків, оскільки ε_{np} є величиною систематичною та може бути компенсована за допомогою еталонних мір чи спеціальних виробів під час налагодження пристрою, а похибка закріплення є дуже малою, тому що закріплення виробів у таких пристроях виконується за допомогою механізмів, що мають незначне зусилля затискання. Тому похибку контрольно-вимірального пристрою визначаємо як похибку базування деталі у пристрої за формулою:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\delta} < \eta \cdot T,$$

де η - коефіцієнт запасу, $\eta = 2,5$;

T - допуск на розмір, що контролюється, згідно завдання $T = 0,04$ мм.

Похибка базування визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\delta} = T_{L_u} - \frac{T_{D_u}}{\operatorname{tg} \alpha},$$

де T_{L_u} - допуск на глибину лівого центрального отвору, при $L = 11,5$ мм, $T_{L_u} = 0,07$ мм;

T_{D_u} - допуск на діаметр центрального гнізда, $T_{D_u} = 0,07$ мм;

α - половина кута центрального гнізда, $2\alpha = 120^{\circ}$.

$$\varepsilon_{\delta} = 0,07 - \frac{0,07}{\operatorname{tg} 60^{\circ}} = 0,029 \text{ мм.}$$

Для того, щоб зробити висновок про можливість контролювання спроектованим пристроєм, необхідно, щоб виконувалась умова:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\delta} < \varepsilon_{np}^{\delta}$$

Умова виконується:

$$0,029 < 2,5 \cdot 0,04,$$

$$0,029 < 0,1.$$

3.2.3 Розробка технічних умов на пристрій, компонування і опис його роботи

На плиту поз. 5 за допомогою гвинтів поз. 19 кріпиться задня бабка поз. 2, в якій встановлено конусну втулку поз. 3 для кріплення в ній центра поз. 4.

Передня бабка поз. 5 кріпиться на плиті поз. 1 гвинтами М10 поз. 19.

Конусна втулка поз. 3 переміщується по осі в повздовжньому напрямку за допомогою ручки поз. 9, яка переміщається за допомогою важеля поз. 8.

На плиті поз. 5 встановлено планку поз. 14 за допомогою гвинта поз. 23 і гайки поз. 24. На планці поз. 14 встановлено штангу поз. 6 для кріплення індикаторної головки поз. 15. Індикаторна головка поз. 15 підводиться до торця деталі і під час провертання деталі вручну в центрах поз. 4 відбувається вимірювання торцевого биття.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Заходи та засоби щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці

Обов'язки щодо виконання вимог, що забезпечують безпечні умови праці, прописані в законі Країни «Про охорону праці» від 24 листопада 1992 року (згідно з Постановою Верховної Ради України від 14 жовтня 1992 року N 2695-XII).

Згідно зазначеного закону держава накладає на роботодавця наступні зобов'язання.

Керівник організації займається управлінням роботи всіх структурних підрозділів щодо забезпечення безпеки праці.

Керівництво службою охорони праці накладається на головного інженера. Служба охорони праці складається з інженерів і старших інженерів цехів підприємства.

При виконанні роботи служби дотримуються всіх чинних законів і постановам, керуються правилами та інструкціями щодо забезпечення безпеки.

Інженери служби охорони праці можуть давати вказівки керівникам щодо усунення наявних порушень правил безпеки, перешкоджати виконанню робіт, коли є небезпечні умови праці. У разі виникнення нещасного випадку зобов'язані запитувати від керівників робіт своєчасного розслідування. Також до роботи входить внесення пропозицій про заохочення або покарання працівників. Вказівки інженера з охорони праці має право скасовувати тільки головний інженер або начальник управління. Скасування вказівок проводиться в письмовій формі із заповненням необхідних бланків.

