

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

другий (магістерський)
(освітній рівень)

на тему **Удосконалення технологічного процесу виготовлення
корпуса Р2-115.07.01 шляхом інтенсифікації багатокординатної обробки
складнопрофільних поверхонь**

Виконав: студент II курсу, групи ТМм-82
напряму підготовки (спеціальності)

131 Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Нагорний В.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дегтярьов І.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Суми – 2019

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.01

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	<u>Технічних систем та енергоефективних технологій</u>
Кафедра	<u>технології машинобудування, верстатів та інструментів</u>
Освітній рівень	<u>другий (магістерський)</u>
Напрямок підготовки	_____
	(шифр і назва)
Спеціальність	<u>131 Прикладна механіка (Технології машинобудування)</u>
	(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів

_____ Залога В. О.

« » _____ 201__ року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Нагорний Вадим Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу Р2-115.07.01 шляхом інтенсифікації багатокординатної обробки складнопрофільних поверхонь

керівник проекту Дегтярьов Іван Михайлович, к.т.н.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «06» листопада 2019 року №2240-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «21» грудня 2019 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

- Креслення деталі «Корпус».

- Типовий технологічний процес виготовлення деталі корпус.

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

1. Виконати аналіз службового призначення деталі корпус та технології її оброблення.

2. Удосконалити технологічний процес виготовлення деталі корпус.
3. Виконати огляд проблем, що виникають при обробці складнопрофільних поверхонь та запропонувати шляхи до їх вирішення.
4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання ви- дав	завдання прийняв
ОП та БВНС	Фалько В.В. ст. викладач кафедри ПЕК		

6. Дата видачі завдання «25» вересня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ	25.09.2019	Виконано
2	1. Виконати аналіз службового призначення деталі шток та технології її оброблення.	10.09.2019	Виконано
3	2. Удосконалити технологічний процес виготовлення деталі шток.	15.10.2019	Виконано
4	3. Виконати огляд проблем, що виникають при обробці складнопрофільних поверхонь та запропонувати шляхи до їх вирішення.	27.11.2019	Виконано
5	4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях (у додатках).	03.12.2019	Виконано
6	Висновки.	11.12.2019	Виконано
7	Оформлення роботи.	12.12.2019	Виконано
8	Оформлення слайдів у форматі Power Point	14.12.2019	Виконано

Студент

_____ (підпис)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Нагорний В.Д.

_____ (прізвище та ініціали)

Дегтярьов І.М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка виконана на 99 сторінках, включає 29 рисунків, 17 таблиць, бібліографії із 32 джерел.

Питання підвищення точності, якості обробки та продуктивності завжди залишаються актуальними для машинобудування. Застосування багатокординатних верстатів із ЧПК набуває все більшого поширення в останні роки, адже дозволяє застосовувати їх для оброблення складнопрофільних поверхонь з високою точністю за одне установлення, отже дослідження багатокординатного оброблення складнопрофільних деталей являє собою актуальну наукову і практичну задачу.

Метою дослідження є удосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу P2-115.07.01 шляхом розроблення технологічного забезпечення до комплексної з ЧПК операції.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення деталі корпус.

Предмет дослідження – верстатний пристрій для оброблення деталі корпус.

Методи дослідження. Робота виконана з використанням сучасних положень технології машинобудування та проектування прогресивних технологічних процесів із використанням верстатів із ЧПК, різальних інструментів зі змінними непереточувними пластинами, а також прогресивного технологічного оснащення. У для реалізації завдань графічної частини кваліфікаційної роботи використовувалось програмне середовище КОМПАС – 3D, а для моделювання – пакет ANSYS.

Наукова новизна: полягає у тому, що на основі досліджень напружено-деформованого стану, модального та гармонічного аналізу визначено максимальні відхилення, що виникають при багатокординатному обробленні та доведено працездатність верстатного пристрою.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, КОРПУС, СКЛАДНОПРОФІЛЬНІ ПОВРЕХНІ, ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ, БАЗУВАННЯ

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка выполнена на 99 страницах, включает 29 рисунка, 17 таблиц, библиографии из 32 источников.

Вопросы повышения точности, качества обработки и производительности всегда остаются актуальными для машиностроения. Применение многокоординатных станков с ЧПУ получает все большее распространение в последние годы, поскольку позволяет применять их для обработки сложнопрофильных поверхностей с высокой точностью за один установ, следовательно исследования многокоординатного обработки сложнопрофильных деталей представляет собой актуальную научную и практическую задачи.

Целью исследования является совершенствование технологического процесса изготовления корпуса P2-115.07.01 путем разработки технологического обеспечения к комплексной с ЧПУ операции.

Объект исследования - технологический процесс изготовления детали корпус.

Предмет исследования - станочное приспособление для обработки детали корпус.

Методы исследования. Работа выполнена с использованием современных положений технологии машиностроения и проектирования прогрессивных технологических процессов с использованием станков с ЧПУ, режущих инструментов со сменными непереточувными пластинами, а также прогрессивного технологического оснащения. В для реализации задач графической части квалификационной работы использовалось программное среду КОМПАС - 3D, а для моделирования - пакет ANSYS.

Научная новизна: заключается в том, что на основе исследований напряженно-деформированного состояния, модального и гармонического анализа определены максимальные отклонения, возникающие при многокоординатного обработке и доказано работоспособность станочного приспособления.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, КОРПУС, СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ, СТАНОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, БАЗИРОВАНИЕ

ABSTRACT

The explanatory note was made on 99 pages, includes 29 figures, 17 tables, bibliographies from 32 sources.

The issues of increasing accuracy, processing quality and productivity always remain relevant for mechanical engineering. The use of multi-coordinate CNC machines has become more widespread in recent years, since it allows them to be used for machining complex-profile surfaces with high accuracy in one setup, therefore, the study of multi-coordinate machining of complex-profile parts is an urgent scientific and practical task.

The purpose of the study is the improvement of the manufacturing process of the housing P2-115.07.01 by developing technological support for complex CNC operations.

The object of the research manufacturing process of body.

Subject of research – fixture for processing parts.

Research methods. This work was carried out using the modern principles of engineering technology and the design of advanced technological processes using CNC machines, cutting tools with replaceable indistinguishable inserts, as well as advanced technological equipment. In for the implementation of the tasks of the graphic part of the qualification work, the KOMPAS-3D software environment was used, and for modeling, the ANSYS package was used.

Scientific novelty: lies in the fact that, based on studies of the stress-strain state, modal and harmonic analysis, the maximum deviations that occur during multi-axis processing are determined and the operability of the machine tool is proved.

TECHNOLOGICAL PROCESS, BODY, COMPLEX PROFILE SURFACES,
FIXTURE, LOCATION

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О. Залога

«_____» _____ 20__ р.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСА Р2-115.07.01 ШЛЯХОМ
ІНТЕНСИФІКАЦІЇ БАГАТОКООРДИНАТНОЇ ОБРОБКИ
СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ**

Магістерська кваліфікаційна робота

Спеціальність *131 Прикладна механіка (Технології машинобудування)*

Студент

В.Д. Нагорний

Керівник

І.М. Дегтярьов

Консультант з охорони праці
та безпеки в надзвичайних ситуаціях

В.В. Фалько

Нормоконтроль

О.В. Івченко

Суми – 2019

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Розділ 1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....	7
1.1 Аналіз службового призначення машини, вузла деталі. Опис конструктивних особливостей деталі і умов експлуатації	7
1.2 Аналіз технічних умов та вимог до конструкції деталі. Визначення технологічних завдань щодо її виготовлення	11
1.3 Характеристика типу виробництва та організаційної форми виробництва	14
1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі	15
1.5 Аналіз базового або типового технологічного процесу.....	20
1.6 Висновки та завдання для удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі	28
РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....	30
2.1 Вибір оптимального маршруту оброблення деталі	30
2.2 Вибір та обґрунтування способу виготовлення вихідної заготовки	33
2.3 Розрахунок припусків на обробку поверхні обертання	39
2.4 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення	47
2.5 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів	52
2.6 Обґрунтування та вибір верстатних пристроїв, різального та вимірювального інструментів.....	55
2.7 Розрахунок режимів різання	57
2.8 Технічне нормування операцій.....	69
2.9 Проектування верстатного пристрою	71
2.10 Висновки	83
РОЗДІЛ 3 НАУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	84
3.1 Особливості оброблення складнопрофільних поверхонь.....	84
3.2 Статичний аналіз верстатного пристрою для комплексної з ЧПК операції	85

	3
3.3 Аналіз власних частот верстатного пристрою	91
3.4 Висновки	93
Висновки	94
Список джерел посилань	96
ДОДАТОК А КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ Корпус.....	100
ДОДАТОК Б ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	101
Б.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів на ділянці з виготовлення деталі «Корпус».....	101
Б.2 Розрахунок освітленості робочої зони, розрахунок природнього та штучного освітлення.....	107
Б.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	111
Б.4 Висновки.....	113

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному машинобудуванні особливу роль відводять створенню і впровадженню нової техніки в усіх галузях, прискоренню науково-технічного прогресу країни. З переходом України на ринкові відносини різко зросла потреба народного господарства в якісних, надійних, конкурентоспроможної продукції виготовлюваної машинобудуванням та іншими галузями промисловості. Для отримання якісної, конкурентоспроможної продукції на підприємствах, впроваджуються передові технології і високопродуктивне, прогресивне обладнання.

У зв'язку з гнучким використанням і створенням виробничих когось комплексів механічної обробки різанням особливого значення набувають верстати з ЧПК. Застосування верстатів з ЧПУ замість універсального обладнання мають суттєві особливості, і створює певні переваги:

- продуктивність верстата підвищується в 1.5 - 5 разів у порівнянні з аналогічними верстатами, але з ручним керуванням;
- поєднується гнучкість універсального обладнання з точністю і продуктивністю верстата-автомата, що і дозволяє вирішувати питання комплексної автоматизації одиничного і серійного виробництва;
- якісно переозброюється машинобудування на базі сучасної електроніки і обчислювальної техніки;
- знижується потреба у кваліфікованих робітничих кадрах, а підготовка виробництва переноситься в сферу інженерної праці;
- скорочується час пригоночних робіт в процесі складання, так як деталі, виготовлені за однією програмою, є взаємозамінними;
- скорочуються терміни підготовки і переходу на виготовлення нових деталей, завдяки централізованій записи програм і простіший універсальної технологічної оснастки;
- знижується тривалість циклу виготовлення деталей і зменшується запас незавершеного виробництва;

На базі заводського технологічного процесу, з урахуванням зміни типу машинобудівного виробництва буде складено пропонований техпроцес з використанням прогресивних технологій в області методу отримання вихідної заготовки, застосуванням сучасного технологічного обладнання, ріжучих і вимірювальних інструментів. Буде виконано технічне нормування операцій механічної обробки, складені керуючі програми для операцій, які передбачають використання верстатів з ЧПК. Таким чином, грамотно-побудована технологія виготовлення свердлильної головки, а зокрема технологія виготовлення конкретних деталей, а саме деталі «Корпус» P2-115.07.01 є актуальним завданням для її розгляду в дипломному проекті.

Метою дослідження є удосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу P2-115.07.01 шляхом розроблення технологічного забезпечення до комплексної з ЧПК операції.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення деталі корпус.

Предмет дослідження – верстатний пристрій для оброблення деталі корпус.

Методи дослідження. Робота виконана з використанням сучасних положень технології машинобудування та проектування прогресивних технологічних процесів із використанням верстатів із ЧПК, різальних інструментів зі змінними непереточувними пластинами, а також прогресивного технологічного оснащення. У для реалізації завдань графічної частини кваліфікаційної роботи використовувалось програмне середовище КОМПАС – 3D, а для моделювання – пакет ANSYS.

Наукова новизна: полягає у тому, що на основі досліджень напружено-деформованого стану та модального аналізу визначено максимальні відхилення, що виникають при багатогоординатному обробленні та доведено працездатність верстатного пристрою.

Практичне значення отриманих результатів для машинобудівної галузі полягає в можливості застосування розробленого верстатного пристрою у технологічному процесі.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра. Не має.

Публікації. Не має.

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, трьох розділів, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 99 сторінок, у тому числі 29 рисунків, 17 таблиць, бібліографії із 32 джерел на чотирьох сторінках.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

1.1 Аналіз службового призначення машини, вузла деталі. Опис конструктивних особливостей деталі і умов експлуатації

Загальні відомості про глибоке свердління.

Глибоке свердління це спеціальний спосіб свердління, застосовуваний головним чином для виконання отворів діаметром від 1 мм до 1500 мм на глибину, більш ніж в три рази перевищуючий діаметр, хоча можуть виконуватися навіть отвори з відношенням глибини до діаметру більше 200. Інструмент для глибокого свердління зазвичай складається зі стебла, в разі інструменту для глибокого свердління представляє собою трубу і виконує роль подовжувача, і з головки, що кріпиться на передньому торці стебла і має одну або кілька р жущіх пластин.

Відмітною ознакою глибокого свердління є безперервний підведення змащувально-охолоджувальної рідини (МОР) під тиском і безперервне відведення стружки без здійснення спеціального робочого ходу для її видалення. Це означає, що способом глибокого свердління за один захід можуть бути виконані навіть отвори на велику глибину, при цьому свердло не буде потрібно витягувати з виконаного отвори для видалення стружки. По суті, розрізняють три способи глибокого свердління, а саме однокромочной свердління, яке далі не розглядається в даній заявці, глибоке свердління за технологією ВТА, також позначається аббревіатурою STS ("Single lube System" - однотрубна система), і ежекторне глибоке свердління, також відоме як глибоке свердління з двухтрубной системою. Ці способи відрізняються один від одного використанням інструментом для глибокого свердління, рухом мастильно-охолоджувальної рідини і рухом стружки.

При глибокому свердлінні за технологією ВТА або STS смазующе-охолоджуюча рідина подається зовні за допомогою спеціального пристрою подачі МОР. В цьому випадку МОР під тиском подається в кільцевий зазор між свердлильним інструментом і внутрішньою стінкою отвори. Стружка і МОР повертають-

ся через порожнистий канал всередині інструменту для глибокого свердління.

Ежекторне глибоке свердління є варіантом глибокого свердління за технологією ВТА. Свердло для ежекторного глибокого свердління має стебло з двома концентричними трубами, внутрішньої і зовнішньої. ЗОР охолоджуюча рідина пристроєм подачі МОР подається в кільцевий зазор між зовнішньою і внутрішньою трубами. ЗОР охолоджуюча рідина протікає по стеблу в кільцевому зазорі, спочатку потрапляючи в яке виконує отвір перед сверлильною головкою, а потім виходячи з країв і омиваючи свердлильну головку з зовнішньої сторони. Потім смазующе-охолоджуюча рідина тече назад разом зі стружкою, конкретно по внутрішній трубі, що утворює порожнистий канал.

Для глибокого свердління за технологією ВТА потрібен спеціальний інструмент для глибокого свердління, значно відрізняється за своєю конструкцією та від звичайного сверлильного інструменту, такого як, наприклад, спіральне свердло, і від однокромочної інструменту для глибокого свердління.

Інструмент для глибокого свердління за технологією ВТА має сверлильну головку з корпусом, виконаним з можливістю обертання навколо осі обертання, і на одній стороні має ріжучу область з ріжучим торцем. Усередині є порожнистий канал для повернення МОР і стружки, провідний до відповідного канал всередині стебла. На ріжучому торці корпусу сверлильної головки є одна або кілька ріжучих пластин, встановлених асиметрично щодо осі обертання.

Ріжуча пластина в даному випадку становить частину сверлильного інструменту, першої проникаючи в оброблювану на верстаті заготовку і створює дію за механічним відділенню матеріалу. Відомі як змінні ріжучі пластини, зазвичай кріпляться до корпусу сверлильної головки затискним або гвинтовим кріпленням, так і ріжучі пластини, стаціонарно закріплені на корпусі сверлильної головки. У разі малих діаметрів сверлильної головки характерно використання пріпайних ріжучих вставок. Ріжуча пластина має клиноподібну форму, творчу лезо для створення високого тиску від прикладених зусиль і зазвичай має головну ріжучу кромку і допоміжну ріжучу кромку. В даному випадку головною різальною крайкою

називається та частина ріжучої пластини, на якій виконується найбільший обсяг різання. Область, де сходяться головна і допоміжна ріжуча кромки, називається вершиною різця, яка в дійсності має деякий радіус. Головна і допоміжна ріжучі кромки або їх скоси утворюють передню поверхню, що представляє собою поверхню, по якій сходить стружка, що утворилася в результаті переміщення інструмента щодо заготовки. Скосом ріжучої кромки називається скіс, на якому сходяться передня і задня ріжучі поверхні.

У процесі свердління механічна обробка проводиться за рахунок різального руху по колу, тобто взаємного переміщення по колу інструменту і заготовки при наявності руху подачі в напрямку осі обертання. Ріжучі пластини в інструменті для глибокого свердління за технологією ВТА завжди розташовуються таким чином, щоб їх передня поверхня прилягала до стружкоприємному отвору. Стружка збирається в цей отвір і разом з МОР виноситься з цього від

Інструмент для глибокого свердління призначений для самоустановки всередині виконуваного отвори. Для цього в області свердління зовні корпусу сверлильної головки він має напрямні планки або опорні пластини, встановлені паралельно осі обертання, і обов'язково мають зовнішню опорну зону. Наявні зовнішні опорні зони напрямних планок, які також називаються контактними зонами, впираються у внутрішні стінки виконуваного отвори і, разом з допоміжною ріжучою кромкою, або, щонайменше, з частиною допоміжної різальної крайки, першої у напрямку подачі, забезпечують направлення сверлильної головки в виконуваному отворі.

Відомі свердлильні головки мають допоміжні ріжучі кромки і напрямні планки зі спеціальною витонченою частиною, за рахунок якої мінімізуються сили тертя між допоміжною ріжучою крайкою або напрямними планками і внутрішньою стінкою виконуваного отвори. Допоміжна ріжуча кромка в області, що примикає до скосу допоміжної різальної крайки, має область, відому як закруглення, виточене з радіусом, меншим радіусу виконуваного отвори. Закруглення і / або напрямні планки можуть також мати затилровку з тим, щоб вони направляли свердлиль-

ну головку тільки в її передній області, і з ріжучої сторони мають конусність всередину, протилежну напрямку подачі. При установці двох напрямних планок вони дають дві точки опори, а закруглення дає третю точку опори.

Аналіз вузла, в який входить деталь.

Запропонована деталь «Корпус» входить і є основною частиною виробу головка свердлильна, яка встановлюється на великих токарних верстатах типу 16К50, 1А660, 1А670 і інших. Також при необхідності виріб може бути встановлено на вертикально-свердильному верстаті 2Г175, а також часто її встановлюють на вертикально-фрезерних консольних верстатах типу 6Р13 для свердління неглибоких отворів в важкооброблюваних матеріалах. Зазвичай установка головки відбувається шляхом нагвинчування її на оправлення спеціальним ключем, яка надалі встановлюється в шпindelь верстата. Головка свердлильна має обмеження по довжині, як і будь-який інструмент внаслідок цього глибина отвір може бути отримана не більше 160 мм. Допускається як отвори і більш глибокі (до 6000 мм) внаслідок застосування спеціальних подовжувальних вставок. Даний пристрій призначений для обробки отворів у важкооброблюваних і досить твердих матеріалах. Головка свердлильна може бути оснащена твердосплавними пластинами з різних інструментальних матеріалів (ВК8, ВК10, ТТ17К9, ТТ7К12, ТТ21К9 і інші).

Виріб складається з таких деталей як: корпус (2) - головна деталь у виробі до якої кріпляться три ріжучі пластини (3,4), також в комплект збірки входять три спеціальних гвинта М5-7Н (6) і чотири гвинти М6-7Н (8). У комплект збірки також входять напрямні, які поділяються на чотири опорних направляючих (1) одну направляючу (7). Зі стандартних виробів для збірки необхідний болт М4х10 ГОСТ 7805-70. Даними головками свердлять дуже глибокі отвори (до 6000мм) на підприємстві ДП «УБіВТ».

При свердлінні глибоких отворів діаметром 80 мм виникають дуже великі сили різання і високі температури в зоні різання, які негативно впливають на ріжучу частину інструменту.

Для зменшення шкідливого впливу цих факторів на деталі «Корпус» є канали для підведення мастильно-охолоджувальної рідини і відведення стружки із зони різання. При роботі в таких умовах не дивно, що до виробу і деталей пред'являються такі вимоги як дуже жорсткі допуски на виконавчі і приєднувальні розміри (6-7квалітет), тому що при складанні головки сверлильної необхідно врахувати розташування різальних крайок пластин, яке передбачено конструкторами для отримання обробленого отвору $\varnothing 80$ мм.

Деталь «Корпус» в виробі головка сверлильная призначена для кріплення на передньому кінці ріжучих пластин, які повинні при правильному закріпленні забезпечувати розмір $80-0,03$ мм. Також деталь має в своєму активі всі базові поверхні необхідні для правильного базування виробу на вертикально-свердильних, вертикально-фрезерних і токарних верстатах за допомогою спеціальної оправлення. Також «Корпус» призначений для підведення мастильно-охолоджувальної рідини в зону різання і виведення стружки.

Умови експлуатації.

Деталь «Корпус» при роботі в вузлі відчуває ударні і циклічні навантаження, які виникають у момент свердління. Навантаження сприймають витки різі, що працюють на зминання та зріз.

Деталь при роботі знаходиться у мастильно-охолоджуваній рідині, що полегшує контактний тиск на поверхні та зменшує зношування різальних пластин.

Деталь і виріб, також як верстат цілому експлуатується в помірних умовах в діапазоні температур від -25 до $+35$ °С.

Сама деталь і виріб при роботі створюють шум на рівні 60-70 Дб.

1.2 Аналіз технічних умов та вимог до конструкції деталі. Визначення технологічних завдань щодо її виготовлення

Основними поверхнями на деталі є:

- Розточування $\varnothing 71^{+0,03}$ мм, яка є посадковим місцем при кріпленні виробу на оправлення.

- Різьба з кроком $P = 40$ мм, за рахунок якої деталь утримується на оправці. Утримання відбувається за рахунок великої площі контакту витків різьби «Корпусу» з витками різьби оправки.

Допоміжними поверхнями на даній деталі є:

- Поверхні трьох пазів шпон, два з яких оброблені по шостому квалітету і один з дванадцятого квалітету точності. Вони необхідні для кріплення трьох напрямних. Напрявні необхідні, для того щоб уникнути відведення «Головки свердлильної» при роботі.

- Три місця під пластини є також допоміжними поверхнями, так як вони визначають положення пластин в процесі роботи виробу. Місця кріплення пластин мають жорсткі вимоги по точності і шорсткості.

Виконавчими поверхнями на деталі виступаю різьбові отвори М6-7Н і М4-7Н, призначені для утримування напрямних і пластин в пазах за допомогою гвинтів.

Вільні поверхні на деталі це:

- Вікна R8 і R18мм, необхідні для подачі МОР і відведення стружки.

- Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 50$ і шорсткістю Ra6,3.

- Канавка, шириною 16 мм, необхідна для виходу нарізного різця.

- Лиски, шириною 16 мм, які необхідні для закріплення виробу на верстаті.

Решта поверхонь є вільними, тобто виготовляються з допуском 14-го квалітету.

Матеріалом деталі «Корпус» є сталь 40Х, яка містить 0,4% вуглецю і 1% хрому. Матеріали замітники - сталь 38ХА, сталь 40ХН, сталь 40ХФА, сталь 45Х, сталь 50Х дані про фізико-механічні властивості яких наведені в таблиці, а про хімічний склад в таблиці 1.5 [3].

Таблиця 1.5 - Фізико-механічні властивості сталі 40Х та її замінників

Матеріал	σ_b , МПа	Ψ , %	Твердість НВ	Хімічний склад, %					
				С	Si	Mn	Cr	P	S
Сталь 40Х	610	45	163-168	0,36- 0,44	0,17- 0,37	0,5- 0,8	0,8- 1,1	Дуже мала доля	
Сталь 45	640	40	170-179	0,42- 0,50	0,17- 0,37	0,5- 0,8	<0,25		
Сталь 50	640	40	196-202	0,47- 0,55	0,17- 0,37	0,5- 0,8	<0,25		
Сталь 50Г2	630	35	167-207	0,46- 0,55	0,17- 0,37	1,4- 1,8	<0,25		

Згідно з технічними вимогами, які вказані на кресленні деталі «Корпус» необхідно виконати деталь з твердістю 40...44HRC.

Другим пунктом в технічних вимогах повинно було б бути зазначено, що не вказані граничні відхилення розмірів на кресленні деталі необхідно обробляти з точністю 14-го квалітету. Всі отвори або охоплюють поверхні з полем допуску Н14, всі вали або охоплюються поверхні з полем допуску h14, а всі лінійні розміри з допуском 14-го квалітету і полем допуску симетричним в обидві сторони щодо номінального розміру, таким чином спростилося би креслення.

Третім пунктом у вимогах ставиться, що розміри та кромки у каналах необхідно притупити радіусом не більше 5 мм.

Четвертим пунктом зазначається необхідність покрити деталь Хім. окс. прм за ГОСТ 9.305-85.

П'ятим пунктом зазначається необхідність виконання розмірів за довідками. Ці розміри не контролюються, а перевіряються умовно.

Шостим пунктом вказано необхідність виконати розміри гнізд, забезпечивши розташування ріжучих кромки згідно схеми.

Присутність на деталі жорстких допусків форми і розташування поверхонь роблять її нетехнологічною за цим показником. Допуски, що проставлені на кресленні досягаються на шліфувальній операції.

На деталі є декілька нетехнологічних конструктивних елементів, а саме шпонокві пази та отвір на циліндричній поверхні. Для отримання їх в умовах дрібносерійного виробництва доцільно застосовувати верстати з ЧПК та спеціальні верстатні пристрої.

Способи отримання заготовки можуть бути лише пластичне деформування, так як у технічних вимогах вказана група поковок.

В цілому ж креслення виконане з усіма вимогами ЄСКД, за винятком деяких неточностей зазначених вище. На кресленні досить видів і розрізів для подання форми деталі і можливості її виготовлення, також вказані всі розміри.

1.3 Характеристика типу виробництва та організаційної форми виробництва

Тип виробництва за ГОСТ 3.1108 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$, який показує відношення всіх різних технологічних операцій, що виконуються або підлягають виконанню підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Так як у завданні вказано тип виробництва дрібносерійний, то вибираємо форму організації робіт – групову.

Ця форма організації робіт характерна для дрібносерійного і среднесерійного типів виробництва. Заготовки обробляються невеликими партіями, час обробки не погодили.

Дрібносерійне виробництво, яке є підвидом серійного виробництва, яке в свою чергу є основним типом сучасного машинобудівного виробництва, а підприємства цього типу випускають в даний час 70% всієї продукції машинобудування країни. Це виробництво характеризується такими показниками, а саме, заготовки, що застосовуються в дрібносерійному виробництві в основному кування і лиття в піщано-глинисті форми (рідко точне лиття і штампування). Устаткування використовується універсальне і спеціалізоване. В основному використовують універсальні верстати, також широко використовуються верстати з ЧПК. У дрібносерій-

ному виробництві застосовується групова форма організації виробництва. Устаткування розставляються по технологічним групам з урахуванням положення України цеху. Ріжучий інструмент застосовують як стандартний, так і спеціальний, який використовується в разі неможливості обробки стандартним інструментом різних поверхонь великої номенклатури та різної конструкції деталей. Міряльний інструмент також застосовують як стандартний, так і спеціально виготовлений на замовлення в інструментальному цеху підприємства. Переважно застосовують шкальний інструмент в деяких випадках шаблони і калібри.

Середня кваліфікація робітників вище, ніж в масовому виробництві, але нижче ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, а також налагоджують використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстатах.

1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Оцінка технологічності деталі за якісними показниками є:

- оцінка по технологічності матеріалу, з якого виготовлена деталь. Дана деталь виготовлена зі сталі марки 40Х, хімічний склад наведено. Матеріалом заміником для цієї сталі є сталь 45, яка близька до вихідного матеріалу за хімічним складом і фізико-механічними властивостями.

Вартість даного матеріалу невисока, так як сталь легована лише 1% хрому. Даний матеріал не є дефіцитним, що добре для постатчальників.

Вартість даного матеріалу невисока, так як сталь легована лише 1% хрому. Даний матеріал не є дефіцитним, що добре для постачальників.

Існує два критерії оцінки технологічності - це кількісний і якісний критерії.

До якісного критерію належать такі показники:

- Матеріал деталі.
- Базування і закріплення деталі.
- Проставлення розмірів.
- Допуски форми і взаємного розташування.

- Конструктивні нетехнологічні елементи.
- Можливі способи отримання заготовки.

Роблячи висновки про кількість матеріалів замінників для сталі 40Х можна прийти до того, що деталь за даним критерієм технологічна.

Базування та закріплення деталі на дев'яти операціях техпроцесу з п'ятнадцяти нетехнологічно, а отже деталь нетехнологічна за даним критерієм.

Проставлення розмірів на деталі з точки зору зручності їх витримування і контроль без необхідності перерахунку технологічна, тому що майже всі розміри проставлені від правого торця деталі, а це не веде до накопичення похибки і погіршення точності. Розміри можуть контролюватися штангельциркулем ШЦ II, ШЦ III, калібрами пробками, скобами, мікрометрів, а так само різьбовими калібрами і спеціальними шаблонами.

У плані проставляння і контролю розмірів я вважаю деталь технологічною.

Існування на деталі жорстких допусків форми і розташування також роблять її нетехнологічною. У моєму конкретному випадку на деталі існують такі допуски як допуск торцевого биття 0,016мм, допуск співвісності, який дорівнює 0,016мм, допуск площинності днища місця під пластину 0,01 мм.

На деталі існує багато нетехнологічних конструктивних елементів:

- три шпонкових паза: 2 паза і 1 паз 12Н12;
- різьбові отвори розташовані на лівому торці деталі під кутом 5° до осі;
- різьблення з кроком $P = 40\text{мм}$;
- заокруглення різного радіусу R18 і R8мм;
- складні в обробці місця під пластини.

До можливих способів отримання заготовки можна віднести ковку на молотах (заводський метод отримання заготовки), прокат, виливки, штампування на молотах і штампування на КГШП і на ГКР. Найбільш прийнятним методом отримання заготовки є штампування на ГКР. Цей метод прийнятний тим що дозволяє істотно скоротити відходи матеріалу і час на механічну обробку, а також знос інструменту.

Безліч способів отримання заготовки говорить про те що деталь за даним критерієм є технологічною.

В цілому ж конструкція деталі технологічна і більшого вдосконалення, ніж це зробив конструктор без шкоди для службового призначення деталі і виробу, на даному етапі розвитку науки і техніки запропонувати неможливо.

Кількісний аналіз технологічності деталі.

Визначення коефіцієнта використання матеріалу:

$$K_{ИМ} = \frac{M}{M_3}, \quad (1.1)$$

де M – маса готової деталі, $M = 2,5$ кг

M_3 – маса заготовки, $M_3 = 4,0$ кг

$$M_3 = M \cdot K_p = 2,5 \cdot 1,6 = 4,0 \text{ кг} \quad (1.2)$$

$$K_{ИМ} = \frac{2,5}{4,0} = 0,61$$

Визначення рівня технологічності конструкції по використанню матеріалу:

$$K_{ум} = \frac{K_{бИМ}}{K_{ИМ}}, \quad (1.3)$$

де $K_{бИМ}$ – базовий коефіцієнт використання матеріалу, $K_{бИМ} = 0,3$ (за даними підприємства, на якому виготовлялася деталь);

$$K_{ум} = \frac{0,3}{0,61} = 0,48.$$

Визначення коефіцієнта точності і шорсткості ведеться з таблиці, в якій наведено дані про точність і шорсткості поверхонь деталі.

Таблиця 1.6 - Значення квалітетів точності і шорсткості.

Найменування поверхні	Кількість	Точність	Шорсткість
1. Зовнішні циліндричні			
Ø76	1	6	0,8
2. Внутрішні циліндричні			
Ø50	1	14	6,3
Ø71	1	7	0,8
Ø66,2	1	7	0,8
Ø70,6	1	7	1,6
3. Інші			
Довжина 165	2	14	1,6
Торець 140	1	14	6,3
Канавка 16	2	14	6,3
Торець 5	1	14	6,3
Ухил 5°	1	14	6,3
Ухил 20°	1	14	6,3
Фаска 0,2×45°	3	14	6,3
2 паза по 16			
Бокові поверхні	4	6	1,6
Дно	2	14	1,6
Паз 12Н12			
Бокові поверхні	2	12	1,6
Дно	1	14	1,6
Різь с шагом 40	1	14	1,6
Різь М4-7Н	2	14	3,2
Різь М6-7Н	4	14	3,2
Радіуси R3	6	14	1,6
Радіуси R8и R18	2	14	6,3

Визначаємо коефіцієнт точності обробки:

$$K_m = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum T \cdot n_i} \quad (1.4)$$

де $\sum n_i$ – число розмірів відповідного класу точності;

T – клас точності обробки.

$$\sum n_i = 1 + 1 + 1 + 5 + 1 = 9.$$

$$\sum T \cdot n_i = 7 \cdot 1 + 8 \cdot 1 + 9 \cdot 1 + 14 \cdot 5 + 16 \cdot 1 = 112.$$

$$K_m = 1 - \frac{9}{112} = 0,92 > 0,8.$$

За цим показником деталь технологічна.

Визначаємо коефіцієнт шорсткості:

$$K_u = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{\sum n_{im}}{\sum Ш \cdot n_{im}}, \quad (1.5)$$

де $\sum n_{im}$ – число поверхонь відповідного класу шорсткості

$$\sum Ш \cdot n_{im} = 2,5 \cdot 2 + 3,2 \cdot 2 + 6,3 \cdot 5 = 46,1.$$

$$K_u = \frac{9}{46,1} = 0,2 < 0,32.$$

За цим показником деталь технологічна.

1.5 Аналіз базового або типового технологічного процесу

Аналіз будемо проводити на підставі базового технологічного процесу. У цьому технологічному процесі послідовність механічної обробки відповідає загальноприйнятим етапам побудови технологічного процесу.

На першій технологічній операції проводиться обробка поверхонь, які на подальших операціях будуть прийняті за базові (чистові).

Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі наведено в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі «Корпус» Р2

Номер операції	Найменування операції	Обладнання
005	Заготівельна	Молот М 132
010	Термічна	Термічна піч
015	Токарно-гвинторізна	16К20
020	Контрольна	Стіл ВТК
025	Токарно-гвинторізна	16К20
030	Горизонтально-розточувальна	2622
035	Розміточна	Розміточна плита
040	Вертикально-фрезерна	6Р13
045	Координатно-розточувальна	2Е450
050	Круглошліфувальна	3М150
055	Слюсарна	Слюсарний стіл
060	Контрольна	Стіл ВТК

005 Заготівельна

На ВАТ СНВО в якості заготовки використовується кована заготівля, отримана в цеху №19 на кувальному молоті М132.

Допоміжні інструменти: кліщі ТП98.

Отримана заготовка при цьому є циліндр з розмірами $\varnothing 82,2$ мм довжиною 186,6 мм, маса поковки 7,9 кг.

010 Термічна (отжиг)

Нагрівання заготовки до температури 800-850 °С і охолодження в печі.

Устаткування: Газова піч Г-134.

Техоснастка: кліщі ТП - 98.

015 Контроль ВТК

На даній операції на приладі типу Роквелла вимірюється твердість заготовки і перевіряється марка стали.

Техоснастка: прилад типу Роквелла, зразки твердості.

020 Токарно - гвинторізний (чорнова)

На даній операції використовується обладнання: токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20.

Базування (на першому установі): деталь базується в прямих кулачках при цьому виникне подвійна напрямна база, позбавляє деталь 4-х ступенів свободи. На другому установі деталь базується в довгих марнуванні кулачках при цьому виникне подвійна напрямна база, позбавляє деталь чотирьох ступенів свободи і опорна база (торець деталі) позбавляє деталь одного ступеня свободи.

Техоснастка: трьохкулачковий патрон $d250$ мм 7102-0071-2-1 ГОСТ24351-80, кулачки калені, кулачки сирі розточені на довжину 80 і $d 80$ мм.

Допоміжний інструмент: патрон свердлильний ГОСТ14077-80.

На даній операції виробляється чорнова обробка деталі з припуском 3 мм під термообробку. Обробка ведеться з двох встановивши.

На першому установі застосовується ріжучий інструмент: різець прохідний завзятий MCLCR2525K12 з матеріалу Т5К10.

На другому установе застосовують наступний різальний інструмент: різець прохідний завзятий MCLCR2525K12 з матеріалу Т5К10, свердло центровоч-ве Ø4 мм зі швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ14952-75, спіральне свердло Ø42 мм ГОСТ10903-77, прохідний завзятий розточний різець S25RMCKCR12 з твердого сплаву Т5К10.

Як вимірювального інструмента на операції використовують: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-2ГОСТ 166-89 і лінійка ШП 250x5 по ГОСТ 8026-75.

025 Контроль ВТК

Контроль всіх розмірів.

Обладнання: стіл ОТК.

Мірятьний інструмент: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-2 ГОСТ 166-89 і лінійка ШП 250x5 по ГОСТ 8026-75.

030 Маркувальна

Маркувати номер замовлення, номер листа, номер позиції ударним способом шрифтом 3 ... 5 ГОСТ 2930 - 62.

Обладнання: стіл ОТК, набір клейм, молоток ГОСТ 2310 - 77.

035 Координатно-розточна з ЧПУ

На даній операції використовується координатно-розточний з ЧПУ верстат моделі 2E450AФ1.

Базування: на даній операції деталь базується в спеціальному пристосуванні, таким чином на циліндричній поверхні виникає подвійна напрямна база, а на торці - опорна.

Техоснастка: пристосування спеціальне.

Допоміжний інструмент: оправлення для фрези П5-1284.

На даній операції відбувається фрезерування двох вікон в розміри R8, R18мм за програмою.

Ріжучий інструмент: кінцева фреза Ø5 мм зі швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ18372-73 і свердло спіральне Ø6 зі швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ10903-77.

Міряльний інструмент: для контролю радіусів вікон R8мм і R18мм застосовують шаблони R8мм і R18мм ГОСТ4126-86.

040 Контроль ВТК

Контроль розмірів вікон.

Обладнання: стіл ОТК.

Міряльний інструмент: шаблони R8мм і R18мм ГОСТ4126-86.

045 Термічна (гартування)

На даній операції заготовка нагрівається до температури 550°- 600°С і занурюється у ванну з гарячою олією, де і відбувається загартування до твердості 40 ... 42HRC.

Техоснастка: Газова піч Г-134, кліщі ТП - 98, ємність з гарячою мінеральною олією (100 °).

050 Контроль ВТК

Візуальний контроль після термообробки.

055 Токарно-гвинторізний (напівчистова)

Операція виконується на токарно-гвинторізний верстаті моделі 16К20.

Базування деталі на даній операції відбувається в довгих марнування кулачках при цьому на циліндричній поверхні виникне подвійна напрямна база і опорна база (торець деталі).

Техоснастка: патрон трикулачні d250 мм 7102-0071-2-1 ГОСТ24351-80, кулачки довгі, розточені на діаметр 80 і довжину 60мм.

Допоміжний інструмент: патрон свердлильний ГОСТ14077-80.

На даній операції виробляється остаточна обробка поверхонь 12-14 квалітетів, зацентровка деталі, а також напівчистова обробка поверхонь деталі вимагають подальшої механічної обробки. Обробка ведеться на двох установках.

На першому установці застосовується ріжучий інструмент: прохідний завзятий різець MCLCR2525K12 з матеріалу T15K6, свердло центровочне Ø4 мм зі швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ14952-75.

На другому установці застосовується ріжучий інструмент: різець прохідний

завзятий MCLCR2525K12 з матеріалу T15K6, прохідний завзятий розточний різець S25RMCKCR12 з твердого сплаву T15K6, спеціальний канавковий різець (довжина ріжучої кромки 5 мм) з твердого сплаву T5K10, спеціальний різець.

080 Контроль ВТК

Контроль проміжних розмірів пазів.

Обладнання: стіл ОТК.

Мірятьний інструмент: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-2 ГОСТ 166-89, шаблони радісно ГОСТ4126-86.

085 Круглошліфувальна

Устаткування: круглошліфувальний верстат моделі 3М151.

Базування: на даній операції деталь позбавляється 5-ти ступенів свободи, базами будуть - подвійна направляюча- вісь деталі (позбавляє деталь 4-х ступенів свободи). Опорна база-жорсткий центр позбавляє деталь одного ступеня свободи.

Техоснастка: центр жорсткий ГОСТ2575-79, центр обертовий грибокостий ГОСТ8742-75. Для передачі крутного моменту використовують планшайбу з пальцем.

На даній операції виробляється шліфування зовнішнього діаметра 76h6.

Ріжучий інструмент: шліфувальний круг E950C1K5ПП150x20x50 ГОСТ 2424-83.

Мірятьний інструмент: зразки шорсткості ГОСТ9378-75, індикатор годинникового типу ІЧ02 кл.0 ГОСТ517-68 з ціною поділки 0,005 мм і калібр скоба для перевірки діаметра 76h6 ГОСТ 18362-73.

090 Контроль ВТК

Контроль розміру $\varnothing 76h6$.

Обладнання: стіл ОТК.

Мірятьний інструмент: калібр-скоба $\varnothing 76h6$ ГОСТ18362-73, зразки шорсткості ГОСТ 9378-75.

095 Токарно-гвинторізний (чистове)

Обладнання: токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20.

Базування: на даній операції деталь базується в довгих розточених кулачках при цьому на діаметрі 76h6 виникне подвійна напрямна база, а на торці - опорна база.

Техоснастка: патрон трикулачні d250 мм 7102-0071-2-1 ГОСТ24351-80, кулачки довгі сирі розточені на діаметр 76 і довжину 70 мм.

На даній операції виробляється розточування Ø71H7 і фаски 0,2x45°.

Ріжучий інструмент: розточний прохідний завзятий різець S25RMCKCR12 з твердого сплаву Т30К4.

Мірятьний інструмент: калібр - пробка Ø71H7 ГОСТ14812 - 69, зразки шорсткості ГОСТ 9378-75.

100 Контроль ВТК

Контроль розміру Ø71H7.

Обладнання: стіл ОТК.

Мірятьний інструмент: калібр - пробка Ø71H7 ГОСТ14812 - 69, зразки шорсткості ГОСТ 9378-75.

105 Координатно розточна чистова

Устаткування: координатно-розточний верстат моделі 2Д450.

Базування: на даній операції деталь позбавляється всіх шести ступенів свободи (на першій позиції), а саме основною базою буде подвійна напрямна база (зовнішня циліндрична поверхня деталі), опорна база -торец деталі (позбавляє деталь одного ступеня свободи) і друга опорна база виникає при наявності спеціальної оправлення, яка позбавляє деталь одного ступеня свободи.

Техоснастка: пристосування спеціальне з УЛДГ 200.

Допоміжний інструмент: оправлення для фрези П5-1284.

На даній операції виробляється остаточне фрезерування пазів в розміри з креслення.

Ріжучий інструмент: кінцева фреза Ø6 мм зі швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ17378-73.

Міряльний інструмент: калібр - пробки пазові на 16 і 12Н12 ГОСТ24120-80, шаблони радісно ГОСТ4126-86, штангенциркуль

ШЦ-I-125-0,1-2 ГОСТ 166-89.

110 Контроль ВТК

Контроль остаточних розмірів пазів.

Техоснастка: стіл ОТК.

Міряльний інструмент: калібр - пробки пазові на 16 і 12Н12 ГОСТ24120-80, шаблони радісно ГОСТ4126-86, штангенциркуль

ШЦ-I-125-0,1-2 ГОСТ 166-89.

115 Координатно-розточна з ЧПУ

Устаткування: координатно-розточний верстат з ЧПУ 2E450AФ1.

Базування: на даній операції деталь базується в патрон спеціального делительного пристрої з упором в торець деталі, таким чином на циліндричній поверхні виникає подвійна напрямна база (позбавляє деталь чотирьох ступенів свободи), а на торці - опорна (позбавляє деталь одного ступеня свободи). При введенні в одне з вікон спеціальної оправлення там також виникає опорна база.

Техоснастка: пристосування зі спеціальним ділильним пристроєм і можливістю повороту.

Допоміжний інструмент: патрон свердлильний ГОСТ14077-80, оправлення для фрези П5-1284.

На цій операції проводиться фрезерування 3-х місць під пластини, свердління отворів під різьбу і отворів в місцях кріплення пластин.

Ріжучий інструмент: кінцева фреза Ø4 мм зі швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ17378-73, свердла спіральні з циліндричним хвостовиком діаметрами 3,3 мм і 5 мм ГОСТ10903-77.

Міряльний інструмент: шаблон спеціальний для вимірювання форми місця під пластини, штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-2 ГОСТ 166-89.

120 Контроль ВТК

Контроль всіх розмірів.

Обладнання: стіл ОТК.

Міряльний інструмент: шаблон спеціальний для вимірювання форми місця під пластини, штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-2 ГОСТ 166-89.

125 Слюсарна

Устаткування: слюсарний верстак.

Техоснастка: установчі призми ГОСТ12195-66, комірць для мітчиків, молоток слюсарний ГОСТ2310-77.

На даній операції виробляється нарізка різьби М4-7Н і М6-7Н і доведення необхідної чистоти в пазах і місцях під пластини, а також маркування деталі.

– Ріжучий інструмент: мітчик М4-7Н з Р6М5.

Порівнявши маршрутний технологічний процес з типовим технологічним процесом на однотипні деталі ми не знаходимо істотних відмінностей. Тому зміну порядку технологічних операцій можна вважати недоцільним. Але, розглядаючи рівень прогресивності методів обробки, ми бачимо, що вони не досить продуктивні.

Аналізуючи технологічний процес можна рекомендувати використовувати на токарній операції сучасні верстати з ЧПК наприклад 16Р30Ф3, більш придатних за технічними характеристиками при обробці заданої деталі, ніж верстати ТВ200, що дозволить значно скоротити час на обробку та збільшити точність обробки.

Аналіз вимірювального інструмента, яким проводиться контроль точності обробки, показав, що деякі параметри, такі як радіальне биття отворів, в базовому технологічному процесі не контролюються. Виходячи з цього необхідно розробити контрольнo-вимірювальне пристосування для контролю радіального биття отворів.

Проводячи аналіз рівня механізації і автоматизації технологічного процесу можна зробити висновок, що в ньому практично не використовується пристрої.

Виходячи з цього, рекомендується розробити кілька пристроїв. Зокрема можна розробити пристрій для кріплення деталі на обробному центрі з ЧПК опера-

цію з пневматичним затискачем, також можна розробити пневматичний пристрій для затиску деталі на токарній операції.

1.6 Висновки та завдання для удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі

На кресленні присутні наступні допуски:

- допуск площинності днища (місця кріплення пластин) 0,01 мм, який досягається при обробці фрезеруванням на координатно-розточувальному з ЧПУ верстаті, за рахунок базування і жорсткості системи ВПД.

- допуск співвісності поверхні $\varnothing 66,2$, який дорівнює 0,016мм щодо бази А, яка є віссю деталі можна досягти шляхом базування деталі в довгих марнування кулачках, причому основною базою буде подвійна напрямна база $\varnothing 76,5$, а допоміжної - опорна база (лівий торець деталі).

- допуск співвісності поверхні $\varnothing 76$, який дорівнює 0,016мм щодо бази А, що є віссю деталі можна досягти шляхом базування деталі в центрах на шліфувальній операції, причому основною базою буде подвійна напрямна база - вісь деталі, а допоміжної - опорна база (лівий торець деталі) .

- допуск торцевого биття правого торця деталі щодо бази А, який дорівнює 0,02 досягається шляхом обробки деталі на одному установе, але так як це неможливо здійснити по техпроцесу він досягається базуванням за вже оброблену поверхню $\varnothing 76h6$ але досягається побічно.

- допуск радіального биття поверхні $\varnothing 71H7$ щодо бази А, який дорівнює 0,02 досягається шляхом обробки деталі на одному установе, але так як це неможливо здійснити по техпроцесу він досягається базуванням за вже оброблену поверхню $\varnothing 76h6$ але досягається побічно.

Твердість деталі (40 ... 44HRC) досягається загартуванням шляхом нагрівання до температури 550°-600° з подальшим охолодженням в гарячому маслі.

У якості висновків та пропозицій варто внести необхідність розроблення техпроцесу за принципами технології машинобудування на основі використання

сучасних верстатів та обробних центрів з числовим програмним керуванням. Також для даних верстатів необхідно розробити прогресивну заготовку із мінімальними припусками, розрахувати припуски на точну поверхню та визначити порядок розташування баз на механічних операціях.

РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

2.1 Вибір оптимального маршруту оброблення деталі

Вихідними даними для виконання цього етапу є знання про типові маршрути обробки поверхонь або груп поверхонь.

У багатьох випадках укрупнені операції включають переходи, що не можна виконати за один установ. Отже, необхідно прийняти рішення про принцип подальшого проектування - диференціації або концентрації побудови операцій.

При проектуванні маршрутного технологічного процесу необхідно врахувати:

- технологічні процеси рекомендується проектувати згідно з принципом поетапності, тобто необхідно забезпечити виконання чорнових, а потім чистових способів обробки;
- в першу чергу обробляють бази для наступних операцій;
- потім обробляють поверхні з найбільшим припуском і напуском, так як використовуються форсовані режими різання, а отже і будуть великі сили різання;
- обробка поверхонь, в яких можуть бути виявлені дефекти заготовки;
- найбільш точні поверхні обробляються в останню чергу.

Для зручності наведемо кілька технологічних маршрутів обробки і виберемо оптимальний з них.

Маршрут №1:

005 Заготівельна. Ковка заготовки

010 Термічна обробка

015 Випробування зразків

020 Токарна чорнова

025 Токарна чистова

030 Шліфувальна

035 Фрезерна
040 Слюсарна
045 Координатно-розточувальна

Маршрут №2:

005 Заготівельна. Ковка заготовки
010 Термічна обробка
015 Випробування зразків
020 Токарна чорнова
025 Токарна чистова
030 Фрезерна
035 Координатно-розточувальна
040 Шліфувальна
045 Слюсарна

Маршрут №3:

005 Заготівельна. Ковка заготовки
010 Термічна обробка
015 Токарна чорнова
020 Свердлильна
025 Шліфувальна
030 Випробування зразків
035 Токарна чистова
040 Слюсарна
045 Координатно-розточувальна

Маршрут №2 є найбільш правильним, адже при попередніх фрезерних операціях в маршрутах №1 та №3 на подальшій чистовій обробці буде відбуватись обробка з ударами, що призведе до поломки інструменту та дефектам поверхонь.

Таблиця 2.2 - Варіанти обробки внутрішніх поверхонь

I варіант		II варіант	
1	Свердління, IT14, Ra12.5	1	Свердління, IT14, Ra12.5
2	Розсвердлювання, IT12, Ra12,5	2	Растачивание черновое, IT12, Ra 6,3
3	Растачивание получистовое, IT9, Ra6,3	3	Растачивание получистовое, IT9, Ra 3,2
4	Растачивание чистовое, IT7, Ra2,5	4	Растачивание чистовое, IT7, Ra2,5

Найбільш раціональним є варіант, тому що точіння виробитиме розсвердлювання. Крім того, шорсткість поверхні отриманої гострінням нижче шорсткості поверхні отриманої свердлінням.

Найбільш точні зовнішні поверхні 80, 75 виконуються по 6,7 квалітету і мають шорсткість Ra 0,63 мкм.

Необхідні точність і шорсткість можна отримати такими способами.

Таблиця 2.3 - Варіанти обробки зовнішніх поверхонь

I варіант		II варіант	
1	Точіння чорнове, IT12, Ra 12,5	1	Точіння чорнове, IT12, Ra 6,3
2	Точіння напівчистове, IT10, Ra6.3	2	Точіння напівчистове, IT10, Ra 3,2
3	Точіння напівчистове, IT9, Ra3.2	3	Точіння чистове, IT9, Ra2,5
4	Точіння чистове, IT6, R0,63	4	Шліфування, IT6, 0,63

Вибираємо II варіант, тому що шліфування продуктивніше.

Найбільш точні лінійні розміри деталі виконуються по 9-10 квалітету точ-

ності, інші розміри - по 12 квалітету точності. Шорсткість торців 1,14,18,23 (рисунки 1.1) деталі Ra 2,5 мкм, а інших - Ra 6,3 мкм.

Для отримання необхідної шорсткості необхідно:

1) точіння чорнове - отримується точність 12 квалітет і шорсткість Ra 6,3 мкм;

2) точіння напівчистове - отримується точність 10 квалітет і шорсткість Ra 3,2 мкм;

3) точіння чистове - отримується точність 9 квалітет і шорсткість Ra 2,5 мкм.

Для інших поверхонь, що мають 12 квалітет точності і шорсткість Ra 6,3 мкм, достатня чорнова обробка

2.2 Вибір та обґрунтування способу виготовлення вихідної заготовки

Основною умовою раціональної технології виготовлення заготовки є максимальне наближення форми і розмірів заготовки до форми готової деталі, тому проектування заготовки є одним з найважливіших етапів побудови технологічного процесу. Заводський метод отримання заготовки використовувати не доцільно, оскільки дуже багато металу йде в стружку ($K_3=0,3$), адже заводська заготовка не передбачує наявності центрального отвору.

Спосіб виконання заготовки для деталей машин визначається сукупністю факторів:

- призначенням деталі;
- конструктивними особливостями деталі;
- матеріалом деталі;
- технічними вимогами;
- обсягом випуску деталі, серійністю;
- економічністю виготовлення.

При виборі способу отримання заготовки, необхідно враховувати всі ці

чинники, так як між ними існує тісний взаємозв'язок.

Виходячи з умови найбільш раціонального витрати металу приймаємо спосіб штампування на ГKM.

Клас точності поковки встановлюється в залежності від технологічного процесу і обладнання для її виготовлення [7], а також виходячи з вимог, що пред'являються до точності розмірів поковки - Т4.

Дану деталь можна отримувати наступними способами:

- штампуванням;
- куванням на молотах.

Виходячи з конфігурації заданої деталі, технічних вимог креслення (конструктора) доцільно застосувати поковку штамповану.

Матеріал - сталь 40X ГОСТ 4543.

$$K_3 = \frac{M_d}{M_3} \quad (2.1)$$

де $M_d = 2,5$ - маса деталі, кг (взята з креслення деталі);

$M_3 = 7,9$ - маса заготовки, кг (взята з підприємства на якому проводиться деталь).

$$K_3 = \frac{2,5}{7,9} = 0,32$$

коефіцієнт використання матеріалу для методу отримання кованої заготовки визначимо за формулою:

$$K_M = \frac{M_d}{M_3 + M_{опз}} \quad (2.2)$$

де $M_{\text{ОПЗ}}$ - маса відходів виробництва заготовки, кг.

$$M_{\text{ОПЗ}} = 0,1 \cdot M_3 \quad (2.3)$$

$$M_{\text{ОПЗ}} = 0,1 \cdot 7,9 = 0,79 \text{ кг}$$

По формулі:

$$K_M = \frac{2,5}{7,9 + 0,79} = 0,26.$$

У зв'язку з переведенням деталі в дрібносерійне виробництво методом отримання заготовки пропоную використовувати штампування на ГKM. Заготівля, отримана на ГKM, має точність 14-16 квалітету, не великі стабільні припуски по механічну обробку. Сам метод отримання заготовки шляхом штампування на ГKM дорогий, але з огляду на тип виробництва (середньосерійному), високу точність і мінімальні припуски на механічну обробку, що в подальшому призводить до зниження витрат часу і матеріальних засобів на механообробку, в кінцевому підсумку, даний метод буде давати економічний ефект.

Спроекуємо заготовку, що отримується шляхом штампування на ГKM:

Визначаємо тип заготовки для вибору припусків і допуски згідно ГОСТ 7505-89.

а) Для отримання даної заготовки необхідно використовувати кривошипний горячештампувальний прес.

Клас точності поковки-Т4 [3]. Надалі всі табличні дані братимемо з ГОСТ 7505-89.

б) Марка сталі заготовки – Сталь 40Х, тому група сталі М2, [3].

в) Ступінь складності поковки визначається зі співвідношення маси поковки ($M_{\text{ПК}}$) до маси фігури, що описує поковку ($M_{\text{Ф}}$).

$$\frac{M_{\Pi}}{M_{\Phi}}, \quad (2.4)$$

де

$$M_{\Pi} = M_{\text{д}} \cdot K_p, \quad (2.5)$$

де K_p – розрахунковий коефіцієнт.

$K_p = 1,6$ (для деталей типу шестерен, маточин, фланців)

$$\frac{m \cdot d \cdot K_p}{\rho \cdot V} = \frac{2,5 \cdot 1,6}{7,85 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,8^2 \cdot \frac{8}{4}} = 0,53$$

Звідси ступінь складності поковки – С2 [3].

Конфігурація поверхні роз'єму штампа - плоска.

г) На основі отриманих даних, знаходиться вихідний індекс-16 [3].

д) Знаючи вихідний індекс, розміри поверхонь і параметр шорсткості R_a , який необхідно досягти після механічної обробки, визначаються:

Основні припуски (на сторону), мм [3]:

1,6 - діаметр 76 и $R_a 0,8$;

1,2 - діаметр 50 и $R_a 6,3$;

1,6 – діаметр 66 и $R_a 0,8$;

1,7 - довжина 165 и $R_a 1,6$;

1,1 – товщина 25 и $R_a 6,3$;

1,2 - уступ 95 и $R_a 6,3$;

Додаткові припуски [3]:

- зсув по поверхні роз'єму штампа -0,6 (мм).

- зігнутість і відхилення від площинності і прямолінійності - 0,4 (мм).

Визначаємо розміри поковки, мм:

$$\varnothing 76 + (1,6 + 0,5) \times 2 = 80,2 \text{ - приймаємо } 80;$$

$$\varnothing 50 - (1,2 + 0,5) \times 2 = 46,6 \text{ - приймаємо } 47;$$

$$\varnothing 66 - (1,6 + 0,5) \times 2 = 61,8 \text{ - приймаємо } 62;$$

$$L165 + (1,7 + 0,3) \times 2 = 169 \text{ - приймаємо } 169;$$

$$S25 + (1,1 + 0,3) + (1,7 + 0,3 + 0,5) = 28,9 \text{ - приймаємо } 29;$$

$$\text{Уступ } 95 + (1,2 + 0,3) + (1,7 + 0,3 + 0,5) = 99 \text{ - приймаємо } 99.$$

Допустимі відхилення розмірів заготовки [3]:

$$\varnothing 80 \begin{matrix} +1,1 \\ -0,5 \end{matrix}$$

$$\varnothing 47 \begin{matrix} +1,1 \\ -0,5 \end{matrix}$$

$$\varnothing 62 \begin{matrix} +1,1 \\ -0,5 \end{matrix}$$

$$L169 \begin{matrix} +1,4 \\ -0,8 \end{matrix}$$

$$S29 \begin{matrix} +0,9 \\ -0,5 \end{matrix}$$

$$\text{Уступ } 99 \begin{matrix} +1,1 \\ -0,5 \end{matrix}$$

Таблиця 2.3- Результати розрахунку припусків і допусків заготовки

Розмір деталі	Чистота поверхні	Основний припуск	Дод. припуск	Загальний припуск	Розрах. розмір заг.	Прийнятий розмір заг.	Припуск фактичний
Ø76	0,8	1,6	0,5	2,1	Ø80,2	Ø80	2,0
Ø50	6,3	1,2	0,5	1,7	Ø36,6	Ø47	1,5
Ø66	0,8	1,6	0,5	2,1	Ø61,8	Ø62	2,0
L165	1,6	1,7	0,3	2,0	L169	L169	2,0
S25	6,3	1,1	1,1	2,2	S28,9	S29	2,0
Уступ 95	6,3	1,2	1,1	2,3	99	99	2,0

Визначення коефіцієнта використання матеріалу:

За формулою:

$$K_3 = 2,5 / 4,058 = 0,625$$

де: 2,5 - маса деталі, кг (взята з креслення деталі);

4,058 - маса заготовки, кг (прорахована на ЕОМ за допомогою програми КОМПАС 3D-V15).

Визначення маси відходів заготовки:

За формулою:

$$M_{\text{опз}} = 0,1 \cdot 4,058 = 0,4058 \text{ кг.}$$

Отримане значення коефіцієнтів не відповідають рівню ЕСТПП.

Проаналізувавши два методи отримання заготовки, а саме базовий метод - кування на молотах, і запропонований метод - штампування на ГКР, можна зробити висновок, що запропонований спосіб є більш раціональним, тому, що коефіцієнти використання заготовки і матеріалу зросли в два рази в порівнянні із заводськими.

Призначимо технічні вимоги до заготовки:

1.163...168 НВ.

2.Поковка штампована на КГШП, ГОСТ 7505-89.

3.Клас точності - Т4, група сталі - М2, ступінь складності - С2, вихідний індекс - 14.

4.Невказані радіуси закруглень- R 3...5мм.

5.Штамповочні ухили - 5-7.

6.Допустиме зміщення по площині рознімання штампа-0,6мм.

7.Маркувати номер заказу, номер позиції ударним способом шрифтом 3...5
ГОСТ 2930 - 62..

8. Шорсткість поверхонь поковки R_a 50 мкм.

Ескіз заготовки наведемо на рис. 2.1.

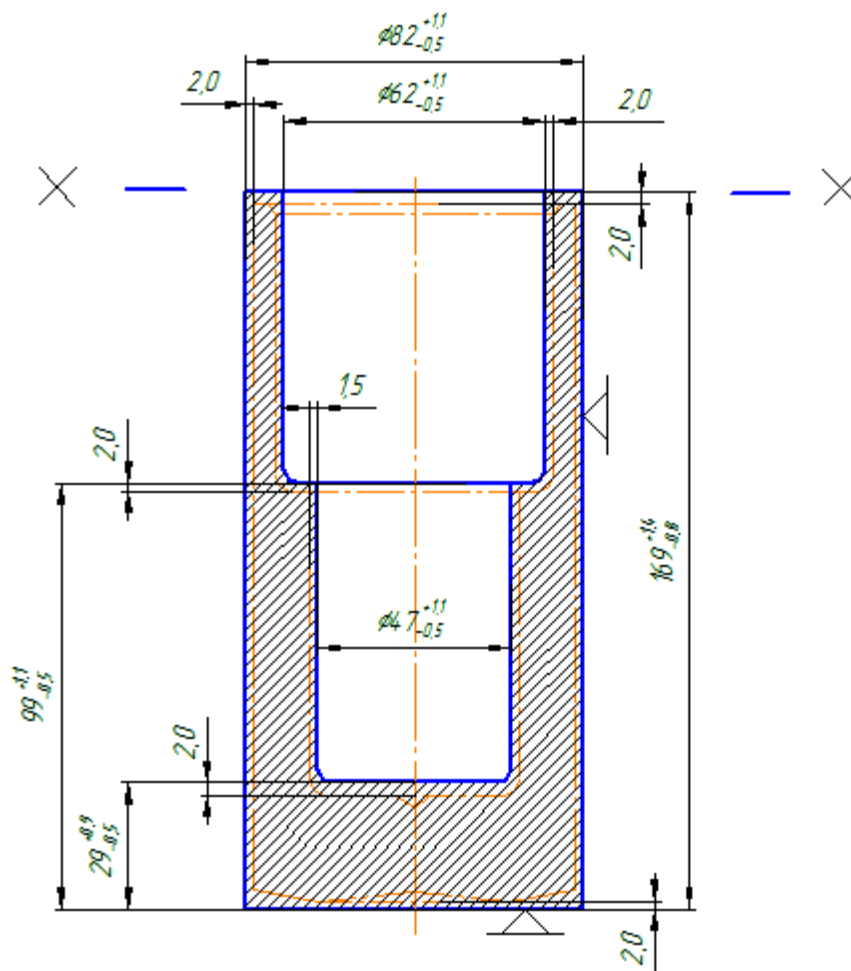


Рисунок 2.1 – Ескіз розробленої заготовки

2.3 Розрахунок припусків на обробку поверхні обертання

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку циліндричної поверхні $\varnothing 76h6$ мм по принципу професора Кована В.М.

Розрахунок проведений на ЕОМ та показаний в додатку Б.

Розрахункова формула для знаходження припуску зовнішньої циліндричної поверхні має вигляд:

$$2z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.2)$$

де $R_{z_{i-1}}$ – величина мікронерівностей поверхні отриманої на попередній операції (переході);

T_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ρ_{i-1} - величина просторового відхилення форми поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ε_i - похибка на виконуваний операції (переході).

Перераховані показники є величинами табличними окрім ρ_{i-1} , яка розраховується як

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{экс}^2 + \rho_{см}^2} = 1200 \text{ мкм},$$

а ρ_{i-1} знаходиться в відсотковому відношенні від $\rho_{заг}$ тоді $\rho_{черн} = \rho_{заг} k_y$, де $k_y=0,04-0,06$, в залежності від переходу. Знайдемо для кожного з переходів:

$$\rho_{чер} = 1200 \cdot 0,06 = 72 \text{ мкм}.$$

$$\rho_{п/ч} = 1200 \cdot 0,05 = 60 \text{ мкм}.$$

Вихідні данні для розрахунку припусків на ЕОМ приведені в табл. 2.4, а самі результати розрахунку у додатку.

Таблиця 2.4 - Маршрут обробки поверхні деталі.

Найменування операції (переходу)	Досягнутий квалітет точності, IT	Параметр шорсткості, Ra, мкм
Заготівельна	IT16($\frac{+1,1}{-0,5}$)	25
Чорнове точіння	h14(-0,74)	12,5
Напівчистове точіння	h11(-0,19)	3,2
Чистове точіння	h8(-0,046)	1,6
Шліфування	h6(-0,02)	0,8

Таблиця 2.5 – Дані для розрахунків зведені

Технологічні операції і переходи	Точність обробки	Допуск на розмір, мм	Елементи припуску, мкм				Розрахунок припусків, мкм			Розрахунок розмірів, мм		
			Rz _{i-1}	T _{i-1}	P _{i-1}	E _i	2Z _{min}	2Z _n	2Z _{max}	d _{min}	d _{nom}	d _{max}
Заготовка	16	1,6	-	-	-	110	-	-	-	81,374	81,874	82,974
Чорнове то-точіння	14	0,74	160	200	1414		3548	4048	5888	77,086	77,826	77,826
Напівчистове то-точіння	11	0,19	50	50	85	0	370	1110	1300	76,526	76,716	76,716
Чистове то-точіння	8	0,046	32	30	71	0	266	456	502	76,214	76,26	76,26
Шліфування	6	0,02	25	25	57	0	214	260	280	75,98	76	76

З [3] визначаємо числові значення даних величин і за формулою розраховуємо просторове відхилення форми:

$$\rho_{\text{кор}} = 1,0 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{зм}} = 1,0 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм}.$$

$$\rho_{\text{заг}} = 1414 \text{ мкм}.$$

Визначення просторових відхилень на кожній з операцій маршруту обчислюються за формулою:

$$\rho_i = \rho_{\text{заг}} \cdot k_i, \quad (2.2)$$

де K_y - коефіцієнт уточнення (вибирається для кожної стадії) [3]
 $r_{заг}$ – просторове відхилення форми заготовки, мкм

$$r_{чор} = 1414 \cdot 0,06 = 85 \text{ мкм};$$

де $r_{чор}$ – просторове відхилення форми заготовки на операції чорного то-
 чіння, мкм;

$$r_{н/ч} = 1414 \cdot 0,05 = 71 \text{ мкм};$$

де $r_{н/ч}$ - просторове відхилення форми заготовки на операції напівчистового
 точіння, мкм;

$$r_{шл} = 1414 \cdot 0,04 = 57 \text{ мкм}$$

де $r_{шл}$ - просторове відхилення форми заготовки на операції шліфування,
 мкм.

Похибкою установки заготовки при закріпленні її у центрах, що зроблені на
 попередній фрезерно-центрувальній операції можна знехтувати $E_y = 0$ мкм. Роз-
 раховують припуски на кожну із стадій обробки:

Розрахунок мінімального припуску ведеться за формулою:

$$2Z_{\min i} = 2(Rz_{(i-1)} + T_{(i-1)} + \sqrt{P_{(i-1)}^2 + \sum y_i^2}), \quad (2.3)$$

де $2Z_{\min}$ – подвоєний мінімальний припуск, мм;

$Rz_{(i-1)}$ – висота мікронерівностей на попередній стадії, мм;

$T_{(i-1)}$ – глибина дефектного шару на попередній стадії, мм;

$\sum y_i$ - похибка установки, мм.

Розрахунок номінального припуску ведеться за формулою:

$$2Z_{ni} = 2Z_{mini} - e_{si} + e_{i(i-1)}, \quad (2.4)$$

де $2Z_{ni}$ - подвоєний номінальний припуск, мм;

e_{si} – верхнє відхилення розміру на даній операції, мм;

$e_{i(i-1)}$ – нижнє відхилення розміру на попередній операції, мм;

Розрахунок максимального припуску ведеться за формулою:

$$2Z_{maxi} = 2Z_{ni} + e_{si} \quad (2.5)$$

де $2Z_{maxi}$ – подвоєний максимальний припуск, мм;

e_{si} – нижнє відхилення розміру на даній операції.

Шліфування:

$$2Z_{min \text{ шл}} = 2(32 + 30 + \sqrt{71^2 + 0^2}) = 266 \text{ мкм};$$

$$2Z_{н \text{ шл}} = 266 - 25 + 100 = 341 \text{ мкм};$$

$$2Z_{max \text{ шл}} = 341 + 50 = 391 \text{ мкм}.$$

Напівчистове точіння:

$$2Z_{min \text{ н/ч}} = 2(40 + 50 + \sqrt{85^2 + 0^2}) = 350 \text{ мкм};$$

$$2Z_{н \text{ н/ч}} = 350 + 250 = 600 \text{ мкм};$$

$$2Z_{max \text{ н/ч}} = 600 + 100 = 700 \text{ мкм}.$$

Чорнове точіння:

$$2Z_{min \text{ чор}} = 2(160 + 200 + \sqrt{1414^2 + 0^2}) = 3548 \text{ мкм};$$

$$2Z_{н \text{ чор}} = 3548 + 900 = 4448 \text{ мкм};$$

$$2Z_{max \text{ чор}} = 4448 + 1600 + 250 = 6298 \text{ мкм}.$$

Визначення проміжних (міжопераційних) розмірів:

Шліфування:

$d_{н.шл}=76$ - по умові (з креслення)

$$d_{\min \text{ шл.}}=d_{н.шл}-e_{\text{шл}} \quad (2.6)$$

де $d_{\min \text{ шл.}}$ – мінімальний розмір поверхні після шліфування;

$d_{н.шл}$ – номінальний розмір поверхні після шліфування;

$$d_{\min \text{ шл.}}=76-0,05=75,95\text{мм.}$$

$$d_{\max \text{ шл.}}=d_{н.шл}-e_{\text{с шл}} \quad (2.7)$$

де $d_{\max \text{ шл.}}$ – максимальний розмір поверхні після шліфування;

$$d_{\max \text{ шл.}}=76-0,025=75,975\text{мм.}$$

Напівчистове точіння:

$$d_{\min \text{ н/ч}}=d_{\max \text{ шл.}}+2Z_{\min \text{ шл}} \quad (2.8)$$

де $d_{\min \text{ н/ч}}$ – мінімальний розмір поверхні після напівчистового точіння;

$$d_{\min \text{ н/ч}}=75,975+0,266=76,241\text{мм.}$$

$$d_{н.н/ч}=d_{\max \text{ н/ч}}=d_{\min \text{ н/ч}}+e_{\text{н/ч}} \quad (5.9)$$

де $d_{н.н/ч}$ та $d_{\max \text{ н/ч}}$ – номінальний та максимальний розмір поверхні після напівчистового точіння;

$$d_{н.н/ч} = d_{маx н/ч} = 76,241 + 0,1 = 76,341 \text{ мм}$$

Чорнове точіння:

$$d_{min чор} = d_{маx н/ч} + 2Z_{min н/ч} \quad (2.10)$$

де $d_{min чор}$ - мінімальний розмір поверхні після чорнового точіння;

$$d_{min чор} = 76,341 + 0,35 = 76,691 \text{ мм}$$

$$d_{н чор} = d_{маx чор} = d_{min чор} + e_{i чор} \quad (2.11)$$

де $d_{н чор}$ та $d_{маx чор}$ – номінальний та максимальний розмір поверхні після чорнового точіння;

$$d_{н. чор} = d_{маx чор} = 76,691 + 0,25 = 76,941 \text{ мм}$$

Визначаємо розміри заготовки:

$$d_{min заг} = d_{маx чор} + 2Z_{min чор} \quad (2.12)$$

де $d_{min заг}$ – мінімальний розмір заготовки;

$$d_{min заг} = 76,941 + 3,548 = 79,489 \text{ мм}$$

$$d_{н. заг} = d_{min заг} + e_{i заг} \quad (2.13)$$

$$d_{н. заг} = 79,489 + 0,9 = 80,389 \text{ мм}$$

$$d_{маx заг} = d_{н. заг} + e_{s заг} \quad (2.14)$$

$$d_{\max \text{заг}} = 80,389 + 1,6 = 81,989 \text{ мм}$$

де $d_{\max \text{заг}}$ – максимальний розмір заготовки;

Визначаю загальний номінальний припуск:

$$2Z_{\text{н.заг.}} = d_{\text{н.заг.}} - d_{\text{н.шл.}} \quad (2.15)$$

де $2Z_{\text{н.заг.}}$ - загальний номінальний припуск

$$2Z_{\text{н.заг.}} = 81,389 - 76 = 5,389 \text{ мм}$$

Схема розташування припусків і допусків для даної поверхні вказана на рис. 2.2.

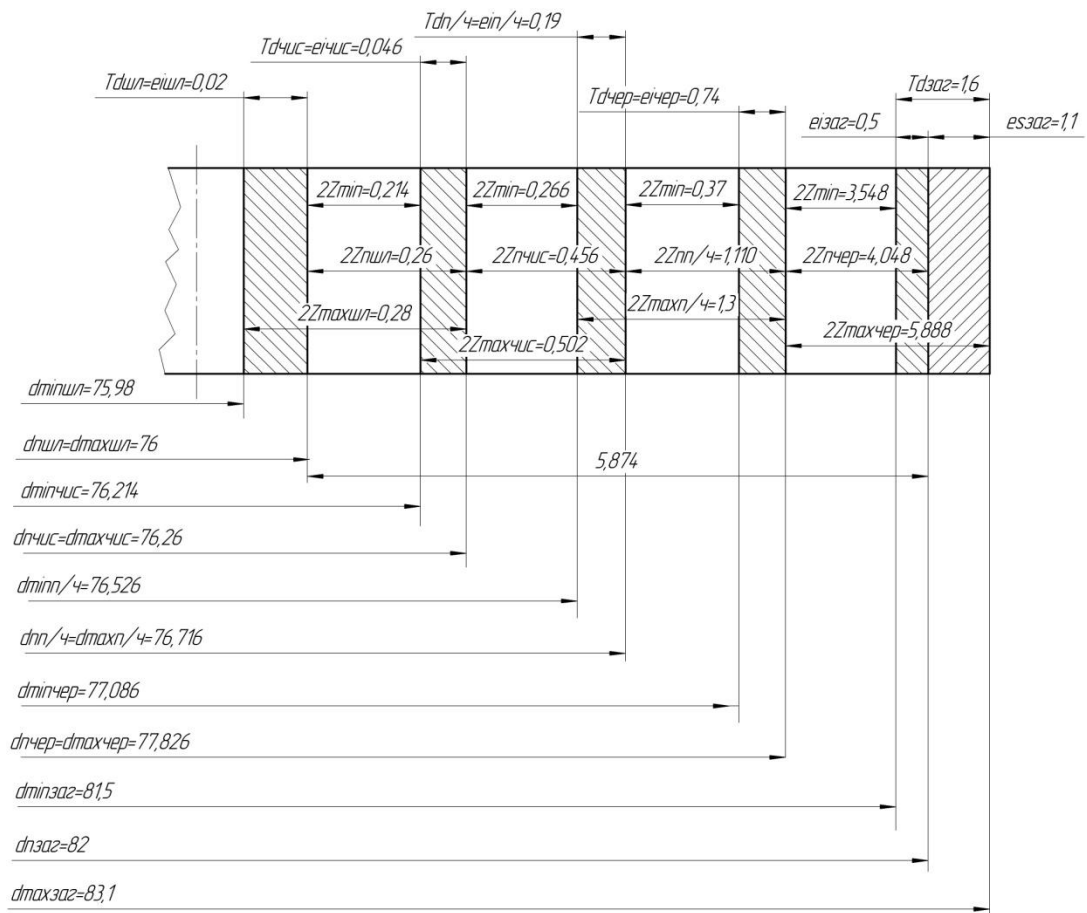


Рисунок 2.2 – Схема розміщення припусків на обробку
діаметрального розміру $\varnothing 76h6$ мм

Порівнюючи розмір, визначений аналітичним методом та за допомогою ГОСТ робимо висновок, що вони майже не відрізняються 82 мм за ГОСТ та 81 мм аналітичним методом відповідно, тому розрахунки проведені вірно.

2.4 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення

Якість виготовлення деталі у великій мірі залежить від правильності встановлення та закріплення заготовки на верстаті. Установка складається з установки, тобто орієнтації заготовки щодо виконавчих органів верстата, інструменту або траєкторії його переміщення, і закріплення, тобто докладання зусиль до заготівлі для фіксації положення заготовки, досягнутого при базуванні.

Поверхня, використовувана для базування, повинна відповідати таким вимогам:

- великі розміри, геометрично правильна форма;
- низька шорсткість поверхні (без задирів, напливів, буртиків, залишків ливникової системи і т.д.);
- безпосередня розмірна зв'язок з оброблюваною поверхнею, близьке розташування до оброблюваної поверхні;
- відсутність значущих деформацій і низькою жорсткості базових поверхонь;
- використання принципу сталості баз;
- можливість простого і зручного закріплення заготовки.

Для розгляду та аналізу у цьому пункті було обрано вертикально-фрезерну операцію, на якій за базовим технологічним процесом обробляються пази під стопорні шайби:

Для двох аналізованих операцій розглянемо дві різних схеми базування для отримання точності лінійних розмірів. Точність діаметральних розмірів буде досягатися за рахунок точності позиціонування робочих елементів верстата.

Схеми базування заготовки на токарній з ЧПК операції 015 приведені на рисунках 2.2 та 2.3.

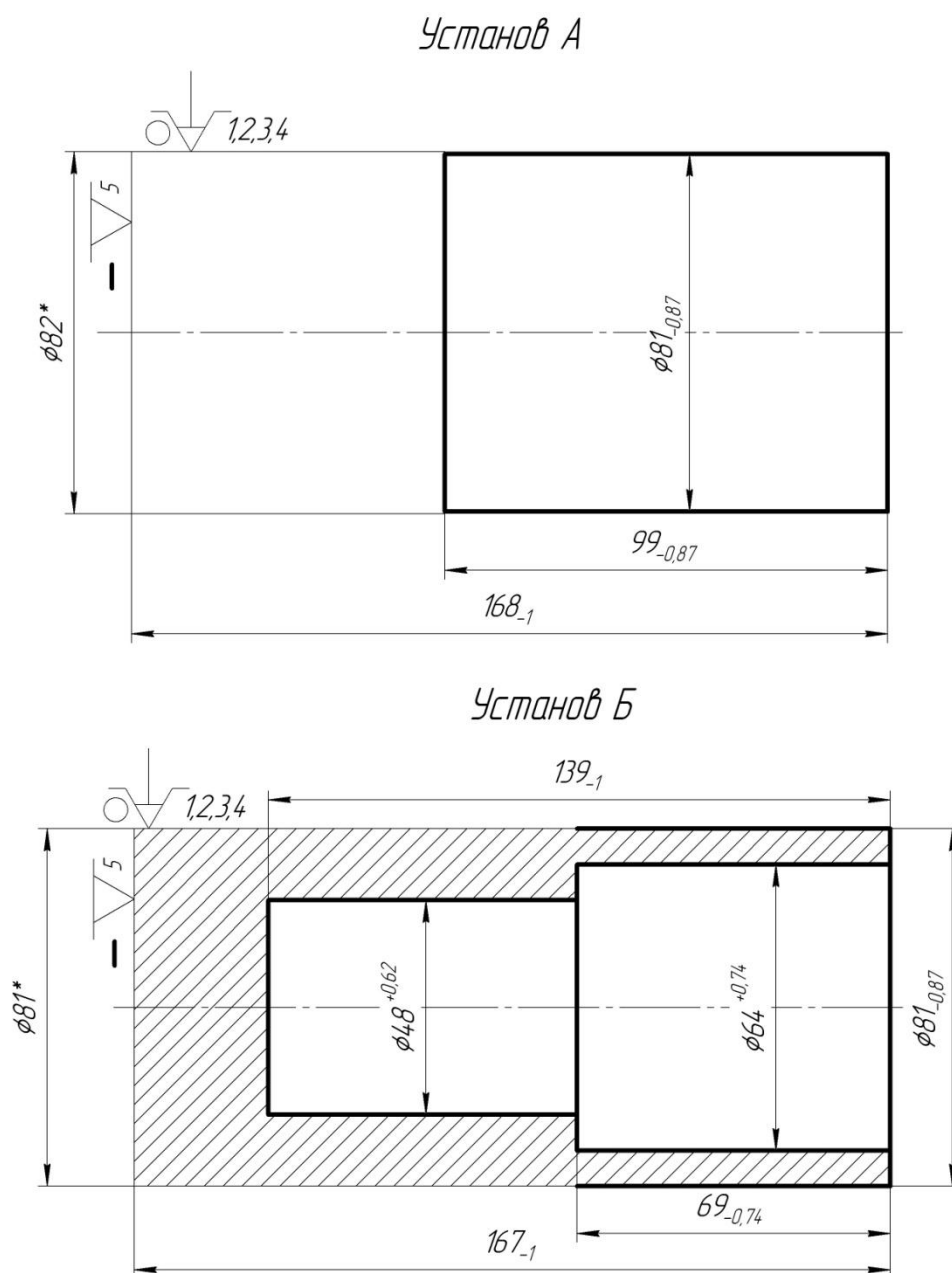


Рисунок 2.2- Схема базування (перший варіант)

Для визначення, який варіант з точки зору досягнення точності краще розрахуємо похибку базування:

Приймаємо одну схему базування у центрах, так як іншу схему реалізувати неможливо у зв'язку з тим, що обробка валів на токарних операціях виконується в центрах завжди майже. Дана схема передбачає подвійну-напрямну та опорну ба-

зи, заготовка буде полишена п'яти ступенів вільності. На першому варіанті приймаємо базування за допомогою плаваючого і обертового центрів, а у другому – жорсткого і обертового.

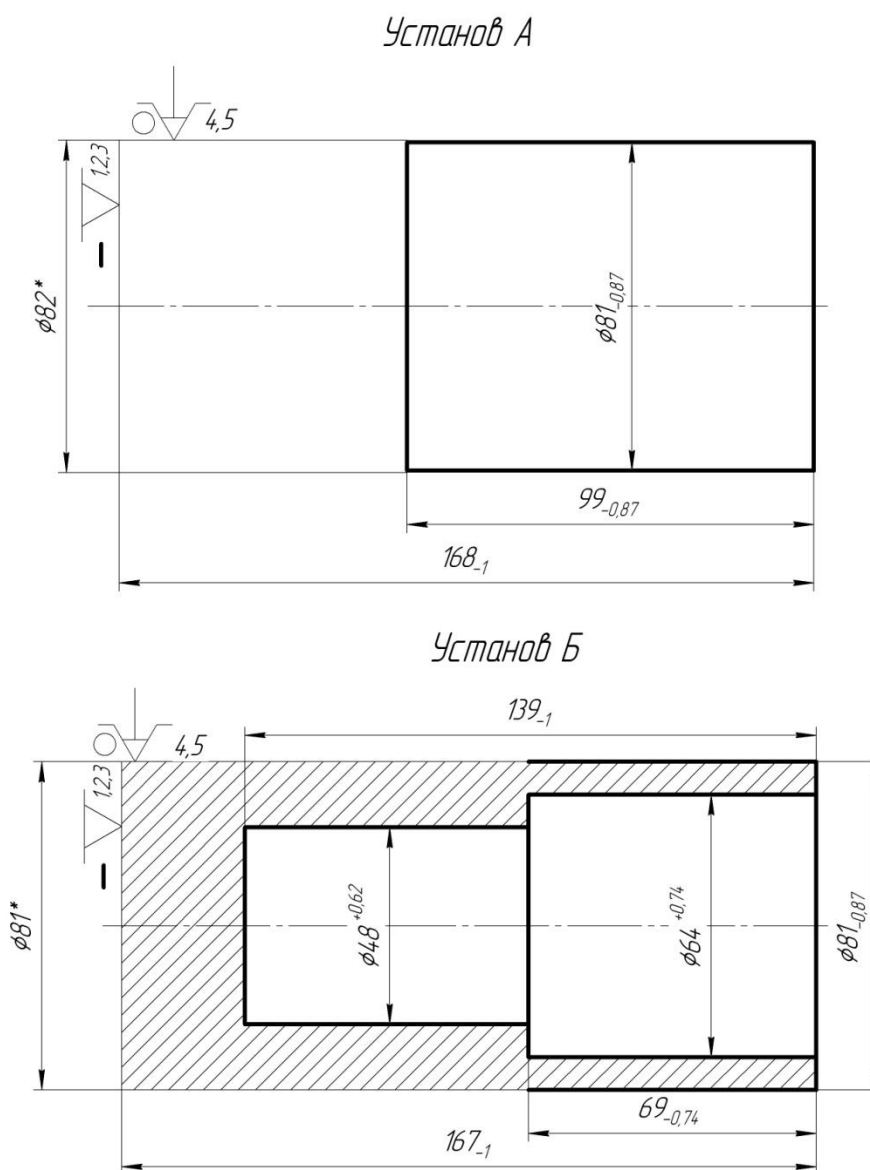


Рисунок 2.3- Схема базування (другий варіант)

Схеми базування заготовки на комплексній з ЧПК операції 040 приведені на рисунках 2.4-2.5.

У даному випадку точність лінійних розмірів визначається похибкою базування тому розглянемо похибку на найбільш точний лінійний розмір 69 мм:

- за варіантом 1:

$$\varepsilon_{\delta 69} = 0,05 < T_{69} = 0,4 \text{ мм},$$

отже браку не виникатиме;

- за варіантом 2:

$$\varepsilon_{\delta 69} = 0,05 + 1,0 = 1,05 > T_{69} = 0,4 \text{ мм},$$

отже можливо, що брак виникатиме.

Отже приймаємо 1-й варіант базування.

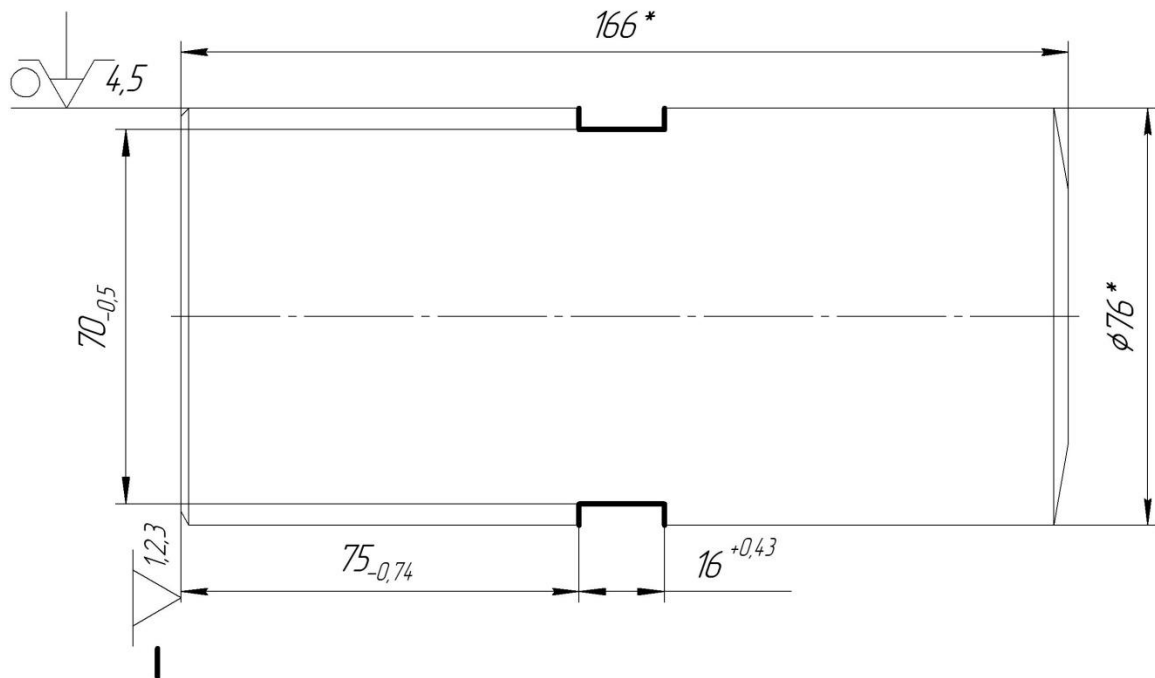


Рисунок 2.4- Схема базування заготовки на фрезерній операції (перший варіант)

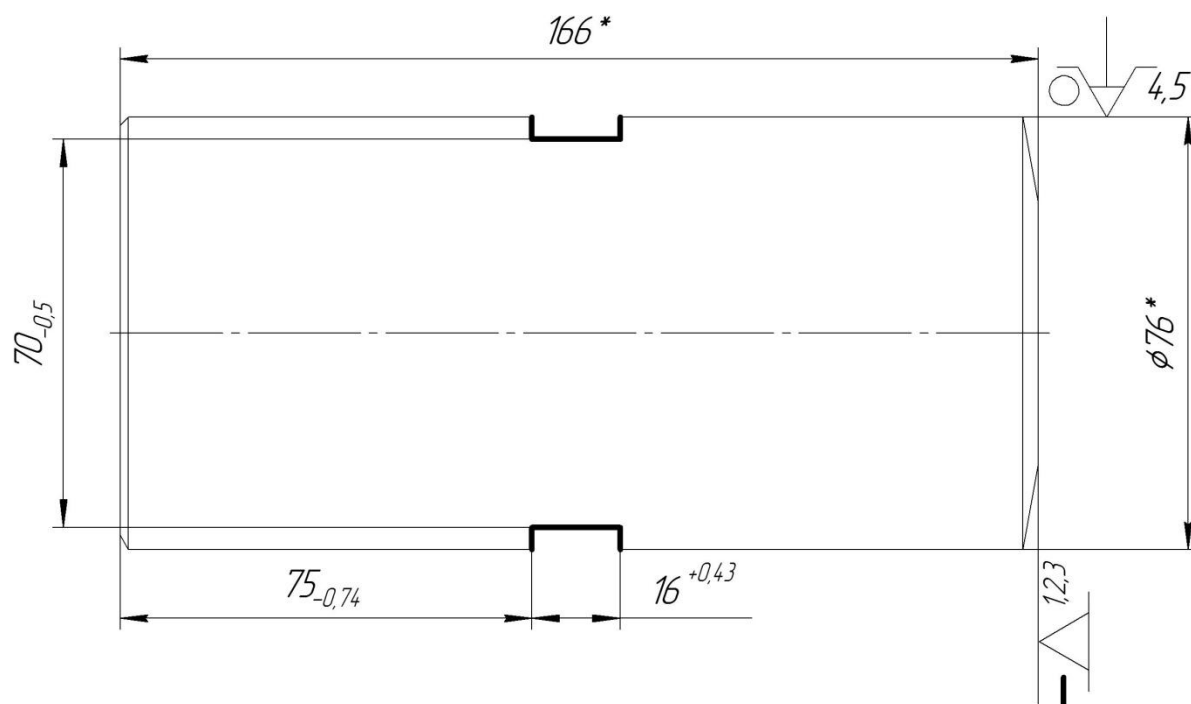


Рисунок 2.5- Схема базування заготовки на фрезерній операції (другий варіант)

Для визначення, який варіант з точки зору досягнення точності краще розрахуємо похибку базування:

Приймаємо одну схему базування у призмах, так як іншу схему реалізувати неможливо у зв'язку з тим, що лише дві циліндричні поверхні на даному установі можна використати як установчу, а саме 2 зовнішні циліндричні поверхні $\phi 76h6$ і одну поверхню як опорну базу – торець лівий, або правий торець. Дана схема передбачає установчу та подвійну опорну бази, заготовка буде полишена п'яти ступенів вільності.

У даному випадку забезпечуються лише два розміри на операції: ширина пазу 16, розмір $74 \pm 0,15$ мм. Так як ширина пазу забезпечується інструментом - фрезою, то похибку будемо визначати лише для розміра 74.

Похибка базування:

$$\varepsilon_{\delta 74} = 0,05 < T_{74} = 0,3 \text{ мм} - \text{браку не виникатиме};$$

По другому варіанту:

$$\varepsilon_{674} = T_{74} = 1,6 > T_{74} = 0,3 \text{ мм} - \text{ брак може виникати.}$$

Отже у другому випадку виникатиме похибка, тому оберемо перший варіант схеми базування.

2.5 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів

Металорізальний верстат вибирається виходячи з вимог до якості поверхні, яку необхідно отримати, необхідної потужності двигунів, габаритів, типу виробництва, кількості інструментів на даній операції.

На операції 015 токарна з ЧПК проводиться чорнова обробка заготовки з одного установа.

Металорізальний верстат вибираємо за наступними критеріями:

- технологічні методи обробки поверхонь: для обробки вищевказаних поверхонь було розглянуто перелік токарних верстатів, проаналізувавши, був обраний верстат моделі 16К20Ф3, який оснащений системою ЧПК [4];
- потужність двигуна: верстат даної моделі оснащений 14 кВт двигуном, якого достатньо для точіння поверхонь корпусу;
- габарити робочого простору: дане обладнання дозволяє обробляти заготовки діаметром - до 400 мм, і довжиною - до 800 мм, що дозволить встановити заготовку;
- тип виробництва: при дрібносерійному виробництві перевага віддається універсальному обладнанню з ЧПК, таким обладнанням є верстат моделі 16К20Ф3.

Основні технічні характеристики токарного верстата моделі 16К20Ф3 наступні:

- найбільший діаметр оброблюваної заготовки над:
- станиною - 400 мм,
- супортом - 200 мм;

- найбільша довжина оброблюваної заготовки - до 800 мм;
- крок метричної різьби до 6 мм;
- частота обертання шпинделя $12,5 \div 1600$ хв⁻¹;
- подача:
- поздовжня $1 \div 1000$ мм/хв;
- поперечна $1 \div 200$ мм/хв;
- потужність електродвигуна приводу головного руху - 14 кВт.

Для операції 035. Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК моделі FADAL 2216FX.

Технічна характеристика верстата:

Розміри робочої поверхні столу, мм 800x630

Виліт шпинделя, мм 70

Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні столу, мм 600

Найбільша маса оброблюваного виробу, кг 300

Найбільше переміщення столу:

- Поздовжнє, мм 600

- Поперечне, мм 500

Найбільший діаметр:

свердління в сталі, мм 20

фрезерування, мм 100

Частота обертання шпинделя (безступінчасте через 1), об / хв 1 - 8000

Подача:

- Шпинделя, мм / хв 1 - 3000

- Стола, мм / хв 1 - 3000

Дискретність відліку координат по осях, мм 0,001

Точність установки координат, мм 0,001

Число T-подібних пазів 5

Ширина паза, мм 18

Конус шпинделя ISO40

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт 6,5

Габаритні розміри, мм 2150x1900x2320

Маса верстата, кг 3200.

Для операції 040. Враховуючи умови дрібносерійного виробництва, більш доцільно застосовувати верстат, який дозволить проводити обробку більш продуктивно, а саме DMU-50V з ЧПК.

Обробний центр DMU-50V призначений для свердління, зенкерування, розвертання, нарізання різі, фрезерування деталей із сталі, чавуну і кольорових металів в умовах дрібносерійного і середньо серійного виробництва. Оснащений магазином з автоматичною зміною інструмента, дозволяє виконувати координатну обробку деталей типу: кришок, фланців, панелей і т. д. без попередньої розмітки і застосування кондукторів.

Технічні характеристики верстата DMU-50V:

Розміри робочої поверхні столу, мм 500x500

Виліт шпинделя, мм 70

Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні столу, мм 600

Найбільша маса оброблюваного виробу, кг 800

Найбільше переміщення столу:

- Поздовжнє, мм 600

- Поперечне, мм 600

Найбільший діаметр:

свердління в сталі, мм 30

фрезерування, мм 80

Частота обертання шпинделя (безступінчасте через 1), об / хв 1 - 14000

Подача:

- Шпинделя, мм / хв 1 - 5000

- Стола, мм / хв 1 - 5000

Дискретність відліку координат по осях, мм 0,001

Точність установки координат, мм 0,001

Число Т-подібних пазів 7

Ширина паза, мм 18

Конус шпинделя ISO40

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт 10,5

Габаритні розміри, мм 3150x2900x3320

Маса верстата, кг 3200.

Застосовуючи обробний центр з ЧПК можливо значно підвищити продуктивність праці (у 3-4 рази), полегшити умови праці робітника (при зменшенні його кваліфікації), також значно підвищується точність оброблюваних поверхонь у порівнянні з базовим варіантом верстата.

2.6 Обґрунтування та вибір верстатних пристроїв, різального та вимірювального інструментів

Виходячи з типу виробництва (дрібносерійне) найбільш доцільно застосувати універсальні пристрої та обладнання.

Операція 015 Токарна чорнова

Для обробки заготовки будемо використовувати :

- затискні кулачки для фіксації заготовки на патроні верстата, яке дозволить реалізувати схему базування (на оправці з упором по торцю).

- державка різця 2102-1124 ГОСТ 18877-73 – державка 25x25 токарний прохідного відігнутий різець загального призначення, з пластиною 01432 T5K10 ГОСТ 25395-82;

- державка різця 2112-0021 ГОСТ 18880-73 – державка 25x150 токарно під-різний різець відігнутий , з пластиною 0178910 T5K10 ГОСТ 25397-82.

Для вимірювання точності обробки отворів використаємо:

- Штангенциркуль ШЦ II- 250- 0,05 ГОСТ 166-79

- Штангенциркуль ШЦ I - 125-0,1-1 ГОСТ 166-79

Операція 035 Фрезерна

Допоміжний інструмент – цанговий патрон ГОСТ 25827-93. Різальний інструмент – фреза шпонкова Ø10Н7 Р6М5 ГОСТ 9140-78. Вимірювальний інструмент – штангенциркуль ШЦ I- 125-0,1 ГОСТ 166-89, калібр пазовий спеціальний.

Операція 040 – Комплексна з ЧПК.

Для свердління отворів будемо використовувати:

- розтискну оправку, яка дозволить реалізувати схему базування (на оправці з упором по торцю деталі).

- свердло спіральне ø5 ГОСТ 10907-88;

- свердло спіральне ø4,2 ГОСТ 10907-88;

- свердло спіральне ø3,3 ГОСТ 10907-88;

- свердло спіральне ø14 ГОСТ 10907-88;

- мітчик 2145-0127 Р6М5 Н6 ГОСТ 3266-81 – мітчик для нарізання різі М5-7Н;

- фреза кінцева ВК8 –цековка ø 8;

- фреза кінцева ВК8 –цековка ø 6;

- оправка 5630-0017 ГОСТ 13598-85 – перехідна для закріплення фрези у патрон а потім у шпиндель;

- оправка 6100-0258 ГОСТ 13598-85 – перехідна для закріплення фрези у патрон а потім у шпиндель;

- патрон різенарізувальний 6761-2012-04 ГОСТ 23841-85.

Для вимірювання точності обробки отворів використаємо:

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1, ГОСТ 166-89; штангенциркуль ШЦ-II - 630-0,1, ГОСТ 166-89;

- пробка 8221-3062 6Н ГОСТ 17758-72, пробка ПР/НЕ для контролю різі М5-7Н.

2.7 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання для операції 010 токарно-гвинторізні

Рішення проводиться аналітичним (повним) способом для точіння циліндричної поверхні.

Вихідні дані: на токарно-гвинторізній верстаті 16К20Ф3 обробляється поверхню деталі. Опрацьований матеріал - Сталь 40Х, НВ - 670 МПа, заготівля - штампування. Діаметр оброблюваної поверхні 80,1 мм, довжина оброблюваної поверхні - 70 мм, обробка чорнова, шорсткість Ra 6,3 мкм; обробка без охолодження

1. Паспортні дані верстата 16К20Ф3.

Частота обертання шпинделя, об / хв -20 25 32 40 50 63 80 100 126 159 200 252 317 399 502 632 796 1002 1262 1589 2000.

Поздовжня подача мм / об 0,05 0,065 0,086 0,11 0,15 0,19 0,25 0,33 0,43 0,56 0,73 0,96 1,25 1,64 2,14 2,8.

Потужність електродвигуна головного руху $N_{ел} = 11,6$ кВт, ККД = 0,9.

Максимальна осьова сила допускається механізмом подачі $P = 3000$ Н.

1. Призначаємо глибину різання. Припуск на сторону дорівнює:

$$\Delta = \frac{D - d}{2}$$

$$\Delta = \frac{93 - 83,4}{2} = 4,8 \text{ мм}$$

Виходячи з вимог до деталі (IT12, Ra 6,3мкм), припуск знімаємо за один прохід.

$$t = \Delta = 4,8 \text{ мм};$$

2. Вибираємо геометричні параметри різця. Для чорнової обробки приймаємо токарний завзятий різець з механічним кріпленням твердосплавних пластини з кутами в плані 90 та 15 градусів, матеріал пластини твердий сплав Т15К6. Позначення пластини 01113-110304 по ГОСТ 19044-80 [10] товщина пластини $S = 3,18\text{мм}$, радіус при вершині 0,4 мм.

При орієнтовному значенні чорновий подачі для даних умов 0,6 -1,2 мм / об 13 і глибини різання 4,8 мм для верстата 16К20Ф3 приймаємо перетин різця 16x25мм 10. Задній кут 150, передній кут 100, кут нахилу ріжучої кромки 0. Спосіб кріплення ріжучої пластини клиновий.

Для одноінструментальної обробки призначаємо період стійкості $T = 30$ хв.

Визначаємо подачу виходячи з таких обмежень:

А. Подача, що допускається міцністю державки різця, визначається за формулою:

$$S_{\text{пр.р}} = \sqrt{\frac{B \cdot H^2 \cdot \bar{f} \cdot \bar{u}}{60 \cdot c_{pz} \cdot \left(\frac{c_v \cdot k_v}{T^m}\right)^{npz} \cdot t^{xpz} \cdot k_{pz} \cdot L_p}},$$

де: $B=16\text{мм}$, $H=25\text{мм}$

$[\sigma] = 490$ МПа (для закаленої державки из стали 40ХН);

$L_p = 1,5 \cdot H = 1,5 \cdot 25 = 38$ мм;

Знаходимо коефіцієнти до показників ступенів [13].

$C_{pz} = 300$, $X_{pz} = 1,0$, $Y_{pz} = 0,75$, $n_{pz} = -0,15$.

K_{pz} – поправочний коефіцієнт впливає на зміну умов обробки;

$$K_{pz} = K_{\varphi pz} \cdot K_{\chi pz} \cdot K_{\lambda pz} \cdot K_{r pz},$$

де $K_{\varphi pz} = 0,89$; - поправочний коефіцієнт впливає на зміну умов обробки від кута φ [13];

$K_{\chi pz} = 1,0$; - поправочний коефіцієнт впливає на зміну умов обробки від кута χ [13];

$K_{\lambda pz} = 1,0$; - поправочний коефіцієнт впливає на зміну умов обробки від кута λ [13];

$K_{r pz} = 0,87$; - поправочний коефіцієнт впливає на зміну умов обробки від радіусу при вершині різця [13];

K_{MP} - поправочний коефіцієнт на зміну умов обробки в залежності від оброблюваного матеріалу;

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{670}{750} \right)^{0,75} = 0,92$$

$$K_{pz} = 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 0,92 = 0,71$$

$C_v = 350$; $X_v = 0,15$; $Y_v = 0,35$; $m=0,2$ – поправочні коефіцієнти і показники ступеня в формулах швидкості різання.

Поправочний коефіцієнт впливає на швидкість різання

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv},$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [1];

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right) = \frac{750}{670} = 1,12$$

$K_{iv} = 1$; - коефіцієнт, що враховує якість матеріалу інструмента [1];

$K_{nv} = 1$; - коефіцієнт, що відображає стан поверхні заготовки [1].

$$K_v = 1,12 \cdot 1 \cdot 1 = 1,12$$

$$S_{\text{пр.р}} = \sqrt[0.75]{\frac{16 \cdot 25^2 \cdot 490}{60 \cdot 300 \cdot \left(\frac{350 \cdot 1,12}{30^{0.2}}\right)^{-0.15} 4,8^1 \cdot 0,71 \cdot 38}} = 6,9 \text{ мм/об}$$

Б. Подача, допускаема жесткостью різця:

$$S_{\text{жр}} = \sqrt[0.75]{\frac{f_p \cdot E \cdot B \cdot H^3}{40 \cdot c_{pz} \cdot \left(\frac{c_v \cdot k_v}{T_3^m}\right)^{npz} t^{xpz} \cdot k_{pz} \cdot L_p^3}},$$

де: f_p – прогин різця, для чорнової обробки приймаємо рівним 0,1;

E_p – модуль пружності державки для сталі 40ХН 2,1·10⁵ Мпа;

$$S_{\text{жр}} = \sqrt[0.75]{\frac{0,1 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 16 \cdot 25^3}{40 \cdot 300 \cdot \left(\frac{350 \cdot 1,12}{30^{0.2}}\right)^{-0.15} 48^1 \cdot 0,71 \cdot 38^3}} = 7,98 \text{ мм/об}$$

В. Подача, що допускається прочністю пластини.

$$S_{\text{пр.п}} = \sqrt[0.75]{\frac{340 \cdot c^{1,35} \left(\frac{\sin 60^\circ}{\sin \varphi^\circ}\right)^{0.8}}{10 \cdot c_{pz} \cdot \left(\frac{c_v \cdot k_v}{T_3^{0.2}}\right)^{npz} t^{xpz-0.77} \cdot k_{pz}}},$$

де: c – товщина пластини, складає 3,18мм;

φ – кут в плані, рівен 90⁰;

$$S_{\text{пр.п}} = \sqrt[0.75]{\frac{340 \cdot 3,18^{1,35} \left(\frac{\sin 60^\circ}{\sin 90^\circ}\right)^{0.8}}{10 \cdot 300 \cdot \left(\frac{350 \cdot 1,12}{30^{0.2}}\right)^{npz} 4,8^{1-0.77} \cdot 0,71}} = 0,95 \text{ мм/об}$$

Г. Подача, допускаема жорсткістю деталі.

$$S_{ж.д} = \sqrt[0.75]{\frac{f_g \cdot \mu \cdot E \cdot I}{11 \cdot c_{pz} \cdot \left(\frac{c_v \cdot k_v}{T_{\vartheta}^m}\right)^{npz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot k_{pz} \cdot L^3}},$$

де: f_g – допустима величина прогину 0,2мм;

μ – коефіцієнт, що враховує тип закріплення;

I – момент інерції заготовки [13]

$$S_{ж.д} = \sqrt[0.75]{\frac{0,2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,05 \cdot 83,4^4}{11 \cdot 300 \cdot \left(\frac{350 \cdot 1,12}{30^{0.2}}\right)^{-0.15} \cdot 4,8^1 \cdot 0,71 \cdot 133,6^3}} = 61,44 \text{ мм/об}$$

Д. Подача, допустима прочністю механізму подачі.

$$S_{м.п} = \sqrt[0.75]{\frac{P_{м.п}}{4 \cdot c_{pz} \cdot \left(\frac{c_v \cdot k_v}{T_{\vartheta}^m}\right)^{npz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot k_{pz}}},$$

де: $P = 3000\text{Н}$, осьова сила допустима механізмом подачі

$$S_{м.п} = \sqrt[0.75]{\frac{3000}{4 \cdot 300 \cdot \left(\frac{350 \cdot 1,12}{30^{0.2}}\right)^{-0.15} \cdot 4,8^1 \cdot 0,71}} = 1,7 \text{ мм/об}$$

2. Визначаємо економічне значення подачі в якості, якої приймаємо найменшу з подач, що допускаються прийнятими технологічними обмеженнями для заданих умов:

$$S_e = S_{ж.д} = 0,96; 7,98; 0,95; 61,44; 1,7 \text{ мм/об}$$

$$S_e = S_{ж.д} = 0,96 \text{ мм/об.}$$

Дану подачу можна реалізувати на верстаті так як виконується умова $0,01$

Коригуємо економічне значення подачі по верстата. З урахуванням виконання умови 5% в якості технологічної подачі приймаємо найближче значення з наявних на верстаті, тобто $S_T=0,96$ мм/об.

7. Визначаємо економічне значення числа оборотів за формулою:

$$n_d = \frac{100 \cdot C_v \cdot K_v}{T_s^m \cdot S^{y_v} \cdot t^{x_v} \cdot \pi \cdot D}$$

$$n_d = \frac{1000 \cdot 350 \cdot 0,75}{30^{0,2} \cdot 0,95^{0,35} \cdot 4,8^{0,15} \cdot \pi \cdot 83,4} = 407 \text{ об/мин}$$

Це число оборотів можна реалізувати на верстаті, так як виконується умова $20 \leq 475 \leq 2000$.

8. Перевіряємо економічне значення подачі по потужності верстата.

$$S_{м.с} = \sqrt[0,75]{\frac{N_s \cdot \eta \cdot 60 \cdot 1020 \cdot 1000}{10 \cdot c_{pz} \cdot \left(\frac{c_v \cdot k_v}{T_s^m}\right)^{npz} \cdot t^{xpz} \cdot k_{pz} \cdot \pi \cdot D \cdot n_s}}$$

$$S_{м.с} = \sqrt[0,75]{\frac{4,6 \cdot 0,9 \cdot 60 \cdot 1020 \cdot 1000}{10 \cdot 300 \cdot \left(\frac{350 \cdot 1,12}{30^{0,2}}\right)^{-0,15} \cdot 4,8^1 \cdot 0,71 \cdot 3,14 \cdot 83,4 \cdot 406}} = 0,33 \text{ мм/об}$$

В якості технологічної розрахункової подачі приймаємо $S_{тр} = 0,33$ мм / об. Коригуємо значення $S_{тр}$ по верстата. В якості технологічної подачі приймаємо $S_{т}=0,33$ мм/об.

Знаходимо число оборотів допускаються потужністю верстата по формулі

$$n_{м.с} = \sqrt[1+n_{pz}]{\frac{N_g \cdot \eta \cdot 60 \cdot 1020}{10 \cdot c_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S^{y_{pz}} \left(\frac{\pi \cdot D}{1000}\right)^{1+n_{pz}} \cdot k_{pz}}}$$

$$n_{м.с} = \sqrt[0,85]{\frac{4,6 \cdot 0,95 \cdot 60 \cdot 1020}{10 \cdot 300 \cdot 4,8^1 \cdot 0,33^{0,75} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 83,4}{1000}\right)^{0,85} \cdot 0,71}} = 406 \text{ об/мин}$$

Коригуємо $n_{м.с}$ значення по верстата і приймаємо в якості дійсного числа оборотів з урахуванням виконання умови 5% – $n=398$ об/мин

9. Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000};$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 80,4 \cdot 398}{1000} = 104,5 \text{ м/мин};$$

10. Знаходимо силу різання по формулі:

$$P_z = 10 \cdot c_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S^{y_{pz}} \cdot V^{n_{pz}} \cdot K_{pz}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 4,8 \cdot 0,33^{0,75} \cdot 104,5^{-0,15} \cdot 0,71 = 2189 = 218,9 \text{ кН};$$

11. Розраховуємо потужність різання за формулою:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020};$$

$$N_p = \frac{218,9 \cdot 104,5}{60 \cdot 1020} = 0,37 \text{ кВт.}$$

12. Визначаємо коефіцієнт використання верстата по потужності

$$K_N = \frac{N_p}{N_{\Sigma} \cdot \eta} = \frac{0,37}{2,8 \cdot 0,9} = 0,14$$

Оскільки $K_N \leq 1$, знайдений режим різання можна реалізувати на верстаті 16К20Ф3.

Для інших переходів цієї операції вибираємо:

- подачу встановлюємо по [14], далі коригуємо подачу за паспортними даними верстата і встановлюємо дійсну, значення заноситься в таблицю;
- швидкість різання встановлюємо по [14] і заносимо значення в таблицю;
- частоту обертання шпинделя розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{V_i \cdot 1000}{\pi \cdot D_i},$$

де V_i – швидкість різання;

D_i – діаметр і-го переходу.

Далі коригуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верста-
та і встановлюємо дійсну частоту обертання, значення заноситься в таблицю 2.14.

Таблиця 2.14– Параметри режиму різання віх переходів операції 015.

Номер перехода	Параметри режимів різання					L, мм	T _o , мин	Вид режиму
	t,мм	S _p ,мм/об	n,об/мин	V _c ,м/мин	i			
1	2,1	0,29	430	135	1	5,8	0,38	Табличний
2	4,8	0,33	399	105	1	136,5	1,036	Розрахунковий
3	2,9	0,14	790	152	1	8,5	0,072	Табличний
4	4,6	0,14	640	142	1	101,5	1,08	Табличний
5	1,8	0,14	790	164	1	10,4	0,13	Табличний
6	1,2	0,14	790	152	1	15	0,31	Табличний
7	2,1	0,29	430	132	1	3	0,38	Табличний
8	4,8	0,33	399	105	1	18,5	0,195	Табличний
9	2,5	0,48	430	122	1	4	0,035	Табличний
10	2,9	0,14	790	152	1	32,3	0,29	Табличний
11	1,2	0,14	790	152	1	13,5	0,22	Табличний
12	1,2	0,14	790	164	1	10,4	0,11	Табличний

Розрахунок режимів різання для операції 035 вертикально-фрезерної

Вибираємо горизонтально - фрезерний верстат моделі FADAL 2216FX. поту-
жність електродвигуна $N_{эл}=8,2\text{кВт}$, КПД $\eta=0,75$.

Число обертів за хвилину: безступінчасте.

Подача стола, мм/хв: безступінчасто.

Нарізувана глибина різання дорівнює глибині паза, тобто $t = 4 \text{ мм}$.

При фрезеруванні закритого паза розрізняють осьову подачу і подовжню по-
дачу, мм / хв.

Режим різання при осьовому врізанні

Швидкість різання, м / хв,

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot k_v, \quad (2.18)$$

де $D = 12$ мм – діаметр фрези;

$S_z = 0,006$ мм/мин – подача фрези [1];

$S_z = 0,02$ мм/мин – продольна подача фрези [11];

$B = 6$ мм – ширина фрезерування;

$z = 2$ – кількість зубів фрези;

$T = 60$ мин – період стійкості фрези [11];

$C_v = 12$; $q = 0,3$; $x = 0,3$; $y = 0,25$; $u = 0$; $p = 0$; $m = 0,26$ – [11];

$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv}$ - коефіцієнти

$k_{mv} = k_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = \left(\frac{750}{670} \right)^1 = 1,12$ - коефіцієнти [11];

$k_{nv} = 1$ – коефіцієнти, що враховують стан поверхні [11];

$k_{uv} = 1$ – коефіцієнти, що враховують стан інструменту [11]

$$k_v = 1,12 \cdot 1 \cdot 1 = 1,12$$

Режим різання при осьовому різанні

Швидкість різання по формулі:

$$V = \frac{12 \cdot 6^{0,3}}{60^{0,26} \cdot 6^{0,3} \cdot 0,006^{0,25} \cdot 6^0 \cdot 2^0} \cdot 1,12 = 16,66 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання, об/хв

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 16,66}{\pi \cdot 6} = 884 \text{ об/хв.}$$

Коригуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстата і встановлюємо дійсну частоту обертання $n_d = 984$ об/хв.

Сила різання, Н

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mp}, \quad (2.19)$$

де $C_p=68,2$; $x=0,96$; $y=0,72$; $u=1$; $q=0,86$ – коефіцієнти до показників ступенів [1]

k_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу [1]

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{670}{750}\right)^{0,75} = 0,92$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 6^{0,86} \cdot 0,006^{0,72} \cdot 6^1 \cdot 2}{6^{0,86} 984^0} \cdot 0,92 = 189,24 \text{ Н}$$

Крутний момент, Н·м, на шпинделі

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{189,24 \cdot 6}{200} = 5,68 \text{ Н·м}$$

Потужність різання, кВт

$$N_{эл} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{189,24 \cdot 16,66}{1020 \cdot 60} = 0,05 \text{ кВт}$$

Режим різання при поздовжньому фрезеруванні

Швидкість різання, м / хв розраховуємо за формулою:

$$V = \frac{12 \cdot 6^{0.3}}{60^{0.26} \cdot 6^{0.3} \cdot 0,02^{0.25} \cdot 6^0 \cdot 2^0} \cdot 1,26 = 12,33 \text{ м/хв}$$

Частота обертання, об/хв

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 12,33}{\pi \cdot 6} = 654 \text{ об/мин.}$$

Коригуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстата і встановлюємо дійсну частоту обертання $n_d = 698$ об/мин.

Сила різання, Н розраховується за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 6^{0.86} \cdot 0,02^{0.72} \cdot 6^1 \cdot 2}{6^{0.86} \cdot 698^0} \cdot 0,92 = 450,29 \text{ Н}$$

Обертаючий момент, Н·м

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{450,29 \cdot 6}{200} = 13,5 \text{ Н·м}$$

Потужність різання, кВт

$$N_{рт} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{450,29 \cdot 12,33}{1020 \cdot 60} = 0,09 \text{ кВт.}$$

2.8 Технічне нормування операцій

Технічне нормування операцій здійснюємо згідно вибору з відповідної літератури норм допоміжного часу.

Метою даного нормування є визначення норми штучно - калькуляційного часу на операції.

Дані про режими різання беремо з попереднього пункту.

Основний час на операції складається з сум основних часів на окремих переходах.

Визначаємо допоміжний час, для операції 015, за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{уп} + T_{вим}, \quad (2.23)$$

де $T_{уст} = 4,88$ хв - час на установку і зняття заготовки [5];

$T_{уп} = 4,4$ - допоміжний час з управління верстата [5];

$T_{вим} = 3,5$ хв - час на вимірювання [5].

$T_d = 4,88 + 4,4 + 3,5 = 12,58$ хв.

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \quad (2.24)$$

$$T_{оп} = 39,93 + 12,58 = 51,51 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу [5]:

$$T_{доп} = T_{оп} \cdot 4\% = 51,51 \cdot 0,04 = 1,98 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{в}. \quad (2.15)$$

$$T_{\text{шт}} = 51,51 + 1,98 = 53,49 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}}/N, \quad (2.16)$$

де $T_{\text{пз}} = 35$ хв - підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 14$ шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{\text{шт-к}} = 53,49 + 35/14 = 54 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час, для операції 035, за формулою:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{вим}},$$

де $T_{\text{уст}} = 4,2$ хв - час на установку і зняття заготовки [5];

$T_{\text{уп}} = 6,3$ - допоміжний час з управління верстата [5];

$T_{\text{вим}} = 2,2$ хв - час на вимірювання [5].

$$T_{\text{д}} = 4,2 + 6,3 + 2,2 = 12,7 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час за формулою 2.14:

$$T_{\text{оп}} = 18 + 12,7 = 30,7 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{оп}} 4\% = 30,7 \cdot 0,04 = 1,22 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою 6.15:

$$T_{\text{шт}} = 30,7 + 1,22 = 31,92 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою 2.16:

де $T_{\text{п.з}} = 30$ хв - підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 14$ шт - кількість деталей у партії.

$$T_{\text{шт-к}} = 31,92 + 30/14 = 34,1 \text{ хв.}$$

2.9 Проектування верстатного пристрою

Проектування верстатного пристрою на фрезерну з ЧПК операцію.

В даний час заготовка обробляється на універсальному обладнанні в призмах з ручним зажимом прихватами. Застосування спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість обробки, підвищити стабільність точностних параметрів операції. Орієнтовно в заданих умовах слід визнати найбільш раціональної систему нерозбірних спеціальних пристосувань (СНП) [8].

Уточнення мети технологічної операції. Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції.

Точність розмірів оброблюваних поверхонь.

Дана операція комплексна на верстаті з ЧПК моделі DMU-50V.

На даній операції повинно оброблюватися усі поверхні під пластини та пази.

Точність лінійних розмірів аналізувати недоцільно, тому що вони забезпечуються точністю позиціонування верстата.

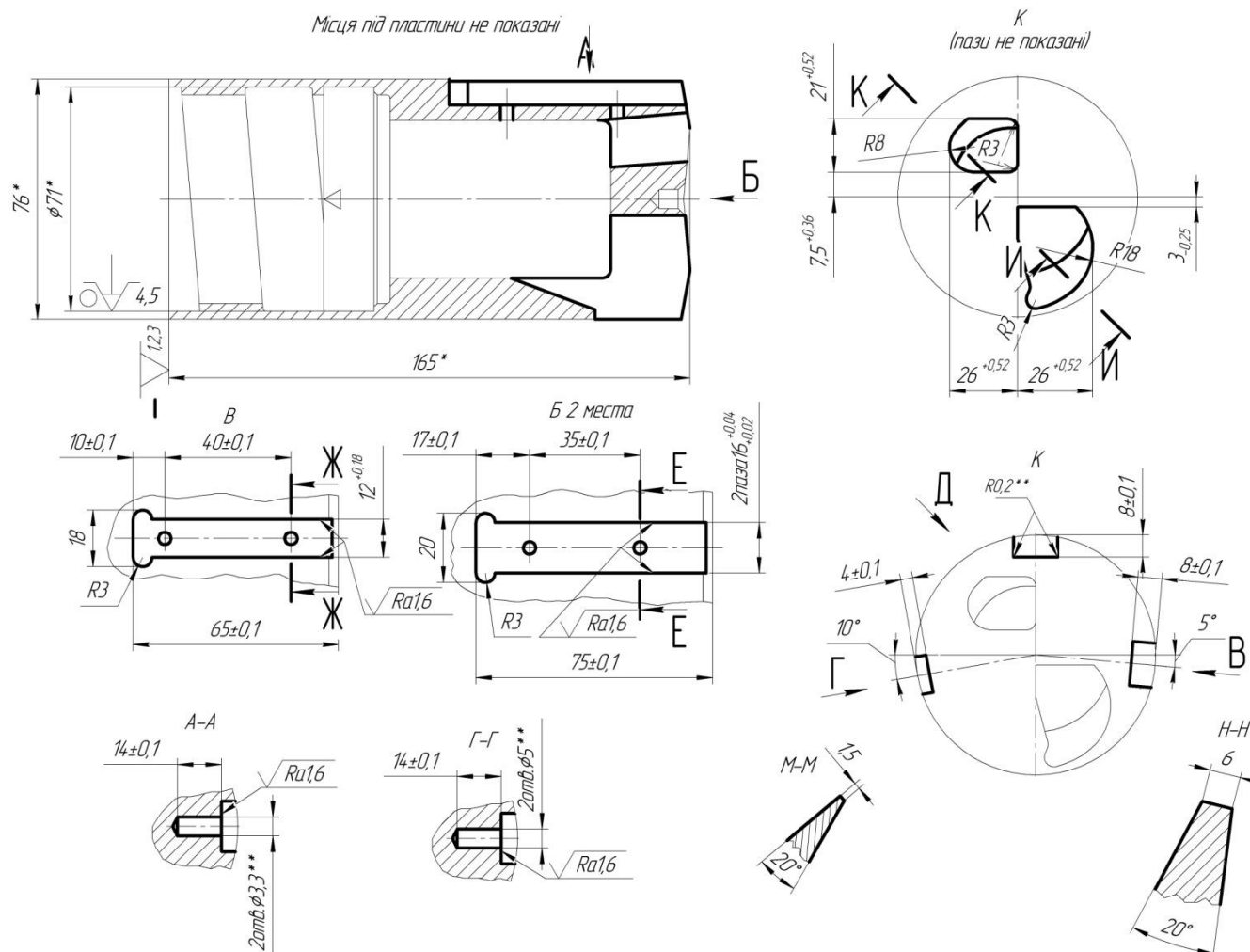


Рисунок 2.10 - Схема базування заготовки на комплексній з ЧПК операції

Точність форми оброблених поверхонь

На кресленні не позначені допуски форми, тому приймаємо їх рівними 60% від допуску на розмір, який зумовлює цю поверхню.

Відхилення від площинності стінок паза приймаємо в межах допуску на розмір 10, і він становить 60% від поля допуску

$$T = 0,6 \cdot 0,3 = 0,18 \text{ згідно [10] допуск дорівнює } 0,16 \text{ мм.}$$

По таблиці 5.6 [10] визначаємо відносну геометричну точність. Для 14 квалітету - 15 ступінь точності.

Порівнюємо отримане значення відхилення від площинності з табличним значенням по ГОСТ 24643 - 81 [10]. Табличне значення дорівнює 0,16 мм.

Точність розташування оброблюваних поверхонь.

На кресленні не позначені допуски розташування, тому приймаємо їх рівними 0,6 допуску на розмір.

Допуск паралельності стінок паза в межах допуску на розмір 10 він становить 60% від поля допуску і він дорівнює 0,18 мм. Порівнюємо отримане значення з табличним значенням по [10]. Табличне значення дорівнює 0,16 мм. Приймаємо, що допуск паралельності стінок паза дорівнює 0,16 мм, що відповідає 14-му ступеню точності.

Відхилення від нахилу осі паза щодо осі симетрії приймаємо в межах допуску на розмір 5 він становить 60% від поля допуску і він дорівнює 0,16 мм.

Допуск симетричності становить $T = 0,09$ мм. Скорегувавши за довідником отримуємо, що допуск симетричності дорівнює 0,06 мм, що відповідає 5 ступені точності.

Шорсткість оброблюваних поверхонь.

Шорсткість оброблюваних поверхонь, яка вказана на кресленні, має значення 6,3 мкм за критерієм Ra.

З'ясування кількісних і якісних даних про заготовку, що надходить на операцію. На дану операцію заготовка надходить з остаточно обробленими базовими поверхнями. Маса заготовки - 95 кг.

Матеріал - сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Заготовка має циліндричну форму, цілком жорстка, оброблюваність її задовільна. До базових відносимо поверхні на які буде встановлена заготівля в пристосуванні.

Визначення умов в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проектований пристрій.

У проектованому пристосуванні планується обробляти заготовки з базовими поверхнями саме такими або в межах ± 10 мм розмірів з вказаними параметрами точності. Іншими словами, адаптивні властивості настановних елементів пристосування повинні знаходитися в межах допусків зазначених розмірів.

Річна програма випуску визначена в 150 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості передбачає дрібносерійний тип виробництва. Але проектування даного пристосування проводиться в навчальних цілях.

Заготівля буде оброблятися на фрезерному верстаті з системою ЧПК. Паспортні дані верстата наведені у попередньому розділі.

Обробка на даній операції здійснюється кінцевою фрезою Ø10 мм. Пристосування має обслуговуватися верстатником 3-го розряду.

Складання переліку реалізованих функцій

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.

1. Базування заготовки.

2. Закріплення заготовки.

3. Базування пристосування на верстаті.

4. Закріплення пристосування на верстаті.

5. Підведення і відведення енергоносія.

6. Освіта вихідної сили для закріплення.

7. Управління енергоносієм.

8. Об'єднання функціональних вузлів (корпус).

9. Обробка поверхонь згідно ескізу.

10. Створення безпечних умов праці.

Виходячи з умов реалізації цих функцій і вимоги до результатів їх реалізації, здійснюємо пошук прототипів з накопиченого фонду технічних рішень. Перевагу віддаємо апробованим практикою стандартним технічним носіям функції.

Розробка та обґрунтування схеми базування виконано у розділі 2.4.

На дану операцію можливо запропонувати одну схему базування і закріплення заготовки, так як закріплення за іншими схемами неможливе з конструктивних точок зору.

Базування на оправці і по торцю.

Дана схема передбачає подвійну-напряму та опорну бази, заготовка буде полишена п'яти ступенів вільності.

Остаточний аналіз структури зв'язків зробимо, побудувавши таблицю односторонніх зв'язків, використовуючи систему координат на рис. 2.11.

Таблиця 2.6 – Таблиця односторонніх зв'язків

Індекс зв'язку		X	X'	Y	Y'	Z	Z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб реалізації	Реакція	R	R	R	R	-	R	R	R	R	R	R	R

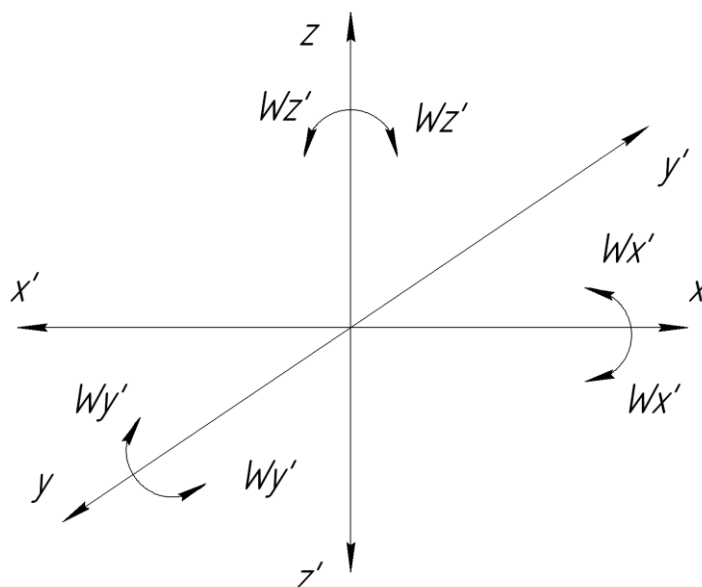


Рисунок 2.11 - Система координат

З таблиці 2.6 видно, що на заготовку накладено 11 односторонніх зв'язків, причому усі повні, що обумовлено відсутністю зазору між деталлю і пристроєм.

Щоб система стала врівноваженою під час обробки, необхідно позбавити заготовку можливості переміщатися по координаті Z.

Побудова функціональної структури і загальної компоновання пристрою.

З набору функцій, наведених у п.5, виділимо ті, які реалізуються в перебігу оперативного часу: 0,1,2,5,6,7. 3,4 Функції впливають на підготовчо-заклучний час; 9 функція прямого впливу на штучний час не робить.

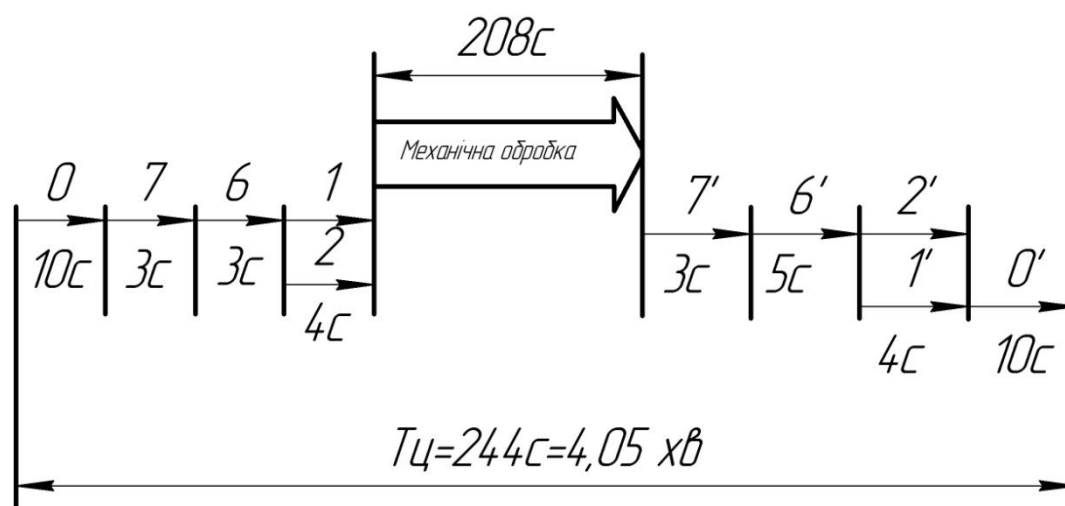


Рисунок 2.12 - Схема послідовної реалізації функцій

Керуючись нормативами часу, складемо структуру потоку функцій при їх послідовній реалізації (рис. 2.12).

Послідовна структура реалізації потоку функцій є найбільш тривалою за часом, проте в даному випадку це єдина можливість обробки заготовки на даній операції при дрібносерійному типі виробництва, де обробка ведеться по можливості стандартним ріжучим інструментом і суміщення переходів не представляється можливим.

Функціональна структура проектованого пристосування представлена на рис. 2.13.

Розробка і обґрунтування схеми закріплення. Аналіз взаємодії силових полів з позицій врівноваженості системи: ріжучий інструмент - заготовка - пристрій – верстат.

Для визначення взаємного впливу поля сил, що обурюють і поля призначені врівноважити сил побудуємо графічну модель сил, що обурюють у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування і модель поля врівноважуючих сил, створюваних затискним механізмом.

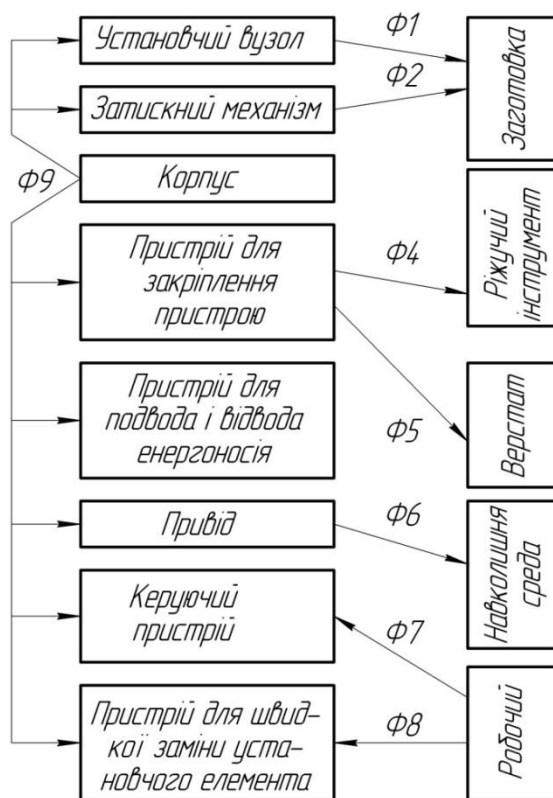


Рисунок 2.13 - Функціональна структура проектованого пристрою

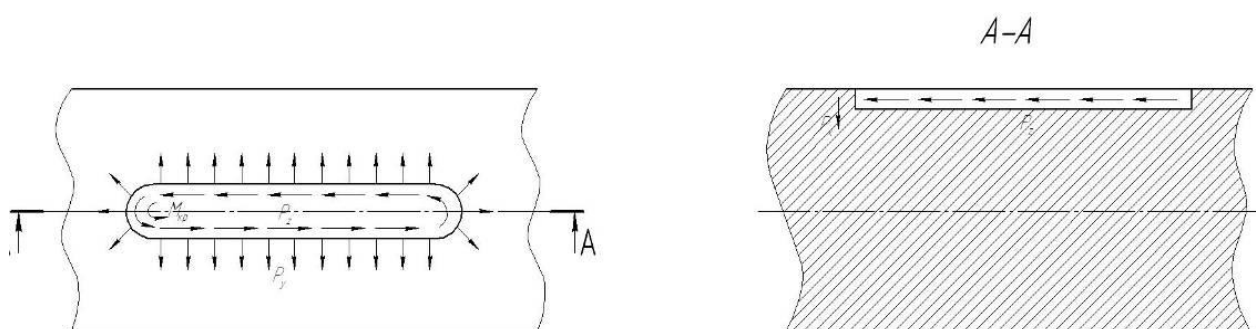


Рисунок 2.14 – Структура поля збудовуючих сил

Однак достатня маса заготовки і висока її характеристика жорсткості, за рахунок застосування настановних елементів гасять ці напруги і не викликають деформацій, які деформують заготовку. В таких умовах не виникає особливих вимог до структурної однорідності силових полів.

Розрахунок сил закріплення

Розрахуємо коефіцієнт запасу за формулою з [12]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad , \quad (2.23)$$

де k_0 - коефіцієнт гарантованого запасу. $k_0 = 1,5$;

k_1 - коефіцієнт враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях ($k_1 = 1,1$);

k_2 - коефіцієнт що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту ($k_2 = 1,7$);

k_3 - коефіцієнт враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні ($k_3 = 1$);

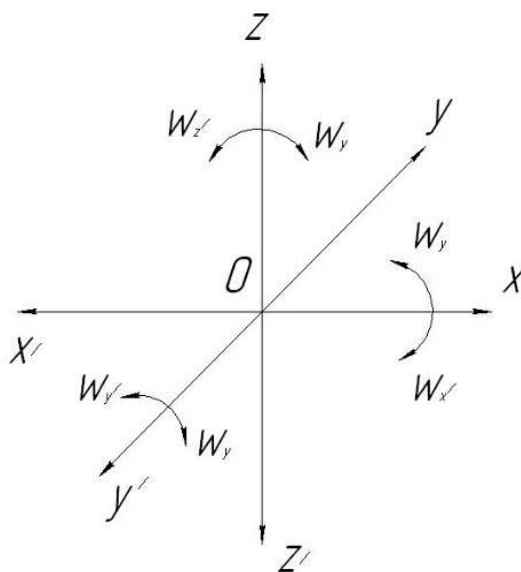
k_4 - коефіцієнт що характеризує сталість сили закріплення зажимного механізму ($k_4 = 1,2$);

k_5 - коефіцієнт що характеризує ергономіку ручних ЗМ ($k_5 = 1$);

k_6 - коефіцієнт враховує наявність моментів, що прагнуть повернути заготовку;.

За формулою 2.23:

$$K = 1,5 \times 1,1 \times 1,7 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,1 = 3,366.$$



Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб	Реакція			R	R		R	R	R	R	R	R	R
Реаліза- ції	Сила закріплення					W							
	Сила тертя	F(W)	F(W)										

Режими різання розраховані у пункті 2.8, сила різання складає 872 Н.

Складемо рівняння моментів сил і визначимо силу закріплення W .

$$W = \frac{k}{f} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \sqrt{P_x^2 + P_x^2 + P_x^2} \quad (2.24)$$

Коефіцієнт тертя згідно [14] : $f = 0,16$.

$$W = \frac{3,366}{0,16} \cdot \sin \frac{90}{2} \cdot \sqrt{80^2 + 128^2 + 157^2} = 2966 \text{ Н}$$

Згідно силі закріплення 886 Н, визначимо силу, що виникає на штоку пневмоциліндра за формулою:

$$Q = \frac{W}{1,5} = \frac{2966}{1,5} = 1617 \text{ Н}$$

Так як деталь досить довга, тому раціонально застосувати два пневмоциліндри, що будуть безпосередньо діяти на шийки деталі.

Іншим способом силу на штоку пневмоциліндра визначаємо за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P \cdot \eta$$

Тоді площа поршня дорівнюватиме

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot P \cdot \eta}}$$

де D - діаметр поршня;

$Q = 1671$ Н – сила на штоку;

$P = 0,4$ МПа – тиск у мережі;

$\eta = 0,8$ - КПД пневмоциліндра.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1671}{\pi \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,8}} = 0,152 \text{ м} = 152 \text{ мм.}$$

Вибираємо діаметр найближчого більшого стандартного значення поршня:
 $D = 160$ мм.

Робимо перерахунок сили, що виникає на штоку і сили закріплення.

Сила, що виникає на штоку:

$$Q = \frac{\pi \cdot (60 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,8 = 1865 \text{ Н.}$$

Сила закріплення:

$$W = 1,5 \cdot Q = 1,5 \cdot 1865 = 2497 \text{ Н.}$$

Обґрунтування вибору приводу.

В даний час заготовка обробляється на універсальному обладнанні: в лещатах з ручним приводом. Застосування спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить знизити розряд верстатника на даній операції, знизити трудомісткість обробки, підвищити стабільність точнісних параметрів операції. Орієнтовно в заданих умовах слід визнати найбільш раціональною систему нерозбірних спеціальних пристроїв (НСП) [21, с.205].

Точнісні розрахунки пристрою.

З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристосування являють собою перетворення інформації про обробки поверхонь деталі на даній операції в точнісні до пристосування.

Перш ніж приступити до розрахунку точності, визначимо розрахункові параметри, які більшою мірою впливають на досягнення заданих допусків обробляє деталі. При обробці заданої деталі на операції до розрахунковим параметрам слід віднести найбільш жорстким допуском на кресленні ϵ мм.

Деталь базується на даній операції по поверхні тобто можна говорити про те що технологічна та вимірювальна бази збігаються.

Визначимо допустиму похибку на паралельність верхнього торця склянки до настановної поверхні плити за формулою [19]:

$$\epsilon_{np} = T - K_T \cdot \sqrt{K_{T1} \cdot \epsilon_{\sigma}^2 + \epsilon_s^2 + \epsilon_y^2 + \epsilon_n^2 + \epsilon_u^2 + K_{T2} \cdot \omega^2 + \epsilon_{noz}^2}, \quad (2.28)$$

де T - допуск розміру $T_{10} = 0,22\text{мм} = 220 \text{ мкм}$;

K_T - коефіцієнт, що враховує можливе відступ від нормального розподілу окремих складових, приймаємо $K_T = 1,2$;

K_{T1} - коефіцієнт, який враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування, що приймається до уваги, коли похибки базування не дорівнюють нулю, в даному випадку $K_{T1} = 0,85$;

ϵ_{σ} - похибка базування заготовки, $\epsilon_{\sigma} = 0,03 \text{ мм} = 30\text{мкм}$ (визначена раніше).

ϵ_s - похибка закріплення заготовки, тому привід механізований і похибка закріплення буде постійною, то враховуємо її один раз при налаштуванні верстата, приймаємо $= 0$;

ϵ_y - похибка установки пристрою на верстаті, враховує зазори між установочними елементами пристосування і посадочними елементами верстата (шпонками). Пристосування встановлюється на стіл за двома шпонками по посадці

16Н9 / h9. Але величина зазору на похибку отримуваних розмірів не впливає, так як вони вимірюються в різних напрямках.

ε_n - похибка перекоосу інструменту. Обробка вестиметься фрезою, що не має перекоосу. Тобто похибка перекоосу = 0.

ε_u похибка, що виникає внаслідок зносу настановних елементів пристосування. Величина зносу залежить від програми випуску деталей і форму настановної поверхні.

Похибка зносу настановних елементів пристосування визначаємо за формулою :

$$\varepsilon_u = \beta_1 \cdot N^n, \quad (2.29)$$

де $\beta_1 = 0,001$ - постійний коефіцієнт, узятий за рекомендаціями [19];

N - Число контактів заготовки з опорою. Річний випуск деталей = 150 шт. Пристосування передбачається експлуатувати без ремонту і заміни деяких настановних елементів 2 роки, тому

$$N = N_r \cdot n = 150 \cdot 2 = 300 \text{ штук.}$$

$$\varepsilon_u = 0,001 \cdot 300^2 = 0,09 \text{ мм} = 90 \text{ мкм.}$$

K_{T2} - коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки, приймаємо за рекомендаціями [19, с 42] $K_{T2} = 0,6$;

w - середня економічна точність обробки, по [9] при фрезеруванні пазів середня економічна точність - 10 квалітет. Отже в розрахунках приймаємо допуск по 10-му квалітету тобто $w = 60 \text{ мкм}$;

$\varepsilon_{\text{поз}}$ - Похибка позиціонування верстата. З паспорта верстата, на якому буде проводиться обробка = 5 мкм.

Виконуємо розрахунок допустимої похибки пристосування, яку не можна перевищити при виготовленні його деталей і їх складанні.

$$\varepsilon_{np} = 190 - 1,2 \cdot \sqrt{0,85 \cdot 20^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 200^2 + 0,6 \cdot 50^2 + 5^2} = 190 - 103 = 87 \text{ мкм}$$

За ГОСТ 24643-81 приймаємо допуск площинності настановних елементів пристосування $T=60$ мкм

Отже, на кресленні пристосування проставляємо допуск площинності настановних елементів рівний $0,06$ мм.

2.10 Висновки

Таким чином у розділі удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі шестерня у якості заготовки була прийнята поковка штампована, так як вона більш економічно вигідна, ніж поковка на пресі.

Під час виконання роботи було проаналізовано заводський технологічний процес виготовлення деталі та внесено зміни спрямовані на його вдосконалення, а саме змінена послідовність операцій, замінено універсальне устаткування на обладнання з ЧПК.

Виконано аналіз схем базування та закріплення заготовки на операціях із визначенням похибок базування. Розраховано припуски аналітичним способом на найбільш точну поверхню, призначенні верстати, оснащення, режими різання та виконано технічне нормування операцій.

Спроектований верстатний пристрій для комплексної із ЧПК операції з пневматичним приводом, що дозволяє скоротити допоміжний час та підвищити надійність процесу. Також на основі розрахунків виконано комплект технологічної документації.

РОЗДІЛ 3 НАУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Тема: «Удосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу P2-115.07.01 шляхом інтенсифікації багатокординатної обробки складнопрофільних поверхонь».

3.1 Особливості оброблення складнопрофільних поверхонь

Якість роботи будь-якого виробу значно залежить від технології виготовлення його складових елементів. Більшість деталей типу корпусів мають складну геометричну форму, що викликає певні труднощі при базуванні та закріпленні заготовок на операціях механічної обробки. Традиційно для установлення заготовок застосовуються спеціальні верстатні пристрої ВП (як правило, універсально-збірні пристрої) [22], що забезпечує задану точність обробки поверхонь, але збільшує трудомісткість і вартість виготовлення. Таким чином актуальним є аналіз типового технологічного процесу техпроцесів виготовлення корпусу та виявлення можливості для оптимізації техпроцесів з урахуванням сучасних тенденцій у механічній обробці, а також функціонально-технологічних можливостей сучасного обладнання.

На всіх операціях механічної обробки, а особливо на свердлильних, фрезерних та розточувальних здійснюється переустановлення заготовки зі зміною схеми базування, як між операціями, так і на різних установах у межах конкретної операції, що призводить до накопичення типових похибок установлення в цілому, та як наслідок зниження точності взаємного розташування поверхонь деталі.

При обробці на кожній операції проводиться обов'язкова вивірка положення деталі при аналогічній схемі базування, що призводить до суттєвого збільшення допоміжного часу, а, отже, збільшенню собівартості деталі, що в умовах сучасного типового виробництва неприпустимо.

Застарілі методи проектування техпроцесів, засновані в більшості на можливостях металорізального типового обладнання 60–70-х років ХХ ст., яке не дозволяло оброблювати декілька поверхонь, розташованих у різних площинах бага-

тьма інструментами, змушувало технологів розробляти ТП із великою кількістю операцій (принцип диференціації операцій). Підтвердженням типового цього є оброблення отворів, що виконують функції допоміжних конструкторських баз.

Таким чином необхідно розробляти верстатний пристрій та моделювати його. Розроблена конструкція верстатного пристрою була виконана у попередньому пункті, проте для забезпечення його працездатності його необхідно дослідити, адже верстатні пристрої відіграють важливу роль у виробництві якісної та конкурентоспроможної продукції, особливо в типових умовах багатомоделного виробництва, яке вимагає швидкого переоснащення при переході до обробки деталей іншої номенклатури.

3.2 Статичний аналіз верстатного пристрою для комплексної з ЧПК операції

Дослідження напружено-деформованого стану (НДС) виконувалось типу для визначення розмірів ВП, які будуть задовольняти всім точнісним параметрам для обробки деталі. При цьому визначались похибки при типовій обробці, що виникають у результаті деформацій елементів ВП, та виконувалось типово для порівняння їх з допустимими значеннями на відповідній операції механічної обробки для деталі шестерня. Допустимі значення похибок обмежуються допусками згідно з кресленням деталі «Корпус». Також дослідження НДС верстатного пристрою передбачає перевірку на міцність, виявлення концентраторів напружень та елементів, де напруження більші, ніж допустимі для конкретного матеріалу, та при їх наявності удосконалення конструкції.

У якості затискного принципу обрано затиск за внутрішню поверхню різі з кроком 40 мм, що є на деталі. Такий же крок і оправки пристрою. При цьому оправка має бути розрізна (рис. 3.1), щоб під дією сили на штоці зтискатися таким чином далячи на витки різі і сприяючи закріпленню деталі, але при цьому необхідно уникнути руйнування деталі, тому необхідно виконати аналіз НДС саме оправки, щоб знайти оптимальні розміри паза (довжина та ширина).

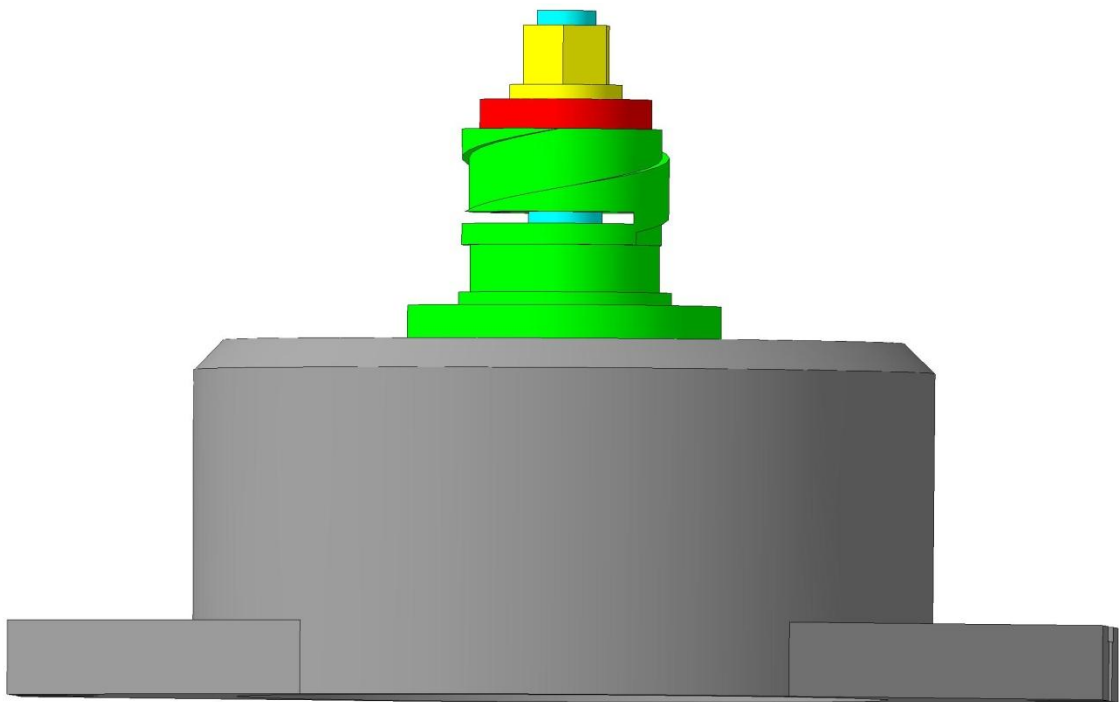


Рисунок 3.1 – Ескіз ВП

За допомогою ANSYS [22, 23] отримані результати переміщень та напружень, що виникають у конкретних деталях та в місцях їх контакту. Ілюстрації з розрахунковими схемами навантажень, переміщеннями та напруженнями при обробці наведені на рис. 3.2 – 3.4.

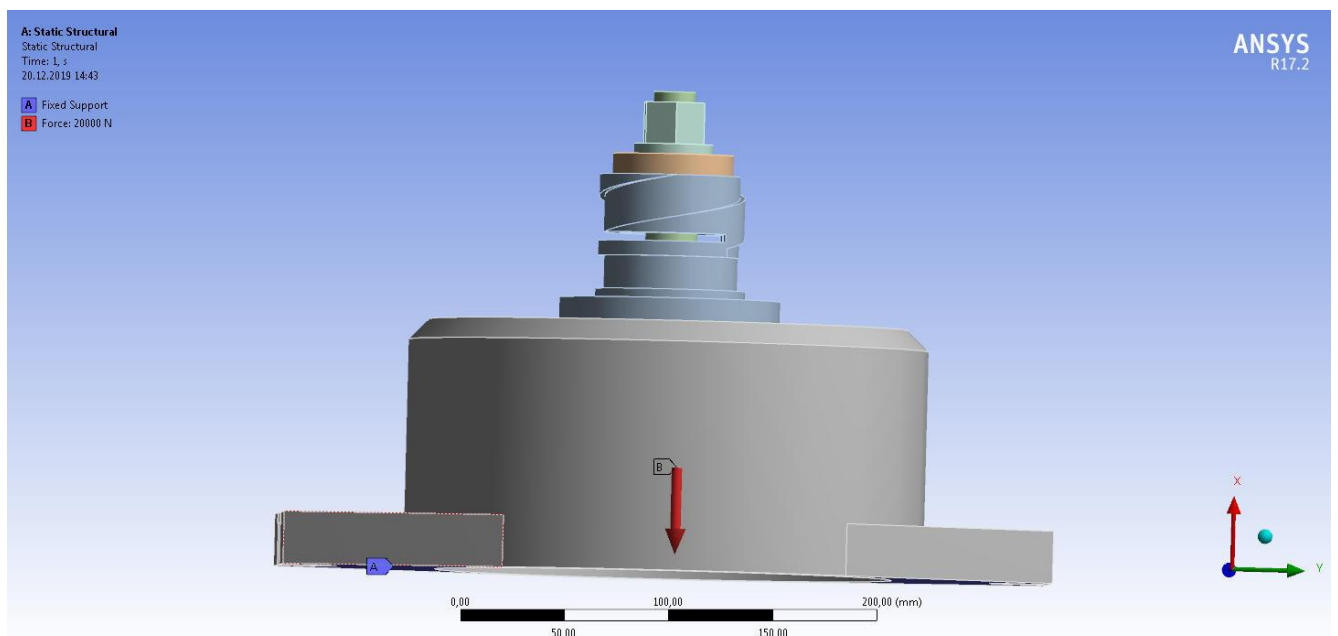


Рисунок 3.2 – Верстатний пристрій зі схемою навантажень

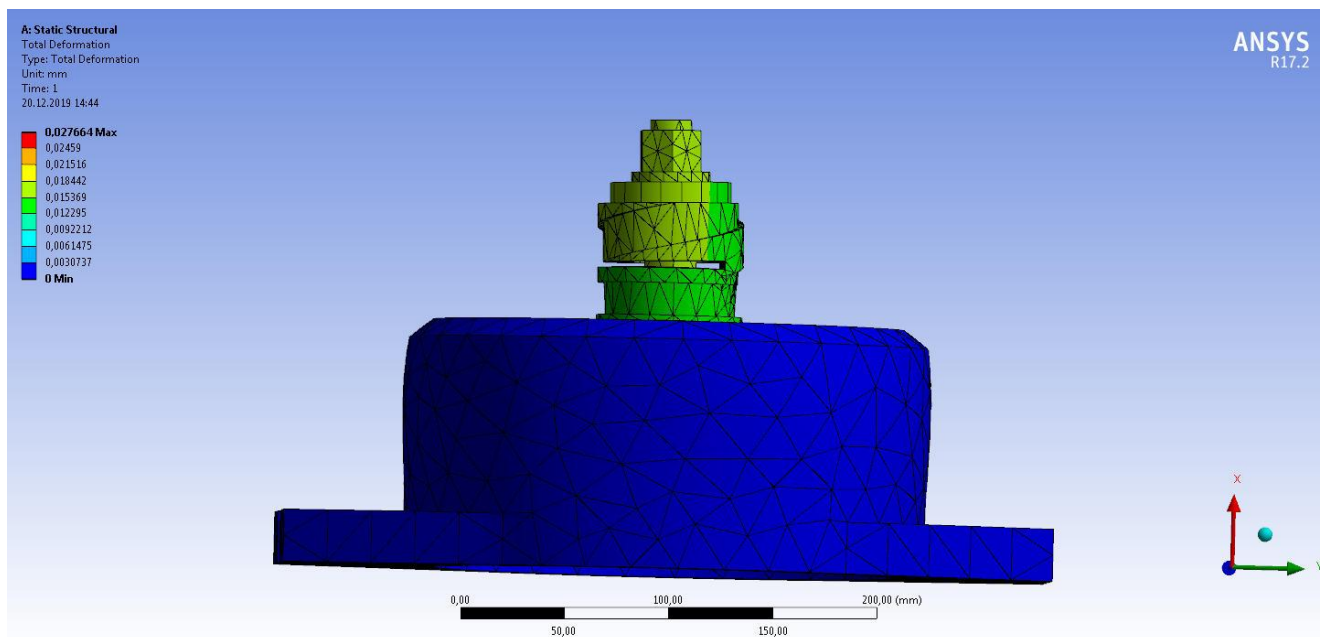


Рисунок 3.3 – Переміщення елементів ВП

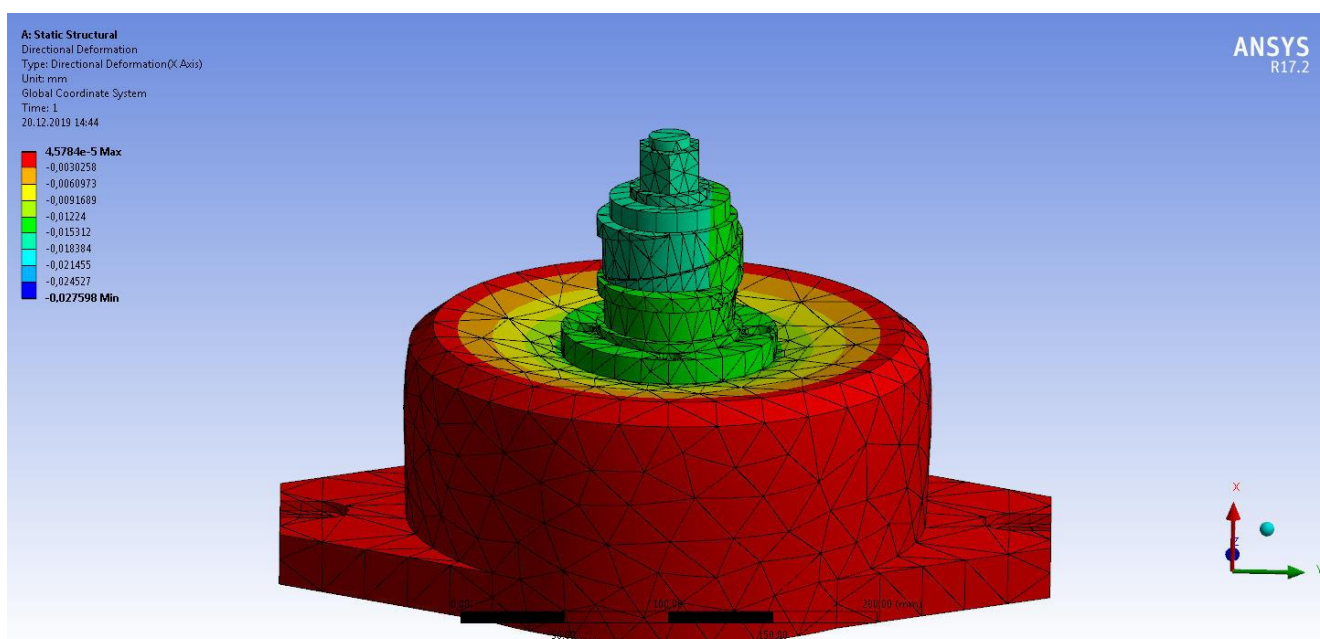


Рисунок 3.4 – Переміщення елементів системи ВП по осі X

Деформації за осями Y , Z не визначаємо так як сила не діє вздовж них. Таким чином встановлено, що ширина пазу згідно розрахунків та конструктивних міркувань рівна 8 мм, а довжина прорізу паза 50 мм.

Таким чином можна переходити до другої задачі – визначення НДС під дією режимів різання сил та моментів. Рисунок з виглядом сил та моментів представлені на рис. 3.5 – 3.10.

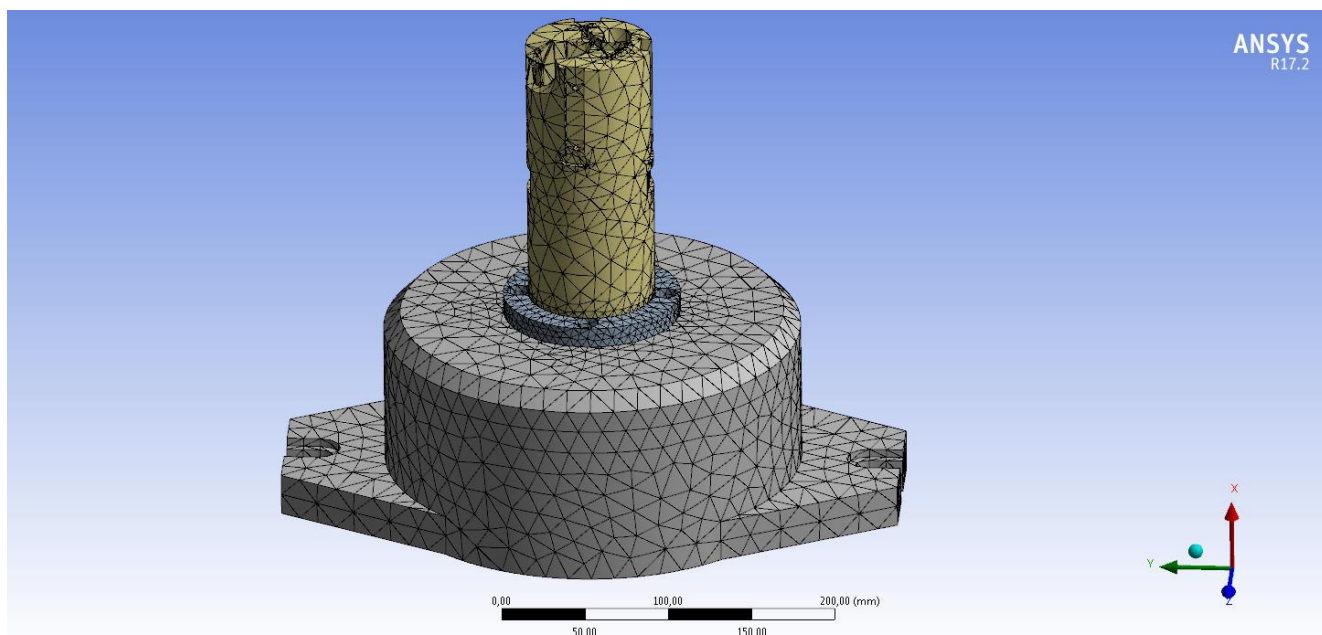


Рисунок 3.5 – ВП з деталлю зі скінчено елементною сіткою

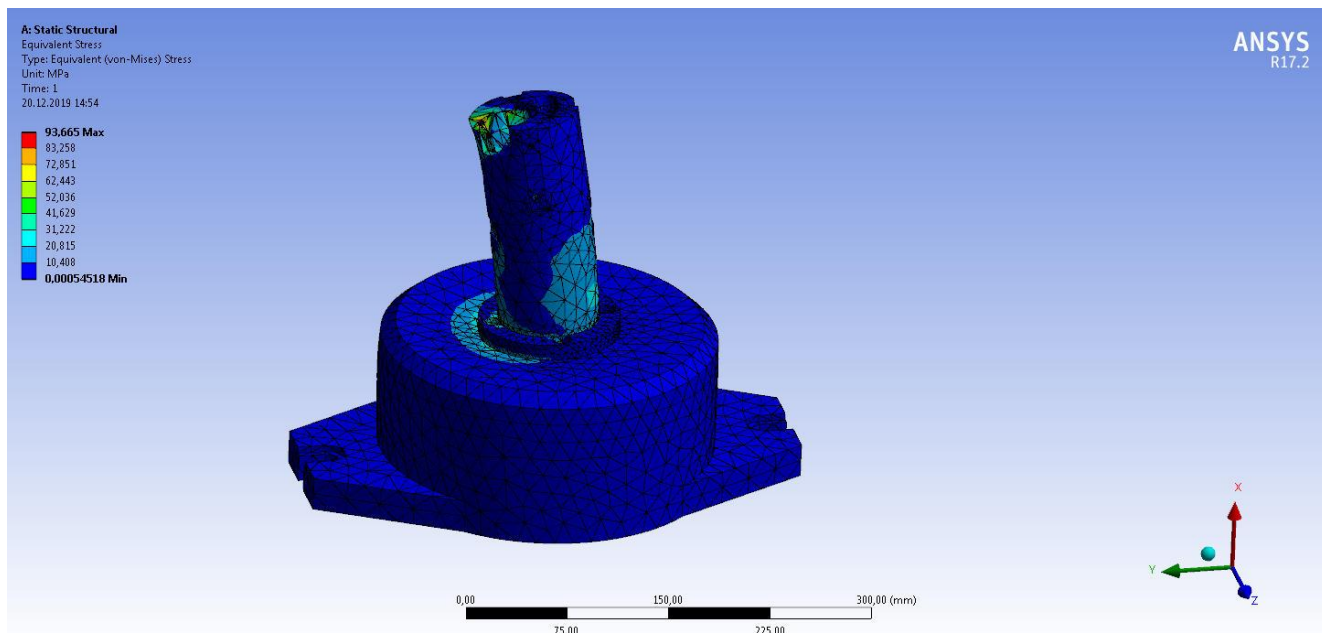


Рисунок 3.6 – Напруження елементів системи «ВП-заготовка»

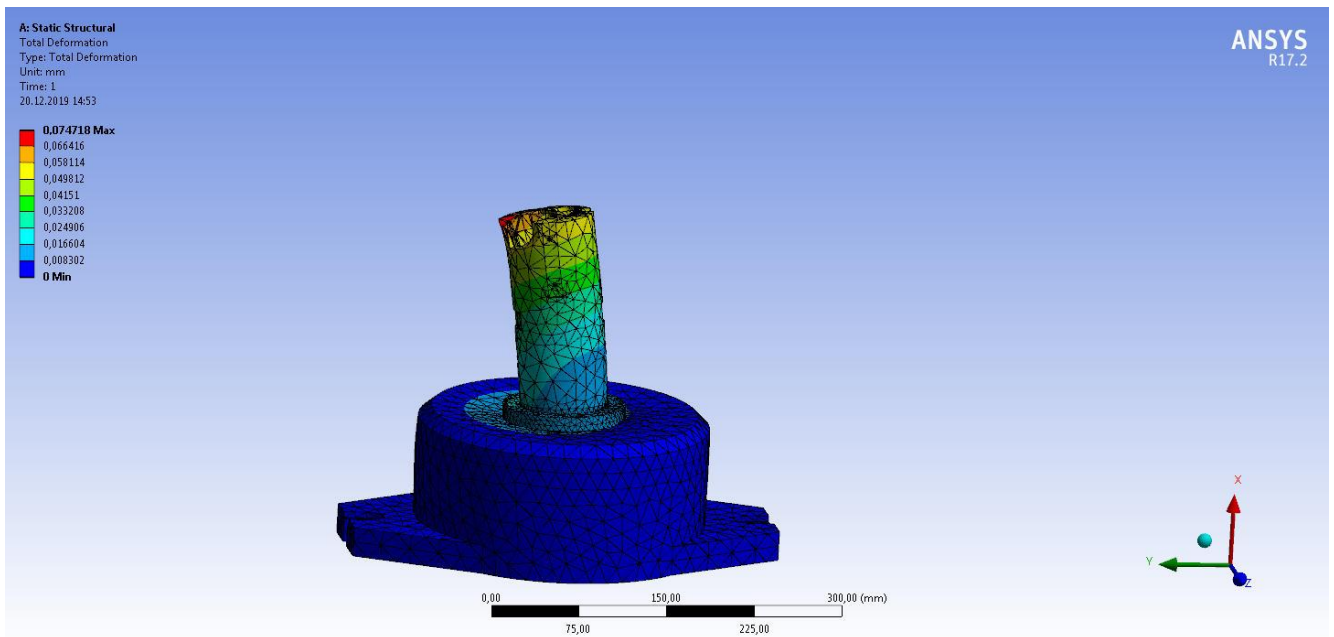


Рисунок 3.7 – Загальні переміщення елементів системи «ВП-заготовка»

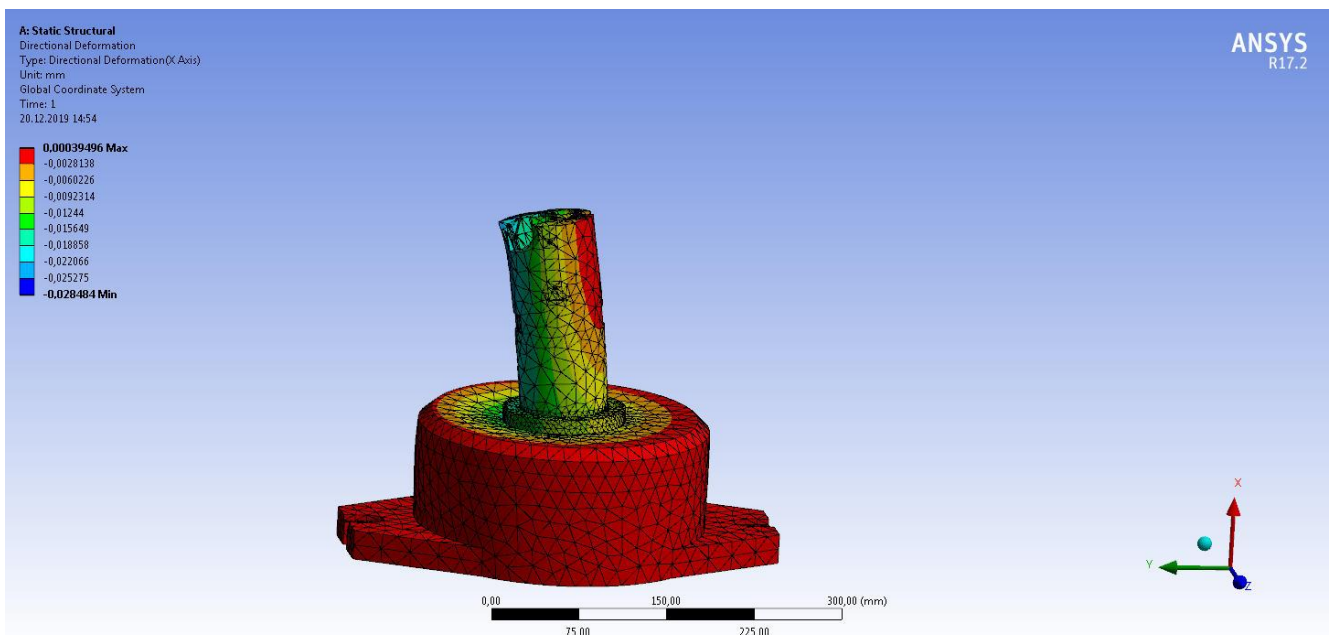


Рисунок 3.8 – Переміщення елементів системи «ВП-заготовка» по осі X

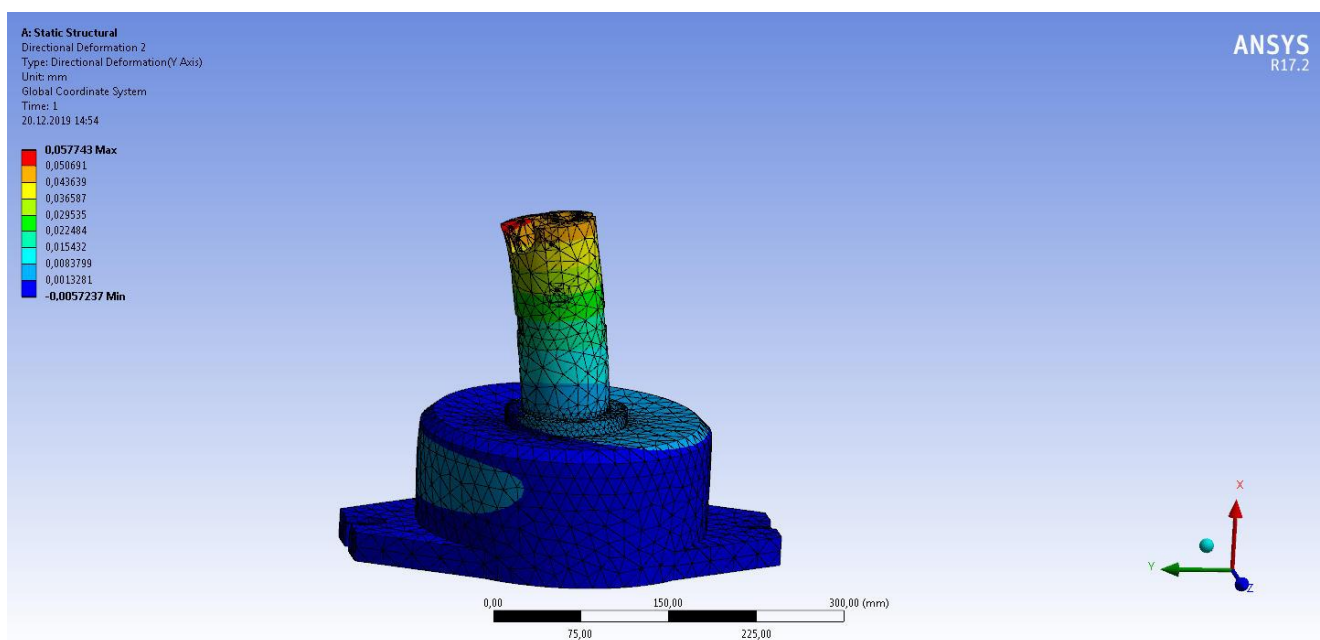


Рисунок 3.9 – Переміщення елементів системи «ВП-заготовка» по осі Y

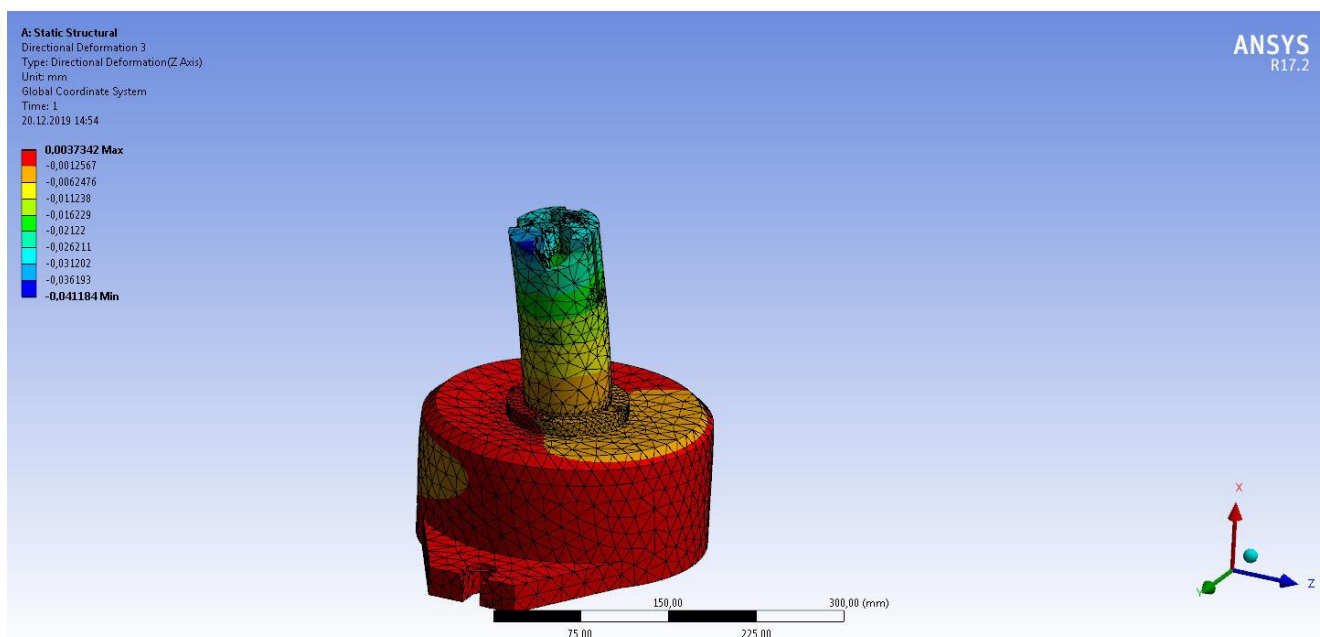


Рисунок 3.10 – Переміщення елементів системи «ВП-заготовка» по осі Z

Таблиця 3.1 – Результати чисельного моделювання

Технологічний перехід	Максимальні переміщення, мм	Допустимі переміщення, мм	Максимальні напруження, МПа	Допустимі напруження, МПа
Свердління отвору Ø12мм	0,007	0,1	182	600
Фрезерування пазу 10 мм	0,07	0,1	86	600

3.3 Аналіз власних частот верстатного пристрою

Для запобігання виникнення явища резонансу в процесі механічного оброблення необхідно, щоб частоти власних коливань елементів типового верстатного пристрою і частота процесу різання не співпадали. Вирішення цієї проблеми полягає у призначенні інших режимів різання. Для цього за допомогою вбудованого модуля Modal Analysis у розрахунковому комплексі ANSYS Workbench визначено частоти власних коливань верстатного пристрою, які порівняно з частотами процесу різання на всіх переходах механічної обробки на багатокоординатному верстаті.

Результати аналізу дозволяють за необхідності відлаштуватися від резонансу (табл. 3.2). При розрахунках усі елементи верстатного пристрою зв'язувались між собою шляхом об'єднання вузлів. Для деяких поверхонь елементів верстатного пристрою передбачено можливість відносного переміщення аналогічно із дослідженнями НДС.

Таблиця 3.2 – Порівняльна таблиця частот власних коливань

1-ша критична частота, Гц	2-га критична частота, Гц	3-я критична частота, Гц	Частота процесу різання (при свердлінні отвору 3,3 мм), Гц
1133	1149	2019	420

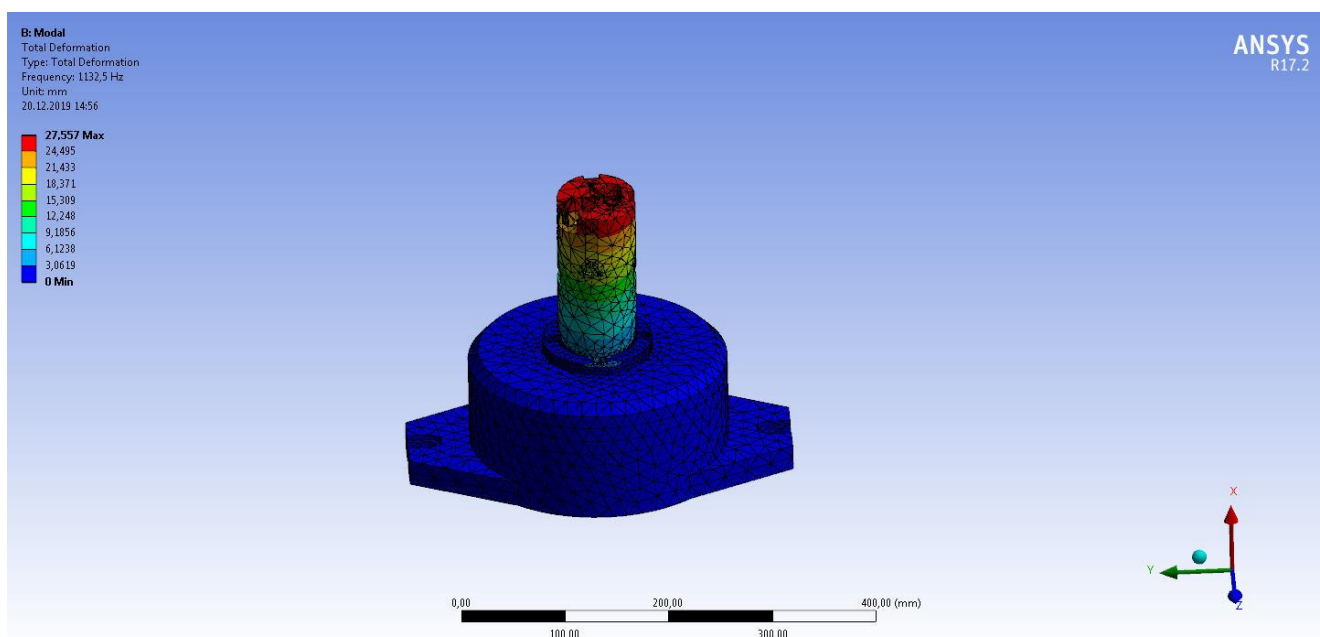


Рисунок 3.11 – Ілюстрація 1-шої частоти

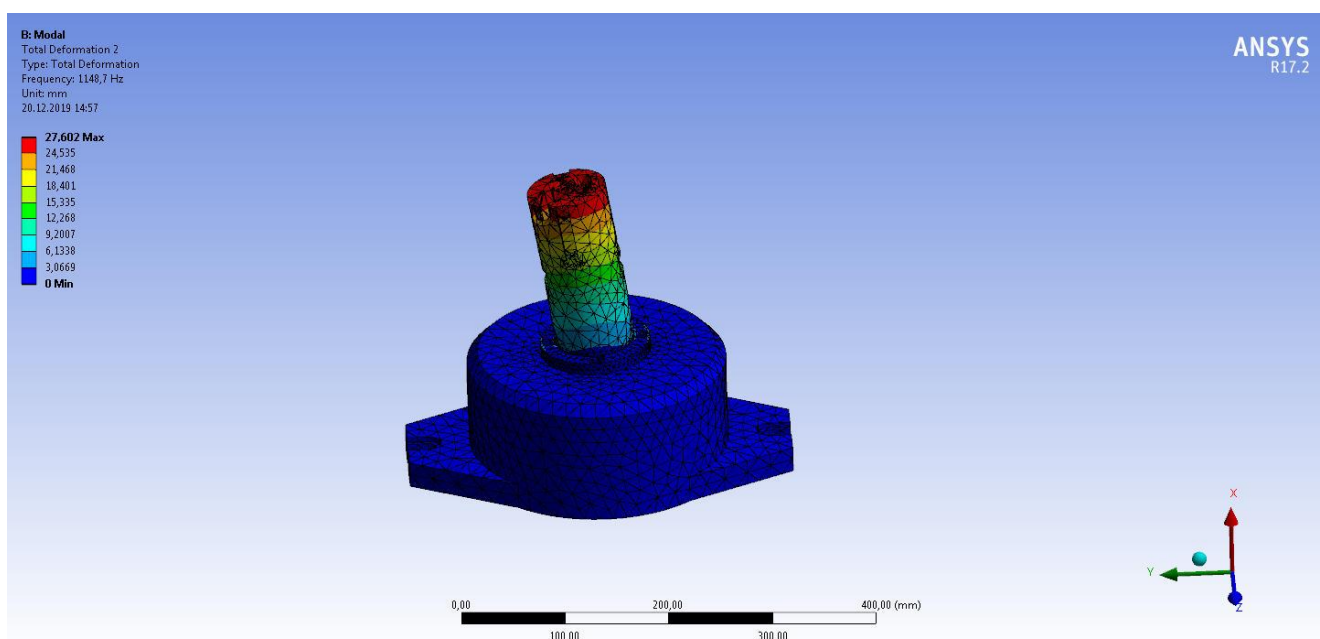


Рисунок 3.12 – Ілюстрація 2-ї частоти

Із табл. 3.2 видно, що для розробленого пристосування резонансу не виникає, оскільки перша критична частота власних коливань 1133 в двічі з лишнім вища за максимальну частоту процесу різання 420 Гц.

Отже жорсткість є достатньою для проведення механічного оброблення без виникнення резонансних режимів.

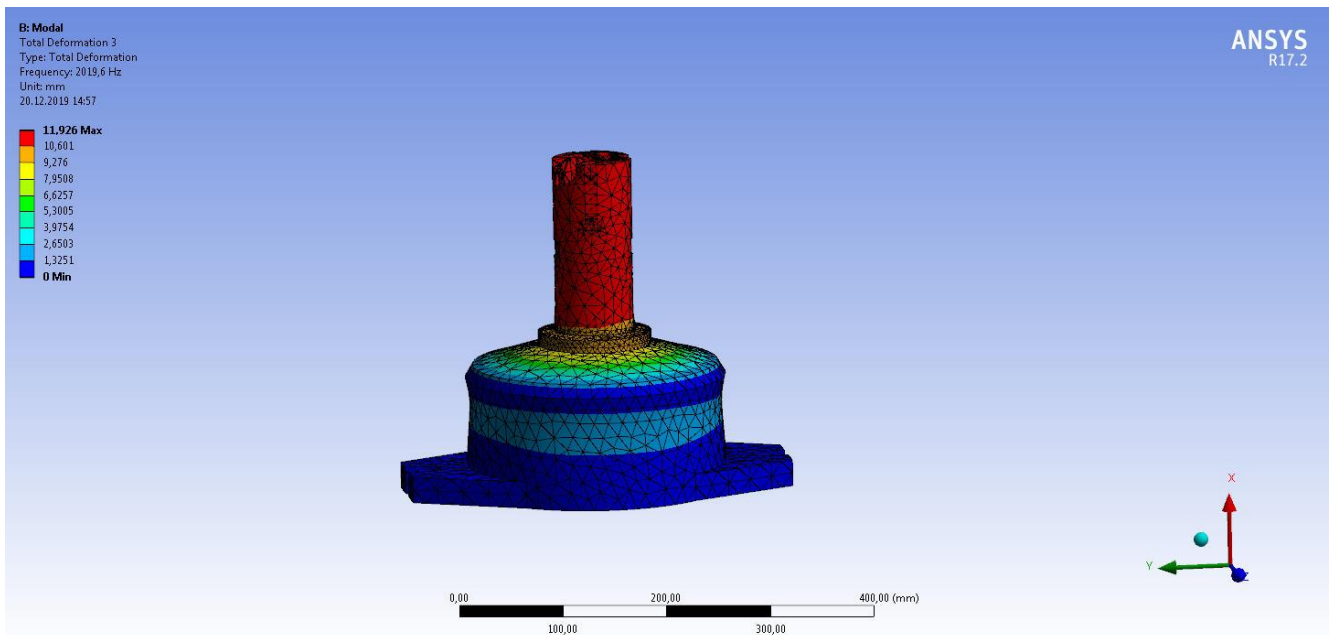


Рисунок 3.13 – Ілюстрація 3-ї частоти

3.4 Висновки

1. Запропоновано нову структуру комплексної з ЧПК операції, що включила в себе всі свердлильно-фрезерно-розточувальні операції на деталі та дозволила скоротити допоміжний, підготовчо-заклучний та штучний час, а також зменшити кількість обладнання та підвищити точність за рахунок зменшення кількості переустановлень.

2. Визначено максимальні величини переміщень та напружень у розробленій конструкції верстатного пристосування, та за порівняними результатами доведено можливість оброблення деталі корпус із досягненням точності за конструктором.

3. Виконаний модальний аналіз розробленого верстатного пристрою та визначені критичні частоти коливачь, які порівняні із частотою процесу різання та встановлено, що при даних режимах оброблення резонанс не виникне.

ВИСНОВКИ

Тема дипломного проекту – удосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу P2-115.07.01 шляхом інтенсифікації багатокординатної обробки складнопрофільних поверхонь.

У ході виконання дипломного проекту виконано наступні роботи.

При аналізі службового призначення були відображені основні технічні характеристики і призначення машини, вузла, деталі. Що стосується самої деталі, то був проведений аналіз усіх її поверхонь, а також функцій, виконуваних ними.

Виконано аналіз технологічності конструкції згідно єдиної системи технологічної підготовки виробництв, а також аналіз технічних вимог.

Був визначений тип виробництва – дрібносерійний, зроблена його характеристика і визначена партія запуску штук.

В якості заготовки була прийнята штамповка на КГШП, так як вона більш економічно-вигідна.

Розраховані припуски аналітичним способом розрахунково-аналітичним методом на зовнішню циліндричну поверхню.

Під час виконання роботи було проаналізовано заводський технологічний процес виготовлення деталі та внесено зміни спрямовані на його вдосконалення, а саме змінена послідовність операцій, замінено універсальне устаткування на обладнання з ЧПК, а також об'єднані свердлильно-фрезерно-розточувальні операції в одну комплексну на оброблювальному центрі з ЧПК.

Спроектований верстатний пристрій для комплексної на оброблювальному центрі з ЧПК операції, який досліджений за параметрами напружено-деформованого стану та виконано аналіз часто власних коливань.

У розділі «науково-дослідна частина» обґрунтовано досягнення точності, зменшення допоміжного та підготовчо-заключного часу на операціях механічного оброблення у розробленому верстатному пристрої.

До операцій 040 комплексна з ЧПК розроблено карту операційного налагодження.

У розділі «охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» виконано розрахунок освітленості робочої зони, який дозволяє забезпечити сприятливі для робітників умови.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. - Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.
2. Горбачевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст] : [учеб. пособие для машиностроит. спец.] / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред. - Мн.: Выш. Школа, 1983. — 256 с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски [Текст]. – Введ. 1990-01-07. – Москва. : Изд-во стандартов, 1990. – 55 с.
4. Косилова А. Г. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: в 2 т. / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1985. – 2 т. – 656 с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ [Текст] : в 2 ч. Ч. 2 /М.: Экономика, 1990. - 472 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, [Текст]: в 2 ч. Ч. 1 /М.: Экономика, 1989. - 402 с .
7. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] : А. К. Горошкин. – М: Машиностроение, 1979. – 302 с.
8. Колев Н. С. Металлорежущие станки [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Колев Н. С., Красниченко Л. В., Никулин Н. С. -М.: Машиностроение, 1980. - 500 с.
9. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка” [Текст] : П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.
10. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора [Текст] : Р. И. Гжиров. - Л: Машиностроение, 1984. – 464 с.
11. Дунаев И. М. Организация проектирования системы технического контроля: Дунаев И. М., Скворцов Т. П., Чутырин В. Н. - М: Машиностроение, 1981. – 191 с.

