

Хмельницький національний університет


Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
ОКР- бакалавр

Галузь знань: 13 Механічна інженерія
Спеціальність: 131 Прикладна механіка

на тему: Технологія виготовлення деталі «Фланець ДА 3032-317.401»
з використанням верстатів з ЧПК

Виконав студент групи ПМТ-19-1  (Ягело Ф.В.)

Керівник кваліфікаційної роботи:  (доц. Урбанюк С.А.)

До захисту допускає:

Завідувач кафедри  (В.П.Качук)

20 06 2024 р.

Хмельницький – 2024 року

Хмельницький національний університет

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра технології машинобудування

Спеціальність 131 Прикладна механіка

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ
КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студ. гр. ПМТ₃-19-1 Яцело Федору Валерійовичу

Тема затверджена наказом ректора

№ 18 від 15.02 2024 р.

Тема роботи: Технологія виготовлення деталі «Фланець ДА3032-317.401»
з використанням верстатів з ЧПК

План роботи і терміни подання окремих розділів

Розділ I _____ 30.04.2024

Розділ II _____ 10.05.2024

Розділ III _____ 30.05.2024

Розділ IV _____ 05.06.2024

Перелік графічних матеріалів: 1. Кресленик деталі – 1 арк. ф.А2; 2. Кресленик заготовки – 1 арк. ф.А2; 3. Графотехнологія (із РТК для ВЧПК) - 1 арк. ф.А1; 4. Верстатний пристрій - 2 арк. ф.А1; 5. Контрольний пристрій - 2 арк. ф.А1; 6. Калібр-скоба – 1 арк. ф.А3.

Термін подання закінченої роботи 10.06.2024

Завідувач кафедри _____ В.П. Ткачук

Керівник роботи _____ С.А. Урбанюк

Студент _____ Ф.В. Яцело

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

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


Назва: «Технологія виготовлення деталі «Фланець ДА3032-317.401» з використанням верстатів з ЧПК»


Автор: ст. пр. ПМТз-19-1 Яцело Ф.В.
Освітня програма: Технології машинобудування
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Науковий керівник: доц. Урбанюк С.А.

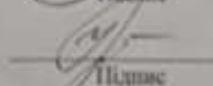
№	Висновок	Потімчка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	+
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо 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 доприцьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	-
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	-
5	Інше: Збігання з одним документом 11%, сумарне збігання за базово даних символів 25% і лексем 29%, а також помилок 15% в допустимих межах.	+

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

_____ Дата

Завідувач кафедри  /доц. Ткачук В.П./
Підпис

Гарант ОП  /доц. Милько В.В./
Підпис

Керівник КРБ  /доц. Урбанюк С.А./
Підпис

Завідувачу кафедри
технології машинобудування
доц. Ткачуку В.П.
здобувача вищої освіти
студента Яцело Ф.В.
факультет інженерії, транспорту і архітектури
курс 5-й, група ПМТз-19-1

ЗАЯВА


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

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

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

21.06.2024

дата



підпис

/Яцело Ф.В./

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Яцело Ф.В., гр. ПМТз-19-1

Тема: «Технологія виготовлення деталі «Фланець ДА3032-317.401» з використанням верстатів з ЧПК»

Спеціальність 131 Прикладна механіка

Обсяг кваліфікаційної роботи

Кількість листів креслеників 6,25 арк. ф.А1; кількість сторінок записки 62с. з додатками

1. Короткий зміст кваліфікаційної роботи та прийятих рішень: розроблена технологія виготовлення деталі «Фланець ДА3032-317.401» із використанням верстатів з ЧПК, спроектовані верстатний та контрольний пристрої, розроблена конструкція калібра-скоби; наведена характеристика небезпек та шкідливостей розробленого технологічного процесу та заходи безпечної роботи машинобудівній дільниці.
2. Висновок про відповідність роботи завданню: кваліфікаційна робота відповідає виданому завданню як за змістом, так і за обсягом.
3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи:
 - 1) в загальному розділі роботи наведений аналіз конструкції деталі та технологічності її виготовлення, наведений аналіз базового технологічного процесу;
 - 2) з метою вдосконалення базового технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець» використані верстати з ЧПК: токарний моделі 16К20Ф3, свердлувальний 2Р135Ф2 і фрезерувальний 6Р13Ф3. Також обґрунтований вибір типу заготовки, встановлені припуски на оброблення, розраховані та призначені режими різання, в т.ч. для однієї з операцій використана програма Secosut, виконане технічне нормування операцій технологічного процесу оброблення деталі з дотриманням рекомендованої методики;
 - 3) в конструкторському розділі спроектований верстатний пристрій для базування і фіксації заготовки при фрезеруванні лисок на горизонтально-фрезерувальному верстаті комплектом фрез, розроблені контрольно-вимірювальний пристрій та калібр-скоба;
 - 4) в розділі «Охорона праці» наведена характеристика основних небезпек та шкідливостей розробленого технологічного процесу, виконаний розрахунок повітрообміну за надлишками повного тепла для теплого періоду року та розглянуті заходи із пожежної безпеки на машинобудівній дільниці.
4. Позитивні сторони роботи: використані типові методики проектування технологічних процесів машинобудівного профілю та конструкторських розробок, що їх супроводжують.
5. Негативні сторони роботи: в пояснювальній записці наведена керувальна програма для верстата з ЧПК, що була розроблена без застосування засобів автоматизації проектування. Для цього бажано було би використати спеціалізований пакет програм.
6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки кваліфікаційної роботи: пояснювальна записка та графічні матеріали (кресленики) виконані, в основному, з дотриманням актуальних на даний час вимог.
7. Відгук про роботу в цілому: представлена до захисту кваліфікаційна робота відповідає спеціальності 131 Прикладна механіка ОКР «бакалавр».
8. Інші зауваження: -
9. Оцінка роботи: - Загальна оцінка роботи «добре».

РЕЦЕНЗЕНТ Рудик О.Ю., доцент кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства
Прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи

«21» червня 2024р.


підпис

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Яцело Федір Валерійович на захист дипломного проєкту (роботи)
(прізвище, ім'я, по батькові)
за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі "Фланець ДАЗ032-317.401" з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету



ВІКТОР ОЛЕКСАНДРЕНКО
(ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Яцело Ф. В. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2019 по 2024 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 0,00 %, добре 40,62 %, задовільно 59,38 %.
шкалою ЄКТС: А 0,00 %, В 2,17 %, С 32,61 %, D 10,87 %, E 54,35 %.

Методист факультету

[Signature]
(ім'я)

(ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Яцело Ф. В. виконав кваліфікаційну роботу згідно завдання, у повному обсязі. В процесі підготовки роботи виклав і різьбив інженерної підготовки, що відносив до кваліфікації бакалавр за спеціальністю 131 Прикладна механіка.

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

добре

Керівник дипломного проєкту

[Signature] В. Урбанчик
(ім'я, прізвище)

" 26 " серпня 2024 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Яцело Ф. В. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технології машинобудування
(назва)

[Signature] В. Ткачук
(ім'я, прізвище)

" 20 " 06 2024 р.

Реферат

Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Фланець ДА 3032-317.401» з використанням верстатів з ЧПК»

Автор ст. гр. ПМТз-19-1 Яцело Ф.В. Керівник роботи: доц. Урбанюк Є.А.

Обсяг пояснювальної записки 62 с. Графічна частина 6,25 аркушів ф.А1.

В загальному розділі наведено опис конструкції і призначення деталі, виконано аналіз технологічності деталі, визначений тип виробництва.

В технологічному розділі проведена оцінка нового варіанту технологічного процесу, вибране обладнання та інструмент для виконання операцій, проведені розрахунки собівартості і вибір методу отримання заготовки, визначено припуски на оброблення, розраховані та призначені режими різання та норми часу по операціях. Режими різання визначалися класичним методом: розрахунковим і табличним, а також із застосуванням програми Secocut. Розроблена розрахунково-технологічна карта та керувальна програма для операції 020 для верстата токарного з ЧПК мод. 16K20Ф3 із системою керування «Електроніка НЦ-31». Виконане технічне нормування процесу оброблення деталі.

В конструкторському розділі кваліфікаційної роботи спроектований верстатний пристрій для базування і затискання заготовки при фрезеруванні на горизонтально-фрезерувальному верстаті двох лисок в розмір $175_{-0,8}$ мм одночасно. Для створення зусилля затиску в пристрої застосовано гідроциліндр.

Розроблена також конструкція контрольно-вимірювального пристрою для контролю радіального биття поверхні $\varnothing 50f7$ відносно осі отвору $\varnothing 90H8$ деталі «Фланець ДА 3032.317.401». А для контролю розміру поверхні $\varnothing 50f7$ спроектований калібр-скоба.

В розділі «Охорона праці» наведена характеристика основних небезпек та шкідливостей розробленого технологічного процесу, виконаний розрахунок повітрообміну за надлишками повного тепла для теплого періоду року та розглянуті заходи із пожежної безпеки на машинобудівній ділянці.

В додатках наведені технологічна документація на технологічний процес виготовлення деталі «Фланець ДА 3032-317.401» та специфікації до складальних креслеників пристрою верстатного та пристрою контрольно-вимірювального.

Автор роботи: Яцело Ф.В. _____ 2024 р.
 /Підпис/ _____ /Дата/

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>		
2					
3					
4	A4		Завдання на КРБ	1	
5	A4		Реферат	1	
6	A4	КРБ.ФІТА.ПМ.24.00 РПЗ	Розрахунково- пояснювальна записка	62	
7	A2	КРБ.ФІТА.ПМ.24.01.01	Кресленик деталі	1	
8	A2	КРБ.ФІТА.ПМ.24.01.02	Кресленик заготовки	1	
9	A1	КРБ.ФІТА.ПМ.24.02.01 ГТ	Графотехнологія і РТК	1	
10	A1	КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.00 СК	Пристрій верстатний	2	
11	A1	КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.00 СК	Пристрій контрольний	2	
12	A3	КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.03	Калібр-скоба	1	

					КРБ.ФІТА.ПМ.24.00 ПЗ					
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість кваліфікаційної роботи					
Розробив.	Яцело Ф.В.							Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Урбанюк Є.А.								4	67
Н. Контр.	Бись С.С.							ХНУ гр. ПМТз-19-1		
Затвердив	Ткачук В.П.									

ЗМІСТ

	С.
Вступ	6
1 Загальний розділ	8
1.1 Стан питання та завдання кваліфікаційної роботи	8
1.2 Описання об'єкта виробництва. Призначення та конструкція деталі ...	9
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі	11
1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва.....	12
2 Технологічний розділ	14
2.1 Аналіз базового технологічного процесу	14
2.2 Обґрунтування вибору методу отримання заготовки	14
2.3 Вибір технологічних баз	17
2.4 Розроблення технологічного маршруту оброблення деталі	18
2.5 Розрахунок та призначення припусків по переходах	20
2.6 Розрахунок та призначення режимів різання	23
2.7 Детальне розроблення операції для верстата з ЧПК	32
2.8 Технічне нормування операцій технологічного процесу	33
2.9 Оформлення технологічної документації	35
3 Конструкторський розділ	36
3.1 Проектування верстатного пристрою для операції 035.....	36
3.1.1 Схема базування деталі в пристрої	36
3.1.2 Розрахунок сили затиску деталі в пристрої.....	37
3.1.3 Розрахунок гідروпривода пристрою	39
3.1.4 Перевірочний розрахунок на міцність найбільш навантаженої деталі	40
3.1.5 Розрахунок допустимої похибки виготовлення пристрою	41
3.1.6 Описання конструкції і принципу роботи пристрою	43
3.2 Проектування контрольно-вимірювального пристрою	43
3.2.1 Розрахунок контрольного пристрою на точність	43
3.2.2 Описання конструкції і принципу роботи контрольного пристрою	44
3.3 Проектування калібра-скоби для контролю розміру поверхні Ø50f7.....	45
4 Охорона праці	51
4.1 Характеристика основних небезпек та шкідливостей розробленого технологічного процесу	51
4.2 Розрахунок повітрообміну за надлишками повного тепла для теплого періоду року	54
4.3 Пожежна безпека на машинобудівній дільниці	56
Висновки	61
Список літературних джерел	62
Додатки	63

					КРБ.ФІТА.ПМ.24.00 ПЗ			
Зм.	Арк	№ документа	Підпис	Дата	Технологія виготовлення деталі «Фланець ДА 3032-317.401» з використанням верстатів з ЧПК (Пояснювальна записка)	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив.	Яцело Ф.В.						5	62
Перевірив	Урбанюк Є.А.							
Н. Контр.	Бись С.С.					ХНУ гр. ПМТз-19-1		
Затвердив	Ткачук В.П.							

ВСТУП

Машинобудування являється важливою галузю промисловості України. Його продукція – це машини різноманітного призначення, що поставляються усім галузям економіки. Зростання ефективності промисловості, а також темпи переозброєння її новою технікою в значній мірі залежать від рівня розвитку машинобудування. Технічний прогрес в машинобудуванні характеризується не тільки покращенням конструкцій машин, але і постійним вдосконаленням технології їх виробництва. В нинішній час машинобудуванню відводиться провідна роль у справі технічного переозброєння і реконструкції промислових підприємств, переводу їх на більш високий технічний рівень і вирішенню на цій основі проблем підвищення якості продукції.

Машинобудування покликано створювати сучасну техніку і технологію для власних потреб і на цій основі забезпечувати виробництво нової техніки для всіх інших галузей народного господарства, що і дозволить зрештою здійснити його реконструкцію.

Важливо якісно, дешево і з мінімальними затратами праці виготовляти машини, застосувавши при цьому високопродуктивне устаткування, технологічне оснащення, засоби механізації і автоматизації виробництва. Від технології виробництва залежить надійність роботи машин, які виготовляються, а також економічна їх експлуатація. Розвиток прогресивних технологічних методів сприяє конструюванню більш досконалих машин, зниженню їх собівартості і зменшенню затрат праці на їх виготовлення.

Предметом технології машинобудування є вчення про виготовлення машин потрібної якості в установленій програмі випуску кількості при найменших затратах матеріалів, мінімальній собівартості і високій продуктивності праці.

Однією із головних задач технології машинобудування являється вивчення закономірностей протікання технологічних процесів і виявлення параметрів, впливаючи на які можна інтенсифікувати виробництво і підвищити

його ефективність. Значення цих закономірностей є основною умовою раціонального проектування технологічних процесів і застосування очислювальної техніки, які забезпечують скорочення термінів проектування, полегшення праці технологів і отримання оптимальних варіантів проектованих технологічних процесів.

У зв'язку з цим в навчальному процесі вузів машинобудівного профілю важливе місце приділяється самостійній роботі, яку виконують студенти випускних курсів. Таким є дипломне проектування за освітньою програмою «Технології машинобудування», яке закріплює і поглиблює знання, що їх отримали студенти під час лекцій та практичних занять.

Для набуття відповідних теоретичних та практичних знань студенти виконують кваліфікаційну роботу бакалавра, метою якої є набуття навичок проектування процесів виготовлення продукції різного асортименту, а також вибір оптимальних з точки зору техніко-економічних показників варіантів технологічних процесів. Тому особливу увагу слід приділяти самостійній творчості студента з метою розвитку його ініціативи у вирішенні технічних і організаційних задач.

При виконанні кваліфікаційної роботи важливо приймати обгрунтовані рішення із вибору варіантів технологічного процесу, методів отримання заготовок, устаткування, що використовуватиметься, технологічного оснащення, інструменту, призначення режимів різання, які проводяться на основі техніко-економічних розрахунків, що дає можливість запропонувати кращий варіант.

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Стан питання та завдання кваліфікаційної роботи

Завданням кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ) передбачено розробити вдосконалений технологічний процес механічного оброблення деталі «Фланець ДА3032-317.401» з використанням верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК). Зростання обсягів виробництва на підприємствах веде до створення дільниць механічного оброблення, які спеціалізуються на випуску ідентичних виробів, що дає можливість підвищувати продуктивність праці, покращувати якість та точність оброблення, знижувати собівартість продукції.