Також працівники служби виконують роботу з:

- організації діяльності структурних підрозділів щодо забезпечення безпеки праці;
- складання річних планів поліпшення умов праці;
- контролю проектування безпечних і нешкідливих умов праці, зокрема й за дотриманням вказівок і приписів органів державного зокрема й за дотриманням вказівок і приписів органів державного нагляду;
- сприяння у вивченні аварій, нещасних випадків у підвідомчих організаціях, реєстрації їх та участі в розробленні заходів щодо зменшення можливості травматизму;

- аналізу виникнення виробничого травматизму. Складання звітів про потерпілих при нещасних випадках;
- організації навчання правилами та інструкціями з техніки безпеки і виробничої санітарії та перевірки знань інженерно-технічних працівників;
- постачання працівників спецодягом, засобами захисту (індивідуального і колективного) та організацією їх зберігання і ремонту;
- популяризації безпечних умов праці за допомогою виконання оглядів і конкурсів з охорони праці, семінарів;
- забезпечення правилами, інструкціями, банерами з техніки безпеки;
- здійснення проведення вступних інструктажів з техніки безпеки у кожному виробничому відділенні;
- вивчення проєктної документації, а зокрема відстеження повноти та обґрунтованості прийнятих рішень щодо забезпечення техніки безпеки.

Таким чином, працівники служби ОП виконують контрольні - координаційні функції.

Начальники дільниць і старші майстри повинні проводити заходи з охорони праці, обумовлені відповідним законодавством, розпорядженнями та інструкціями, річними планами, наказами.

Також до обов'язків начальників дільниць входить здійснення первинного, повторного, позапланового та поточного інструктажу робітників із зазначенням адрес об'єктів, на яких здійснюється монтаж. Навчання робітників безпечним методів праці.

Начальники повинні стежити, щоб робітники щорічно складали іспити за своєї робочої спеціальності, стежити за правильною і безпечною експлуатацією приладів, електрообладнання та інструментів. Дотримуватися забезпечення робочого персоналу обладнаними побутовими приміщеннями.

Отже, начальники дільниць і старші виконавці робіт виконують контрольні-забезпечувальні функції.

На кожній дільниці повинні бути інструкції за спеціальностями, журнал обліку інструктажу робітників з охорони праці, де проставляються підписи про прослуханому матеріалі, технологічну записку, журнал огляду обладнання та проєкт виконання робіт. Дотримання наявності цих документів на дільниці входить в обов'язки начальника цієї дільниці.

Майстри і бригадири забезпечують проведення робіт відповідно до технологічними картами. До їхніх обов'язків входить контроль справності технологічного обладнання, пристосувань, засобів індивідуального та колективного захисту, стежити за наявністю колективного захисту, стежити за

наявністю завірених інструкцій з техніки безпеки, за санітарним станом побутових приміщень.

Якщо є колективний договір про взаємні зобов'язання керівництва і складу робітників/службовців, то тоді передбачаються зобов'язання з охорони праці, які оформляються у вигляді розділу колективного договору та угоди з охорони праці. Основою цих розділів є типова зведена номенклатура заходів з охорони праці.

4.2 Заходи щодо електробезпеки

Усе електричне обладнання, апаратура для проведення контрольних вимірювальних операцій, а також апаратура системи управління мають бути виконані згідно з вимогами НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила улаштування та експлуатації обладнання» і «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», ДНАОП 0.00-1.32-01.

Електроживлення на підприємстві являє собою 380В змінного струму, фази, частота 50 Гц, відповідно до чого підібрано обладнання, розраховане на електроживлення від цієї мережі. Норма якості використовуваної електроенергії має відповідати СОУ НЕК 03.120.4-14:2021 «Норми якості електричної енергії в магістральних та міждержавних електричних мережах».

Схема підключення обладнання гарантує виконання послідовного пуску електроприводів, містить акустичну та оптичну попереджувальну передпускову сигналізацію, оптичну попереджувальну передпускову сигналізацію. Забезпечує одночасну аварійну зупинку агрегатів комплексу. Схема підключення обладнана активними датчиками, що дають змогу відстежувати навантаження основних агрегатів.

Для виключення потрапляння електричних розрядів блискавки в будівлю комплексу, вона має бути забезпечена блискавкозахисними пристроями.