12. Штейнберг Б. И. Справочник молодого инженера конструктора [Текст] : Б. И. Штейнберг, Б. М. Брайнман. – Киев: Техника, 1983. – 184 с.

13. Цейтлин Я. М. Нормальные условия измерения в машиностроении [Текст] : Я. М. Цейтлин. – Л.: Машиностроение, 1981. – 224 с.

14. Євтухов В. Г. Методичні вказівки до практичної роботи "Вибір засобів вимірювання та його обґрунтування" з дисципліни "Основи конструювання контрольно-вимірювальних пристроїв" для студентів спеціальності 7.090202 та 8.090202 "Технологія машинобудування" денної та заочної форм навчання [Текст] : / В. Г. Євтухов. – Суми, Вид-во СумДУ, 2008. – 20 с.

15. Чумаков Г. С. Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу "Проектирование контрольно-измерительных приспособлений" для студентов специальностей 12.01 "Технология машиностроения" [Текст] : / Г. С. Чумаков.– Харьков, ХПИ , 1990. – 56 с.

16. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ [Текст] : Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. - М: Машиностроение, 1990. – 512 с.

17. Юдин Е. Я. Охрана в машиностроении [Текст] : Юдин Е. Я., Белов С. В., Баланцев С. К.— М: Машиностроение, 1983. - 432 с.

18. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции [Текст] : М. А. Ансеров. – М: Машиностроение, 1964. – 428 с.

19. Бабаков А. А. Нержавеющие стали. Свойства, обрабатываемость и химическая стойкость в различных агрессивных средах [Текст] : А. А. Бабаков. – М: Госхимиздат, 1956. – 328 с.

20. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання / укладач В. Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017.

21. Егоров, М.Е. Технология машиностроения [Текст]: Учебник для вузов. / М.Е. Егоров и [др.]; худож. ред. Н.К. Гуторов; тех. ред. Э.М. Чижевский.– Изд. 2-е, доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 534с.: ил.

22. ГОСТ 21190-75. Люнеты роликовые и державки для токарно-револьверных автоматов.

23. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения [Текст]: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. / А.Н.Ковшов; худож. ред. И.К.Капралов; ; тех. ред. И.Н.Роченкова – М. : Машиностроение, 1987. – 320 с.

24. Колев К.С. Технология машиностроения [Текст]: учеб. пособие / К.С. Колев; худож. ред. Т.А. Дурасова; тех. ред. Э.М. Чижевский для вузов. – М.: Высшая школа, 1977. – 256 с. с ил.

25. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов [Текст]: Учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов. / Г. И.Грановский и [др.]; худож. ред. Т.А. Дурасова; техн. ред. З.А.Муслимова. – М.: Высш. школа, 1985. – 304 с.

26. Драчев, О.И. Методы автоматического управления технологическими процессами изготовления высокоточных маложестких осесимметричных деталей [Текст]: автореферат диссертации на соискание ученой степени д-ра техн. наук:05.13.07 / О. И. Драчев. – М., 1992. – 42 с.

27. Тараненко В.А. Повышение точности механической обработки деталей при использовании систем автоматического управления [Текст]: метод. пособ./В.А. Тараненко, Д.А. Каинов. – К.: Знание,1981. – 23 с.: ил. – 299 экз.

28. Маслов, Г.С. Расчеты колебаний валов [Текст]: Справочник /Г.С. Маслов; худож. ред. С.С. Водгиц; техн. ред. Т.С. Старых. – Изд. 2-е, перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 151 с.: ил. – 21800 экз.

29. Драчев, О. И. Технология изготовления маложестких осесимметричных деталей [Текст] : монография / О. И. Драчев. – СПб. : Политехника, 2005. – 289 с. : ил. – Библиогр.: с. 285-289 (78 назв.). – 1000 экз. – ISBN 5-7325-0869-4 : Б. ц.

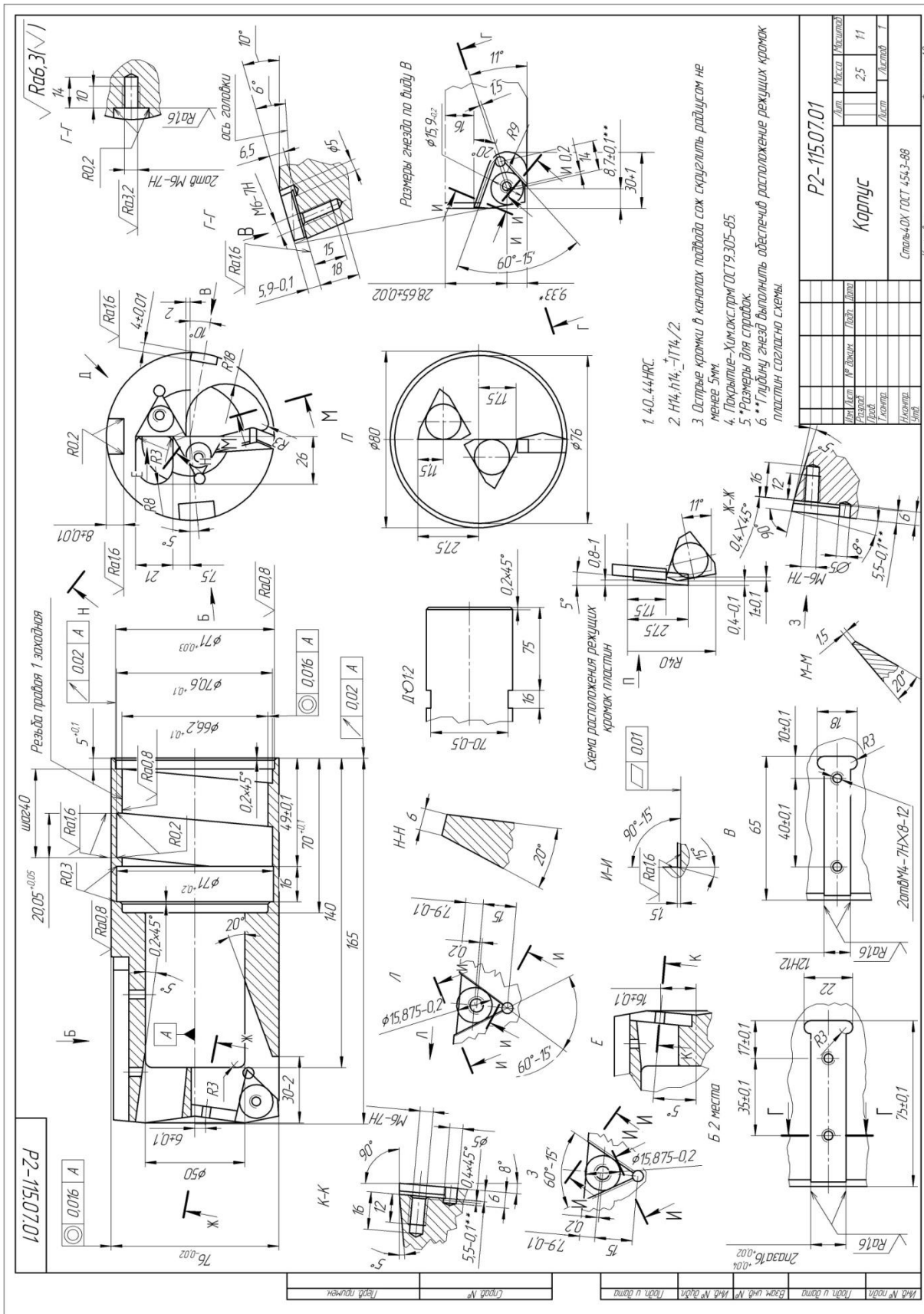
30. Кудинов, В.А. Динамика станков [Текст]: учеб. пособ. / В.А. Кудинов; техн. ред. Б.И. Модель. – М.: Машиностроение, 1967. – 360 с.: ил. – 10000 экз.

31. Тараненко В.А. Моделирование технологических систем формообразования нежестких деталей. – М.:ВНИИТЭМР,1988 – 70 с.: ил.

32. Тараненко В.А. Технологические способы и средства повышения точности обработки нежестких валов. – М.: ВНИИТЭМР, 1987 – 64 с.: ил.

33. Яковенко И. Э. Оптимизация режимов резания при обработке инструментальными блоками / И. Э. Яковенко, А. А. Пермяков // Вісник НТУ "ХПІ" : – Харків : НТУ "ХПІ". – 2015. – № 4 (1113). – С. 89–92.

ДОДАТОК А КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ КОРПУС



ДОДАТОК Б

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Б.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів на ділянці з виготовлення деталі «Корпус»

Проведемо аналіз умов праці в механоскладальному цеху, де виготовляється деталь «Корпус».

Даний аналіз проводимо з використанням нормативних правових актів, до яких відносяться:

- стандарти системи безпеки (ССБТ);
- будівельні норми і правила (СНиП);
- санітарні норми і правила (Санпін);
- міжгалузеві правила по охороні праці;
- галузеві правила з охорони праці;
- міжгалузеві і галузеві організаційно-методичні документи (положення, методичні вказівки, рекомендації);
- типові галузеві інструкції з охорони праці;
- інструкції з безпеки.

Технологічний процес обробки деталі «Корпус» здійснюється на ділянці, розміщеній у механічному цеху, зібраному з типових секцій висотою 5 м.

У технологічному процесі обробки деталей задіяні наступні верстати та обладнання:

- токарні верстати;
- координатно-розточні верстати;
- фрезерні верстати;
- сведильні верстати;
- комплексний оброблюваний центр із ЧПК.

Тип виробництва – багатомономенклатурний. Обладнання розставлено за груповою ознакою.

Для транспортування і зберігання деталей, заготовок і відходів виробництва використовується тара-контейнери, виготовлені відповідно до ГОСТ 14861. Згідно ГОСТу контейнери використовуються для заготовок і деталей: Тара 1-1-100-80.

Установка заготовок на верстатах при обробці на токарних, координатно-розточувальних верстатах проводиться в стандартних умовах – 3-х кулачкових патронах і лещатах відповідно. Крім того на координатно-розточний і багатоцільовий операції, застосовуються для установки та закріплення заготовок спеціальні пристосування з гідроприводом, що працюють при тиску в мережі 0,4 МПа. При встановленні заготовки в пристосування застосовується кран-балка вантажопідйомністю $Q=1\text{т}$. Ця ж кран-балка застосовується для установки пристроїв на верстаті. Маса пристосування на операції до 30 кг. На контрольній операції використовується спеціальне пристосування масою 30 кг встановлення якого також здійснюється за допомогою кран-балки.

Ріжучий інструмент застосовується в основному стандартний, але є й спеціальні різці, використовувані на токарних і розточувальних операціях. На токарних операціях інструмент здійснює зворотно-поступальний рух, а при фрезеруванні - обертальний рух. При контролі на робочому місці і столі ВТК в якості вимірювального інструменту застосовується стандартний – шкальний та граничний інструмент.

Аналіз виробничого ділянки дозволяє виділити наступні потенційні небезпеки і шкідливості:

- можливість контакту з рухомими частинами обладнання (пересуваються столом, супортом, обертаним інструментальним магазином);
- можливість контакту з рухомим технологічним транспортом;
- можливість падіння заготовки при встановленні і знятті її з верстата в результаті відсутності схеми стропування;
- можливість появи небезпечної зони при транспортуванні тари, пов'язана з відсутністю маршруту переміщення або його порушенням;
- руйнування конструкцій інструменту, в результаті перевищення нава-

нтаженнями гранично допустимих значень;

- розкріплення деталі в пристосуванні з пневмоприводом під час її обслуговування на координатно-розточувальному верстаті з ЧПК з-за раптового припинення підведення повітря (при відмові компресора).

- замикання електричного ланцюга на металеві нетоковедущі частини обладнання в результаті порушення цілісності ізоляції струмоведучих частин; По пожежної небезпеки приміщення проектованого ділянки відноситься до категорії «Д», тобто в приміщенні використовуються негорючі речовини і матеріали в холодному стані. Обладнання підключається до електричної мережі з трифазним струмом напругою 380 В і частотою 50 Гц.

- недостатня освітленість робочого місця при обробці поверхонь; Освітлення виробничого приміщення здійснюється природним і штучним світлом. Природне освітлення здійснюється за комбінованою схемою: через світлові отвори в бічних стінах і світлоаераційних ліхтарях. Загальне штучне освітлення здійснюється світильниками з лампами денного світла, застосування яких дозволено ДБН В.2.5-28-2006. Для місцевого освітлення застосовуються світильники, встановлені безпосередньо на робочому місці.

- контакт робочого, при виконання технологічних операцій (контроль, встановлення і зняття деталі), з гострими кромками, задирок на поверхнях заготовок;

- контакту робітника, при виконанні технологічних операцій (під час механічної обробки) з вилітає стружкою, утвореної в процесі різання;

- контакту робітника, при виконанні технологічних операцій (контроль, встановлення і зняття деталі), з поверхнями обладнання, заготовок, інструментів, що мають підвищену температуру в результаті виділення тепла при різанні і при терті контактуючих поверхонь;

- підвищений сумарний рівень шуму при спільній роботі обладнання;

- підвищення вібрації обладнання через переривчастих процесів різання;

– запиленість і загазованість повітря робочої зони пилом і парами речовин, що утворюються при випаровуванні ЗОР.

Як МОР при обробці заготовок на ділянці використовується 5% розчин «Аквол-2». До її складу входять ПАР з додаванням мінеральних масел та інгібіторів корозії. Дана ЗОР має малу токсичність, не володіє дратівливою дією і не є активним джерелом забруднення повітря. ЗОР відноситься до 4-му класу небезпеки.

Виконувані робітниками на ділянці операції відносяться до робіт середньої важкості, категорія 2-б. Категорія зорових робіт за ДБН В.2.5-28-2006 від малої, середньої точності на чорнових операціях, до високої точності на чистових і контрольних операціях.

При обробці деталей, матеріалом яких є в'язка сталь, утворюється зливна стружка на токарних операціях і елементна стружка при фрезеруванні. На чорнових операціях при обробці по кірці утворюється пил від окалини з розмірами частинок від 2 до 60 мкм. На робочому місці забирається стружка з устаткування з допомогою гачка і шляхом змітання за допомогою щіток. Навколо устаткування і робочого місця забирається стружка допоміжними робітниками в контейнери, які потім транспортуються у відведене місце в цеху для подальшого вивезення.

Виконувані робітниками на ділянці операції відносяться до робіт середньої тяжкості, категорія II-б. Категорія зорових робіт по ДБН В.2.5-28-2006 від малої, середньої точності на чорнових операціях, до високої точності на чистових і контрольних операціях.

Для розроблення організаційних заходів, що забезпечують безпечні умови праці на ділянці з виробництва деталі типу корпус виконаємо порівняння допустимих та фактичних величин температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень шляхом порівняння показників у таблицях.

Відповідно до вимог техніки безпеки, викладеними в стандартах ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. «Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки» в дипломному проекті передбачається комплекс таких заходів:

- для запобігання контакту робочого з рухомими частинами обладнання, передбачити відповідно до застосування додаткових захисних пристроїв, відповідних вимогам. Це, зокрема, додаткові огороження, що закривають рухомі частини обладнання (супорт, стіл, інструментальний магазин верстата);
- для забезпечення безпечного руху наземного транспорту транспортні шляхи встановлюються відповідно до СНиП 2.05.02 і повинні відповідати вимогам;
- для запобігання падінню заготовки при установці і знятті її з верстата розробити схему стропування;
- при транспортуванні тари, розробити маршрут переміщення і розташувати його на видному місці;
- відповідно до в комплекті до верстатного обладнання передбачити запобіжні пристрої (запобіжні патрони, оправки), що захищають від перевантаження, здатної викликати поломку інструменту і травмування працюючих;
- відповідно до в комплекті до пристосування з гідроприводом передбачити запобіжні пристрої - зворотні клапани для запобігання розкріплення деталей при раптовому припиненні подачі масла;
- для запобігання замикання через тіло людини електричного кола з підвищеним значенням напруги відповідно до передбачаються наступні заходи: підключення виробничого обладнання до заземлювального пристрою; наявність подвійної або посиленої ізоляції з пробивним напругою не менше 4000 В; на кожному робочому місці близько верстата повинні бути дерев'яні трапи на всю довжину робочої зони, а за шириною не менше 0,6 м від частин верстата. Передбачається також застосування засобів індивідуального захисту (гумові калоші, килимки);
- для забезпечення освітленості робочих місць передбачити використання додаткових світильників місцевого освітлення на токарних операціях;
- для запобігання контакту робочого з поверхнями мають гострі кромки, задирки, шорсткість передбачити індивідуальні засоби захисту (рукавиці);

- для обмеження зони поширення стружки використовувати захисні екрани, як стаціонарно встановлені на обладнанні, так і окремо. На металорізальних верстатах зону обробки закривати захисними кожухами;
- для запобігання контакту робочого з поверхнями мають підвищену температуру (в основному поверхні обладнання, інструменту, стружки і оброблюваних деталей) використовувати захисні кожухи, індивідуальні засоби захисту (рукавиці). Для зниження температури в зоні різання використовувати МОР;
- для зменшення рівня шумів на робочому місці передбачити раціональну розстановку устаткування, що враховує фактор спрямованості, рекомендувати для облицювання стін і стель використовувати шумопоглинаючі матеріали для покриття внутрішніх поверхонь виробничих будівель, уникати по можливості переривчастого різання;
- для зменшення вібрації використовувати віброізоляцію обладнання. У конструкції виробничого обладнання передбачити виконання всіх вимог по вібраційній безпеці. Уникати переривчастих процесів різання. Для підтримки обладнання у відповідності з його технічними характеристиками передбачити систему планово-попереджувальних ремонтів;
- для недопущення перевищення гранично-допустимих значень концентрацій шкідливих речовин і пилу в повітрі робочої зони зазначених використовувати систему загальнообмінної вентиляції та очищення повітря.

Таблиця Б.1 – Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна (%) на робочих місцях - постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек.) робочих місцях - постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період	Середньої важкості Пб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
Теплий період	Середньої важкості П	27	29	15	15	70 - при 25°С	0,5 - 0,2

Таблиця Б.2 – Фактичні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість (%) на робочих місцях - постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях - постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період руху	Середньої важкості Пб	20	19	18	14	75	не більше 0,4
Теплий період року	Середньої важкості Пб	22	25	20	20	70 - при 25°С	0,5 - 0,2

Б.2 Розрахунок освітленості робочої зони, розрахунок природнього та штучного освітлення

Необхідно визначити ефективність природнього освітлення в цеху. Виробнича ділянка відноситься до групи механічних ділянок і має площу – 400 м². При цьому, ширина прольоту – 18 м, крок внутрішніх колон – 12 м. а висота цеху – 7,2 м. Розміри ділянки: довжина – 50 м, ширина – 8 м.

Вихідні дані:

Розміри віконних проємів (висота × ширина), м – 5×2;

Кількість вікон - 12 шт.

Висота від підлоги до вікна – 1,5 м.

Вікна розміщені вздовж більш довгої стіни.

Середньозважений коефіцієнт відбиття внутрішніх поверхонь p_{cp} – 0,4.

Найбільш віддалене місце від вікна - 8,0 м.

Рішення:

Нормоване значення коефіцієнта природнього освітлення для четвертого кліматичного пояса України, e_n^{IV} , визначаємо за формулою:

$$e_H^{IV} = e_H^{III} \cdot m \cdot c \quad (\text{Б.1})$$

де e_H^{III} - нормоване значення КПО для III світлового пояса за ДБН В.2.5-28-2006.

Для верстатників у цеху, в якому виконуються роботи IV розряду (середньої точності), для бокового верхнього освітлення $e_H^{III} = 1,5\%$.

m - коефіцієнт світлового клімату (для України $m = 0,9$);

c - коефіцієнт сонячності (для м. Суми $c = 0,8$).

$$e_H^{III} = 1,5\% \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 1,08\%$$

Визначимо фактичне значення КПО за формулою:

$$e_\phi = \frac{100 \cdot S_o \cdot t_o \cdot r_1}{S_n \cdot n_o \cdot K_3 \cdot K_{3д}} \quad (\text{Б.2})$$

де S_o - площа усіх вікон у приміщенні, м^2 ;

$$S_o = 2 \cdot 5 \cdot 12 = 120 \text{ м}^2;$$

S_n - площа підлоги в приміщенні, м^2 ;

$$S_n = 50 \cdot 8 = 400 \text{ м}^2;$$

t_o - загальний коефіцієнт світлопропускання віконного проема; для заданих умов $t_o = 0,5$;

r_1 - коефіцієнт, який враховує відбиття світла від внутрішніх поверхонь приміщення $r_1 = 1,2$;

n_o - світлова характеристика вікна.

Виходячи з відношення довжини приміщення до його глибини рівної: $50/8=6,1$ та відношення глибини приміщення до його висоти від рівня умовної робочої поверхні до верху вікна до верху вікна рівної: $8/5=1,75$ значення світлової характеристики $n_o = 13$.

$K_{3д}$ - коефіцієнт який враховує затемнення вікон будинками, що розташовані навпроти. При їх відсутності $K_{3д} = 1$.

K_3 - коефіцієнт запасу, знаходиться в межах $1,3 \div 1,5$.

Прийmemo середє $K_3 = 1,4$.

$$e_{\phi} = \frac{100 \cdot 120 \cdot 0,5 \cdot 1,2}{400 \cdot 13 \cdot 1,4 \cdot 1} = 0,71\%$$

При порівнянні фактичного КПО $e_{\phi} = 0,71\%$ з нормативним $e_n^{IV} = 1,08\%$ приходимо до висновку, що природнє освiтлення в цеху не ефективне. Для покiпшення освiтлення у цеху пропонується пофарбувати стiни у бiлий колiр та встановити додатково штучнi джерела освiтлення, якi необхідно розрахувати.

Прийmemo вид джерела свiтла – лампи розжарювання.

Кiлькiсть свiтильникiв – 12.

Кiлькiсть ламп у свiтильнику – 1.

Значення розрахункової освiтленостi, лм, знайдемо за допомогою методу коефiцiєнта використання свiтлового потоку за формулою:

$$F_{л} = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot k \cdot Z}{n_H \cdot N \cdot n} \quad (\text{Б.3})$$

Розрахункова освiтленiсть повинна задовольняти умовам нормативної величини i складає для ламп розжарювання не менше 50 лк. Знайдемо мiнiмально необхідний свiтловий потiк лампи:

$$F_{л \min} = \frac{50 \cdot 400 \cdot 1,75 \cdot 1,15}{0,5 \cdot 12 \cdot 1} = 1380 (\text{лм})$$

де n_H – коефiцiєнт використання свiтлового потоку; $n_H = 0,4 \div 0,6$ (приймаємо середнє значення 0,5);

N – кiлькiсть свiтильникiв, шт.;

n – число ламп у світильнику, шт.;

S – площа приміщення, м². $S = 400$ м²;

k – коефіцієнт запасу, $k = 1,5 \div 2$ (приймаємо середнє значення 1,75);

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, для ламп розжарювання– 1,15.

Фактична освітленість визначається за формулою:

$$E_{\phi} = \frac{F_{л} \cdot n_{H} \cdot N \cdot n}{S \cdot k \cdot Z} \quad (\text{Б.4})$$

За нормативами обираємо найближче більше значення $F_{л} = 2000$ лм при потужності 150 Вт для ламп розжарювання.

$$E_{\phi} = \frac{2000 \cdot 0,5 \cdot 12 \cdot 1}{400 \cdot 1,75 \cdot 1,15} = 59,4(\text{лк})$$

Задану кількість світильників необхідно розміщувати рівномірно по площі приміщення, по можливості за сторонами квадрата, виконуючи умови:

сторона квадрата:

$$L = 1,4 \cdot H_p \quad (\text{Б.5})$$

де H_p – висота підвіса світильника над робочою поверхнею.

$$H_p = 5 - 0,8 - 0,4 = 3,8(\text{м});$$

$$L = 1,4 \cdot 3,8 = 5,32(\text{м});$$

Відстань від світильника до стіни обираємо в межах

$$l = 0,3 \div 0,5 \cdot L \quad (\text{Б.6})$$

$$l = 0,4 \cdot 5,32 = 2,28(\text{м})$$

У результаті розрахунку знайшли значення фактичного освітлення $E_{\text{ф}} = 59,4$ лк, порівнюючи його з нормованим за ДБН В.2.5-28-2006 $E_{\text{н}} = 50$ лк можна зробити висновок, що комбіноване штучне освітлення у цеху ефективно за умови використання ламп розжарювання потужністю не менше 150Вт.

Б.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація (НС) - стан, при якому в результаті виникнення джерела надзвичайної ситуації на об'єкті, визначеній території порушуються нормальні умови життя і діяльності людей, виникає загроза життю і здоров'ю, завдається шкода населенню, народному господарству, навколишньому природному середовищу.

За характером джерел виникнення НС діляться на:

- а) природні явища і процеси;
- б) техногенні промислові аварії і катастрофи (радіаційні, хімічні, біологічні, гідродинамічні аварії);
- в) пожежі, вибухи, небезпечні пригоди на транспорті або транспортні аварії;
- г) інфекційні хвороби людей (епідемії);
- д) криміногенні.

Осередком ураження - називається територія з розташованими на ній будівлями, спорудами, інженерними мережами, комунікаціями, обладнанням і людьми, які постраждали від руйнування або зараження в результаті виникнення НС.

Безпека в НС - стан захищеності населення.

Захищеність в НС - стан, при якому запобігають, долають або гранично знижують негативні наслідки виникнення потенційних небезпек при НС для людей.

Одним з основних способів захисту є своєчасний і швидкий вивіз людей з небезпечної зони, тобто евакуація.

Вид евакуації визначається видом, характером і умовами НС. Екстрена ева-

куація викликається швидкоплинними накопиченнями негативних факторів в зоні НС або від самого початку високими рівнями цих факторів.

У числі заходів щодо захисту персоналу підприємства, які розробляються об'єктовою комісією, вказуються дії по евакуації, як при загрозі так і при виникненні НС.

Питання евакуації для вивчення включаються в тематику занять робітниками і службовцями в системі цивільної оборони.

З урахуванням аналізу визначається вид евакуації, проводиться розрахунок службовців і робітників, встановлюються заходи щодо безаварійної зупинки виробництва, намічаються схеми руху евакуйованих із зони НС до пунктів тимчасового розміщення.

Керівник об'єктової комісії з НС приймає одне з рішень:

- а) провести евакуацію всередині цеху;
- б) вивести персонал за межі об'єкта;
- в) застосувати комбінований метод.

У зв'язку з можливістю загорання, вибуху газовмісних балонів або виникнення НС іншої категорії. На проєктованій ділянці повинен бути передбачений план евакуації.

У цеху повинні бути передбачені первинні засоби пожежогасіння:

- а) ящики з піском;
- б) пожежні відра;
- в) лопати;
- г) пожежний інструмент (лом, сокира);
- д) вогнегасники.

Відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 планування будівель і споруд повинні забезпечувати швидку евакуацію людей у разі виникнення пожежі.

Б.4 Висновки

Проведено аналіз шкідливих і небезпечних факторів на дільниці з виготовлення деталі «Корпус» та визначені шляхи щодо їх усунення.

Виконаний розрахунок природнього та штучного освітлення, який дозволяє підібрати лампи для цеху, де виготовляється деталь «Корпус», що буде забезпечувати достатню освітленість на робочих місцях.

Визначено заходи в разі виникнення надзвичайних ситуацій.