Застосування прогресивних форм отримання заготовок, особливо в умовах серійного виробництва, дозволяє підвищити продуктивність праці і скоротити витрати металу. Тому застосування таких методів заготовок як литво, кування, штампування має цьому сприяти.

Застосування верстатів з ЧПК та багатоопераційних верстатів, концентрація операцій на одному верстаті для послідовного оброблення декількома інструментами (свердлування, розсвердлювання, нарізування нарізі), а також застосування на верстатах пристроїв з механізованим затиском призводить до зниження собівартості продукції, підвищення продуктивності праці, звільненню трудових ресурсів.

1.2 Описання об'єкта виробництва. Призначення та конструкція деталі

Деталь «Фланець ДА3032-317.401» входить до складу термопластавтомата моделі ДА3032. Термопластавтомат горизонтальний з ЧПК із зусиллям запирання 1600 кН призначений для виготовлення виробів із різних термопластичних матеріалів, які годяться для перероблення методом литва під тиском з температурою пластикації до 350°C.

В термопласті передбачено два пристрої автоматичного термостатування інструмента для рухомої та нерухомої напівформ. Пристрої виконані на колесах з можливістю установки в зручному для споживачів місці.

Пристрої для дозування і змішування добавок для виготовлення деталей забезпечують:

- режим ливарного пресування для виготовлення тонкостінних виробів складної конструкції;

- режим декомпресії для запобігання витікання набраної дози матеріалу із відведеного від пресформи сопла;

- виготовлення виробів пресформою, що має нагрівальні канали.

Термопластичний матеріал, який підлягає переробці, завантажується в бункер; звідки попадає на шнек, що розміщений в матеріальному циліндрі. При обертанні шнека під дією зовнішнього нагрівача та внутрішнього тертя гранульований матеріал нагрівається, пластифікується і у вигляді гомогенної маси надходить в порожнину перед шнеком. Після накоплення необхідного об'єму розплаву поступовим рухом шнека здійснюється вприскування матеріалу під потрібним тиском в прес-форму, що закрита механізмом запирання. Після охолодження готовий виріб видаляється і цикл виготовлення деталі повторюється.

Один повний цикл роботи термопластавтомата складається із наступних операцій:

1. набір дози матеріалу;
2. змикання напівформ із заданим зусиллям запирання;
3. підведення механізму вприскування; тобто, підведення мундштука циліндра пластикації до литника прес-форми;
4. вприскування порції матеріалу в прес-форму;
5. витримання при підвищеному та пониженому тиску;
6. охолодження виробу;
7. відведення механізму вприскування (літника);
8. розмикання напівформ і видалення готового виробу.

Технічна характеристика термопластавтомата моделі ДА 3032 наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика термопластавтомата моделі ДА 3032

№ з/п	Показники	Дані
1	2	3
1	Найбільше зусилля запирання інструмента, кН	1750
2	Найбільший хід рухомої плити вузла запирання при найбільшій висоті інструмента, мм	425
3	Висота інструменту, що встановлюється, мм: найбільша найменша	500 200
4	Відстань між колонами в світлі вузла запирання, мм горизонтальне вертикальне	500 400
5	Об'єм вприскування за цикл, см ³ : найменший найбільший	20 150
6	Найбільший тиск литва, МПа	380
7	Діаметр пластицированого шнека, мм	50
8	Число сухих циклів, хв.	36
9	Найбільша об'ємна швидкість вприска, см ³	300
10	Габарити машини, мм довжина висота ширина	4600 1250 2710
11	Маса машини, кг	5500

Деталь «Фланець ДА3032-317.401» входить до механізму вприскування ливарної машини ДА 3032 і служить кришкою циліндра вприскування. Фланець впирається правою торцевою поверхнею в торцеву поверхню гільзи циліндра вприскування та притискається до неї гайкою. Зусилля притискання з боку гайки прикладається до лівого боку фланця. Конічні різьбові отвори К3/4" служать для підведення робочого матеріалу під тиском 16МПа. Деталь

виготовляють із сталі 45 ДСТУ 7809:2015, хімічний склад якої наводиться в таблиці 1.2, а механічні властивості - в таблиці 1.3.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 7809:2015 у %

C	Si	P	S	Gi	Ni	Cu
		не більше				
0,4-0,5	0,2-0,4	0,04	0,04	0,3	0,3	0,3

Таблиця 1.3 - Механічні властивості сталі 45

Межа текучості, МПа	Тимчасовий опір розриванню, МПа	Відносне подовження, %	Відносне звуження, %	Твердість, од. НВ
не менше				
300	610	12	20	300

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Кресленик деталі «Фланець ДА 3032-317.401» містить усі необхідні відомості, які дають повне уявлення про деталь, тобто, всі проекції, розрізи, перерізи, які чітко і однозначно пояснюють її конструкцію, можливі способи отримання заготовки. На кресленику вказані розміри з необхідними відхиленнями, шорсткість поверхонь, що обробляються, допустимі відхилення від геометричної форми, а також взаємного розміщення поверхонь.

Деталь «Фланець ДА 3032-317.401» представляє собою тіло обертання досить простої конфігурації. Основні поверхні деталі: поверхня $\varnothing 50f7$ з параметром шорсткості $R_a=2,5\text{мкм}$ та поверхня $\varnothing 90H8$ (на кресленику база Г) із параметром шорсткості $R_a=2,5\text{мкм}$. Радіальне биття поверхні $\varnothing 50f7$ відносно поверхні Г має бути не більше 0,06мм, а торцеве биття лівого торця $120\times 175\text{мм}$ відносно поверхні Г обмежується величиною не більше 0,06мм. Всі інші поверхні можуть бути оброблені за 14-м квалітетом точності.

Інші поверхні, що обробляються, з точки зору забезпечення їх точності і шорсткості не завдають технологічних труднощів і дозволяють вести

оброблення напрохід, що дає можливість оброблювати деталь на верстатах з ЧПК та застосовувати для цього високопродуктивні методи. Технологія оброблення поверхонь деталі не вимагає застосування спеціального устаткування.

1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва

1.4.1 Аналіз вихідних даних

Вихідними даними для проектування технологічного процесу є:

- робочий кресленик деталі з технічними вимогами до її виготовлення;
- типовий технологічний процес механічного оброблення;
- річна програма випуску $N_p = 2000$ шт/рік.

1.4.2 Визначення типу виробництва

За даними [1] для маси деталі $m=9,3$ кг і річної програми випуску $N_p=2000$ шт./рік рекомендується серійний тип виробництва. Ознакою серійного виробництва є групова форма організації технологічного процесу, тобто, запускання виробів у виробництво проводиться партіями. Визначимо кількість деталей в партії для одночасного запускання [2]:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \dots \dots \dots (1.1)$$

де N – річна програма;

a – періодичність запуску в днях, $a = 12$ [2];

254 – число робочих днів у році.

$$n = \frac{2000 \cdot 12}{254} = 94,48 \text{ шт. Прийmemo } n = 95 \text{ шт.}$$

Проведемо корегування розміру партії деталей для зручності планування і організації виробництва і визначимо розрахункове число змін на оброблення усієї партії деталей на основних робочих місцях за формулою [2]:

$$C = \frac{T_{ш.к.сер} \cdot n}{476 \cdot 0.8}, \dots \dots \dots (1.2)$$

де $T_{ш.к.сер}$ – середній штучно-калькуляційний час на основних операціях,
 $T_{ш.к.сер} = 28,3$ хв.;
476 - дійсний фонд часу роботи устаткування у зміну, хв.;
0,8 - нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному виробництві.

$$C = \frac{28,3 \cdot 95}{476 \cdot 0,8} = 7,06, \text{ приймаємо } C_{пр} = 7 \text{ шт.}$$

Визначимо число деталей в партії, необхідних для завантаження устаткування протягом цілого числа змін

$$n_{пр} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot C_{пр}}{T_{ш.к.сер}}, \quad (1.3)$$

$$n_{пр} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 7}{28,3} = 94,2. \text{ Приймаємо } n_{пр} = 95 \text{ шт.}$$

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз базового технологічного процесу

Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталей і виробів машинобудування проводять з точки зору забезпечення заданої якості продукції, зниження собівартості її виготовлення та підвищення продуктивності праці.

В базовому технологічному процесі механічного оброблення деталі «Фланця ДА3032-317.401» заготовка отримується із круглого сортового прокату, що не раціонально, так як багато металу іде у відходи. Пропонуємо спосіб отримання заготовки - штампування.

В базовому технологічному процесі чорнове оброблення зовнішніх і внутрішніх поверхонь фланця проводиться на токарному верстаті з ЧПК моделі 16К30Ф3, потім на ньому ж проводиться і чистове оброблення всіх поверхонь. Верстат моделі 16К30Ф3 доцільніше використовувати для чистових операцій, тому пропонуємо для чорнової операції токарний верстат з ЧПК замінити на більш дешевий універсальний токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20, а для чистового оброблення використати верстат з ЧПК мод.16К20Ф3 як більш дешевий, що приведе до зниження собівартості виготовлення деталі.

В базовому технологічному процесі отвір з нарізю К3/8 оброблявся на вертикально-свердлувальному верстаті моделі 2Н135, а 6 отворів М16 та 4 отвори $\varnothing 22$ - на радіально-свердлувальному верстаті моделі 2М55. Пропонується застосувати для цієї операції свердлувальний верстат з ЧПК моделі 2Р135Ф2, що зменшить допоміжний час за рахунок автоматичної заміни інструменту.

2.2 Обґрунтування вибору методу отримання заготовки

Заготовку для заданої деталі «Фланець» слід вибирати, враховуючи матеріал деталі, її конфігурацію та масу. Матеріал деталі сталь 45 ДСТУ 7809:2015, деталь складна за конфігурацією, так як має ряд отворів та виточок. Тому виходячи з цих факторів заготовка може бути отриман із сортового круглого прокату чи методом штампування. Інші методи отримання заготовки застосовувати недоцільно.

Для техніко-економічного обґрунтування вибору типу заготовки проведемо розрахунок технологічності собівартості заготовки, яка отримується двома методами: із круглого прокату та методом штампування.

Вартість заготовки, яка отримується з круглого прокату [3]

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{\text{о.з}}, \quad (2.1)$$

де M – витрати на матеріал заготовки, грн.;

$\sum C_{\text{о.з}}$ – технологічна собівартість операцій правки та відрізання на штучні заготовки.

$$C_{\text{о.з}} = \frac{C_{\text{п.з}} \cdot T_{\text{ум}}}{60 \cdot 100}, \quad (2.2)$$

тут $C_{\text{п.з}}$ – приведені витрати виконання операції на робочому місці,

$$C_{\text{п.з}} = 800 \text{ грн./год.};$$

$T_{\text{ум}}$ – штучний час виконання операції при виготовленні заготовки;

$$T_{\text{шт}} = 1,85 \text{ хв.};$$

$$C_{\text{о.з}} = \frac{800 \times 1,85}{60 \times 100} = 0,25 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріал визначаємо за масі прокату за вирахуванням вартості стружки і відходів, грн.:

$$M = \frac{Q \cdot S}{1000} - (Q - q) \frac{S_{\text{відх.}}}{1000}, \quad (2.3)$$

де Q – маса заготівки, $Q = 18,98 \text{ кг}$;

S – ціна 1 кг матеріала заготівки, грн.;

q – маса готової деталі, $q = 9,3 \text{ кг}$;

$S_{\text{відх.}}$ – ціна 1 т відходів, грн.

За даними [3] $S = 4500$ грн.; $S_{\text{відх.}} = 120$ грн.

$$M = \frac{18,98 \cdot 4500}{1000} - (18,98 - 9,3) \frac{120}{1000} = 84,25 \text{ грн.}$$

Тоді $S_{\text{заг.1}} = 84,25 + 0,25 = 84,5$ грн.

Вартість заготовки, яка отримується штампуванням [3]:

$$S_{\text{заг1}} = (C_i / 1000 \cdot Q K_m K_c \cdot K_z \cdot K_n) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \quad (2.4)$$

де C_i – базова вартість 1т заготовок; $C_i = 7600$ грн.;

Q – маса заготовки; $Q = 11,62$ кг;

q – маса деталі; $q = 9,3$ кг;

K_m – коефіцієнт, що залежить від точності виготовлення деталі; для нормальної точності $K_m = 1,0$ [2];

K_m – коефіцієнт, що залежить від марки матеріала; для вуглецевої сталі $K_m = 1,0$ [2];

K_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності деталі; деталь відноситься до 2 групи складності, тоді $K_c = 0,84$ [2];

K_z – коефіцієнт, що залежить від маси штамповки, $K_z = 0,87$ [2];

K_n – коефіцієнт, що залежить від річної програми, $K_n = 1,0$ [2];

$S_{\text{відх}}$ – заготівельна ціна за 1т стружки; $S_{\text{відх}} = 120$ грн.

$$S_{\text{заг2}} = (7600/1000 \cdot 11,62 \cdot 0,84 \cdot 0,87) - (11,62 - 9,3) \cdot 0,12 = 64,26 \text{ грн.}$$

Отже, так як $S_{\text{заг.2}} < S_{\text{заг.1}}$, вибираємо метод отримання заготовки – штампування.

2.3 Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз є відповідальним етапом проектування технологічного процесу, в процесі якого необхідно дотримуватись основних принципів вибору баз: принципу сумісності баз; принципу постійності баз; вибрані бази мають забезпечувати стійкість і надійність встановлення заготовки під час оброблення.

Рекомендований наступний порядок вибору баз:

- вибір баз для завершальної операції (чистові бази);
- вибір чорнкової бази;
- вибір проміжної бази.

Чистові бази мають мати найбільшу точність розмірів і геометричної форми, найменшу шорсткість поверхні, забезпечувати просте і надійне закріплення деталі.

Основні вимоги до чорнових баз наступні [1]:

1. як технологічні чорнові бази вибирають поверхні, що не обробляються, чи поверхні з найменшими припусками на оброблення.

2. чорнова база має забезпечувати стійке положення деталі при закріпленні без деформації. У нашому випадку це буде поверхня $\varnothing 185\text{мм}$ довжиною 35мм.

Бази на проміжні операції мають вибиратися із наступних міркувань [1]:

1. як технологічні бази приймають ті поверхні, які зв'язані з оброблюваною поверхнею найкоротшим розмірним ланцюгом.

2. без причини бази не змінюють. Якщо необхідно, то при зміні баз переходять від менш точної до більш точної бази.

Основною базовою поверхнею деталі «Фланець» буде поверхня $\varnothing 90\text{Н8}$ довжиною 30мм. Ця поверхня використовується як базова на завершальному етапі виконання токарної операції з оброблення поверхні $\varnothing 50f7$.

2.4 Розроблення технологічного маршруту оброблення деталі

2.4.1 Вибір типу устаткування

При розробленні технологічного процесу виготовлення деталі вибір устаткування залежить від характеру і типу виробництва. Так як у нас виробництво середньосерійне, то вибираємо універсальні верстати та верстати з ЧПК.

Для обдиральних (чорнових) токарних операцій застосовуємо токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20. Для чистових токарних операцій – токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3. Для фрезерування поверхонь деталі в розмір 175мм застосовуємо горизонтально-фрезерувальний верстат моделі 6Р82Г. Для фрезерування поверхонь в розмір 120мм застосовуємо вертикально-фрезерувальний верстат з ЧПК моделі 6Р13Ф3. Для оброблення отворів з нарізю та 4 отворів Ø22 застосовуємо вертикально-свердлувальний верстат з ЧПК моделі 2Р135Ф2.

2.4.2 Встановлення структури та послідовності виконання переходів

Операція 005 Токарно-гвинторізна

Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К20

1. Підрізати торець ø58 (ø50f7).
2. Точити ø54 (ø50f7), витримуючи розмір 3мм (5мм).
3. Підрізати торець ø190, витримуючи розмір 5мм.
4. Точити ø187 (ø185) до кулачків.

Операція 010 Токарно-гвинторізна

Токарно-гвинторізний верстат мод.16К20

1. Підрізати торець ø190 в розмір 84мм (80мм).
2. Точити поверхню ø187 (залишок).