Необхідно, щоб для електрообладнання було забезпечено заземлення по нульовим контуром. У трифазних чотирипровідних мережах із заземленою нейтраллю застосовують захист занулення нейтраллю застосовують захист зануленням під напругою до 1000В. В будівництві та промисловості ці мережі перебувають під напругою 380/220 і 220/127 В, але в окремих випадках 660/380 В. Однофазні мережі змінного струму зануляють по заземленому виводу. Зануленням називається з'єднання по нульового захисного провідника металевих неструмоведучих частин, для яких можлива ймовірність опинитися під яких можлива ймовірність опинитися під напругою.

4.2.1 Інструкція з роботи з електричною системою верстата HAAS

Робота з електричною системою, вимагає організацію праці з відповідним атестованим персоналом. Електроживлення має бути вимкнене і потрібно взяти заходів, які забезпечують, що воно не було ввімкнене, поки ви працюєте.

Введення живильного кабелю в електрошкафу здійснюється через отвір угорі, праворуч. Необхідно залишити запас дроту не менше 600мм для розводки всередині електрошкафи. Підключення кабелю до верстата здійснюється електроперсоналом підприємства замовника спільно з сервіс - інженером компанії HAAS після розкриття пломби електрошкафи керування.

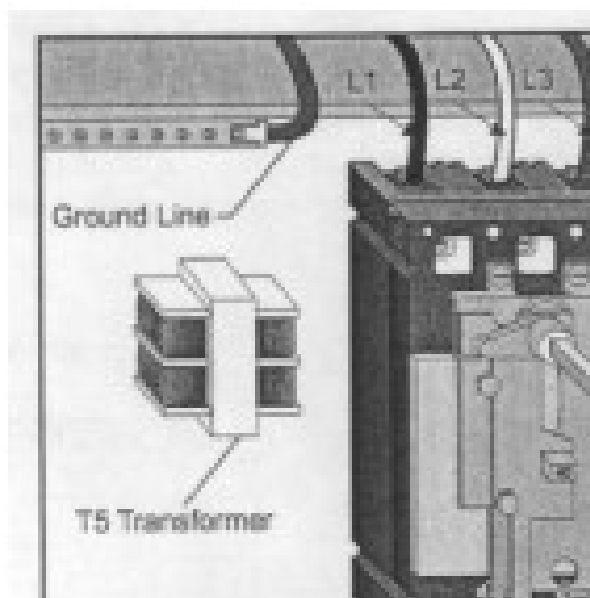


Рисунок 4.1 Схема під'єднання проводів

Широкі коливання напруги поширені в багатьох промислових зонах: Ви маєте знати мінімальну та максимальну напругу, яку буде подаватися на верстат під час роботи. Виробник визначає, що верстати повинні працювати зі змінами від +5 % до -5 % від середньої напруги. Якщо є проблеми з лінійною напругою, потрібен зовнішній стабілізатор. Якщо ви очікуєте проблеми з напругою, то потрібно перевіряти кожну годину або дві протягом робочих змін, (зокрема зокрема й уночі, якщо планується цілодобова робота), щоб упевнитися, що напруга не відхиляється більш ніж на +5 % або -5% від середнього значення і приймати рішення про встановлення зовнішнього стабілізатора.

Вимоги до стислого повітря наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Класи очищення стислого повітря за стандартом DIN ISO 8573-1.

Клас очищення	Максимальний остаточний склад масла, мг/м ³	Максимальний остаточний склад твердих включень		Максимальний остаточний склад волог	
		розмір фракції, мкм	кількість часток, мг/м ³	г/м ³	точка роси стислого повітря
4					+4

4.3 Підключення стислого повітря

Витрати повітря (мінімальні вимоги):

Для всіх моделей VF і SL:TL, ST 115 л на хвилину (1.89 л на секунду)

Для всіх фрезерних верстатів, шпинделі, яких укомплектовані додатковим автоматичним пневмообдувом: 283 л на хвилину (4.72 л/сек.)

Для всіх моделей EC і HS: 255 л на хвилину (4.25 л/сек.)

Мінімальний склад обладнання: компресор потужністю 2 к.с. (1.5 КВт) з баком об'ємом не менше 75,7 л на кожен верстат. Але якщо оператор під час операцій зміни деталі, буде використовувати повітряний пістолет, то слід до мінімальної витрати повітря додати 0.94 л/сек (57 л на хвилину).

Якщо в ході роботи верстата під час зміни інструменту, падіння тиску згідно з показаннями манометра на редукторі верстата, становить понад 0.69 бар (10PSI), то це означає, що повітря подається в недостатньому обсязі. Така недостатня подача може трапитися з низки причин (наприклад, недостатня потужність компресора, діаметр шланга, або фітінгів та ін.).

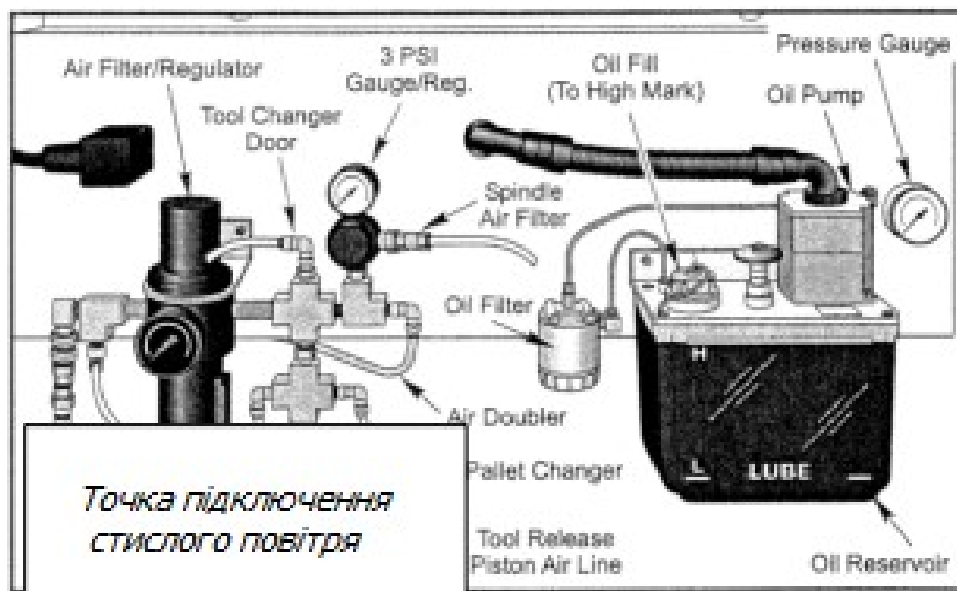


Рисунок 4.2 Схема підключення стислого повітря

Робота з повітряною системою, під тиском може бути небезпечною. Переконайтеся, що в повітропроводі немає тиску.

Для верстатів із ЧПК фірми HAAS потрібне стиснене повітря, тиск якого становить 6.90 бар (мінімум), яке подається в штуцер, розташований на задній панелі верстата надійно закріпивши його за допомогою хомута (рис. 4.2).

Для всіх верстатів потрібно подавати повітря по повітропроводу з внутрішнім діаметром не менше 9.5 мм (3/8 ").

Верстати з конусом ISO 50, моделі VS з пристроєм автоматичної зміни інструменту, змонтованим збоку, всі моделі ES, VF-SS:- підведення повітря здійснюється по повітропроводом із внутрішнім діаметром 12.7 мм (1/2").

При запуску компресора його слід встановити на величину між 6.9 бар і 10 бар. Неправильна подача повітря може призвести до поломки пристрою зміни інструменту та верстата.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі бакалаврська наведено процес проектування технології виготовлення деталі “вісь”.

В пояснювальній записці наведено технологічний процес механічного оброблення вказаної деталі, наведено обґрунтування вибору методу отримання заготовки, та удосконалений технологічний процес.

В розробленому технологічному процесі було впроваджено високопродуктивні верстати з ЧПК фірми HAAS (США).

Використання верстатів з ЧПК – концентрація декількох операцій на одному верстаті для послідовної обробки декількох поверхонь кількома інструментами, використання пристроїв на верстатах з ЧПК веде до зниження собівартості продукції, підвищення механізації та автоматизації виробничого процесу, вивільнення трудових ресурсів.