3. Центрувати отв. $\varnothing 3,15$.
4. Свердли́ти отв. $\varnothing 20$ на глибину 6мм.
5. Розточити $\varnothing 86$ ($\varnothing 90H8$), витримуючи розмір 30,5мм (30мм)

Операція 015 Токарна з ЧПК

Токарний верстат з ЧПК мод. 16K20Ф3

1. Підрізати торець $\varnothing 54$ в розмір 82мм (80мм).
2. Точити $\varnothing 52$ ($\varnothing 50f7$), витримуючи розмір 3мм (5мм).
3. Підрізати торець $\varnothing 187$, витримуючи розмір 4,5мм.
4. Точити $\varnothing 185$ до кулачків.

020 Токарна з ЧПК

Токарний верстат з ЧПК мод. 16K20Ф3

1. Підрізати торець $\varnothing 185$ в розмір 80мм.
2. Розточити $\varnothing 89,5$, з підрізкою торця, витримуючи розмір 30мм.
3. Розточити отвір $\varnothing 90H8$.
4. Розточити фаску, витримуючи розмір 5мм та кут 15° ; $\varnothing 90H8$;
канавку шириною 5 м, витримуючи $\varnothing 91$

025 Токарна з ЧПК

Токарний верстат з ЧПК мод. 16K20Ф3

1. Точити $\varnothing 52$ ($\varnothing 50f7$).
2. Точити $\varnothing 50,5$ ($\varnothing 50f7$).
3. Точити фаску $1 \times 45^\circ$, точити $\varnothing 50f7$ з підрізанням торця в розмір 5мм

Операція 030 Свердлувальна з ЧПК

Вертикально-свердлувальний верстат з ЧПК мод. 2P135Ф2

1. Центрувати 4 отв. $\varnothing 3,15$.
2. Свердлувати 4 отв. $\varnothing 22$.

Операція 035 Горизонтально-фрезерувальна

Горизонтально-фрезерувальний верстат мод. 6P82Г

1. Фрезерувати 2 поверхні, витримуючи розмір 175мм.

Операція 040 Слюсарна

Верстак

Операція 045 Вертикально-фрезерувальна з ЧПК

Вертикально-фрезерувальний верстат з ЧПК мод. 6P13Ф3

1. Фрезерувати 2 поверхні, витримуючи розмір 120мм.

Операція 050 Слюсарна

Верстак

Операція 055 Свердлувальна з ЧПК

Вертикально-свердлувальний верстат мод. 2P135Ф2

1. Центрувати отв. $\varnothing 3,15$.

2. Свердлувати отв. $\varnothing 10$ (K3/8").

3. Розсвердлувати отв. $\varnothing 14,2$ (K3/8").

4. Розвернути отв. $\varnothing 14,8$ (K3/8").

5. Зенкувати фаску $1,6 \times 45^\circ$.

6. Нарізати різь K3/8".

Операція 060 Свердлувальна з ЧПК

Вертикально-свердлувальний верстат мод. 2P135Ф2

1. Центрувати 7 отв. $\varnothing 3,15$.

2. Свердлувати 6 отв. $\varnothing 14$ (M16) на глибину 32мм.

3. Зенкувати 6 фасок $1,6 \times 45^\circ$.

4. Нарізати різь в 6-ти отв. M16 на глибину 24мм.

5. Свердлувати отв. $\varnothing 10$.

Операція 065 Контрольна

Стіл ВТК

Операція 070 Гальванічна

Гальванічна ванна

2.5 Розрахунок та призначення припусків по переходах

Розраховуємо припуски на оброблення та проміжні граничні розміри на поверхню $\varnothing 50f7$.

План оброблення поверхні $\varnothing 50f7$ у відповідності з прийнятою технологією складається з обдирального, чорнового, чистового та тонкого точіння.

Розрахунок мінімальних значень припусків ведемо за формулою [2]:

$$2Z_{i_{\min}} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (2.5)$$

де Rz_{i-1} - середня висота поверхневих мікронерівностей, що отримані на попередньому переході;

T_{i-1} - глибина дефектного поверхневого шару, що отриманий на попередньому переході;

ρ_{i-1} - векторна сума просторових відхилень взаємопов'язаних поверхонь заготовки, що обробляється, отримана на попередньому переході;

ε_i - похибка установки заготовки на переході, що виконується.

Значення Rz і T_{i-1} вибираємо згідно [3] для штамповки, із [2] – після механічного оброблення і заносимо в табл. 2.4.

Сумарні відхилення розміщення поверхні знаходимо за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{зм}^2}, \quad (2.6)$$

де $\rho_{кор}$ - короблення поковки, $\rho_{кор} = 0,3 \text{ мм} = 300 \text{ мкм}$ [3];

$\rho_{зм}$ - зміщення осей фігур, що штампуються в різних половинах штампа, $\rho_{зм} = 0,9 \text{ мм} = 900 \text{ мкм}$ [3].

Тоді, $\rho = \sqrt{900^2 + 300^2} = 951 \text{ мкм}$.

Залишкова похибка після виконання переходу знаходять за формулою:

$$\rho_{ост. i} = K_{yi} \cdot \rho_i, \quad (2.7)$$

де K_{yi} - коефіцієнт уточнення [3];

$K_{y1} = 0,06$ - для обдирального точіння;

$K_{y2} = 0,05$ - для чорнового точіння;

$K_{y3} = 0,04$ – для чистового точіння.

Тоді $\rho_{ост.1} = 0,06 \cdot 951 = 57$ мкм; $\rho_{ост.2} = 0,05 \cdot 951 = 48$ мкм;

$$\rho_{ост.3} = 0,04 \cdot 951 = 38 \text{ мкм.}$$

Ці значення теж заносимо в табл. 2.4.

Похибка установки заготовки при обробленні в патроні, так як чорнове, чистове та тонке оброблення проводились за одну установку буде [3]: після штампування $\epsilon_{y1}=140$ мкм, після чорнового переходу $\epsilon_{y2}=120$ мкм, після чистового переходу $\epsilon_{y3}=0$ мкм, після тонкого обточування $\epsilon_{y4}=0$ мкм. Найбільші граничні розміри визначаємо додаванням технологічного допуску по переходах до округленого до точності допуску найменшого граничного розміру.

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

Загальні припуски розраховуємо додаванням проміжних, мкм:

$$2Z_{0max} = 6925 \text{ мкм}; \quad 2Z_{0min} = 3750 \text{ мкм.}$$

Правильність проведених розрахунків перевіряємо за формулою:

$$2Z_{max} - 2Z_{min} = T_z - T_d.$$

$$6925 - 3750 = 3200 - 25; \quad 3175 = 3175.$$

Розраховуємо номінальний припуск на поверхню, що оброблюється, і номінальний розмір заготовки, мм:

$$2Z_{0ном} = 2Z_{0min} + EI_z + EI_d = 3,75 + 1,1 - 0,05 = 4,8 \text{ мм.}$$

$$D_{з.ном} = D_{д.ном.} + 2 \cdot Z_{0.ном} = 50 + 4,8 = 54,8 \text{ мм.}$$

Таблиця 2.4 - Розрахунок припусків на поверхню $\varnothing 50f7$

Технологічні переходи	Елементи припуски, мкм				Розрах. мінім. припуск $2Z_{min}$, мкм	Розрах. розмір D, мм	До-пуск δ , мкм	Граничні розміри, мм		Гран. значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ	ϵ				D_{max}	D_{min}	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
Заготовка (штамповка)	160	200	951	-	3790	53,74	3200	56,9	53,7	-	-
обдиральне точіння	125	120	57	140	2642	51,098	1500	52,6	51,1	4300	2600
Чорнове	40	40	48	120	756	50,342	740	51,08	50,34	1520	760

точіння												
Напівчистове точіння	15	15	38	0	256	50,086	190	50,28	50,09	800	250	
Чистове точіння	-	-	-	0	136	49,95	25	49,975	49,95	305	140	
Всього:										6925	3750	

На решту поверхонь, що обробляються, припуски встановлюємо згідно ГОСТ 2505-89 в залежності від точності виготовлення, групи сталі, ступеня складності та маси поковки.

Точність виготовлення нормальна – клас II.

Група сталі для вуглецевої сталі 45 – М1.

$$\text{Ступінь складності} \quad C = \frac{q}{Q}, \quad (2.12)$$

де q – маса поковки, $q = 11,62$ кг;

Q – маса фігури, в яку вписується поковка, $Q = 18,68$ кг;

$$\text{Тоді} \quad C = \frac{11,62}{18,68} = 0,62.$$

Так як коефіцієнт $C = 0,62$, то ступінь складності – С2.

Допуски на розміри поковки зводимо в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 - Припуски та допуски на розміри заготовки

Розмір на деталі, мм	Припуск, мм	Розмір на заготовці, мм	Допуск, мм
∅185	$2 \cdot 3 = 6$	$185 + 6 = 191$	$4,0 \begin{pmatrix} +2,5 \\ -1,5 \end{pmatrix}$
∅50f7	$2 \cdot 2,4 = 4,8$	$50 + 4,8 = 54,8$	$3,2 \begin{pmatrix} +2,1 \\ -1,1 \end{pmatrix}$
∅90H8	$2 \cdot 3 = 6$	$90 - 6 = 84$	$3,2 \begin{pmatrix} +2,1 \\ -1,1 \end{pmatrix}$
5	$3 - 3 = 0$	$5 + 0 = 5$	$2,9 \begin{pmatrix} +1,9 \\ -1,0 \end{pmatrix}$
80	$2 \cdot 3 = 6$	$80 + 6 = 86$	$3,2 \begin{pmatrix} +2,1 \\ -1,1 \end{pmatrix}$
30	$3 - 3 = 0$	$30 + 0 = 30$	$2,9 \begin{pmatrix} +1,9 \\ -1,0 \end{pmatrix}$

2.6 Розрахунок та призначення режимів різання

Розрахунок режимів різання аналітичним способом проводиться для 2-х операцій, які не повторюються.

2.6.1 Режими різання при свердлуванні отвору $\varnothing 22$ мм

Глибина різання: $t = 0,5D,$ (2.13)

де D - діаметр свердла, $t = 0,5 \cdot 22 = 11$ мм.

Подача: $s = 0,32$ мм/об/ [4]

Швидкість різання:
$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} K_V,$$
 (2.14)

де C_V – сталий коефіцієнт, $C_V = 7$ [4];

q, m, y – показники степені; $q = 0,4; y = 0,7; m = 0,2$ [4];

T – стійкість інструмента, $T = 50$ хв. [4];

K_V – поправковий коефіцієнт, що впливає на швидкість різання;

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{LV}, [4] \quad (2.15)$$

K_{MV}, K_{UV}, K_{LV} - поправкові коефіцієнти, що впливають на швидкість різання, які залежать від матеріалу, стану заготовки, матеріалу ріжучого інструменту відповідно:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}, \quad (2.16)$$

тут σ_B – межа міцності, $\sigma_B = 610$ МПа; $K_r = 1,0; n_V = -0,9$ [4]

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 0,83.$$

$K_{UV} = 1; K_{LV} = 1$ [4]. Тоді $K_V = 0,83 \cdot 1 \cdot 1 = 0,83$.

Отже,
$$V = \frac{7 \cdot 22^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,32^{0,7}} \cdot 0,83 = 20,31 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20,31}{3,14 \cdot 22} = 294 \text{ об/хв.} \quad (2.17)$$

Уточнюємо частоту обертання шпинделя за паспортом верстата:

$$n_{\text{шп}} = 250 \text{ об/хв.}$$

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 250}{1000} = 17,27 \text{ м/хв.} \quad (2.18)$$

Хвилинна подача: $s_{\text{хв}} = s_o \cdot n = 0,32 \cdot 250 = 80 \text{ мм/хв/}$

Крутний момент при свердлуванні визначається за формулою [4]:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{\text{MP}}, \quad (2.19)$$

де C_M – сталий коефіцієнт, $C_M = 0,0345$ [4];

q, y – показники степенів, $q = 2, y = 0,8$ [4]

K_{MP} – поправковий коефіцієнт, $K_M = K_{\text{MP}}$.

$$K_{\text{MP}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.20)$$

$$n = 0,75$$

$$K_{\text{MP}} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 22^2 \cdot 0,32^{0,8} \cdot 0,85 = 57,04 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потужність різання:
$$N_{\text{еф}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}, \quad (2.21)$$

де $M_{\text{кр}}$ – крутний момент;

n – частота обертання шпинделя.

$$N_{\text{еф}} = \frac{57,04 \cdot 250}{9750} = 1,46 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{різ.}} < N_{\text{дов.}}; \quad N_{\text{дов.}} = 3,7 \text{ кВт.}$$

Умови різання задовольняються умовою по потужності.

2.6.2 Визначення режимів різання при чорновому точінні зовнішньої поверхні до $\varnothing 187$

Глибина різання при точінні:

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{191-187}{2} = 2 \text{ мм}, \quad (2.22)$$

де D – діаметр заготовки;

d – діаметр деталі.

Подача: при чорновому обробленні вибирають максимально можливу подачу, виходячи із міцності і жорсткості технологічної системи, потужності привода верстата, міцності пластини різця та інших факторів. $s_{\text{табл}}=0,7$ мм/об [4].

Корегуємо подачу за паспортом верстата: $s_{\text{п}} = 0,6$ мм/об/

Швидкість різання:
$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (2.23)$$

де t – глибина різання;

s – подача;

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

C_v – сталий коефіцієнт, $C_v = 350$;

m, x, y – показники степені, $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ [4].

K_v – поправковий коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi} \cdot K_r, \quad (2.24)$$

K_{Mv} – коефіцієнт, який враховує якість матеріалу, що обробляється;

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_m} \right)^{n_v}, \quad (2.25)$$

$K_r = 1,0$; $n_v = 1$ [4]

$$K_{Mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,23.$$

K_{uv} - коефіцієнт, який враховує матеріал ріжучого інструмента; $K_{uv} = 1$ [4];

K_{mv} - коефіцієнт, який відображає стан поверхні заготовки, $K_{mv} = 0,8$ [4];

$$K_v = 1,23 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,98$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,98 = 162,7 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 162,7}{3,14 \cdot 187} = 277,08 \text{ об/хв.} \quad (2.26)$$

Корегуємо частоту обертання шпинделя за паспортом верстата:
 $n_{п} = 250 \text{ об/хв.}$

Уточнюємо величину швидкості різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 187 \cdot 250}{1000} = 146,79 \text{ м/хв.}$$

Сила різання: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$ (2.27)

де C_p – сталий коефіцієнт, $C_p = 300$; [4]

t – глибина різання, мм;

s – подача, мм/об;

V – швидкість різання, м/хв.;

x, y, n – показники степені, $x = 1; y = 0,75; n = -0,15$ [4];

K_p - поправковий коефіцієнт, який враховує силу різання,

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.28)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.29)$$

$$n = 0,75.$$

$$K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{rp} = 1; K_{\lambda p} = 1 \text{ [4].}$$

$$K_p = 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 146,58^{-0,15} \cdot 0,85 = 1635 \text{ Н}$$

Потужність різання:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020} = \frac{1635 \cdot 146,58}{60 \cdot 1020} = 4,08 \text{ кВт.} \quad (2.30)$$

де V – швидкість різання, м/хв.;

P_z – сила різання, Н.

Отримане значення має відповідати умові:

$$N_p < N_{\text{дв}} \cdot \eta, \quad (2.31)$$

$$N = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт}; \quad 4,08 < 8,8.$$

Отже, умови різання відповідають умовам потужності двигуна верстата.

2.6.3 Використання програми «Secocut» для вибору інструменту та призначення режимів різання на операціях механічного оброблення

Програма «Secocut» призначена для встановлення оптимальних режимів різання на операціях фрезерування, точіння та свердлування. Перевагами програми є можливість вибору прогресивного інструменту для оброблення гами матеріалів, окрім того є можливість познайомитися із сучасними групами матеріалів, що використовуються провідними машинобудівними фірмами багатьох країн.

Використання програми «Secocut» продемонструємо на прикладі операції операції 030 Вертикально-свердлувальна з ЧПК на верстаті мод. 2P135Ф2.

Зміст операції: 1. Центрувати 4 отв. $\varnothing 3,15$. 2. Свердлувати 4 отв. $\varnothing 22$.

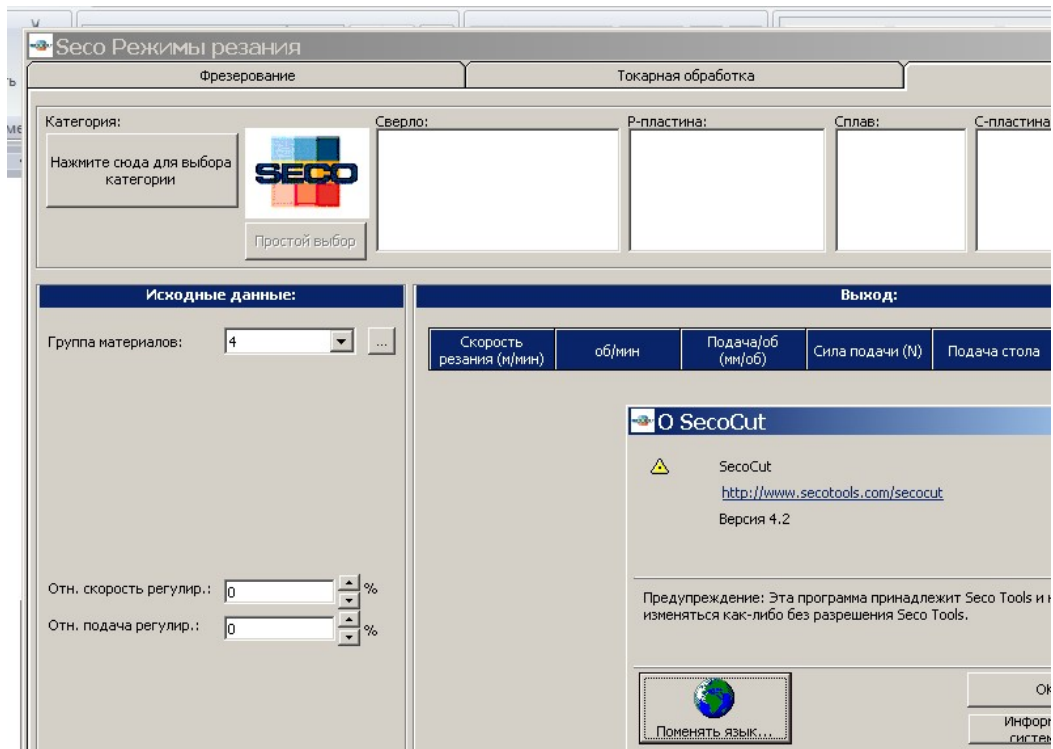


Рисунок 2.3 – Загальний вид вікна для вибору виду оброблення

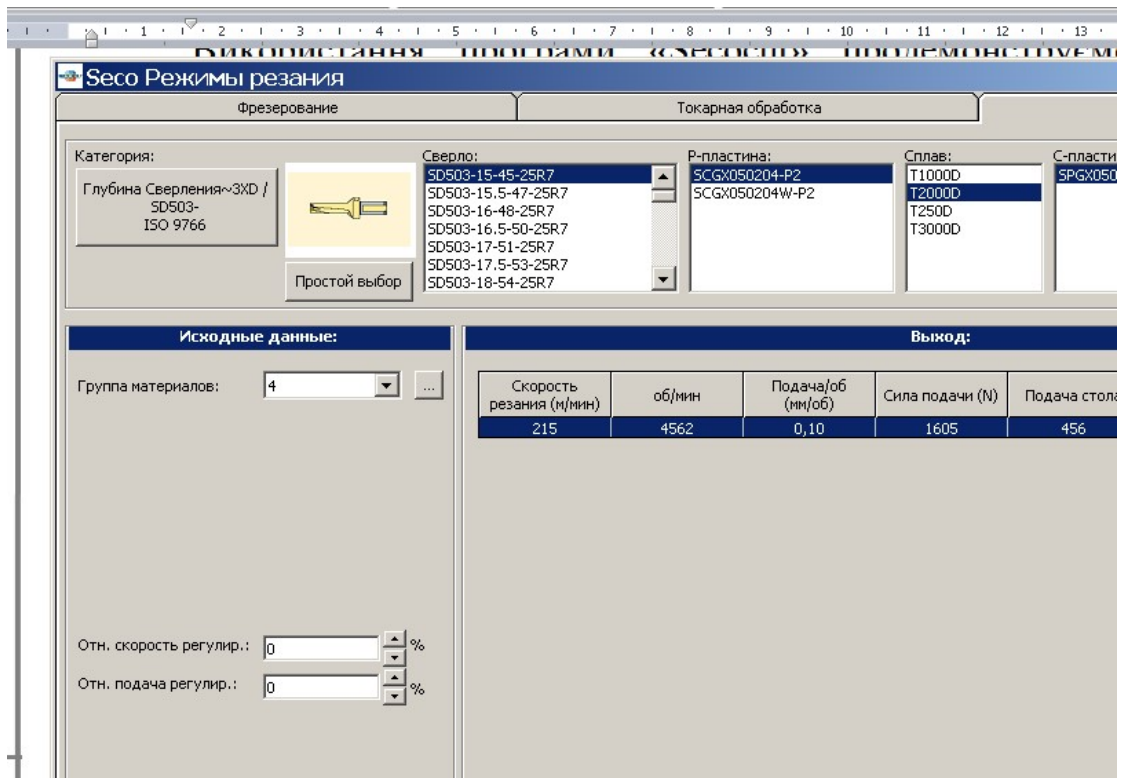


Рисунок 2.4 – Вікно вибору інструменту

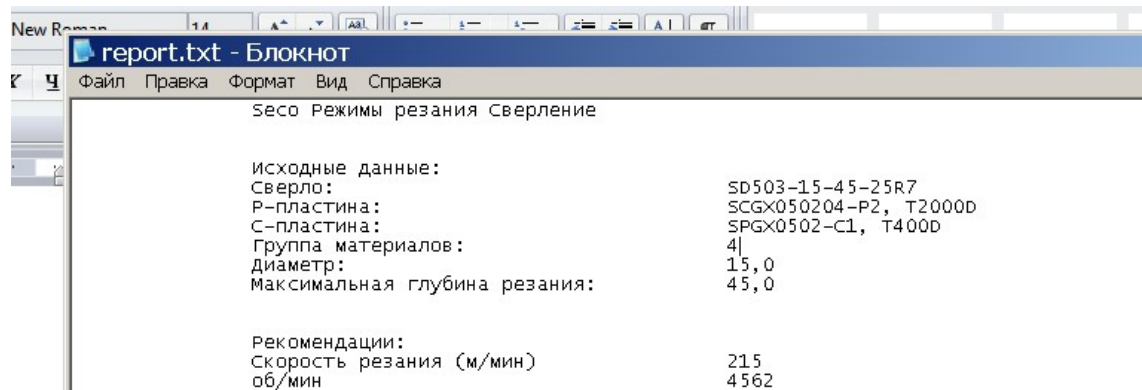


Рисунок 2.5 – Вивід результатів призначення режимів різання

Результаты призначення режимів різання для операції 030 Вертикально-свердлувальна з ЧПК, перехід 2: свердлувати 4 отв. ø 22.

Seco	Режимы резания	Сверление
Исходные данные:		
Сверло:		SD503-15-45-25R7
P-пластина:		SCGX050204-P2, T2000D
C-пластина:		SPGX0502-C1, T400D
Группа материалов:		5
Диаметр:		22,0
Максимальная глубина резания (мм)		11,0
Рекомендации:		
Скорость резания (м/мин)		115
Частота вращения шпинделя (об/мин)		1664
Подача (мм/об)		0,12
Подача (мм/мин)		192
Сила подачи (N)		1605
Момент (N·m)		9,6
Мощность (kW)		3,6

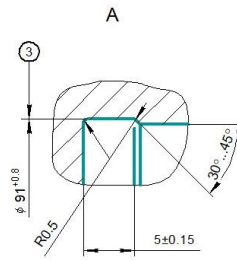
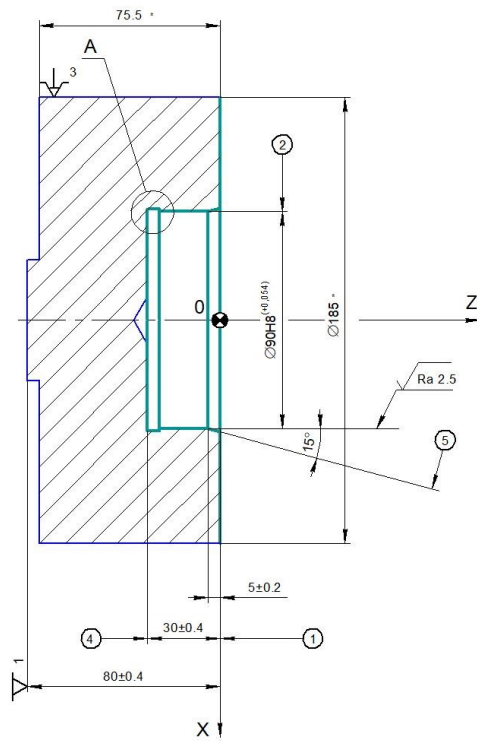
Режими різання для інших переходів та операцій зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 - Режимы різання операцій оброблення деталі «Фланець».

Назва операцій та переходів	t, мм	i	s_p/s_{np} , мм/об.	n_p/n_{np} , об/хв.	$v_p/v_{пв}$, м/хв.	$L_{рез}/L_{р.х}$, мм	S_{XB} , мм/хв	T_o , хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005 Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець поверхні $\phi 58$ ($\phi 50/f7$)	2	1	0,7/0,6	605/ 500	110,3/ 91,1	29/35	300	0,12
2. Точити $\phi 54$ ($\phi 50/f7$), витримуючи розмір 3 мм (5мм)	2	1	0,52/ 0,5	650/ 630	110,3/ 106,8	3/8	315	0,0 3
3. Підрізати торець поверхні $\phi 190$, витримуючи розмір 5мм	2	1	0,7/0,6	184,8/ 160	110,3/ 95,45	66/71	96	0,74
4. Точити $\phi 187$ ($\phi 185$) до кулачків	1,5	1	0,7/0,6	187,8/ 160	110,3/ 93,9	35/40	96	0,42
010 Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець $\phi 190$ в розмір 84 мм (80 мм)	2	1	0,7/0,6	184,8/ 160	110,3/ 95,45	55/60	96	0,63
2. Точити $\phi 187$ (залишок)	1,5	1	0,7/0,6	187,8/ 160	110,3/ 93,9	40/45	96	0,47
3. Центрувати отв. $\phi 3,15$	1,575	1	0,1	697/ 630	6,9/ 6,2	4/10	63	0,2
4. Свердлити отв. $\phi 20$ на глибину 6мм	2	1	0,32/ 0,3	323/31 5	20,31/ 19,8	6/11	94,5	0,1 2
5. Розточити $\phi 86$ ($\phi 90/H8$), витримуючи розмір 30,5мм (30мм)	2	1	0,32/ 0,3	316/31 5	85,4/ 85,06	68/73	94,5	0,7 7
015 Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець поверхні $\phi 54$ в розмір 82мм (80 мм)	1	1	0,42/ 0,4	722/ 630	122,5/ 106,8	27/32	252	0,13
2. Точити $\phi 52$ ($\phi 50/f7$), витримуючи розмір 3мм (5мм)	1	1	0,23/ 0,2	650/ 630	110,3/ 106,8	3/8	126	0,0 6
3. Підрізати торець поверхні $\phi 187$, витримуючи розмір 4,5мм	1	1	0,32/ 0,3	203,8/ 200	119,7/ 117,4	67/72	60	1,2
4. Точити поверхню $\phi 185$ до кулачків	0,5	1	0,25	505/ 500	174,8/ 172,14	26/ 31	125	0,2 5
020 Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець поверхні $\phi 187$ в розмір 80мм.	0,5	1	0,42/ 0,4	187,8/ 160	110,3/ 93,9	35/40	64	0,62 5
2. Точити $\phi 185$ (залишок)	1	1	0,42/ 0,4	187,8/ 160	110,3/ 93,9	40/45	64	0,7
3. Розточити отвір $\phi 88$ ($\phi 90/H8$) з підрізкою торця, витримуючи розмір 30мм	1	1	0,21/ 0,2	408/40 0	112,7/ 110,52	64/69	80	0,8 6
4. Розточити отвір $\phi 89,5$ ($\phi 90/H8$)	0,75	1	0,15/ 0,14	512/50 0	112,7/ 110,52	30/35	70	0,5
5. Розточити фаску, витримуючи розмір 5мм та кут 15° ; отвір $\phi 90/H8$; канавку шириною 5мм, витримуючи р-р $\phi 91$	1	1	0,11/ 0,1	647/ 630	182,8 178	33/ 38	63	0,6
025Токарна з ЧПК 1.Точити поверхню до $\phi 52$ ($\phi 50/f7$)	1	1	0,23/ 0,2	724/ 630	118,3/ 103	3/8	126	0,0 3
2.Точити поверхню до $\phi 50,5$ ($\phi 50/f7$)	0,75	1	0,15/ 0,14	805/ 800	131,3/ 130,6	3/8	112	0,0 7
3.Точити фаску $1 \times 45^\circ$, точити $\phi 50/f7$ з підрізанням торця в розмір 5мм	0,25	1	0,12/ 0,1	858/ 800	134,7/ 125,6	68/73	80	0,9 2
030 Свердлувальна з ЧПК 1. Центрувати 4 отв. $\phi 3,15$	1,575	1	0,1	697/ 630	6,9/ 6,2	4/10	63	0,2
2. Свердлити 4 отв. $\phi 22$	11	1	0,12	1662/ 1600	115,3/ 115,1	75/ 80	200	1,6
035 Горизонтально-фрезерувальна 1. Фрезерувати 2 поверхні, витримуючи розмір 175мм	5	1	2,24	265/ 250	208/ 196,2	60/ 145	560	0,5 2

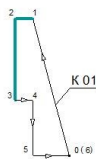
045 Вертикально-фрезерувальна з ЧПК 1. Фрезерувати 2 поверхні, витримуючи розмір 120мм.	5	7	0,75	235/ 200	46,5/ 39,5	30/ 114	150	10, 7
055 Свердлильна з ЧПК 1. Центрувати отв. ø3,15	1,575	1	0,1	697/ 630	6,9/ 6,2	4/10	63	0,2
2. Свердлити отв. ø10 (К 3/8“)	5	1	0,2	560/50 0	17,6/15 ,7	52/57	100	0,5 7
4. Розвернути отв. ø14,8 (К 3/8“)	0,3	1	1,1	49,49/ 40	2,3/ 1,86	20/25	35	0,7 1
5. Зенкувати фаску 1,6×45°;	1,6	1	0,2	212/ 180	15,3/ 12,8	1,6/7	36	0,1 9
6. Нарізати різьбу (К 3/8“)	0,2	1	1,2	58/ 50	2,7/ 2,32	20/25	60	0,6 35
060 Свердлильна з ЧПК 1. Центрувати 7 отв. ø3,15	1,575	1	0,1	697/ 630	6,9/ 6,2	4/10	63	1,4
2. Свердлити 6 отв. ø14 (під М16)на глибину 32мм	7	1	0,16	340/ 315	15,2/ 14,04	32/37	50	4,4 4
3. Зенкувати 6 фасок 1,6×45°	1,6	1	0,2	212/ 180	15,3/ 12,8	1,6/7	36	1,1 4
4. Обробити нарізь М16 в 6 отв. на глибину 24мм	0,2	1	1,2	58/ 50	2,7/ 2,32	20/25	60	3,7 5
5. Свердлувати отв. ø10	5	1	0,2	560/ 500	17,6/ 15,7	52/57	100	0,5 7

2.7 Детальне розроблення операції для верстата з ЧПК



- 1. * Розміри для довідок.
- 2. ±IT14/2.

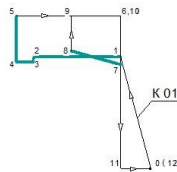
T1



Координати опорних точок, мм

N	1	2	3	4	5
Z	3	0	0	3	3
X	40	40	96	96	200

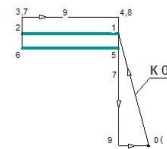
T2



Координати опорних точок, мм

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Z	3	-25	-25	-30	-30	3	3	-8	-8	3	3
X	44	44	45.5	45.5	6	6	47	43	6	6	200

T3



Координати опорних точок, мм

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z	3	-27	-27	3	3	-27	-27	3	3
X	44.75	44.75	40	40	45	45	40	40	200

Режими оброблення

Найменування переходу	Поз. інстр.	V _c , м/хв.	n, хв ⁻¹	t, мм	S _о , мм/об	S _{хв} , мм/хв	T _з , хв.	T _{шт.} , хв.
Розточити поверхню (2) начорно	T3	178	630	0.25	0.1	63	0.60	9,89
Розточити поверхню (2) попередньо	T3	110	500	0.75	0.14	70	0.50	
Розточити фаску (5)	T2	178	630	1.0	0.1	63	0.60	
Точити торець (4)	T2	110	400	1.0	0.2	80	0.80	
Розточити канавку (3)	T2	178	630	1.0	0.1	63	0.60	
Розточити поверхню (2) остаточно	T2	110	400	1.0	0.2	80	0.80	
Точити торець (1)		94	160	0.5	0.4	64	0.62	

Рисунок 2.6 - Операційний ескіз операції 020 Токарна з ЧПК

Керувальна програма на операцію 020 Токарна з ЧПК; верстат токарний з ЧПК мод. 16K20Ф3; система керування – пристрій ЧПК «Електроніка НЦ-31».

N1 T1	N 26 X86000-15°
N 2 M3	N 27 Z-08000
N 3 S400	N 28 X12000
N 4 M8	N 29 Z+03000
N 5 X80000	N 30 X20000
N 6 Z+03000	N 31 Z+10000
N 7 F2	N 32 T3
N 8 Z 0	N 33 M3
N 9 X 19200	N 34 S400
N 10 Z-03000	N 35 M8
N 11 X 2000	N 36 X89500
N 12 Z 10000	N 37 Z+03000
N 13 T2	N 38 F2
N 14 M3	N 39 Z-27000
N 15 S600	N 40 X80000
N 16 M8	N 41 Z+03000
N 17 X 88000	N 42 X90000
N 18 Z+03000	N 43 F2
N 19 F2	N 44 Z-27000
N 20 Z-25000	N 45 X80000
N 21 X91000	N 46 Z+03000
N 22 Z-30000	N 47 X2000
N 23 X 12000	N 48 Z10000
N 24 Z+03000	N 49 M09
N 25 X94000	N 50 M5
	N 51 M30

2.8 Технічне нормування операцій технологічного процесу

Під технічно обґрунтованою нормою часу вважається час, необхідний для виконання заданого обсягу робіт за визначених організаційно-технічних умов і ефективному використанні всіх засобів виробництва та досвіду новаторів.

В середньосерійному виробництві норма штучно-калькуляційного часу визначається за формулою [2]:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт}, \quad (2.32)$$

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

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

$$T_{шт} = T_O + T_D + T_{обсл} + T_{впд}, \quad (2.33)$$

де T_O – основний (машиний) час оброблення, хв.;

T_D – допоміжний час, хв.;

$T_{обсл}$ – час на обслуговування верстата, хв.;

$T_{впд}$ – час на відпочинок та фізіологічні потреби, хв.;

n – кількість деталей в партії.

Норма основного часу визначається шляхом розрахунку за формулами, що враховують вид оброблення та режими різання:

$$T_O = (L_{рх} \cdot i) / s_{хв}, \quad (2.34)$$

де $L_{рх}$ – довжина робочого ходу, мм;

$s_{хв}$ – хвилинна подача, мм/хв.;

i – число проходів.

Норма допоміжного часу T_D визначається за формулою:

$$T_D = t_{yc} + t_{уп} + t_{вим}, \quad (2.35)$$

де t_{yc} – час на встановлення і зняття деталі, хв.;

$t_{уп}$ – час на управління верстатом, хв.;

$t_{вим}$ – час на вимірювання, хв.

Час на обслуговування верстата і відпочинок та особисті потреби береться у відсотках від оперативного часу, який визначають як:

$$T_{оп} = T_O + T_D, \quad (2.36)$$

Норматив підготовчо-заключного часу визначається як сума часу на налагодження верстата та на оброблення пробної деталі.

Розрахунок технічно обґрунтованих норм часу оброблення деталі «Фланець» ведемо шляхом складання таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічне нормування операцій технологічного процесу

Назва операції	T_O , хв	$T_{доп}$, хв	$T_{оп}$	$T_{вп}$	$T_{об}$	$T_{шт}$	$T_{п.з}$	n	$T_{шт.к}$
----------------	------------	----------------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----	------------

		t_{yc}	t_{yn}	$t_{вим}$	ХВ.	ХВ.	ХВ.	ХВ.	ХВ.	ХВ ⁻¹	ХВ.
005 Токарно-гвинторізна	1,31	1,5	1,5	0,4	4,71	0,118	0,188	5,06	26	95	5,12
010 Токарно-гвинторізна	2,19	1,5	1,8	0,6	6,09	0,15	0,24	6,48	26	95	6,53
015 Токарна з ЧПК	1,64	2,4	1,6	1,44	7,08	0,18	0,28	7,54	26	95	7,59
020 Токарна з ЧПК	3,285	2,4	2,1	1,5	9,285	0,23	0,37	9,89	26	95	9,94
025 Токарна з ЧПК	1,02	2,4	1,18	1,5	6,1	0,15	0,24	6,5	26	95	6,55
030 Свердлувальна з ЧПК	1,6	3,6	3,68	0,72	9,6	0,305	0,49	10,39	18	95	13,03
035 Горизонтально-фрезерувальна	0,52	1,8	0,88	0,24	3,44	0,086	0,14	3,66	22	95	3,71
045 Вертикально-фрезерувальна з ЧПК	10,7	1,8	5,6	0,24	18,34	0,46	0,73	19,53	22	95	19,57
055 Свердлувальна з ЧПК	2,875	3,6	2,3	0,72	9,495	0,24	0,38	10,11	18	95	10,147
060 Свердлувальна з ЧПК	11,3	3,6	14,7	0,72	30,32	0,76	1,21	32,29	18	95	32,327

2.9 Оформлення технологічної документації

Для оформлення розроблених технологічних процесів за відсутності відповідних форм, встановлених ДСТУ, застосовуються різні види технологічних документів згідно ГОСТ 3.1118-82.

Заповнення маршрутних, операційних карт механічного оброблення, карт ескізів та інших документів здійснюється у відповідності із загальними вимогами, встановленими ГОСТ 3.1404-86 та ГОСТ 3.1105-84.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристрою для операції 035

Пристрій використовується при фрезеруванні 2-х поверхонь в розмір 175мм на горизонтально-фрезерувальному верстаті 6Р82Г.

3.1.1 Схема базування деталі в пристрої

Схема базування деталі в пристрої представлена на рис. 3.1.

Деталь, встановлена на оправку пристрою, затискається каретками: поз.3 і поз.4, які рухаються по напрямних планках. При затиску деталі каретки поз. 3 з'єднуються до центру оправки, при розтисканні - роз'єднуються; при цьому хід каретки становить 8мм. Каретки приводяться в рух гідроциліндром поз.29, який з'єднаний із важелями шпильками поз.18 і тягами поз.17. Осьове регулювання положення кареток здійснюється муфтою поз.16. Орієнтація положення пристрою на столі верстата здійснюється за допомогою призматичних шпонок поз.19.

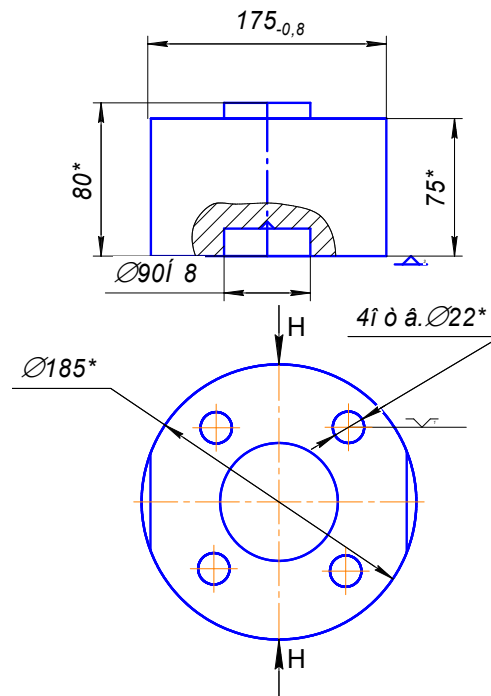


Рисунок 3.1 - Схема встановлення деталі у верстатному пристрої

3.1.2 Розрахунок сили затиску деталі в пристрої

Розрахунок затискної сили Q , прикладеної до оброблюваної деталі по бокових поверхнях, виходячи з максимального значення окружної сил різання P_z , що виникає при фрезеруванні циліндричної поверхні деталі $\varnothing 185\text{мм}$, тристоронньою фрезою $\varnothing 250\text{мм}$, оснащеною вставними ножами із швидкоріжучої сталі.

Розрахункова схема для визначення затискного зусилля пристрою Q представлена на рис. 3.2.

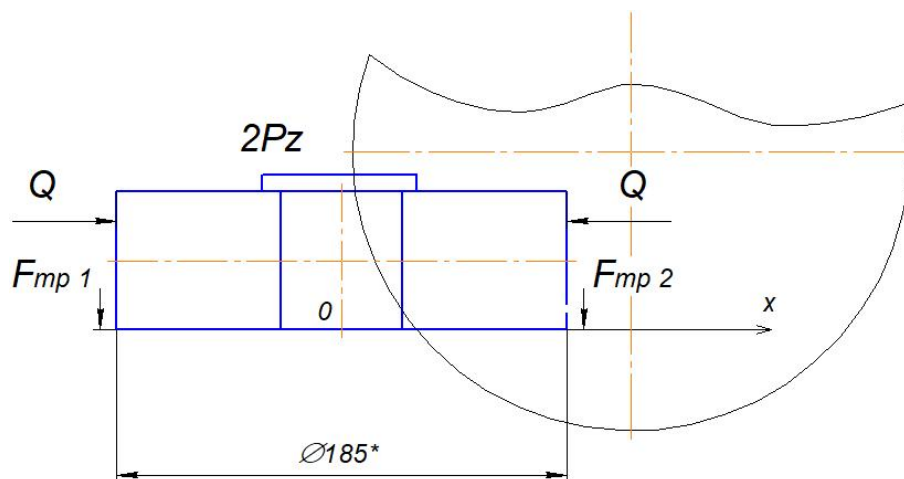


Рисунок 3.2 - Розрахункова схема для визначення зусилля затиску Q

Значення окружної сили різання P_z визначимо за формулою [4]

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^{x_p} \cdot s_z^{y_p} \cdot B^{U_p} \cdot Z}{D^{W_p} \cdot n^{W_p}} \cdot K_p \text{ Н}, \quad (3.1)$$

де $C_p=82,5$; $x_p=0,95$; $y_p=0,8$; $U_p=1,1$; $W_p=0$; $q_p=1,1$, [4].

Елементи режиму різання на операції фрезерування циліндричної поверхні, що входять у формулу вище, мають наступні значення:

$$\text{подача на зубець } s_z = \frac{S_o}{Z} = \frac{2.24}{18} = 0.12 \text{ мм/на зубець};$$

глибина фрезерування $t=5\text{мм}$;

ширина фрезерування $B=75\text{мм}$;

число зубців фрези $Z=18$;

діаметр фрези $D=250\text{мм}$;

частота обертання фрези 250 об/хв. ;

подача на оберт фрези $s_o=2.24\text{мм/об.}$

K_p – поправковий коефіцієнт, який враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу, визначається за формулою [4]

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\delta_B}{750} \right)^{n_p},$$

де δ_B - тимчасовий опір матеріалу деталі для сталі 45 ДСТУ 7809:2015 тердістю $220\dots240\text{ НВ}$, $\delta_B=610\text{ МПа}$;

$$n_p=0,3, [15].$$

Таким чином, $K_p = K_{mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,3} = 0,81^{0,3} = 0,94.$

Тоді
$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 5 \cdot 5^{0,95} \cdot 0,12^{0,8} \cdot 75^{1,1} \cdot 18}{250^{1,1} \cdot 250^0} \cdot 0,94 = 3132\text{ Н}.$$

Сили тертя, які діють на цій поверхні, перешкоджають зміщенню деталі від дії окружної сили різання P_z . Умова статичної рівноваги деталі у пристрої запишеться як [5]

$$2 \cdot P_z \cdot k \leq F_{tp1} + F_{tp2}, \quad (3.2)$$

де P_z – окружна сила різання, яка діє при фрезеруванні поверхонь деталі, $P_z=3132\text{Н}$;

k – коефіцієнт запасу, що визначається за формулою [5]:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

тут $k_0=1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу;

$$k_1=1,2; k_2=1; k_3=1; k_4=1; k_5=1; k_6=1, [5]$$

тоді
$$k = 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8.$$

F_{tp1} - сила тертя, яка діє по привалочній (установочній) поверхні деталі:

$$F_{\text{тр1}} = Q \cdot f_1; \quad (3.3)$$

тут Q - зусилля затиску пристрою;

f_1 - тертя по циліндричній поверхні деталі, $f_1=0,19$.

$F_{\text{тр2}}$ - сила тертя по притискній циліндричній поверхні деталі.

$$F_{\text{тр2}} = Q \cdot f_2 \quad (3.4)$$

Варто відмітити, що $f_1 = f_2 = 0,19$.

Тоді величина затискного зусилля пристрою Q визначиться з умови:

$$2 \cdot P_z \cdot k \leq 2 \cdot Q \cdot f, \quad (3.5)$$

$$Q \geq \frac{2 \cdot P_z \cdot k}{2 \cdot f_1} = \frac{2 \cdot 3132 \cdot 1.8}{2 \cdot 0.19} = 29988 \text{ Н} \quad (3.6)$$

3.1.3 Розрахунок гідропривода пристрою

Розрахунок гідропривода фрезерувального пристрою полягає у визначенні діаметра безштокової порожнини гідроциліндра, який служить лінійним гідродвигуном цього пристрою.

Для цього визначимо зусилля на штоку гідроциліндра пристрою, яке необхідне для створення розрахункової величини зусилля затиску Q .

Зусилля на штоку гідроциліндра W визначається за формулою [5]:

$$W = Q \cdot \frac{l}{l_1} \cdot \frac{1}{\eta} \text{ Н}, \quad (3.7)$$

де Q – зусилля затиску деталі у пристрої, $Q=29988 \text{ Н}$;

l і l_1 - довжини плеч важеля (поз.10 за складальним креслеником пристрою), $l=44 \text{ мм}$; $l_1=85 \text{ мм}$;

η – коефіцієнт, який враховує тертя у важелі, $\eta=0,95$.

Тоді зусилля на штоку гідроциліндра буде

$$W = 29988 \cdot \frac{44}{85} \cdot \frac{1}{0,95} = 16340H .$$

Отже, необхідне зусилля на штоку гідроциліндра W має бути не менше 16340Н.

Діаметр безштокової порожнини гідроциліндра D визначиться за формулою [5]:

$$W \leq \frac{\pi D^2}{4} \rho \cdot \eta \text{ Н}, \quad (3.8)$$

де W – сила, яка діє на важіль затискного механізму з боку штока гідроциліндра, $W=16340\text{Н}$;

D – діаметр безштокової порожнини гідроциліндра;

ρ – тиск робочої рідини сгідросистемі, приймаємо $\rho=6,3\text{МПа}$;

η – ККД гідроциліндра, $\eta=0,9$.

Отже, діаметр поршневої порожнини гідроциліндра рівний

$$D_{ц} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16340}{3,14 \cdot 6,3 \cdot 0,90}} = \sqrt{3671} = 60,59\text{мм}$$

Із нормалізованого ряду діаметрів гідро- та пневмоциліндрів приймаємо діаметр гідроциліндра $D_{ц}=63\text{мм}$. Діаметр штока гідроциліндра приймаємо рівним $d_{шм}=32\text{мм}$. Вибираємо стандартний гідроциліндр для верстатних пристроїв [6]. Дійсне зусилля затиску деталі

$$W_{\circ} = \frac{3,14 \cdot 63^2}{4} \cdot 6,3 \cdot 0,9 = 17666H .$$

3.1.4 Перевірочний розрахунок на міцність найбільш навантаженої деталі

Найбільш навантаженими деталями пристрою є гвинти М12 (поз.18), які з'єднують кронштейн (поз.11) та плиту (поз.2) пристрою.

На гвинт з боку важеля діє розтягувальна сила P_0 , яка створює в матеріалі гвинтів нормальні напруги розтягу δ_p . Умова міцності гвинтів матиме вигляд $\delta_p \leq [\delta_p]$. Допустимі напруги розтягу для матеріалу гвинтів класу міцності 10.9, що виготовлені із сталі 40Х ГОСТ 4543-71, будуть $[\sigma_p]=270\text{МПа}$ [7].

Величина δ_p визначиться за формулою:

$$\delta_p = \frac{P_0}{2 \cdot F_0} \text{ МПа}, \quad (3.9)$$

де P_0 – сумарне осьове зусилля, що діє на гвинти, $P_0 = Q+W=47654\text{Н}$;

F_0 – площа поперечного перерізу одного гвинта по внутрішньому діаметру d_1 , для нарізі М12 $d_1 = 10,6\text{мм}$ [6];

$$F_0 = \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 10.6^2}{4} = 88.2 \text{ мм}^2.$$
$$\delta_p = \frac{47654}{2 \cdot 88,2} = 270 \leq [\delta_p] = 270 \text{ МПа}.$$

Таким чином, умова міцності гвинтів М12, які з'єднують кронштейн і плиту пристрою, забезпечена.

3.1.5 Розрахунок допустимої похибки виготовлення пристрою

Точність виконання операційного розміру, який визначає розташування поверхонь лисок деталі в розмір $B=175\text{мм}$, визначається настроюванням інструменту. Розташування торцевих поверхонь, що фрезеруються, регламентується допуском їх відхилення від перпендикулярності від базової площини, який визначається точністю виготовлення установочних поверхонь пристрою.

Точність виконання пристрою в даному випадку визначається допуском паралельності установочної горизонтальної поверхні опор (поз.8) відносно привалочної горизонтальної поверхні корпусу (поз.1), тобто, поверхні Е.

Величину розрахункового допуску паралельності, яка і визначає точність виготовлення пристрою, розраховуємо за формулою [5]:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k \cdot \sqrt{(k_1 \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_\varepsilon^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{ін}^2 + (k_2 \cdot \omega)^2} \quad (3.10)$$

де ε_{np} – точність виготовлення нового пристрою, визначається допуском паралельності її установчих поверхонь, мм;

δ – допуск перпендикулярності поверхонь деталі, що обробляються, відносно осі поверхні деталі Ø185/Ø90Н8, $\delta=0,16$ мм [5];

ε_δ - похибка базування деталі в пристрої, $\varepsilon_\delta = 0$, так як вимірювальна і установочна бази збігаються;

ε_ε - похибка закріплення деталі у пристрої, $\varepsilon_\varepsilon = 0,050$ мм [5];

$\varepsilon_{уст}$ - похибка встановлення пристрою на столі верстату, виходячи зі схеми встановлення, $\varepsilon_{уст} = 0$;

$\varepsilon_{зн}$ - похибка, яка виникає в результаті зношування деталі пристрою, $\varepsilon_{зн} = 0,040$ мм [5];

$\varepsilon_{ін}$ – похибка зміщення ріжучого інструменту, $\varepsilon_{ін} = 0$

Напрямні елементи пристрою відсутні, тому:

ω – економічна точність оброблення, величину ω знаходимо за паспортом верстата мод. 6Р82Г; $\omega=0,05$ мм. приймаючи $k_2=0,7$, знаходимо значення $k_2 \cdot \omega = 0.7 \cdot 0,05 = 0.035$ мм;

k – *к-т*, який враховує можливе відхилення від нормального закону розподілу окремих складових, $k=1,2$ [5].

Отже,

$$\varepsilon_{np} \leq 0,16 - 1,2 \cdot \sqrt{0,050^2 + 0,040^2 + 0,035^2} = 0,160 - 1,2 \cdot 0,0728 = 0,160 - 0,087 = 0,073 \text{ мм} .$$

Призначаємо допуск паралельності установочних поверхонь пристрою - $\varepsilon_{np}=0,070\text{мм}$. Призначену величину вказуємо в технічних вимогах на складальному кресленіку пристрою.

3.1.6 Описання конструкції і принципу роботи пристрою

Пристрій фрезерувальний призначений для фрезерування лисок на циліндричній поверхні $\varnothing 185$ деталі «Фланець ДА 3032-317.401» в розмір $H=175\text{мм}$ на горизонтально-фрезерувальному верстаті моделі 6Р82Г.

Деталь встановлюється в пристрій на опорні пальці (поз.8) по торцевій поверхні, яка на даній операції виступає як головна установочна база, завдяки якій на деталь в пристрої накладається три зв'язки, позбавляючи її 3-х ступенів вільності.

Поверхня отвору $\varnothing 90H8$, по якій деталь встановлюється на оправку (поз.20) є на даній операції упорною поверхнею установочної бази, по якій на деталь накладається ще 2 зв'язки, лишаючи її 2-х ступенів вільності.

Поверхня отвору $\varnothing 22$, по якій деталь встановлюється на зрізаний палець (поз. 9) на даній операції є упорною установочною базою, по якій на деталь накладається ще 1 зв'язок, лишаючи її ще одного ступеня вільності.

Таким чином, при базуванні деталі в пристрої на неї накладається 6 зв'язків, лишаючи її 6-ти ступенів вільності. Правило «шести точок» виконується і положення деталі однозначно визначене в робочому просторі верстата.

3.2 Проектування контрольно-вимірювального пристрою

3.2.1 Розрахунок контрольного пристрою на точність

Контрольно-вимірвальний пристрій призначений для контролю радіального биття поверхні $\varnothing 50f7$ відносно осі отвору $\varnothing 90H8$ деталі «Фланець ДА 3032.317.401». Пристрій є спеціальним, метод вимірювання – відносний.

Розрахунком контрольного пристрою на точність визначаємо похибку вимірювання, яку забезпечує даний пристрій при проведенні вимірювання величини радіального биття поверхні $\varnothing 50f7$, що контролюється, відносно осі поверхні $\varnothing 90H8$.

Похибка вимірювання визначається за формулою [7]:

$$\varepsilon_{вим} = k \cdot \sqrt{(k_1 \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{ин}^2 + (k_2 \cdot \omega)^2} \leq \frac{1}{3} \delta \text{ мм,}$$

де $\varepsilon_{вим}$ - похибка вимірювання величини радіального биття контролюємої деталі;

δ - допуск радіального биття вказаний на креслені деталі, $\delta=0,06\text{мм}$;

ε_δ - похибка базування, ε_δ рівна допуску овальності поверхні $\varnothing 90H8$, яка є базовою поверхнею, $\varepsilon_\delta = 0,02\text{мм}$;

k_1 – коефіцієнт, що враховує серійність виробництва, для серійного виробництва $k_1 = 0,8$ [5], с.162;

ε_3 - похибка закріплення, в радіальному напрямку $\varepsilon_3 = 0$ [5];

$\varepsilon_{уст}$ - похибка встановлення в пристрої, відповідно схеми встановлення $\varepsilon_{уст} = 0$;

ω – точність вимірвального інструменту, для індикаторної головки 1 НГ ГОСТ 18833-73 з ціною поділки $\Delta = 0,001\text{мм}$ допустима похибка вимірювання становить $\omega = 0,001\text{мм}$;

$k_2 = 0.7$, тоді $k_2 \cdot \omega = 0,7 \cdot 0,001 = 0,0007\text{мм}$;

$k = 1,2$ [5].

Тоді, $\varepsilon_{вим} = 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,02)^2 + 0,0007^2} = 1,2 \cdot \sqrt{0,0002564} = 0,0192 \text{ мм.}$

$$\varepsilon_{вим} = 0,0192 \leq 1/3 \cdot 0,06 = 0,02 \text{ мм.}$$

Таким чином, похибка вимірювання радіального биття поверхні $\varnothing 50f7$ відносно осі отвору деталі $\varnothing 90H8$ на даному пристрої є меншою значення

0,019мм, що не перевищує максимально допустиму величину похибки вимірювання, яка дорівнює 0,02мм. Отже, контрольний пристрій придатний.

3.2.2 Описання конструкції і принципу роботи контрольного пристрою

Контрольно-вимірювальний пристрій складається з корпусу (поз.3), в який по отвору $\varnothing 45H7$ запресована установочна втулка (поз.5). Деталь, що контролюється, встановлюється на оправку по отвору $\varnothing 90H8$ і підтискається до установочної поверхні втулки підпружиненою ніжкою (поз.6).

В процесі вимірювання величини радіального биття деталь вручну повертається навколо своєї осі. Щуп (поз.11) встановлений у важелі (поз.7) підводиться до поверхні $\varnothing 50f7$. Вимірювання проводиться індикаторною голівкою ІНГ ГОСТ 18833-73, яка встановлюється в кронштейні (поз.8) і закріплюється гвинтом (поз.14).

На робочу ніжку індикатора діє важіль (поз.7), який штифтом (поз. 23) кріпиться до кронштейна (поз. 8) пристрою.

Кронштейн (поз.8) пальцем, (поз.9) закріплюється до штанги (поз.10), яка фіксується колодкою (поз.13) і двома гвинтами (поз.16) до штатива (поз.1) пристрою.

Величина допуску радіального биття поверхні деталі, що контролюється, визначається за різницею показань індикаторної головки при здійсненні одного повного оберту деталі на втулці (поз.5) в корпусі (поз.3).

3.3 Проєктування калібра-скоби для контролю розміру поверхні $\varnothing 50f7$

-0,025
-0,050

3.3.1 Призначення та область застосування граничних калібрів [8]

Калібри – це безшкальні засоби вимірювання, що використовуються для контролю розмірів, форми та взаємного розміщення поверхонь деталей. Калібри застосовують для контролю розмірів поверхонь деталей з допуском ІТ6...ІТ17 в умовах серійного чи масового виробництва. Деталі з допусками на

розміри поверхонь IT5 і точніших контролюють універсальними засобами вимірювання – оптиметрами, мікроскопами, оптикаторами тощо. За допомогою калібрів деталі сортують на три групи: придатні деталі, брак за завищеними розмірами та брак за заниженими розмірами.

Розрізняють калібри нормальні та калібри граничні.

Нормальними калібрами називають калібри, розміри яких відповідають номінальним розмірам об'єкта, що контролюється. Серед нормальних калібрів бувають такі калібри як шаблони, щупи, конусні калібри тощо.

Граничні калібри призначені для контролю граничних розмірів поверхонь деталей. З допомогою граничного калібру визначають, чи знаходиться дійсний розмір вимірюваної поверхні між найбільшим та найменшим граничними розмірами. Граничні калібри мають прохідний бік - ПР і непрохідний - НЕ. Якщо прохідний калібр проходить через контрольовану поверхню, а непрохідний - не проходить, то це означає, що розмір даної поверхні знаходиться між заданими граничними обмеженнями і деталь придатна до використання.

Граничні калібри класифікують наступним чином:

- за формою контрольованої поверхні розрізняють: калібри для контролю отворів (калібри-пробки); калібри для контролю валів (калібри-скоби); калібри для перевірки лінійних розмірів (довжини, висоти, глибини і т.п.); для контролю правильності розміщення різних частин і поверхонь деталей;
- залежно від контрольованої границі поверхні поділяють калібри на прохідні (ПР) та непрохідні (НЕ);
- за призначенням калібри поділяють на робочі та контрольні. Робочими калібрами контролюють деталь під час її виготовлення. Контрольні калібри призначені для перевірки робочих калібрів-скоб при їх виготовленні та експлуатації, а також під час настроювання регульованих калібрів. Контрольні калібри є непрохідними і використовуються для вилучення з експлуатації зношених прохідних робочих калібрів-скоб. Застосування контрольних калібрів вносить похибки у вимірювання, тому

перевагу слід надавати кінцевим мірам довжини та універсальним засобам вимірювання;

- за формою вимірюваних поверхонь розрізняють калібри комплексні та елементні. Форма вимірюваних поверхонь комплексних калібрів така, як форма спряжених поверхонь, наприклад, калібр-пробка для контролю розміру отвору. Комплексним калібром не можна контролювати окремі параметри поверхні (конусоподібність, овальність), а тільки з'ясувати придатність деталі;
- за конструкцією розрізняються калібри жорсткі, регульовані, одnobічні граничні та двобічні граничні.

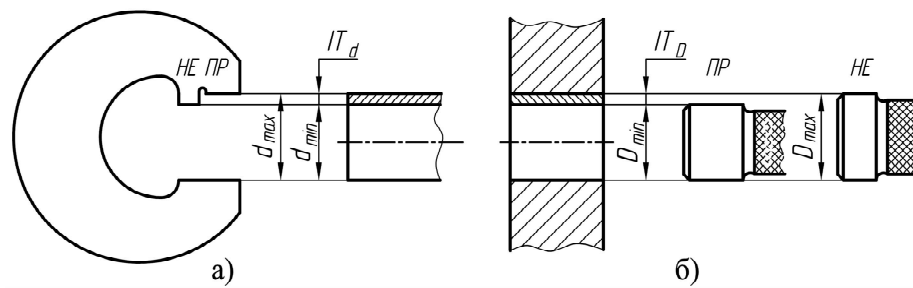


Рисунок 3.1 – Схема контролю граничними калібрами: а) - схема контролю вала калібром-скобою; б) - схема контролю отвору калібром-пробкою

На рис. 3.1 позначено: d_{max} і d_{min} - найбільший та найменший граничні розміри вала; D_{max} і D_{min} - найбільший та найменший граничні розміри отвору; T – допуск розміру на виготовлення отвору чи вала.

Розміри вимірювальних поверхонь калібрів, як і розміри поверхонь деталей, неможливо виконати абсолютно точно, тому на розміри прохідних і непрохідних калібрів передбачають допуски на виготовлення. У процесі роботи під час вимірювання поверхні калібрів стираються і їхні розміри змінюються - розміри пробок зменшуються, а розміри скоб - збільшуються.

Через зношування прохідного калібру може змінитися характер з'єднання деталей. Тому крім допусків на виготовлення передбачають допуски на зношування калібрів. Через те, що прохідні калібри зношуються значно інтенсивніше від непрохідних, допуск на зношування встановлено лише для

прохідних калібрів, що обмежує вихід розмірів калібрів за границі поля допуску деталі.

3.3.2 Розрахунок виконавчих розмірів калібру скоби для контролю розміру поверхні $\varnothing 50f7(-0,025 / -0,050)$

Визначаємо розміри калібр-скоби для поверхні діаметром $\varnothing 50f7(-0,025 / -0,050)$ [6].

Граничні розміри поверхні:

$$d_{max} = d + es = 50 - 0,025 = 49,975 \text{ мм}$$

$$d_{min} = d + ei = 50 - 0,05 = 49,95 \text{ мм}$$

Вибираємо значення допусків і відхилень за ДСТУ ISO 1502:2006:

Z_1 - відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру вала відносно граничного розміру виробу, мкм;

Y_1 - допустимий вихід розміру зношеного прохідного калібру валів за межу поля допуску виробів, мкм;

H_1 - допуск на виготовлення калібрів для вала;

H_p - допуск на виготовлення контрольних калібрів-скоб.

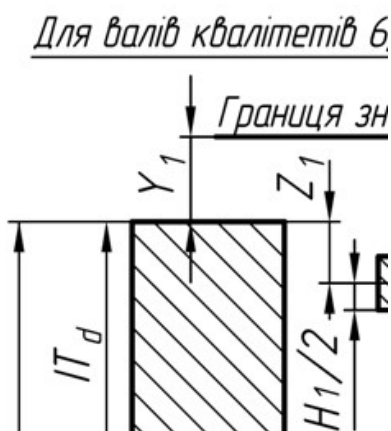


Рисунок 3.2 - Схема розміщення полів допусків калібру-скоби для номінальних розмірів до 180 мм 7-го квалітету

За ДСТУ ISO 1502:2006 знаходимо нормативні допуски та дані для визначення розмірів калібрів та контр-калібрів:

$$Z_1=3,5\text{мкм}; Y_1=3\text{мкм}; H_1=4\text{мкм}; H_P=1,5\text{мкм}.$$

У відповідності з вибраною схемою полів допусків калібрів розраховуємо граничні розміри:

- калібрів-скоб для валів:

$$\text{ПР} = d_{max} - Z_1 = 49,975 - 0,0035 = 49,9715 \text{ мм}$$

$$\text{НЕ} = d_{min} = 49,95 \text{ мм}$$

- контрольних калібрів для калібрів-скоб:

$$\text{К} - \text{ПР} = d_{max} - Z_1 = 49,975 - 0,0035 = 49,9715 \text{ мм}$$

$$\text{К} - \text{НЕ} = d_{min} = 49,95 \text{ мм}$$

$$\text{К} - \text{З} = d_{max} + Y_1 = 49,975 + 0,003 = 49,978 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні розміри калібрів-скоб для контролю валів:

$$\text{ПР}_{max} = d_{max} - Z_1 + \left(\frac{H_1}{2} \right) = 49,975 - 0,0035 + (0,004/2) = 49,9735 \text{ мм}$$

Найменший розмір прохідної частини нової калібр-скоби:

$$\text{ПР}_{min} = d_{max} - Z_1 - \left(\frac{H_1}{2} \right) = 49,975 - 0,0035 - (0,004/2) = 49,9695 \text{ мм}$$

Розмір калібру ПР, що вказується на кресленику, при допускові на виготовлення $H_1 = 4 \text{ мкм}$ дорівнює $49,9695^{+0,004} \text{ мм}$.

Найбільший розмір зношеної калібр-скоби при допускові на зношування $Y_1 = 3 \text{ мкм}$ дорівнює:

$$\text{ПР}_{зн} = d_{max} + Y_1 = 49,975 + 0,003 = 49,978 \text{ мм}$$

$$\text{НЕ}_{max} = d_{min} + \left(\frac{H_1}{2} \right) = 49,950 + \left(\frac{0,004}{2} \right) = 49,952 \text{ мм}$$

Найменший розмір непрохідної частини калібр-скоби:

$$\text{НЕ}_{min} = d_{min} - \left(\frac{H_1}{2} \right) = 49,950 - \left(\frac{0,004}{2} \right) = 49,948 \text{ мм}$$

Розмір калібру НЕ, що проставляється на кресленику, $49,948^{+0,004} \text{ мм}$.

Виконавчі розміри калібру:

$$\text{ПР} = \text{ПР}_{min} = 49,9695 \text{ мм}$$

$$\text{НЕ} = \text{НЕ}_{min} = 49,948 \text{ мм}$$

Розміри контрольних калібрів до калібрів-скоб:

а) для контролю прохідної частини калібру-скоби

$$(K - ПР)_{max} = d_{max} - Z_1 + \frac{H_p}{2} = 49,975 - 0,0035 + \frac{0,0015}{2} = 49,97225 \text{ мм}$$

Розмір калібру $K - ПР$, що проставляється на кресленнику, дорівнює $49,97225_{-0,0015}$ мм.

б) для контролю непрохідної сторони скоби

$$(K - HE)_{max} = d_{min} + \frac{H_p}{2} = 49,95 + \frac{0,0015}{2} = 49,95075 \text{ мм}$$

Тоді розмір калібру $K - HE$, що проставляється на кресленнику, дорівнює $49,95075_{-0,0015}$ мм.

в) для контролю зношування прохідної сторони калібру-скоби

$$(K - И)_{max} = d_{max} + Y_1 + \frac{H_p}{2} = 49,975 + 0,003 + \frac{0,0015}{2} = 49,97875 \text{ мм}$$

Тоді розмір калібру $K - И$, що проставляється на кресленнику, дорівнює $49,97875_{-0,0015}$ мм.

При маркуванні на калібр наносять: номінальний розмір деталі, для якої призначено калібр, буквенні позначення поля допуску (квалітет) елемента виробу, значення граничних відхилень його розміру в мм, тип калібру (ПР, HE, К-И), товарний знак заводу-виробника.

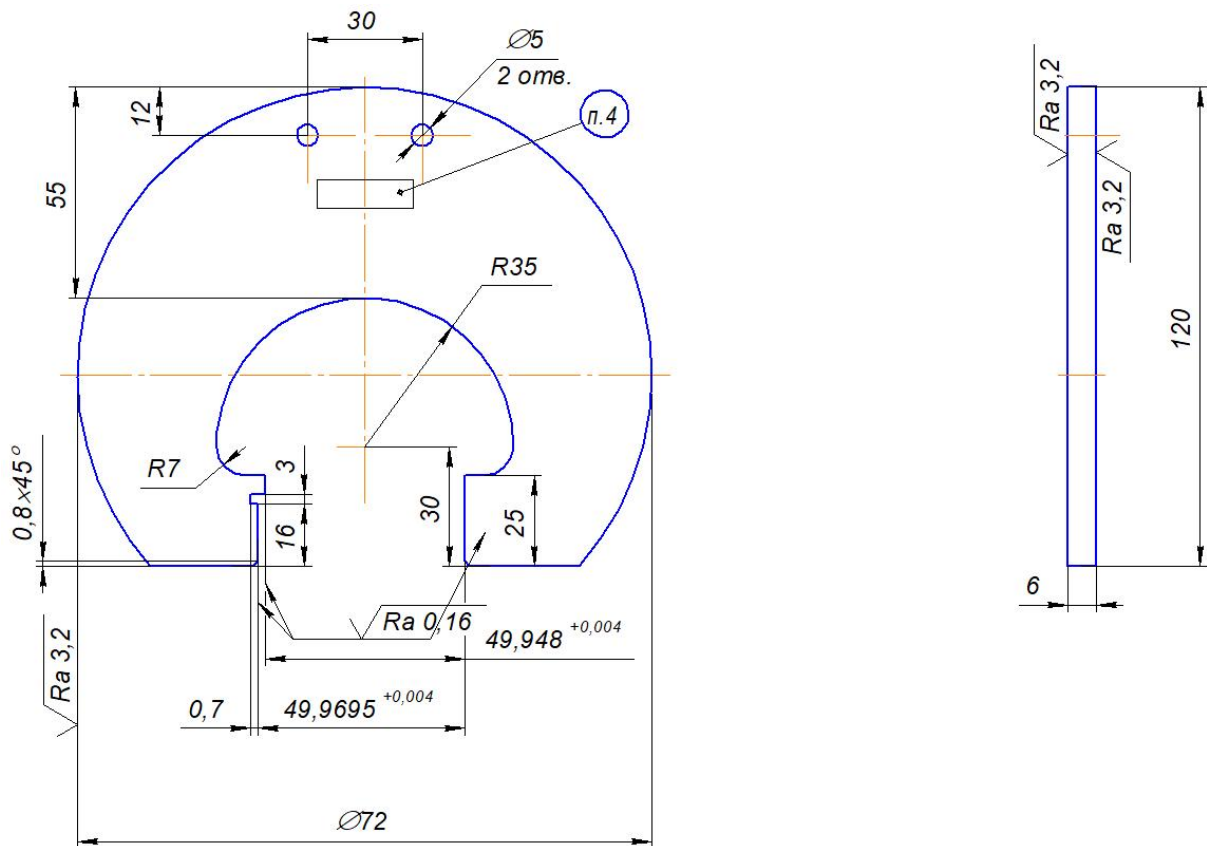


Рисунок 3.3 – Калібр-скоба для контролю розміру $\varnothing 50f7$ ($\begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,050 \end{smallmatrix}$)

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Характеристика основних небезпек та шкідливостей розробленого технологічного процесу [9]

В розробленому технологічному процесі виготовлення деталі «Фланець ДА 3032-317.401» застосовується наступне металорізальне обладнання: токарно-гвинторізні верстати мод. 16К20, токарні верстати з ЧПК мод. 16К20Ф3, вертикально-свердлувальні верстати мод. 2Р135Ф2, горизонтально-

фрезерувальні верстати мод. 6P82Г, вертикально-фрезерувальні верстати з ЧПК мод. 6P13Ф3. Також використовуються верстатні пристрої для закріплення деталей при свердлуванні і розточуванні отворів та фрезеруванні плоских поверхонь. При роботі на металорізальних верстатах можуть мати місце небезпеки, що пов'язані з наступними чинниками:

1) різальний інструмент, як правило, не передбачає наявності навколо нього захисної огорожі. В цьому випадку можливе захоплення елементів одягу робітника інструментом, який обертається, що може призвести до нещасного випадку. Це стосується робіт при свердлуванні на верстаті мод. 2P135Ф2, при фрезеруванні на верстатах мод. 6P82Г і 6P13Ф3. При роботі на токарно-гвинторізних верстатах та токарних верстатах з ЧПК також можливе захоплення деталлю, що обертається.

Небезпека нещасного випадку може виникати і при поломці інструменту. Уламки, які при цьому розлітаються, можуть нанести травму робітнику, якщо не будуть застосовані огорожувальні пристрої та засоби індивідуального захисту. При налагоджуванні верстатів також можуть бути завдані травми приводними механізмами верстатів, якщо не вжити запобіжних заходів. Травми верстатник може отримати як в процесі експлуатації верстата, так і при прибиранні робочого місця.

Зливна стружка при точінні сталі 45 може наносити травми, інколи з важкими наслідками (порізи рук, ніг, інших частин тіла). При виникненні в процесі різання зливної стружки бажано використовувати різці зі стружколомами.

Стружка при фрезеруванні на верстаті 6P82Г може відлітати на значну відстань, що може нанести травму очей, опіки обличчя і рук.

При невірному розрахунку сил закріплення деталі в пристрої може відбутися виривання заготовки з пристрою, а саме при фрезеруванні на верстатах 6P82Г, 6P13Ф3 і свердлуванні на верстаті 2P135Ф2.

Рухомі частини верстатів (столи фрезерувальних верстатів, стіл свердлувального верстата) також можуть привести до травми в разі, якщо робітник не помітить їхнього руху.

Так як усі верстати машинобудівних дільниць працюють від електромережі, то виникає небезпека ураження електричним струмом. Для того, щоб ушкодження електричним струмом були зведені до мінімуму, усі з'єднання, через які протікає електричний струм, у даному обладнанні мають бути надійно ізольовані. Основні заходи захисту від ураження струмом забезпечують наступним: неприступність струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, для випадкового дотику; електричний поділ мережі; усунення небезпеки ураження з появою напруги на корпусах, що досягається застосуванням захисного заземлення, організація безпечної експлуатації верстатів.

Негативним явищем роботи на дільниці є шум, який виникає внаслідок роботи робочих органів верстатів. Шум, особливо сильний, шкідливо відбивається на здоров'ї і працездатності працівників. Людина, працюючи при шумі, звикає до нього, але тривала дія сильного рівня шуму викликає загальне стомлення, може призвести до глухоти. Впливаючи на кору головного мозку, шум спричиняє також дратівну дію, прискорює процес стомлюваності, послаблює увагу і сповільнює психічні реакції. З цих причин сильний шум в умовах машинобудівного виробництва може сприяти виникненню травматизму.

Звукові коливання сприймаються не тільки вухом, але й безпосередньо через кістки черепа (так називана кісткова провідність), що при високих рівнях шуму збільшує його шкідливу дію. При дії рівня шуму більш 145дБ можливий розрив барабанних перетинок. Вплив шуму різного спектрального складу різниться. Це зв'язано з тим, що органи слуху мають неоднакову чутливість до різних його частот.

З погляду характеристик розрізняють шуми постійні (зміна за зміну в межах до 5дБ) і непостійні (зміна за зміну більш 5дБ). Останні впливають на людину сильніше, тому що адаптація органів слуху до перемінного звукового

подразнення утруднена. Найбільш несприятливо впливають імпульсні шуми, що являють собою послідовність звукових імпульсів дуже малої тривалості. Усі зазначені вище обставини знайшли своє відображення при нормуванні шуму в машинобудуванні.

Вірно спроектоване освітлення, що забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності, теж дуже важливе, так як збереження зору людини, стан її центральної нервової системи і безпеки у виробничих умовах в значній мірі залежить від умов освітлення. Від освітлення також залежать продуктивність праці і якість продукції, що випускається.

Кожен робітник зобов'язаний суворо виконувати всі правила безпеки, вимагати від адміністрації проведення інструктажів з техніки безпеки, обов'язково користуватися спецодягом, спеціальними рукавицями, індивідуальними засобами захисту, при виявленні можливої небезпеки негайно попередити колег і сповістити адміністрацію, дотримуватись чистоти й порядку на робочому місці, не мити руки в мастилі, емульсії, гасі тощо.

Розглянувши небезпечні та шкідливі чинники технологічного процесу, можна зробити висновок, що, в основному, заходи із зменшення рівня небезпеки при роботі на верстатах при правильній організації охорони праці на машинобудівних дільницях виконуються. Але необхідно постійно слідкувати за справністю верстатів та верстатних пристроїв, так як в разі їх виходу з ладу різко підвищується небезпека виникнення нещасних випадків, тому потрібно постійно слідкувати за дотриманням правил з техніки безпеки при роботі на металообробному обладнанні та передуючи в цеху чи на дільниці машинобудівного виробництва.

4.2 Розрахунок повітрообміну за надлишками повного тепла для теплового періоду року [10]

Дільниці машинобудівних цехів відносяться до категорії приміщень з незначними надлишками повного тепла, де кількість повного тепла

визначається як різниця між теплом, що виділяється, і теплом, що йде на потреби обігріву.

$$\text{Отже,} \quad Q_{\text{пов.}} = Q_{\text{вид.}} - Q_{\text{пот.}} \quad (4.1)$$

Тепло виділяється від електродвигунів верстатів і від приладів освітлення.

$$\text{Тому,} \quad Q_{\text{вид.}} = Q_{\text{верст.}} + Q_{\text{осв.}} \quad (4.2)$$

Кількість тепла, яка надходить від електродвигунів приводу верстатів:

$$Q_{\text{верст.}} = 103 \cdot N_{\text{в}} \cdot k \quad (4.3)$$

де $N_{\text{в}}$ – встановлена потужність двигуна верстата, кВт;

k – коефіцієнт, що враховує режим роботи електродвигуна, $k=0,25 \dots 0,4$.

Так як завданням на кваліфікаційну роботу не передбачений розрахунок потрібної кількості верстатів для виконання заданої річної програми випуску, дані про кількість верстатів приймаємо згідно даних базового технологічного процесу. Кількість верстатів та потужність їх двигунів наведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Потужність верстатів на дільниці

Назва та модель верстата	Кількість, шт.	Потужність електродвигуна, кВт.
Токарно-гвинторізний 16K20	3	14,0
Токарний з ЧПК 16K20Ф3	5	12,5
Горизонтально-фрезерувальний 6P82Г	2	5,5
Вертикально-свердлувальний з ЧПК 2P135Ф2	3	4,5
Вертикально-фрезерувальний з ЧПК 6P13Ф3	3	6,5

$$N_{\Sigma} = 3 \cdot 14,0 + 5 \cdot 12,5 + 2 \cdot 5,5 + 3 \cdot 4,5 + 3 \cdot 6,5 = 148,5 \text{ кВт.}$$

Тоді, $Q_{\text{верст}} = 103 \cdot 148,5 \cdot 0,25 = 3823,9$ Вт.

Кількість тепла, яка надходить від освітлення, залежить від кількості світильників на ділянці, їх потужності та плащу приміщення. Ці дані приймаємо умовно, базуючись на дані базового технологічного процесу. Кількість тепла Q_o , яка надходить від освітлення, визначиться за формулою:

$$Q_o = \frac{p \cdot S}{n}, \quad (4.4)$$

де p – питома потужність освітлення ділянки, $p = 8,8$ Вт/м² [];

S – площа приміщення, $S = 620$ м²;

n – число ламп у світильному приладі, $n = 4$.

$$Q_o = \frac{8,8 \cdot 620}{4} = 1364 \text{ Вт.}$$

Тоді, $Q_{\text{вид.}} = 3823,9 + 1364 = 5187,9$ Вт.

Кількість тепла, що йде на потреби обігріву, буде, відповідно, дорівнювати нулю, так як розрахунок ведеться для теплого періоду року, коли зайвих виділень тепла немає.

Отже, $Q_{\text{нов.}} = Q_{\text{вид.}} - Q_{\text{пот.}} = 5187,9 - 0 = 5187,9$ Вт.

4.2.1 Визначення необхідної кількості вентиляційного повітря

Для цехів з виділенням надлишкового тепла кількість припливного повітря L визначається із умови асиміляції цього тепла.

$$L = \frac{Q_{\text{над}}}{C \cdot \gamma \cdot (t_g - t_n)}; \quad (4.5)$$

де $Q_{\text{над}}$ – надлишкове тепло в цеху, кДж/год;

C – питома теплоємність повітря при постійному тиску, що дорівнює 1 кДж/кгК;

γ - густина припливного повітря, кг/м³;

t_g - температура повітря, яке виходить з цеху, $t_g = 28^\circ\text{C}$ [8];

t_n - температура припливного повітря, що $t_n = 22,5^\circ\text{C}$ [8];

$$L = \frac{5187,9}{1 \cdot 1,2 \cdot (28 - 22)} = 720,5 \text{ м}^3.$$

Кратність повітрообміну визначається як:

$$k = \frac{L}{V_n}$$

(4.6)

де V_n - об'єм дільниці, м³, $V_n = S \cdot H = 620 \cdot 9,8 = 6076$ м³.

$$k = \frac{720,5}{6076} = 0,119.$$

Отже, розрахунок показує, що повітря в приміщенні для забезпечення комфортних умов роботи працюючих потрібно замінювати 0,12...0,2 рази за годину, тобто, достатньо 1...2 разів за зміну.

4.3 Пожежна безпека на машинобудівній дільниці [11]

Причинами пожеж та вибухів на машинобудівному підприємстві можуть бути порушення правил і норм пожежної безпеки із-за невиконання Закону “Про пожежну безпеку”.

Пожежа - неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, яке призводить до матеріальної шкоди. Пожежна безпека – стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Причинами виникнення пожежі чи вибуху, які можуть призвести до травм, отруєння, загибелі або матеріальних збитків є відкритий вогонь, іскри, підвищена температура, токсичні продукти горіння, дим, низький вміст кисню тощо. За стан пожежної безпеки на підприємстві відповідають її керівники, начальники цехів, майстри та інші керівники.

На підприємствах існує два види пожежної охорони: професійна і воєнізована. Воєнізована охорона створюється на об'єктах з підвищеною небезпекою. Крім того на підприємствах для посилення пожежної охорони організовуються добровільні пожежні дружини і команди, добровільні пожежні товариства і пожежно-технічні комісії з числа робітників та службовців. При

Міністерстві внутрішніх справ існує управління пожежної охорони (УПО) і його органи на місцях. До складу УПО входить Державний пожежний нагляд який здійснює контроль за станом пожежної безпеки. Він розробляє і погоджує протипожежні норми і правила та контролює їх забезпечення в проектах і безпосередньо на об'єктах народного господарства, а саме:

- проводить розслідування і облік пожеж;
- організовує протипожежну профілактику.

Протипожежна профілактика – це комплекс організаційних і технічних заходів, які спрямовані на здійснення безпеки людей, на попередження пожеж, локалізацію їх поширення, а також створення умов для успішного гасіння пожежі.

Відповідальним керівником робіт з ліквідації пожеж і аварій на машинобудівному підприємстві є головний інженер. Начальник структурного підрозділу, в якому виникла пожежа, є відповідальним виконавцем робіт із її ліквідації.

4.3.1 Протипожежні вимоги до будинків і споруд

Виходячи із властивостей речовин і матеріалів, умов їх застосування і оброблення та у відповідності із ОНТП 24-86 “Визначення категорій приміщень і будівель по вибухопожежній і пожежній небезпеці” приміщення діляться на п'ять категорій, які умовно позначаються як А, Б, В, Г і Д.

До категорії А належать приміщення, де перебувають спалимі та легкозаймісті рідини з температурою спалаху, що не перевищує 28°C, а також речовини і матеріали здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем або одне з одним, а при утворенні вибухонебезпечних сумішей розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху 5 КПа.

До категорії Б належать приміщення, в яких наявний пил та волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху понад 28°C та спалимі рідини в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні та

пароповітряні суміші, при займанні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху 5 КПа.

До категорії В належать приміщення, де перебувають спалимі та важкоспалювальні рідини, тверді спалимі та важкоспалювальні речовини та матеріали (в тому числі пил і волокна), а також речовини та матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря та одне з одним тільки горіти (за умови, що ці приміщення не відносяться до категорії А чи Б).

До категорії Г належать приміщення, в яких є неспалимі речовини та матеріали в гарячому, розпеченому або розплавленому стані, а також спалимі гази, рідини та тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо; процес їх обробки супроводжується виділенням променевої теплоти, іскор та полум'я.

До категорії Д належать приміщення, в яких є неспалимі речовини та матеріали у холодному стані.

На розвиток пожежі у приміщеннях та спорудах значно впливає здатність окремих будівельних елементів чинити опір впливу тепла, тобто їх вогнестійкість.

4.3.2 Засоби та способи гасіння пожежі

Пожежу, яка виникла, можна ліквідувати, якщо усунути один з трьох факторів, необхідних для горіння: горючу речовину, окислювачі, джерело тепла.

Існують два способи гасіння пожеж: фізичний та хімічний.

До фізичних способів припинення горіння відносяться:

- охолодження зони горіння або горючих речовин;
- розбавлення реагуючих речовин в зоні горіння негорючими речовинами;
- ізоляція реагуючих речовин від зони горіння.

Хімічний спосіб припинення пожежі – це хімічне гальмування реакції горіння. До основних засобів гасіння пожежі (з допомогою яких здійснюється той чи інший спосіб припинення горіння) відносяться:

- вода (у вигляді струменя або у розпиленому стані);
- інертні гази (вуглекислий газ, азот);
- піни хімічні та повітряно-механічні;
- порошкові суміші;
- покривала з брезенту та азбесту.

Вибір тих чи інших способів та засобів гасіння пожеж визначається в кожному конкретному випадку залежно від стадії розвитку пожежі, масштабів загорянь, особливостей горіння речовин та матеріалів.

Воду застосовують у вигляді потужних струменів і як пару. Струменем води збивають полум'я і одночасно охолоджують поверхню. Струменем води гасять тверді спалімі речовини; дощем і водяним пилом – тверді, волокнисті сипучі речовини, а також легкозаймисті та спалімі рідини (спирт, трансформаторна олія, тощо). Водяна пара застосовується для гасіння пожеж у приміщеннях об'ємом до 500 м³ невеликих загорянь на відкритих установках.

Для гасіння пожеж всередині будівель, крім пожежних кранів встановлюються автоматично діючі спринклерні або дренчерні установки. Спринклерна установка водяної системи являє собою розгалужену мережу труб під стелею зі спринклерними головками (розбризкувачами), які закриті легкоплавкими замками, що розраховані на спрацювання при температурі 72, 93, 141, 182 °С. Установки мають контрольно-сигнальний клапан, який пропускає воду в спринклерну мережу, при цьому одночасно подає звуковий сигнал, контролює тиск води до і після клапану.

Дренчерні установки обладнуються розбризкувальними головками, які постійно відкриті. Вода подається в дренчерну систему вручну або автоматично при спрацюванні пожежних датчиків (датчиків), які відкривають клапан групової дії.

Інертні гази (вуглекислота, азот, аргон та інші) особливо доцільно застосовувати тоді, коли застосування води може викликати вибух або поширення горіння, або ж пошкодження апаратури, обладнання, цінностей.

Первинні засоби гасіння пожежі:

- внутрішні пожежні крани;
- відра, кошми, лопати, пісок;
- вогнегасники.

Пінний вогнегасник ОХП-10 складається із зварного сталевого корпусу, який містить лужний розчин соди з лакричним екстрактом. Всередині встановлено поліетиленовий посуд з сумішшю сірчаної кислоти та сульфату заліза. При змішуванні кислотного і лужного розчинів утворюється піна. Цей вогнегасник можна застосовувати для гасіння твердих речовин та легкозаймистих рідин з відкритою поверхнею. Піна електропровідна, тому цим вогнегасником не можна гасити електрообладнання, що знаходиться під напругою.

Вогнегасники вуглекислотні ОУ-2, ОУ-5 складаються із сталевого балону з запірним вентилям. Балон заповнений зрідженою вуглекислотою під тиском 7 МПа. При відкриванні вентиля зріджена вуглекислота прямує у патрубков, де вона розширюється і за рахунок цього її температура знижується до мінус 70 °С і утворюється снігоподібна вуглекислота. Ці вогнегасники застосовують для гасіння невеликих пожеж, електрообладнання, що знаходиться під напругою. Не можна гасити спирт і ацетон, котрі розчиняють вуглекислоту, а також фотоплівку, целулоїд, котрі горять без доступу повітря.

Порошкові вогнегасники ОП-1, ОП-5, ОП-10 та інші – це поліетиленові балончики, які містять фосфорно-амонійні солі, карбонат натрію. Застосовуються для гасіння магнію та його сплавів, лужних металів алюмінію, металоорганічних сполук, а також тоді коли не можна гасити пожеж водою, піною або вуглекислим газом.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присв'ячена розробленню технологічного процесу механічного оброблення деталі «Фланець ДА 3032-317.401» з використанням верстів з ЧПК.

В технологічній частині виконаний аналіз конструкції деталі та

технологічності її виготовлення, виявлені недоліки базового технологічного процесу. Для вдосконалення базового процесу виготовлення деталі «Фланець» був змінений маршрут механічного оброблення, а саме використані верстати з ЧПК на токарних та свердлувальних операціях, застосування яких скорочує час оброблення та допоміжний час на операціях. Проведено техніко-економічне обґрунтування вибору типу заготовки: вибрано метод отримання заготовки - штампування, що зменшило собівартість деталі в порівнянні із її виготовленням із круглого прокату. Призначені оптимальні припуски на оброблення, розраховані і призначені відповідні до прийнятого обладнання та інструменту режими різання. Виконане технічне нормування операцій технологічного процесу. Розроблена розрахунково-технологічна карта та керувальна програма для операції 020 для верстата токарного з ЧПК мод. 16K20Ф3 із системою керування «Електроніка НЦ-31».

В конструкторському розділі кваліфікаційної роботи спроектований верстатний пристрій для базування і затискання заготовки при фрезеруванні на горизонтально-фрезерувальному верстаті двох лисок в розмір 175мм одночасно. Для створення зусилля затиску в пристрої застосовано гідроциліндр.

Розроблена також конструкція контрольно-вимірювального пристрою для одночасного контролю радіального і торцевого биття відповідальних поверхонь деталі. А для контролю розміру поверхні $\varnothing 50f7$ спроектований калібр-скоба.

В розділі «Охорона праці» наведена характеристика основних небезпек та шкідливостей розробленого технологічного процесу, виконаний розрахунок повітрообміну за надлишками повного тепла для теплого періоду року та розглянуті заходи із пожежної безпеки на машинобудівній дільниці.

Список літературних джерел

1. Бондаренко С. Г. Основи технології машинобудування: Навчальний посібник. - Львів: Магнолія 2006, 2021. 567с.

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

3. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навчальний посібник / І. І. Юрчишин, та ін. / За ред. І. І. Юрчишина. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 528 с.

4. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.

5. Гордєєв А.І. Урбанюк Є.А., Сілін Р.С. Збірник задач з проектування технологічного оснащення: Навчальний посібник. Хмельницький: ХНУ 2013. 159 с., іл.

6. Розроблення та розрахунок конструкцій верстатних пристроїв : Навч. Посібник (ел. видання) / В.П.Приходько – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. – 89 с. – Доступ : https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/47783/1/Prykhodko_NP_Rozr_Verst.pdf

7. Технологічна оснастка : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 108 с.

8. Желєзна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2004. 796 с.

9. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Охорона праці. Практикум. Суми: Університетська книга, 2000.

10. В.Й. Сивко. Розрахунки з охорони праці: Навчальний посібник.- Житомир: ЖІТІ, 2001. - 152 с.

11. Охорона праці в галузі. Індивідуальні завдання та методичні вказівки до їх розв'язання для студентів інженерних спеціальностей. Г.С. Калда, О.В. Снозик, А.В. Кирилков. – Хмельницький, 2007, - 40с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Технологічна документація

Додаток Б

Специфікації

Форма	Зона	Позиці	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A			<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.00 СК</i>	Складальний кресленик	2	
1						
				<u>Складальні одиниці</u>		
		29	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.01.00 СК</i>	Гідроциліндр 7021-0265 ГОСТ 19900-74	1	
				<u>Деталі</u>		
		1	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.01</i>	Плита	1	
		2	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.02</i>	Напрямна планка	1	
		3	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.03</i>	Каретка ліва	1	
		4	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.04</i>	Каретка права	1	
		5	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.05</i>	Планка верхня	2	
		6	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.06</i>	Прихват	2	
		7	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.07</i>	Палець	2	
		8	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.08</i>	Опорний палець	8	
		9	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.09</i>	Палець зрізаний	1	
		10	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.10</i>	Важіль	2	
		11	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.11</i>	Опора важеля права	1	
		12	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.12</i>	Опора важеля права	1	
		13	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.13</i>	Вісь важеля	2	
		14	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.14</i>	Тяга ліва	1	
		15	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.15</i>	Тяга права	1	
		16	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.16</i>	Муфта ліва	1	
		17	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.17</i>	Муфта права	1	
		18	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.18</i>	Шпилька з'єднувальна	2	

					<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.01.00.00</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Яцело Ф.В.			Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Урбанюк Є.А.				72	2
Реценз.					<i>ХНУ, гр. ПМТз-19-1</i>		
Н. Контр.		Бись С.С.					
Затверд.		Ткачук В.П.					
Пристрій верстатний для фрезерування							

				<u>Документація</u>	
A1			<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.00 СК</i>	Складальний кресленик	2
				<u>Складальні одиниці</u>	
		1	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.01.00 СК</i>	Штатив індикаторний	1
				<u>Деталі</u>	
		2	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.02</i>	Плита	1
		3	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.03</i>	Корпус	1
		4	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.04</i>	Кільце опорне	1
		5	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.05</i>	Оправка	1
		6	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.06</i>	Плунжер	1
		7	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.07</i>	Важіль	1
		8	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.08</i>	Кронштейн	1
		9	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.09</i>	Палець	1
		10	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.10</i>	Штанга	1
		11	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.11</i>	Щуп	1
		12	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.12</i>	Пробка	1
		13	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.13</i>	Державка	1
		14	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.14</i>	Гвинт	1
		15	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.15</i>	Гвинт	1
		16	<i>КРБ.ФІТА.ПМ.24.03.02.00.16</i>	Гвинт	2