В бакалаврській роботі виконано розрахунки припусків на механічне оброблення, призначені режими різання з використанням програми Coro Plus Tool Guide від Sandvik Coromant, за допомогою якої обрано сучасний різальний інструмент фірми Sandvik Coromant.

Спроектовано верстатний пристрій для фрезерування торців деталі та контрольний пристрій для контролювання допуску торцевого биття.

На токарну операцію з ЧПК з використанням сучасного металорізального обладнання, а саме верстату фірми HAAS TL-1, розроблено керуючу програму за допомогою САМ програми Esprit.

В розділі «Охорона праці» проаналізовані заходи та засоби щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці з огляду законодавства та нормативно-правових актів України, також розроблені заходи щодо електробезпеки при роботі на верстатах HAAS та наведено інструкцію з роботи з електричною системою та системою стислого повітря верстатів HAAS.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА ЗА ОСВІТНЬОЮ ПРОГРАМОЮ "ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ". Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт / В.П. Ткачук, В.Д. Каразей, В.В. Милько. Хмельницький: ХНУ, 2023 - 27 с.
2. ДСТУ 7806:2015 Прокат із легованої конструкційної сталі.
3. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
4. ДСТУ ISO 603-5:2019 Абразиви зі зв'язкою. Розміри. Частина 5. Шліфувальні круги для плоского шліфування, торцеве шліфування (ISO 603-5:1999, IDT).
5. ДСТУ EN 1550:2018 Безпечність металорізальних верстатів. Вимоги щодо безпеки у разі проектування та виготовлення патронів для оброблюваних деталей (EN 1550:1997 + A1:2008, IDT).
6. СТЗВО-ХПІ-2.01-2018. Дипломні проекти та дипломні роботи. Загальні вимоги до виконання <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2019/10/STZVO-HPI-2.01-2018-SSONP.-Diplomni-proekti-ta-diplomni-roboti.-Zagalni-vimogi-do-vikonannya.pdf>.
7. СТЗВО-ХПІ-3.01-2018. Текстові документи у сфері навчального процесу <http://web.kpi.kharkov.ua/business/wp-content/uploads/sites/176/2018/03/STVUZ-HPI-3.01-2010.pdf>.
8. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт / І. І. Юрчишин, Я. М. Литвиняк, І. Є. Грицай, М. Л. Кукляк, Я. М. Кусий, В. В. Ступницький, В. А. Яцюк, А. М. Кук, Є. М. Махоркін, В. П. Свізінський / За ред. І. І. Юрчишина. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 528 с.
9. Гордєєв А.І. Курсове та дипломне проектування з технології машинобудування та металорізальних верстатів: Навчальний посібник / А.І.

Гордєєв, Є.А. Урбанюк, А.Є. Безносов, В.Г. Мігаль. – Хмельницький: ХНУ, 2005. – 294 с.

10. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник - Львів: "Новий Світ - 2000 " , 2012 . - 358 с.

11. Добрянський, С.С. Технологічні основи машинобудування [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафєєв ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ : 2020. — 379 с.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/32136/1/2020_Dobrianskyi_Malafieiev_TOM.pdf

12. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.

13. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т1. / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова ,А.Г. Сулова Т.1 / [А.М. Дальский и др.]. –М.: Машиностроение-1, 2001 – 912с.

14. Справочник технолога-машиностроителя : в 2-х т. Т2. / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова/ [А.М. Дальский и др.].–М.: Машиностроение — 1, 2001 – 944с.

15. Залога В.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник / В.О. Залога, О.О. Залога, В.Д. Гончаров;за загальн. ред. В.О. Залоги. – Суми: Сумський державний університет,2013. – 371 с.

16. <https://www.sandvik.coromant.com/> (вибір металорізального інструм.)

17. Кириченко Л. С., Мережко Н. В. Основи стандартизації, метрології, управління якістю : навч. посіб. Київ: Київ. нац. торг-екон. ун-т, 2011. 446 с.

18. Охорона праці. Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах студентів спеціальності “Інженерна механіка” та

“Машинобудування” / А.А. Нестер, К.А. Паршенко – Хмельницький: ХНУ – 2009.

19. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення.