

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віталій ІВАНОВ

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

«магістр»

(бакалавр/магістр)

зі спеціальності

131 «Прикладна механіка»

(код та назва)

освітньо-професійної

програми

«Технології машинобудування»

(освітньо-професійної/освітньо-наукової)

(назва програми)

на тему:

Удосконалення технологічного процесу виготовлення

кришки 358.17.000.01 шляхом оптимізації маршрутного

технологічного процесу.

Здобувача групи

ТМ.мдн-21к

(шифр групи)

Павлова Олександра Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Олександр ПАВЛОВ

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

канд. техн. наук, ст. викладач Анна НЕШТА

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант

з питань

охорони праці

ст. викладач, канд. техн. наук Віра ФАЛЬКО

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Нормоконтролер

доцент, канд. техн. наук, доцент Олександр ІВЧЕНКО

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Суми – 2023

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	факультет технічних систем і енергоефективних технологій
Кафедра	технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітньо-науковий рівень	другий (магістерський) <small>(назва)</small>
Спеціальність	131 – прикладна механіка <small>(шифр і назва)</small>
Освітня програма	технології машинобудування <small>(назва освітньої програми, за наявності)</small>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ Віталій ІВАНОВ

« ___ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) ЗДОБУВАЧА

Павлов Олександр Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **«Удосконалення технологічного процесу виготовлення кришки 358.17.000.01 шляхом оптимізації маршрутного технологічного процесу»**

керівник **Нешта Анна Олександрівна канд. техн. наук, старший викладач проекту**

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «30» листопада 2023 року за №1382-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) «17» грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту)

Креслення деталі «Кришка 358.17.000.01».

Типовий технологічний процес виготовлення деталі кришки.

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

1. Виконати аналіз первинної інформації про деталь.

2. Удосконалити технологічний процес виготовлення деталі.

3. Оптимізувати маршрутний технологічний процес.

4. Розглянути питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Фалько В. В., ст. викладач кафедри ЕтаПТ		

6. Дата видачі завдання «25» вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи (проєкту)	Строк виконання етапів роботи (проєкту)	Примітка
1	1. Аналіз первинної інформації про деталь	01.10.2023	
2	2. Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі	01.10.2023	
3	3. Оптимізація маршрутного технологічного процесу	01.11.2023	
4	Підготовка розділу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	01.12.2023	
5	Формулювання загальних висновків	10.12.2023	
6	Підготовка доповіді	12.12.2023	
7	Підготовка презентації	12.12.2023	
8	Оформлення роботи	14.12.2023	

Здобувач

(підпис)

Олександр ПАВЛОВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

**Керівник роботи
(проєкту)**

(підпис)

Анна НЕШТА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка виконана на 78 сторінках, включає 14 рисунків, 8 таблиць, бібліографії із 27 джерел.

При виконанні механічної обробки деталей типу кришок трудомістким є оброблення отворів на торцях сверлильних або комплексних операціях. Підвищення продуктивності можливо за рахунок зменшення кількості проходів, що у свою чергу призводить до необхідності збільшення глибини різання. Тому сили різання зростають, що часто супроводжується можливою появою вібрацій. Через це необхідно застосувати спеціальний верстатний пристрій достатньої жорсткості, але при цьому бути з достатніми габаритами і не використовувати надлишковий матеріал. Свердла є достатньо високопродуктивними інструментами, які дозволяють швидко проводити знімання шарів матеріалу навіть на необробленій поверхні заготовки, проте для цього необхідно забезпечити достатню жорсткість.

Метою дослідження є удосконалення технологічного процесу виготовлення кришки 358.17.000.01 шляхом оптимізації маршрутного технологічного процесу.

Об'єкт дослідження: технологічний процес оброблення кришки 358.17.000.01.

Предмет дослідження: верстатний пристрій для установлення ghirb на комплексній операції.

Наукова новизна: за допомогою методик проведення інженерного та оптимізаційного аналізів та досліджень розроблено, оптимізовано та теоретично перевірено конструкцію спеціального верстатного пристрою для оброблення торців на фрезерно-центрувальній операції. Встановлено величини напружень та переміщень, а також частоти власних коливань чисельними методами.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, КРИШКА, РЕЖИМ РІЗАННЯ, СВЕРДЛІННЯ

ABSTRACT

The explanatory note is made on 78 pages, includes 14 drawings, 8 tables, bibliography from 27 sources.

When performing mechanical processing of parts such as covers, the processing of holes on the ends by drilling or complex operations is time-consuming. An increase in productivity is possible due to a reduction in the number of passes, which in turn leads to the need to increase the depth of cutting. Therefore, the cutting forces increase, which is often accompanied by the possible appearance of vibrations. Because of this, it is necessary to use a special machine tool of sufficient rigidity, but at the same time be of sufficient dimensions and not use excess material. Drills are sufficiently high-performance tools that allow you to quickly remove layers of material even on the raw surface of the workpiece, but for this it is necessary to ensure sufficient rigidity.

The purpose of research is to improve the technological process of manufacturing the cover 358.17.000.01 by optimizing the route technological process.

Object of research: technological process of processing the lid 358.17.000.01.

The subject of research: a machine device for installing rhirb in a complex operation. Scientific novelty: with the help of engineering and optimization analysis and research methods, the design of a special machine tool for processing the ends of the milling and centering operation was developed, optimized and theoretically verified. The magnitudes of stresses and displacements, as well as the frequency of natural oscillations, were determined by numerical methods.

TECHNOLOGICAL PROCESS, COVER, CUTTING, DRILLING MODE

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	8
1.1 Аналіз службового призначення машини, вузла деталі. опис конструктивних особливостей деталі і умов експлуатації	8
1.2 Аналіз технічних умов та вимог до конструкції деталі. визначення технологічних завдань щодо її виготовлення	10
1.3 Характеристика типу виробництва та організаційної форми виробництва.....	11
1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	13
1.5 Аналіз базового або типового технологічного процесу.....	14
1.6 Висновки та завдання для удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі.....	18
РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	19
2.1 Складання варіантів технологічних маршрутів та вибір оптимального	19
2.2 Обґрунтування способу отримання, розрахунок та формулювання технічних вимог на виготовлення первинної заготовки	20
2.3 Розрахунок припусків на обробку поверхні обертання.....	23
2.4 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення	25
2.5 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів	26
2.6 Обґрунтування та вибір верстатних пристроїв, різального та вимірювального інструментів	27
2.7 Розрахунок режимів різання	28
2.8 Проєктування засобів технологічного оснащення	32
РОЗДІЛ 3 НАУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ	40
3.1. Аналіз стану досліджень у галузі розроблення верстатних пристроїв.....	40
3.2 Розроблення та його інженерне дослідження конструкції верстатного пристрою	42
3.3 Висновок	48
ВИСНОВКИ.....	50

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	52
ДОДАТОК А КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....	57
ДОДАТОК Б РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА.....	58
ДОДАТОК В РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ЗАГОТОВКИ	59
ДОДАТОК Г СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ	62
ДОДАТОК Д КРЕСЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ	64
ДОДАТОК Е КРЕСЛЕННЯ МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	65
ДОДАТОК Ж КРЕСЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ.....	67
ДОДАТОК К КРЕСЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ	69
ДОДАТОК Л ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	70

ВСТУП

Актуальність теми. Машинобудування є однією з найважливіших галузей промисловості. Його продукція – машини різного призначення – постачаються всім галузям народного господарства. Темпи переозброєння їх новою технікою значною мірою залежить від рівня розвитку машинобудування. Перехід машинобудування на нові методи управління, застосування нових досягнень та розробок науки, впровадження наукомістких технологій та розширення номенклатури виробів призведе до підвищення рівня усіх суміжних галузей промисловості.

Технічний прогрес у машинобудуванні характеризується як поліпшенням конструкцій машин, а й безперервним удосконаленням технології їх виробництва. Важливо якісно та в задані терміни виготовити машину з мінімальними витратами матеріалів, енергії, живої та уречевленої праці. У технології машинобудування вирішуються завдання з усіх технологічних переділів – від отримання заготівлі до приймання зібраних виробів. Однак велика увага приділяється кінцевим етапам виробництва – механічній обробці заготовок та збиранню машин. Ці процеси найбільш трудомісткі (80-90% всієї трудомісткості виготовлення виробів) та взаємопов'язані між собою; вони є визначальними у всьому циклі виробництва машин. Перед технологами та конструкторами машинобудування стоять завдання підвищення якості машин, зниження трудомісткості, собівартості та матеріаломісткості, впровадження потокових методів роботи, механізації та автоматизації виробництва, а також скорочення термінів підготовки виробництва нових об'єктів. Тому найбільш важливими напрямками розвитку технології механічної обробки в машинобудуванні стали інтенсифікація технологічних процесів на основі застосування різальних інструментів з нових інструментальних матеріалів, підвищення розмірної та геометричної точності, що досягається при обробці, розширення сфери застосування обладнання з ЧПК, створення повністю автоматизованих систем проектування, управління та підготовки виробництва.

Неухильне розширення галузі застосування гідравлічних насосів та вдосконалення виробництва насосів вимагають від сучасного інженера-

машинобудівника теоретичних знань та практичних навичок, для раціонального проектування, виготовлення насосів та використання виробленої ними гідравлічної енергії.

Метою дослідження є удосконалення технологічного процесу виготовлення кришки 358.17.000.01 шляхом оптимізації маршрутного технологічного процесу.

Об'єкт дослідження: технологічний процес оброблення кришки 358.17.000.01.

Предмет дослідження: верстатний пристрій для установлення θ_{1irb} на комплексній операції.

Наукова новизна: за допомогою методик проведення інженерного та оптимізаційного аналізів та досліджень розроблено, оптимізовано та теоретично перевірено конструкцію спеціального верстатного пристрою для оброблення отворів на торцях на комплексній операції. Встановлено величини напружень та переміщень, а також частоти власних коливань чисельними методами.

Методи дослідження. Результати роботи базуються на теоретичних основах технології машинобудування, теорії різання, різального інструменту, чисельного моделювання. Також у роботі використовувались комп'ютерне моделювання в середовищі SolidWorks.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра. Немає.

Публікації. Немає.

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, трьох розділів, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 78 сторінки, у тому числі 14 рисунків, 8 таблиць, бібліографії із 27 джерел на трьох сторінках.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

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

Запропонована деталь «Кришка» 358.17.000.01 для дипломного проекту є однією з найважливіших деталей насоса ЦНС 240-1900-2Т. Насос типу ЦНС 240-1900-2Т ТУ У 3.19-05747991 – відцентровий, горизонтальний секційний, однокорпусний з одностороннім розташуванням коліс, підшипниками ковзання, автоматичним розвантажувальним пристроєм і кінцевими ущільненнями валу – торцевими або сальниковими.

Насос може бути виготовлений і іншої конструкції, де торцеве ущільнення замінено сальниковим ЦНС 240–1900–2С–М ТУ 26–06–1438-85.

На насосах ЦНС в основному зараз використовують торцеві ущільнення, які при інтенсивній роботі і навантаженнях, яких зазнає насос працюють краще ніж сальникові ущільнення, хоча і складніше в конструкції.

Насоси та агрегати електронасосні типу ЦНС 240 ... -2 призначені для закачування в нафтоносні пласти чистої води і нафтопромислових вод без вмісту сірководню. Насоси та агрегати електронасосні типу ЦНС 240 ... 2М призначені для закачування в нафтоносні пласти агресивних нафтопромислових вод, в тому числі сероводородовмісних.

Принцип дії насоса полягає в перетворенні одержуваної від приводу динамічної енергії в потенційну енергію тиску, кінетичну енергію потоку рідини, що перекачується за рахунок взаємодії з рідиною – робочих коліс ротора і напрямних апаратів статора насоса. Агрегат складається з насоса, двигуна, а привод від насоса до двигуна здійснюється від пружної муфти.

Конструкція насоса типу ЦНС 240 розроблена з урахуванням створення на одній корпусних базі (корпусні деталі, робочі колеса та ін.) Насосів з напорами 1900 1775 1650, 1525, 1422, 1275, 1150 і 1050 метрів шляхом зміни кількості ступенів.

Деталь «Кришка» є деталлю в ущільненні системи масло-газ. Кришка призначена для запобігання попаданню газу в зону змащування і, відповідно, змішування масла з газом. На деталі є такі особливості:

- дві проточки 7Н12 (+0,12; 0) мм, які призначені для ущільнюючих кілець;
- п'ять отворів $\varnothing 26$ мм виготовлені для зливу масла з підшипника;
- два отвори М12-7Н використовуються для кріплення кришки;
- сім отворів $\varnothing 18$ мм – призначені для підведення масла в підшипник;
- три отвори $\varnothing 22$ мм випускають газ. Таким чином, забезпечується захист від попадання природного газу в камеру підшипників і потрапляння парів масла до третьої пари ТГДУ.

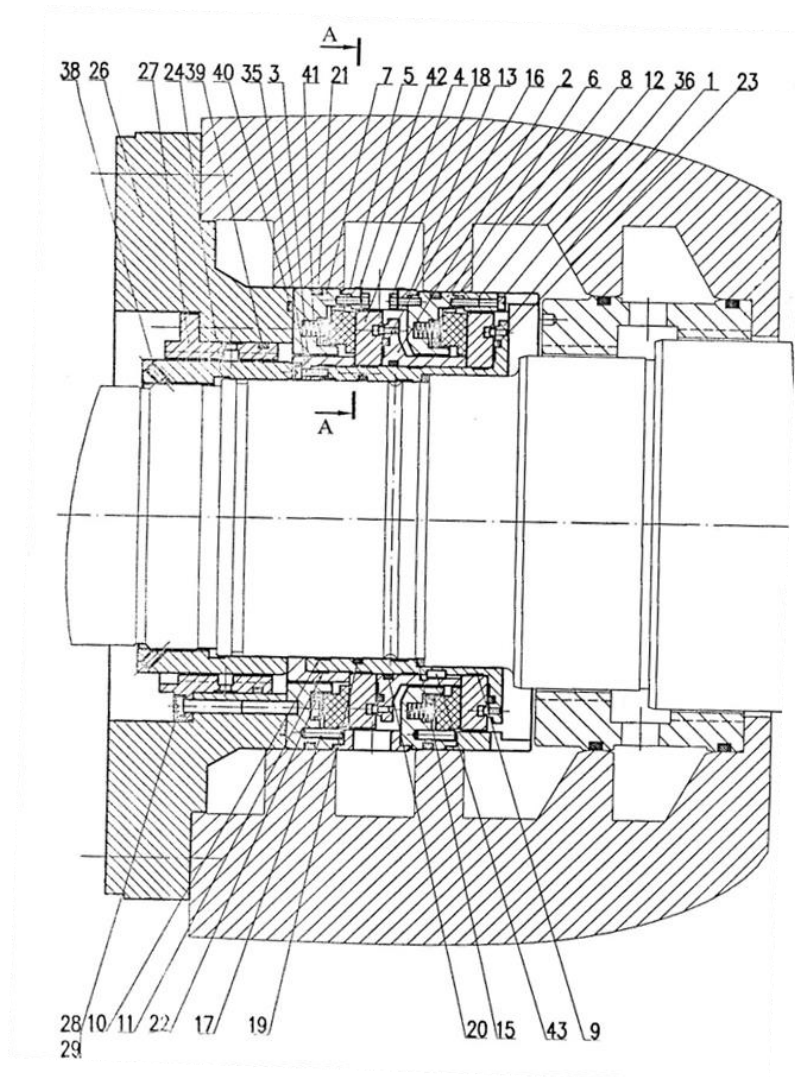


Рисунок 1.1 – Вузол торцевого гідродинамічного ущільнення

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

Деталь «Кришка» є типовим представником кришок, виготовляється з конструкційної легованої сталі 30ХА ГОСТ 4543. Відповідно до ГОСТ 4543 хімічний склад механічні та фізичні властивості представлені в табл. 1.1.

Аналізуючи технологічність конструкції по застосовуваних матеріалів необхідно відзначити, що сталь 30ХА ГОСТ 4543 має хорошу оброблюваність.

Таблиця 1.1 – Властивості сталі 30ХА ГОСТ 4543

Матеріал-замінник	
Сталі: 35ХМ, 35ХРА	
Вид постачання	
Сортовий прокат, у т. ч. фасонний: ГОСТ 4543-71, ГОСТ 259071, ГОСТ 2591-71, ГОСТ 2879-69. Калібрований пруток ГОСТ 7417-75, ГОСТ 8559-75, ГОСТ 8560-78, ГОСТ 1051-73. Шліфований пруток ГОСТ 14955-77.	
Призначення	
Шестерні, вали, цапфи, шпильки, гайки і різні інші деталі при температурі до 450-500°C.	
Хімічний склад	
Кремній (Si)	0,17 – 0,37 %
Мідь (Cu), не більше	0,30 %
Молибден (Mo)	0,15 – 0,25 %
Марганець (Mn)	0,40 – 0,70 %
Нікель (Ni), не більше	0,30 %
Фосфор (P), не більше	0,025 %
Хром (Cr)	0,80 – 1,10 %
Сірка (S), не більше	0,025 %

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 30ХА

Термо-обробка	Переріз, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	σ , %	ψ , %	КСУ, Дж/м ²	НВ
Пруток. Загартовування 880 °С, відпуск 540 °С, вода або масло							
	15	735	930	12	55	78	
Поковки. Загартовування. Відпуск.							
КП 395	<100	395	615	17	45	49	187÷229
КП 440	100-300	440	635	16	45	59	197-235
КП 440	100-300	440	635	14	40	54	197-235
КП 490	<100	490	655	16	45	59	212-248

Основні вимоги, що пред'являються конструктором до деталі, полягають в наступному. На деталь встановлені такі допуски форми та розташування: позиційний допуск дванадцяти отворів $d = 22$ мм; позиційний допуск двох отворів $d = 15$ мм; допуск торцевого биття поверхні $d113h9$, відносно бази Ж – 0,04 мм; допуск радіального биття поверхні $d210,5$; відносно бази Ж – 0,04 мм; допуск радіального биття поверхні $d250f9$, відносно бази Ж – 0,02 мм; допуск радіального биття поверхні $d320h6$, щодо бази Ж – 0,04 мм; допуск паралельності і площинності – 0,03 мм торцевих поверхонь.

Дана деталь має ряд нетехнологічних елементів, що робить деталь нетехнологічною в процесі обробки.

Аналіз технічних вимог запропонованих конструктором до деталі «Кришка»:

– поковка Гр I ГОСТ 8479; конструктор обумовлює отримання заготовки куванням, група I;

– H14, h14, $\pm IT14 / 2$. Поверхні, на яких немає вимоги до точної обробки, повинні оброблятися з квалітетом точності отворів H14, валів h14 (зовнішні циліндричні поверхні), лінійні розміри $\pm IT14/2$. Ці поверхні не є відповідальними і служать для конфігурації деталі (посилення, технологічні поверхні). Дана вимога дозволяє проставляти розміри без загромадження креслення.

Висновок: робота Кришки 358.17.000.01 здійснюється в статичних умовах навантажень при перепадах температури без впливу робочого середовища. При роботі кришка зазнає навантаження, що розтягують. Дана деталь передбачена для роботи в вертикальному положенні.

1.3 Характеристика типу виробництва та організаційної форми виробництва

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$.

Виконаємо розрахунок $K_{з.о.}$ програмним методом за допомогою ЕОМ, використовуючи у якості вхідних даних норми часу по виготовленню деталі із

базового технологічного процесу на відповідних операціях (табл. 1.3). В таблиці час вказано лише на механічні операції. Річний обсяг випуску – 200 штук.

Таблиця 1.3 – Технологічний процес виготовлення деталі Кришка 358.17.000.01

Номер операції	Найменування операції	Штучно-калькуляційний час, хв
020	Токарна з ЧПК	40
025	Токарна з ЧПК	20
035	Токарна з ЧПК	20
045	Комплексна на обробному центрі з ЧПК	20
055	Комплексна на обробному центрі з ЧПК	20
065	Плоскошліфувальна	30

За результатами розрахунку, які наведені в додатку Б, $Kз.о. = 32$, що говорить про те, що тип виробництва дрібносерійний, і раціонально обрати форму організації робіт – групову.

Цій формі організації робіт характерні особливості, а саме заготовки обробляються невеликими партіями, заготовки - 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. Устаткування розставляються по технологічним групам. Різальний та вимірювальний інструмент застосовують як стандартний, так і спеціальний.

Середня кваліфікація робітників вище, ніж в масовому виробництві, але нижче ніж в одиничному.

1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

В даному пункті будемо розглядати оцінку технологічності деталі «Кришка» 358.17.000.01 саме в контексті майбутнього наукового дослідження, а саме оброблення свердління отворів на торцях Кришки на комплексній операції, тому розглянемо стандартні пункти аналізу технологічності, які стосуються саме цього питання.

Аналізуючи технологічність конструкції за матеріалом деталі необхідно відзначити, що сталь 30ХА обробляється задовільно і застосовується спеціально для втулок, муфт так як її механічні та фізичні властивості забезпечують тривалу, безвідмовну роботу деталі у виробі під впливом навантажень. Спосіб отримання заготовки (поковки) – раціональний для даної конструкції деталі та типу виробництва. Заготовка в цьому випадку найбільш наближена за формою і розмірами до готової деталі, тобто забезпечує найбільш високий коефіцієнт використання матеріалу і найменшу трудомісткість механічної обробки, а так само зниження вартості отримання заготовки.

Хімічний склад, механічні властивості сталі 30ХА наведені в таблиці 1.2.

Форма оброблюваних поверхонь – технологічна, так як вони прості (плоскі, циліндричні, гвинтові), що полегшує обробку деталі тому точність і стабільність обробки значною мірою визначається простотою конструктивних форм. Маса деталі 45,5 кг, що говорить про те, що необхідно застосовувати спеціальні механізми для встановлення деталі на верстат, її транспортуванні.

Деталь досить жорстка, що дозволяє обробляти її на верстатах з найбільш продуктивними режимами різання.

На підставі вивчення креслення, а також умови роботи виробу, в розглянутій деталі «Кришка» присутні наступні нетехнологічні елементи:

- глухий отвір під рим-болт, так як більш технологічним є наскрізний отвір, який можна свердлити на прохід без дотримання глибини свердлування;
- глухий різьбовий отвір під рим-болт на периферії, так як неможлива робота нарізного інструменту на прохід, що знижує продуктивність і умови роботи інструменту;

– отвір $\varnothing 22$ довжиною $l = 103$ мм, для його виконання необхідний спеціальний різальний інструмент, тому потрібно забезпечити подачу ЗОР для вимивання стружки із зони різання.

При механічній обробці поверхні для базування і закріплення є досить відкритими і розвиненими, що не викликає труднощі при закріпленні та обробці.

Не технологічно також досягнення допусків форми і розташування, точності, шорсткості. Дані вимоги досягаються на токарних операціях (чорнових, чистових) з дотриманням режимів різання, правильної геометрії ріжучої кромки, а так само використання правильного і точного базування на операціях.

На кресленні значення граничних відхилень розмірів, які проставлені конструктором, відповідають стандартним, що є технологічним.

1.5 Аналіз базового або типового технологічного процесу

Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі «Кришка»

Номер операції	Найменування операції	Обладнання
005	Заготівельна	Пароповітряний кувальний молот М 132
010	Термічна обробка	Термічна піч
015	Технічний контроль	Стіл ОТК
020	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК верстат моделі 16К30Ф3
025	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК верстат моделі 16К30Ф3
030	Технічний контроль	Стіл ОТК
035	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК верстат моделі 16К30Ф3
040	Технічний контроль	Стіл ОТК
045	Комплексна на обробному центрі з ЧПК	Свердлильно-фрезерно-розточний верстат з ЧПК моделі ИР800ПМФ4
050	Технічний контроль	Стіл ОТК

055	Комплексна на обробному центрі з ЧПК	Свердильно-фрезерно-розточний верстат з ЧПК моделі IP800ПМФ4
060	Технічний контроль	Стіл ОТК
065	Плоскошліфувальна	Плоскошлифовальный станок модели ЗД741А
070	Слюсарна	Слесарный верстак
075	Технічний контроль	Стіл ОТК

Технологічний процес виготовлення деталі «Кришка» в заводському варіанті виконаний як маршрутний, що відповідає одиничному типу виробництва. Він містить 15 операцій, з яких 6 операцій механічної обробки, решта – контрольні, слюсарні та заготівельна.

Аналізуючи заводський технологічний процес можна сказати, що операції обробки обрані вірно. Але є дрібні недоліки, які можливо викликані додатковими вимогами конструктора.

За нинішніх умов і конкуренції на ринку потрібно максимально використовувати більш сучасні верстати, які дозволяли б обробляти деталь при високих швидкостях різання, були б жорсткими по конструкції і давали б необхідну точність. Цим вимогам відповідають верстати нових моделей з ЧПК, як наприклад 16P40Ф3. У маршрутному технологічному процесі не вказані способи базування і закріплення заготовки, на яких виконуються операційні розміри, докладно не розписаний ріжучий інструмент і вимірювальний інструмент. В даний час обраний застарілий інструмент (з напайними пластинами), що не дозволяє обробляти деталь на більш прогресивних режимах різання з використанням обладнання з ЧПК. Інструмент треба замінити на: різці з неперетачуваними багатограними пластинами з твердого сплаву, а також використовувати для обробки твердосплавні свердла і фрези замість інструменту зі швидкоріжучої сталі, які дозволяють проводити обробку в 3-4 рази швидше в порівнянні з інструментом з швидкоріжучої сталі.

Вимірювальний інструмент використовуються застарілих конструкцій або безшкальні. Здійснювати вимірювання скобами і калібрами досить швидко і точно, але дорого для даного типу виробництва.

Режими різання обрані і розраховані правильно. Але через те, що обладнання та матеріали різальних інструментів на виробництві використовуються застарілі, то ці режими недоцільно застосовувати для сучасних верстатів, так як ці верстати дозволяють працювати на більш прогресивних і форсованих режимах. При зміні цих недоліків можна буде підвищити режими різання до оптимальних. Отже, скоротити час обробки і підвищити точність виготовлення деталей.

Сучасні верстати з програмним управлінням поєднують точність спеціалізованих верстатів і мають більш високу продуктивність, ніж верстати загального призначення, що вироблялися раніше (в 2...5 разів).

До основних умов доцільності застосування верстатів з програмним керуванням можна віднести наступне:

- обробку отворів складної геометричної форми, що вимагають застосування декількох послідовно працюючих інструментів, а також обробку груп отворів на свердлильних і розточувальних верстатах. Ці види обробки можуть бути виконані на верстатах з програмним керуванням без виготовлення спеціального оснащення (кондукторів, копирів і ін.), які зазвичай застосовуються на універсальних верстатах;

- необхідність побудови процесу за принципом концентрації операцій, тобто зосередження найбільшої кількості однотипних видів обробки на одному місці;

- необхідність зменшення частки допоміжного часу, який витрачається в розглянутій операції на прийоми, пов'язані зі зміною режимів різання, переходом з обробки однієї поверхні на іншу, зміною ріжучого інструменту та іншого, що зазвичай має місце при послідовній обробці декількох поверхонь на універсальних верстатах;

- обробку кількох аналогічних деталей на одному верстаті, що має місце в умовах серійного виробництва. В цьому випадку застосуванням верстатів з ЧПК можна скоротити час на переналагодження обладнання;

- можливість скорочення числа операторів впровадженням багатостанкового обслуговування.

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 16P40Ф3, більш придатних за технічними характеристиками при обробці заданої деталі, ніж верстати 16K30Ф3, 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 операцію з пневматичним затискачем, також можна розробити пневматичний пристрій для затиску деталі на токарній операції.

Зупинимося докладніше на кожній з операцій техпроцесу, зазначених в табл. 1.7, а саме опишемо схеми базування і закріплення заготовки на різних операціях, проаналізуємо методи досягнення точності на кожній механічній операції, опишемо обладнання, що застосовується для обробки деталі «Кришка», а також ріжучий, вимірювальний, допоміжний інструмент і технологічне оснащення, що застосовується на операціях техпроцесу.

1.6 Висновки та завдання для удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі

Враховуючи проведений аналіз у попередніх пунктах, можна зробити проміжні висновки, щодо існуючої ситуації по технологічному процесу оброблення поверхонь Кришки на комплексній операції, а саме:

- у базовому технологічному процесі застосовуються застарілі верстати, верстатні пристрої, різальні та вимірювальні інструменти;
- застосована схема устанавлення у базовому технологічному процесі є нераціональною, адже не забезпечує достатню жорсткість.

Враховуючи це, а також дрібносерійний тип виробництва пропонується:

- застосувати трьох координатний обробний центр з ЧПК вертикального компонування з можливістю доукомплектування двох поворотним столом, що важливо для оброблення широкої номенклатури у дрібносерійному виробництві;
- змінити схему розташування заготовки під час оброблення;
- розробити спеціальний верстатний пристрій пневматичної дії з оброблюваної заготовки в ньому.

РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

2.1 Складання варіантів технологічних маршрутів та вибір оптимального

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 одини 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. Штамповка заготовки

010 Термічна обробка

015 Токарна чорнова

020 Свердлильна

025 Токарна чистова

030 Шліфувальна

035 Свердлильна

040 Слюсарна

Маршрут №2:

005 Заготівельна. Штамповка заготовки

010 Термічна обробка

015 Токарна чорнова

020 Токарна чистова

025 Свердлильна

030 Шліфувальна

035 Слюсарна

Маршрут №3:

005 Заготівельна. Ковка заготовки

010 Термічна обробка

015 Токарна чорнова

020 Свердлильна

025 Свердлильна

030 Шліфувальна

035 Токарна чистова

040 Слюсарна

Маршрут №2 є більш правильним, адже при попередніх свердлильних операціях в маршрутах №1 та №3 на подальшій токарній чистовій та шліфувальній буде відбуватись обробка з ударами, що призведе до поломки інструменту та небажаним дефектам поверхонь.

2.2 Обґрунтування способу отримання, розрахунок та формулювання технічних вимог на виготовлення первинної заготовки

Основним завданням цього пункту є визначення найбільш ефективного способу отримання заготовки. Так до даної деталі пред'являються вимоги, що вона має бути виготовлена з поковки І групи, то багато способів відпадають і залишаються лише методи поверхнево-пластичного деформування, а саме кування і штампування.

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.

Технологічні умови виготовлення заготовки

З метою економії металу і зменшення трудомісткості обробки, конфігурація заготовки повинна бути максимально наближена до конфігурації деталі. Трудомісткість виготовлення і собівартість заготовки повинні бути мінімальними. Заготовка повинна мати форму, що дозволяє вести обробку з мінімальною кількістю установів і ріжучого інструменту. Матеріал заготовки не повинен мати тріщин, внутрішніх дефектів, розшарувань.

Дану деталь можна отримувати наступними способами:

- вільна кування на молотах;
- кування на пресі.

Виходячи з конфігурації заданої деталі, технічних вимог креслення (конструктора) доцільно застосувати поковки ковану на молотах.

Так як «Кришка» деталь відповідальна отже в прийнятому технологічному процесі заготовку будемо отримувати куванням на молотах. Собівартість заготовки отриманої куванням на молоті визначаємо за формулою:

$$S_{ЗАГ} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_t \cdot K_m \cdot K_c \cdot K \cdot \mathcal{J}_{\%} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{омк}}{1000} \quad (2.1)$$

де $C_i = 18000$ грн – базова вартість однієї тонни матеріалу, грн.,

$Q = 60,5$ кг – маса заготовки;

$q = 45,5$ кг – маса готової деталі;

$K_t = 1,1$ – коефіцієнт, що враховує точність поковки;

$K_m = 1,22$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу;

$K_{II}=1,3$ – коефіцієнт, що враховує групу серійності;

$K_{H}=1,1$ – коефіцієнт що враховує групу складності;

$K_{B}=0,98$ – коефіцієнт, що враховує масу штамповки;

$S_{отх}=2$ грн – ціна однієї тони відходів.

$$S_{заг} = \left(\frac{18000}{1000} \cdot 60,5 \cdot 1,1 \cdot 1,22 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \right) - (60,5 - 45,5) \frac{2000}{1000} = 2048 - 30 = 2018 \text{ грн.}$$

Технічні вимоги до заготовки:

1. Поковка ГрІ ГОСТ 7505-89-70;
2. Незазначені радіуси $R=5$ мм;
3. Незазначені зовнішні ухили 7° ;
4. Заусенців по периметру не більше 3 мм;
5. Маркірувати номер креслення 5Пр3 ГОСТ 26.008-85.

Собівартість заготовки одержуваної куванням на пресі визначаємо за тією ж формулою, але з такими показниками складових:

$C_i=16500$ грн – базова вартість однієї тонни матеріалу, грн.,

$Q=65,4$ кг – маса заготовки;

$q=45,5$ кг – маса готової деталі;

$K_T=1,2$ – коефіцієнт, що враховує точність штамповки;

$K_M=1,22$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу;

$K_{II}=1,4$ – коефіцієнт, що враховує групу серійності;

$K_H=0,85$ – коефіцієнт що враховує групу складності;

$K_B=0,9$ – коефіцієнт, що враховує масу штамповки;

$S_{отх}=2$ грн – ціна однієї тони відходів.

$$S_{заг} = \left(\frac{16500}{1000} \cdot 65,4 \cdot 1,2 \cdot 1,22 \cdot 1,4 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \right) - (65,4 - 45,5) \frac{2000}{1000} = 2120 - 40 = 2080 \text{ грн.}$$

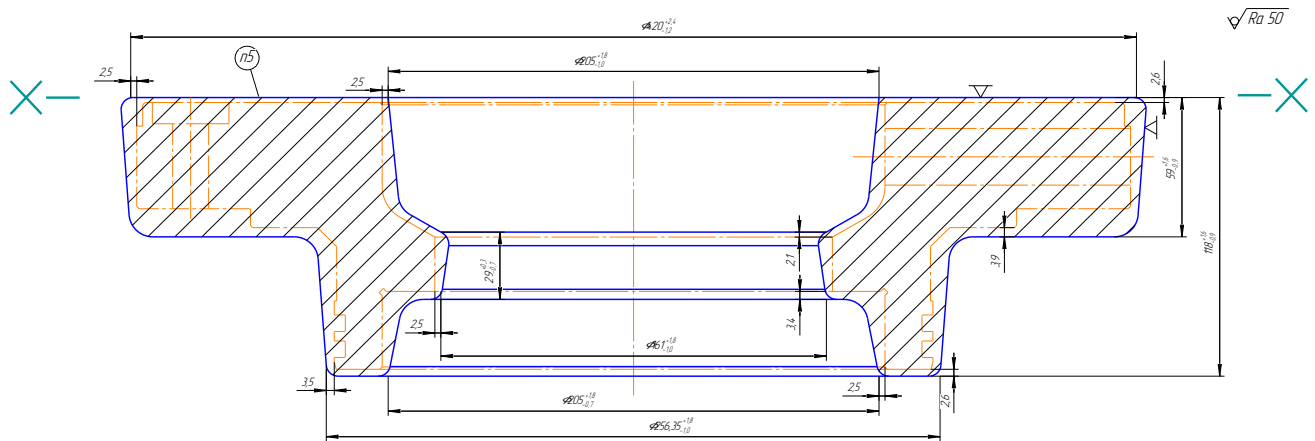


Рисунок 2.1 – Ескіз заготовки

На підставі отриманих результатів, можна зробити висновок:

- заготовка – поковка, кована на молотах більш вигідна;
- форма деталі має максимальне наближення до форми деталі.

2.3 Розрахунок припусків на обробку поверхні обертання

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку циліндричної поверхні $\varnothing 250f9$ мм по методу 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

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{экс}^2 + \rho_{см}^2} = \sqrt{2,0^2 + 0,7^2} = 2,119 \text{ мкм},$$

ρ_{i-1} знаходиться в відсотковому відношенні від

$$\rho_{заг} \text{ тоді } \rho_{черн} = \rho_{заг} k_y,$$

де $k_y = 0,04 \div 0,06$, в залежності від переходу. Знайдемо для кожного з переходів:

$$\rho_{чер} = 1520 \cdot 0,06 = 92 \text{ мкм}.$$

$$\rho_{п/ч} = 1520 \cdot 0,05 = 76 \text{ мкм}.$$

$$\rho_{чист} = 1520 \cdot 0,04 = 61 \text{ мкм}.$$

Вихідні дані для розрахунку припусків приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні данні

Найменування переходу	Познач. точності	Гранич відхил.	Елементи припуску, мкм				
			R_z	T	ρ	ε_b	ε_z
Поковка	ТЗ	$\begin{matrix} +1.8 \\ -1.0 \end{matrix}$	250	250	1520	-	-
Точіння чорнове	кв. 12	-0,4	100	100	92	50	150
Точіння напівчистове	кв. 10	-0,16	50	50	76	20	40
Точіння чистове	кв. 9	$\begin{matrix} -0.05 \\ -0.165 \end{matrix}$	25	25	61	0	0

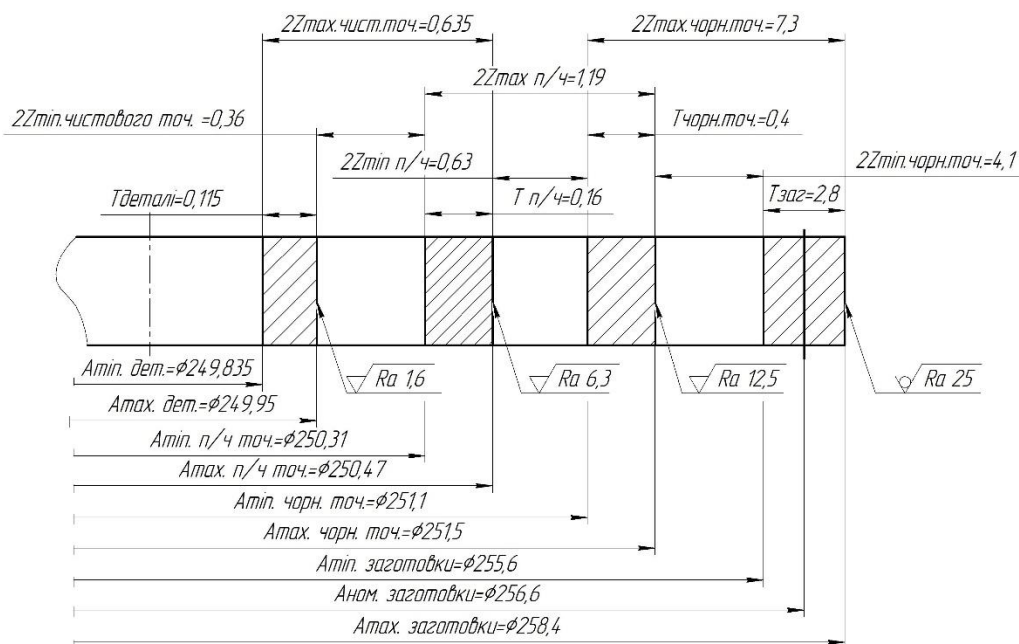


Рисунок 2.2 – Схема розміщення припусків на обробку розміру $\phi 250f9$ мм

2.4 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення

Для розгляду в цьому пункті магістерської роботи було прийнято 030 комплексну з ЧПК операцію технологічного процесу. На операції 030 комплексна з ЧПК проводиться обробка отворів розміщених на торці заготовки з одного установа. Базувати заготовку більш раціонально на оправці і по торцю фланця (рис. 2.3). Торець – установча база, циліндрична поверхня $\varnothing 320h6$ – подвійна опорна база, в результаті заготовка буде позбавлена п'яти ступенів свободи, вакантною залишається одна зв'язок, обертання навколо власної осі.

Орієнтувати заготовку відносно будь-яких уже наявних поверхонь не треба, то необхідність позбавлення шостого ступеня (обертання навколо осі) не потребує.

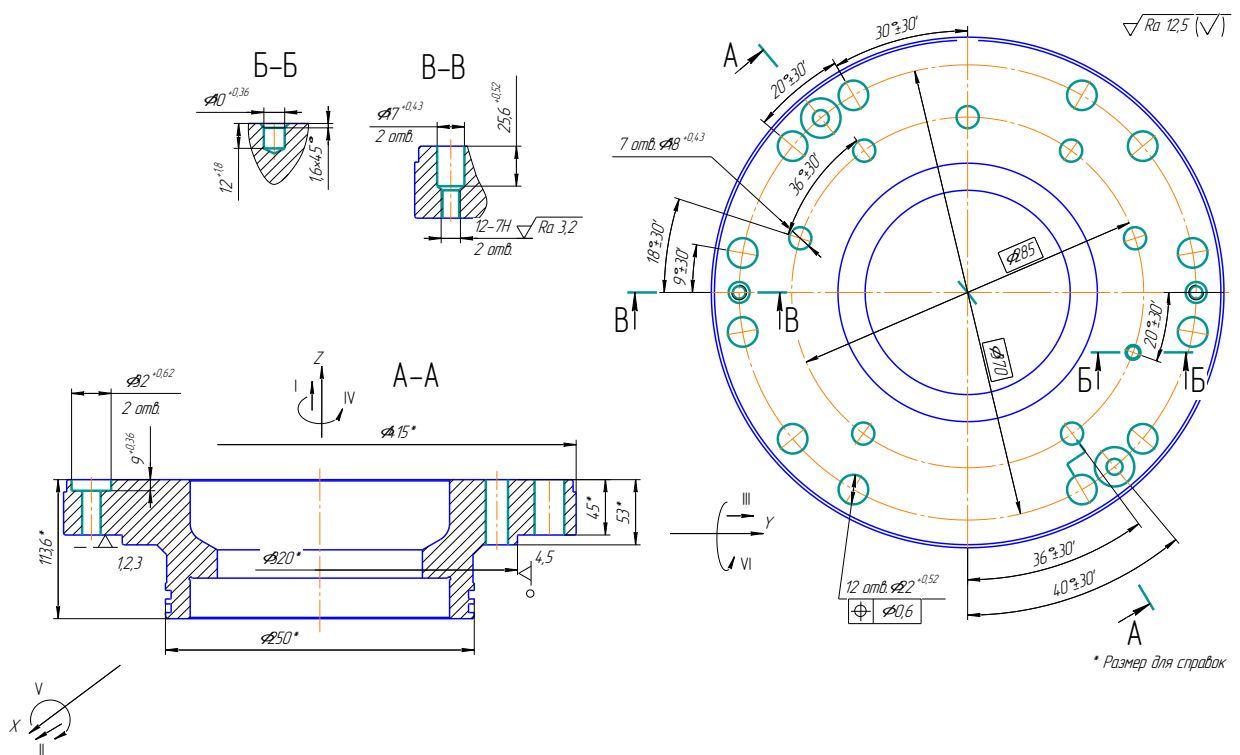


Рисунок 2.3 – Схема базування на комплексній з ЧПК операції 030

Похибка базування для глибин отворів розглядати не будемо так як вони виконані на прохід. Похибка базування на розташування отворів (позиційний допуск) буде визначатися як:

$$E_{б\text{ поз}} = \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$$

де $\delta_1 = 0,036$ мм – допуск на діаметр базової поверхні $\varnothing 320h6(-0,036)$ мм;

$\delta_2 = 0,057$ – допуск на діаметр базової оправки $\text{Ø}320\text{F}7\left(\begin{smallmatrix} +0,119 \\ +0,062 \end{smallmatrix}\right)$ мм;

$2\Delta = 0,098 \cdot 2 = 0,196$ мм – подвоєний мінімальний зазор посадки заготовки в оправці;

$E_{\text{бпоз}} = 0,036 + 0,057 + 0,196 = 0,289$ мм, що менше позиційного допуску ($0,289 < 0,6$ мм), отже обробка здійснена без браку.

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.

Для обробки отворів на операції 030 приймаємо обробний центр моделі DMU630.

Дане обладнання було вибрано з урахуванням наступних показників:

- технологічні методи обробки поверхонь: для обробки отворів можна застосувати обладнання універсальне (радіально-свердлильний верстат моделі 2554) або комплексний центр з ЧПК. Проаналізувавши, був обраний комплексний центр з ЧПК, так як обладнання має магазин інструментів, виконує обробку отворів з точністю позиціонування і дозволить виключити розмічальні операції, а також час на обробку скоротиться за рахунок зменшення як основного так і допоміжного часу (вихід в вихідну точку, зміна інструменту, усунення «людського» фактора).

- потужність двигуна: на даній обробці використовується тільки один двигун, який здійснює головний рух і рух подачі, його потужність становить 6,3 кВт. Цієї потужності достатньо для обробки, так як сили, що виникають при обробці, порівняно малі;

- габарити робочого простору: верстат даної моделі має робочу поверхню столу 500x800 мм, що дозволить встановити пристосування з заготовкою;

- тип виробництва: при дрібносерійного виробництва перевага віддається універсальному обладнанню з ЧПК.

Паспортні дані обробного центра моделі DMU630:

- робоча поверхня столу – 500x800 мм;
- виліт шпинделя, мм – 0÷700 мм;
- число швидкостей шпинделя – б/с;
- частота обертання шпинделя – 25÷2500 об/хв;
- число подач шпинделя – б/с;
- подача шпинделя – 5÷2000 мм/хв;
- потужність електродвигуна – 6,3 кВт.

2.6 Обґрунтування та вибір верстатних пристроїв, різального та вимірювального інструментів

Виходячи з типу виробництва (дрібносерійне) найбільш доцільно застосовувати систему універсально складальних пристроїв (УСП).

При виборі різального інструмента необхідно звернути увагу на матеріал різальної частини, геометрію, їх габарити. При цьому необхідно враховувати:

- а) метод оброблення поверхні;
- б) етапи оброблення;
- в) використання мастильно-охолоджувальної рідини;
- г) габарити верстата;
- д) матеріал заготовки її стан.

На комплексній з ЧПК операції 030 використовується наступне оснащення:

- пристрій спеціальний – дозволить реалізувати схему базування;
- свердло 2301-0371 Р6М5 ГОСТ 2092 – спіральне свердло $\varnothing 6$ з конічним хвостовиком, конус Морзе 1, застосовується для центрування отворів;
- свердло 2301-0398 Р6М5 ГОСТ 2092 – спіральне свердло $\varnothing 10$ з конічним хвостовиком, конус Морзе 2, застосовується для свердління отвору;
- свердло 2301-0400 Р6М5 ГОСТ 2092 – спіральне свердло $\varnothing 10,2$ з конічним хвостовиком, конус Морзе 2, застосовується для свердління отвору під нарізання різьби М12-7Н;
- свердло 2301-0423 Р6М5 ГОСТ 2092 – спіральне свердло $\varnothing 15$ з конічним

хвостовиком, конус Морзе 2, застосовується для свердління отвору;

- свердло 2301-0427 Р6М5 ГОСТ 2092 – спіральне свердло $\varnothing 17$ з конічним

хвостовиком, конус Морзе 2, застосовується для свердління отвору;

- свердло 2301-0431 Р6М5 ГОСТ 2092 – спіральне свердло $\varnothing 18$ з конічним

хвостовиком, конус Морзе 2, застосовується для свердління отвору;

- свердло 2301-0446 Р6М5 ГОСТ 2092 – спіральне свердло $\varnothing 22$ з конічним

хвостовиком, конус Морзе 2, застосовується для свердління отвору;

- зенковки 2353-0142 Р6М5 ГОСТ 14953 – зенковки конічна 90° , обробляється фаска $1,6 \times 45^\circ$;

- циковка спеціальна Р6М5, застосовується для отримання $\varnothing 32$ мм;

– мітчик 2620-3735 Р6М5 ГОСТ 3266 – мітчик М12-7Н, застосовується для нарізання різьби;

- втулка 6100-0315 ГОСТ 13598 – перехідна втулка з конуса Морзе 2 на 4;

- втулка 6100-0258 ГОСТ 13598 – перехідна втулка з конуса Морзе 1 на 4;

– вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1, ШЦ-І-500-0,1 ГОСТ 166;

- зразки шорсткості ГОСТ 5378;

– пробка 8221-30537Н ГОСТ 17758, пробка ПР/НЕ М12-7Н, застосовується для контролю отвору.

2.7 Розрахунок режимів різання

Розрахуємо аналітичним методом свердління отвору $\varnothing 22$ на прохід на комплексній операції 030. Глибина різання $t = 11$ мм.

Подача $S = 0,18$ мм/об (з урахуванням поправочних коефіцієнтів) [4, с. 277].

Стійкість різального інструменту $T = 40$ хв.

Визначаємо швидкість різання за формулою [4, с. 276]:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V$$

де $C_v = 7,0$, $g = 0,4$, $y = 0,7$ $m = 0,2$ – коефіцієнти і показники у формулі швидкості різання [4, табл. 28, с. 278];

K_v – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання і визначається за формулою [4, с.282]:

$$K_v = K^{mv} K^{pv} K^{sv} ,$$

де K^{mv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу;

$K^{pv} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання [4, табл. 5];

$K^{sv} = 0,8$ – коефіцієнт що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання [4, табл. 6].

Коефіцієнт K^{mv} розраховуємо за формулою [4, табл. 1]:

$$K_{MV} = K_r (750/\sigma_B)^{n_v} ,$$

де $K_r = 1,0$ – коефіцієнт, що характеризує групу сталі оброблюваності [7];

$n_v = 1,0$ – показник [7, табл. 2].

Тоді: $K_{MV} = 1,0 \cdot (750/930)^{1,0} = 0,8$.

Тоді:

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,64.$$

З урахуванням поправочних коефіцієнтів визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{7,0 \cdot 22^{0,4}}{40^{0,2} \cdot 0,18^{0,7}} 0,64 = 24,4 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 24,4}{3,14 \cdot 22} = 353 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Визначаємо крутний момент за формулою [4]:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p,$$

де $C_M = 0,0345$, $q = 2,0$, $y = 0,7$ – коефіцієнти у формулі сили різання [4];

K_p – поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності, розраховується за формулою [4];

$$K_p = (\sigma_B / 750)^n,$$

де $n = 0,3$ – показник [7].

$$K_p = (\sigma_B / 750)^n = (930 / 750)^{0,3} = 1,1.$$

З урахуванням поправочних коефіцієнтів крутний момент буде дорівнювати, Н·м:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 22^{2,0} \cdot 0,18^{0,7} \cdot 1,1 = 56,1 \text{ Н·м.}$$

Визначаємо осьову силу за формулою:

$$P_o = C_p D^q S^y K_p,$$

де $C_p = 68$, $q = 1,0$, $y = 0,7$ – коефіцієнти і показники у формулі сили різання [4].

З урахуванням поправочних коефіцієнтів осьова сила буде дорівнює, Н:

$$P_o = 68 \cdot 22^1 \cdot 0,18^{0,7} \cdot 1,1 = 45 \text{ Н.}$$

Потужність різання визначається за формулою, кВт:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{56,1 \cdot 353}{9750} = 2,0 \text{ кВт.}$$

Так як потужність різання менше потужності верстата ($2,0 < 6,3 \cdot 0,8$), то обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n},$$

де $L = 45 + 7 = 52$ мм – робочий хід свердла,

$$T_o = 52 / 0,18 \cdot 353 = 0,8 \text{ хв.}$$

Розрахунки режимів на інші переходи зв одимо в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Режими оброблення на комплексній операції 030

Поверхня	t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв	T ₀ , хв
Центрувати ø6	3	1	0,14	15,1	800	0,05x22
Свердлити ø10	5	1	0,15	18,8	600	0,2
Свердлити ø10,2	5,1	1	0,15	19,2	600	0,6x2
Розсвердлити ø17	3,4	1	0,15	16,0	300	0,7x2
Нарізати M12-7H	0,5	2	1,75	11,3	300	0,1x2
Свердлити ø18	9	1	0,18	19,7	350	0,9x7
Свердлити ø22	11	1	0,18	24,4	350	0,8x12
Свердлить ø15	7,5	1	0,15	16,4	350	0,9x2
Цековати ø32	8,5	1	0,2	20,1	200	0,5x2
$\sum T_0$						22,8

Визначаємо допоміжний час T_v :

$$T_v = 4,5 + 9,3 + 2,2 = 16 \text{ хв.}$$

де $T_{уст} = 4,5$ хв – час на установку і зняття заготовки вручну;

$T_{уп} = 9,3$ хв – допоміжний час на управлінням верстатом;

$T_{изм} = 2,2$ хв – час на вимірювання карта.

Визначимо оперативний час за формулою:

$$T_{оп} = 16 + 22,8 = 38,8 \text{ хв.}$$

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

$$T_{доп} = T_{оп} \cdot 9\% = 38,8 \cdot 0,09 = 3,4 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час:

$$T_{шт} = 38,8 + 3,4 = 42,2 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою (2.9):

$T_{пз} = 25$ хв – підготовчо-заключний час;

$N = 25$ шт. – число деталей в партії.

$$T_{шт-к} = 42,2 + 25/25 = 43,2 \text{ хв.}$$

2.8 Проектування засобів технологічного оснащення

В магістерській роботі розробляється пристрій для обробки деталі – «Кришка» на комплексну з ЧПК операцію.

Для удосконалення та зниження собівартості деталі (зменшимо основний час за рахунок автоматичного виходу шпинделя на вихідні точки, а також за рахунок автоматичної обробки, зміни інструменту) в спроектованому технологічному процесі, обробку будемо здійснювати на обробному центрі моделі DMU630 із застосуванням пристрою, яке має пневмопривід. Використання спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить знизити розряд верстатника даної операції, знизити трудомісткість обробки, підвищити стабільність точності параметрів операції, підвищити продуктивність і полегшити умови праці робітників за рахунок механізації пристрою. Система координат пристрою буде аналогічною системі верстата.

Уточнення мети технологічної операції. Точність розмірів.

На даній операції обробляються циліндричні поверхні зовнішні і внутрішні, підрізають торці. Точність і якість одержуваних поверхонь, їх взаємне розташування буде залежати від точності верстата, режимів обробки, а так само від точності безпосередньо самого пристрою. Основне завдання зводиться до точності базування заготовки щодо осі шпинделя верстата.

Для аналізу виконуваних поверхонь розглянемо найбільш точні, так як дана операція токарна чорнова, то найбільш точними поверхнями будуть найменші, які мають менше допуску. Згідно вищесказаного розглянемо такі поверхні $\varnothing 253_{-0,52}$ мм, $52^{+0,74}$ мм.

Технологом задана така точність – $\varnothing 253_{-0,52}$ мм, $e_s = 0$ мм, $e_i = -0,5$, допуск складе $T = 0,52$ мм згідно ГОСТ 25347 відповідає – 12 квалітет.

Технологом задана така точність – $52^{+0,74}$ мм, $E_S = +0,74$ мм, $E_I = 0$, допуск складе $T = 0,74$ мм згідно ГОСТ 25347 відповідає – 14 квалітету.

Точність форми. Конструктором не обумовлена точність форми одержуваних поверхонь. Отже призначимо їх в процентної частки від допуску на розмір. Допуск циліндричної (ограновування, еліптичність) і профілю про-дольного перетину

(бочко-, ссдло-, конусообразность) отвори $\varnothing 253_{-0,52}$ мм приймемо як 30% від допуску на розмір $T=0,3T=0,3 \cdot 0,52=0,156$ мм, приймемо 120 мкм, що відповідає 11 ступеня точності згідно ГОСТ 24643. Допуск площинності торця складе 60% від допуску на розмір $52^{+0,74}$ мм, тоді $T=0,6 \cdot 0,74=0,444$ мм, приймемо 0,4 мм – 13 ступеня точності.

Оскільки розглянута операція є проміжною, то допуск розташування не заданий конструктором, отже призначимо самостійно в процентному співвідношенні від допуску на виконуваний розмір.

Допуск радіального биття складе 60% від допуску на розмір $\varnothing 253_{-0,52}$ мм, $T=0,6 \cdot 0,52=0,312$ мм, приймаємо 0,25 мм – 10 ступінь точності.

Допуск торцевого биття торця складе 60% від допуску на розмір $52^{+0,74}$ мм, тоді $T=0,6 \cdot 0,74=0,44$ мм, приймаємо 400 мкм – 14 ступінь точності.

Шорсткість поверхонь становить 12,5 мкм за критерієм Ra.

З'ясування кількісних і якісних даних про заготовку, що надходить на операцію.

На операцію заготовка надходить після заготівельної операції – вільна кування на молотах.

Базують поверхні: - діаметральна (подвійна опорна база) виконано в розмір $\varnothing 205_{-1,0}^{+1,8}$ мм, $es=1,8$ мм, $ei=-1,0$ мм, допуск складе $T=2,8$ мм; торець викував в розмір $118_{-0,9}^{+1,6}$ мм, $es=1,6$, $ei=-0,9$ мм, $T=2,5$ мм – 3 група точності, згідно ГОСТ 7505.

Точність форми.

Оскільки допуск форми не обговорений, проміжна операція, це означає що допуск входить до складу допуску на розмір. Для діаметральні поверхні розглянемо допуски профілю поздовжнього перерізу і циліндричної, і визначимо як $T=0,3T_{205}=0,3 \cdot 2,8=0,84$ мм, приймаємо 0,8 – 15 ступінь точності.

Для торця розглянемо допуск плоскості. Допуск площинності торця приймемо як 60% від допуску на розмір $118 (+1,6; -0,9)$ мм, тоді $T_{пл} = 0,6 \cdot T_{118} = 0,6 \cdot 2,5 = 1,5$ мм, приймаємо 1 мм – 16 ступінь точності.

Допуск торцевого биття становить $T=0,6 \cdot T_{118}=0,6 \cdot 2,5=1,5$ мм, приймаємо 1

мм – 15 ступінь точності.

Допуск радіального биття центрального отвору визначаємо як $T=0,6 \cdot 2,8=1,68$ мм, приймаємо 1,2 мм – 14 ступінь точності. Базові поверхні виконані з шорсткістю $Ra=25 \div 50$ мкм.

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.

Аналіз структури полів врівноважені сил.

З рис. 2.4 видно, що складові сил не врівноважені і вимагають додаткових сил закріплення. Величину сумарного зусилля закріплення необхідно вважати з умови не провороту від сили P , яка створить момент, схема зображена на рис. 2.5.

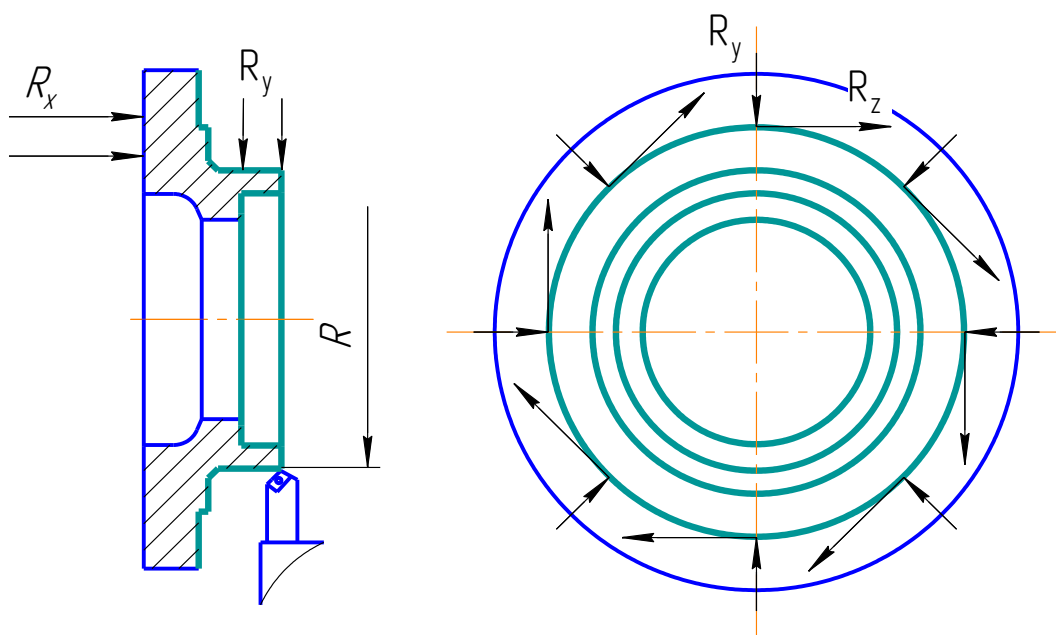


Рисунок 2.4 – Структура поля збурюючих сил по складовим

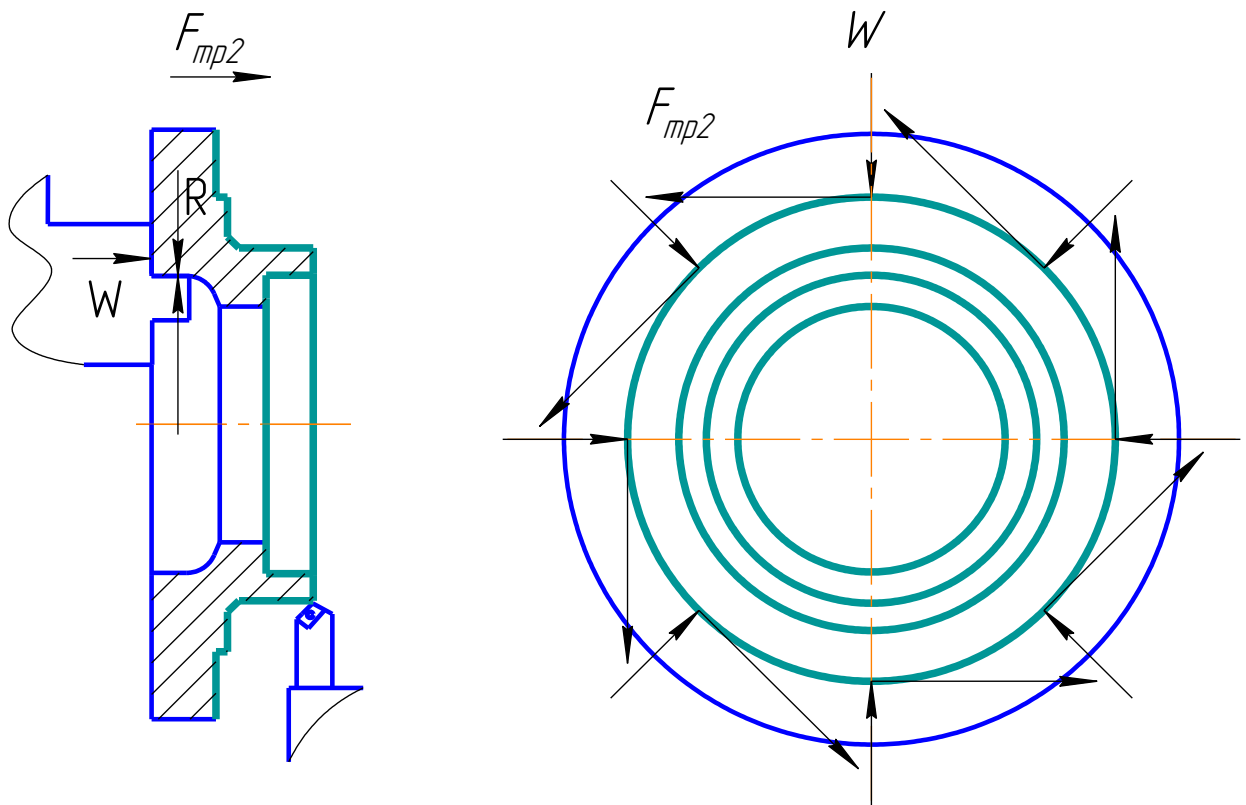


Рисунок 2.5 – Схема дії сил, прикладених до деталі

Розрахуємо аналітичним методом точіння циліндричної ступені $\varnothing 237$ мм начорно, згідно якого $P_z = 966,8$ Н.

Силу закріплення в трикулачковому патроні розраховуємо за формулою:

$$P_z = \frac{1,33 \cdot K \cdot L \cdot P_z}{D \cdot f}$$

де $K=2,5$ – коефіцієнт запасу,

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6,$$

де $K_0 = 1,5$ — гарантований коефіцієнт запасу при всіх випадках обробки;

$K_1 = 1,2$ — коефіцієнт, що залежить від виду поверхні деталі (необроблена або оброблена);

$K_2 = 1,1$ — коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні ріжучого інструменту;

$K_3 = 1$ — коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при обробці переривчастих поверхонь на деталі;

$K_4 = 1,5$ — коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, що розвивається

силовим приводом пристрою;

$K_5 = 1,2$ — коефіцієнт, що враховується при наявності моментів, що прагнуть повернути оброблювану деталь навколо її осі;

$K_6 = 1$ — коефіцієнт, що враховує ергономіку ручних ЗМ [4. с, 384].

Тоді

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,5 \cdot 1 = 2,5;$$

$f_1 = 0,2$ — коефіцієнт тертя між деталлю і установочними затискними елементами пристрою;

$L=117$ мм — довжина оброблюваної заготовки;

$D=237$ мм — діаметр оброблюваної заготовки;

$P_z= 966,8$ Н — сила різання.

Тоді сила закріплення заготовки буде дорівнює:

$$P_z = \frac{1,33 \cdot 2,5 \cdot 0,117 \cdot 966,8}{0,237 \cdot 0,2} = 7934 \text{ Н.}$$

Точнісі розрахунки пристосування.

Розглянемо допуск биття деталі в патроні, який не повинен перевищувати 250 мкм. Похибка виготовлення за цим параметром визначається за такою формулою:

$$E_{\text{пр}} \leq T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot E_6)^2 + E_3^2 + E_y^2 + E_{\text{II}}^2 + E_{\text{И5}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + E_{\text{поз}}}$$

де $K_T = 1,2$ — коефіцієнт, що враховує можливе відхилення від нормального розподілу окремих складових;

$K_{T1} = 0,85$ — коефіцієнт, що враховує можливе відхилення від нормального розподілу допусків базових поверхонь;

$E_6=0$ мкм — похибка базування (розглянута раніше);

$E_3 = 100$ мкм — похибка закріплення при установці на опорні пластини з

пневматичним зажимом [3, с. 82, таблиця 40];

$E_y = 0$ мкм – похибка установки пристрою на верстаті, що базується по кінчному фланцю верстата;

$E_{\Pi} = 0$ мкм – похибка перекосу інструменту (відсутні направляючі елементи пристосування для ріжучого інструменту);

$E_{И} = 1$ мкм – похибка, що виникає внаслідок зносу встановлювальних елементів і визначається за формулою:

$$E_{И} = \omega \cdot N = 0,002 \cdot 500 = 1 \text{ мкм};$$

$K_{T2} = 0,6$ – коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

$\omega = 80$ мкм – середня економічна точність обробки [6];

$E_{\Pi O3} = 0$ мкм – похибка позиціонування інструменту [5].

Тоді похибка пристосування складе:

$$E_{\text{пр}} = 250 - 1,2 \sqrt{(0,85 \cdot 0)^2 + 100^2 + 0^2 + 0^2 + 1^2 + (0,6 \cdot 80)^2 + 0} = 250 - 133 = 116 \text{ мкм}.$$

З урахуванням отриманих даних приймається допуск перпендикулярності установчої поверхні до базуючої поверхні пристрою 116 мкм, $T = 0,1$ мм. Похибка в даних межах виникає як результат складання похибок взаємного розташування окремих елементів пристрою.

Опис пристрою і принцип дії пристрою.

Патрон базується основою 4 на шпинделі верстата по конусу, і закріплюється за допомогою болтів 13. Патрон містить кулачки 12, що закріплюються за допомогою гвинтів 15 на зажимі 11 повзуна 10. Повзун 10 переміщається по напрямних корпусу патрона 5.

Оброблювану заготовку встановлюю на кулачки. Закріплення заготовки відбувається подачею повітря через пневморозподільник 3 в порожнину пневмокамери 2, при цьому мембрана разом зі штоком переміщається вправо, а зусилля на штоку 7 через передаточні ланки: муфту 5 передається на повзун 10, зажим 11 і кулачки 4 переміщаються вгору до контакту з заготовкою. При скиданні

повітря і його подачі в верхню порожнину пневмокамери відбувається розкріплення оброблюваної заготовки через важіль 8, який здійснює рух по дузі навколо осі 9, в результаті чого відбувається переміщення кулачків вниз.

Пристрій необхідно зберігати на дерев'яній основі. Вплив атмосферних опадів і агресивних середовищ неприпустимий.

Розрахунок на міцність.

Розраховуємо на міцність різьби штока. З конструктивних міркувань і попереднього компонуванні пристрою прийmemo різьбу на штоку M12x1,75-6g. Сила на штоку $W = 7618$ Н, матеріал гвинта - Сталь 40 ГОСТ 1050-88.

Внутрішній діаметр різьби розраховується за формулою:

$$d_B = d_H - (0,541 \cdot P) \cdot 2 \quad (2.10)$$

де d_H – зовнішній діаметр різьби;

P – шаг різьби.

Отже, за формулою 2.10 знаходимо внутрішній діаметр різьби:

$$d_B = 24 - (0,541 \cdot 3) \cdot 2 = 20,9065 \text{ мм.}$$

Мінімальна площа поперечного перерізу різьби розраховується за формулою:

$$S_{\text{min піз}} = \frac{\pi \cdot d_B^2}{4} \quad (2.11)$$

де d_B – внутрішній діаметр різьби.

$$S_{\text{min піз}} = \frac{\pi \cdot 20,9065^2}{4} = 180,22 \text{ мм}^2.$$

Границя текучості для сталі 40 дорівнює 300 МПа.

Допустимі напруження розтягування визначається за формулою:

$$[\sigma_P] = 0,5 \cdot \sigma_T \quad (2.12)$$

Тобто:

$$[\sigma_P] = 0,5 \cdot 300 = 150 \text{ МПа.}$$

Запишемо умову міцності на розтягнення:

$$\sigma_P = \frac{W}{S_{\min \text{ різ}}} \leq [\sigma_P] \quad (2.13)$$

Отже, за формулою 2.13 знаходимо напруження розтягування:

$$\sigma_P = \frac{18020}{180,22} = 100 < 150 \text{ МПа.}$$

Отже міцність штока забезпечується, так як міцність забезпечується навіть в його мінімальному перерізі (на різьбовій ділянці).

2.9 Висновки

Таким чином у розділі удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі кришка у якості заготовки була прийнята ковка на пресах, так як вона більш економічно вигідна, ніж вільна ковка.

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 закруплення 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

3.1. Аналіз стану досліджень у галузі розроблення верстатних пристроїв

Зараз у світі розвиваються різні підходи до проектування та дослідження верстатних пристроїв (ВП) для операцій механічної обробки деталей різних класів. Для аналізу сучасного стану досліджень у галузі проектування ВП та визначення актуального напрямку досліджень розглянуті основні підходи до проектування, а саме дослідження точності, гнучкості та оптимізації конструкцій ВП.

Авторами статті [15] проведені дослідження в галузі проектування затискних елементів ВП та запропоновано використовувати принцип «форми затискних елементів» та величини сил закріплення, для визначення їх оптимального місця положення на заготовці та залежно від цього оптимальну величину сили. При цьому застосовувався алгоритм, аналогічний алгоритму за яким працюють елементи захвату у роботів. Результатом є розроблення програмних додатків, що дозволяють з'єднувати даний алгоритм із бібліотеками затискних елементів та проводити підбір або автоматизоване проектування затискних елементів з параметрами під конкретну деталь.

Дослідження [16–18] презентують скінченноелементну модель системи «затискні елементи ВП – заготовка», що дозволяє визначати деформації поверхонь заготовки залежно від сили закріплення та проводити їх автоматизовану оптимізацію. При цьому модель враховує зміну коефіцієнта тертя між затискними елементами ВП та заготовкою у результаті змінання мікронерівностей на контактуючих поверхнях. Таким чином за рахунок оптимізації величини сил закріплення можна попередити виникнення пластичної деформації заготовки та здійснити надійне закріплення, адже змінання мікронерівностей на контактуючих поверхнях, що викликає зменшення контактного тиску буде враховано. Але ще у [18] представлено методику та алгоритм виконання прискорених розрахунків, що знижує вимоги до оперативної пам'яті комп'ютера.

Робота [19] присвячена виконанню дослідження максимальної величини пружної деформації заготовки при її закріпленні у різних ВП за допомогою

використання комплексу методів: скінченноелементного аналізу, штучних нейронних мереж та методології поверхні відгуку. Таким чином, виконувався підбір оптимальної конструкції ВП, де перевага надавалась тій конструкції ВП, де деформації найменші за інших рівних умов. Штучні нейронні мережі дозволяли суттєво прискорити розрахунки.

У дослідженні [20] представили метод багатократної (повторної) оптимізації визначення місця розташування затискних елементів ВП при розрахунках динамічних параметрів ВП. Авторами встановлено та доведено ефективність використання оптимізаційних методів для деталей даних систем при їх розрахунках у програмах скінченноелементного аналізу. Максимальна величина позиційного вектора похибки обробки була скорочена на 26% за рахунок оптимізаційних методів.

Стаття [21] освічує принципи використання «генетичного алгоритму» проектування та оптимізації конструкцій ВП, що базується на імовірнісних методах розрахунку за рахунок використання методів, аналогічних до проектування технологічних процесів у системах автоматизованого проектування.

Дослідження, що описане у [22] присвячене розробці способу моделювання та оптимізації ВП для закріплення деталі при здійсненні фрезерної операції зі змінними конфігураціями ВП та режимів механічної обробки. У дослідженні використовуються системи комп'ютерного проектування та моделювання. У моделі задавались нестационарні умови, подібно до реального процесу різання, та виконувався модальний аналіз з метою виявлення оптимальної конструкції ВП.

У роботі [23] вказує на важливість впровадження переналагоджуваних ВП, але і увагу на складності вибору оптимальної конструкції ВП для обробки маложорстких деталей. При цьому підіймається питання щодо регулювання величини сили закріплення залежно від величини сили різання.

Дослідження у роботі [24] присвячене використанню методу компенсації змінних сил та законів тертя для визначення оптимальної величини сили закріплення, щоб зменшити деформації заготовки. За допомогою гармонічного

аналізу та застосування методики поділу шляху інструмента на кроки навантаження визначається оптимальне значення величини сили закріплення.

Дослідження науковців, що описані у роботі [25] спрямовані на підвищення точності шляхом зменшення пружних деформацій і вібрацій, використовуючи для цього скінчено елементний аналіз та прогнозування положення точок закріплення за допомогою нейронних мереж ANN та поверхні відгуку RSN.

У роботі вчених [26] у якості кріпильних частин основи ВП розглядалася можливість застосування «ластівчиного хвоста». Випробування під час чисельного моделювання та експериментів показали, що втомна міцність при циклічних навантаженнях силами змінного напрямку і величини при даному типі з'єднань відповідає терміну безвідмовної роботи ВП з існуючими типами з'єднань.

У роботі [27] представили два інтелектуальних ВП для оброблення заготовок низької жорсткості. Перший ВП ідентифікує місце де виникають вібрації та зменшує їх керуванням режимів, а другий ВП компенсує деформації заготовки. Ці два інтелектуальних ВП були досліджені теоретично та експериментально.

Аналіз літературних джерел показав, що у даний час науковці займаються розрахунками та розробкою моделей ВП та досліджують точність механічної обробки при зміні параметрів пристрою та режимів різання. Також застосовуються системи впливу на коливання і вібрації в процесі контакту інструменту із заготовкою, а також різні генетичні алгоритми. Проте недостатньо уваги приділяється підвищенню жорсткості спеціальних ВП та зниженню їх металомісткості при забезпеченні достатньої точності для деталей типу шнек подаючий, який представляє собою тонкостінний диск, що є актуальною задачею.

3.2 Розроблення та його інженерне дослідження конструкції верстатного пристрою

Для виконання розрахунків чисельного моделювання на першому етапі була виконана побудова 3D – моделі верстатного пристрою разом із деталлю (рис. 3.1).

Дослідження напружено-деформованого стану (НДС) виконувалось для деталей ВП, які безпосередньо будуть впливати на показники точності та міцності та задовольняти всім точнісним параметрам для обробки деталі. НДС також треба

для виявлення концентраторів напружень та елементів, де напруження більші, ніж допустимі для конкретного матеріалу, та при їх наявності необхідно удосконалення конструкції. На даному етапі досліджень виконувалась перевірка еквівалентних напружень, які виникають у місцях контакту між установлювально-затискними елементами та заготовкою у результаті дії сил закріплення та силових факторів процесу різання (сили різання та моменти), а також умови за допустимими напруженнями для деталей із конкретних матеріалів.

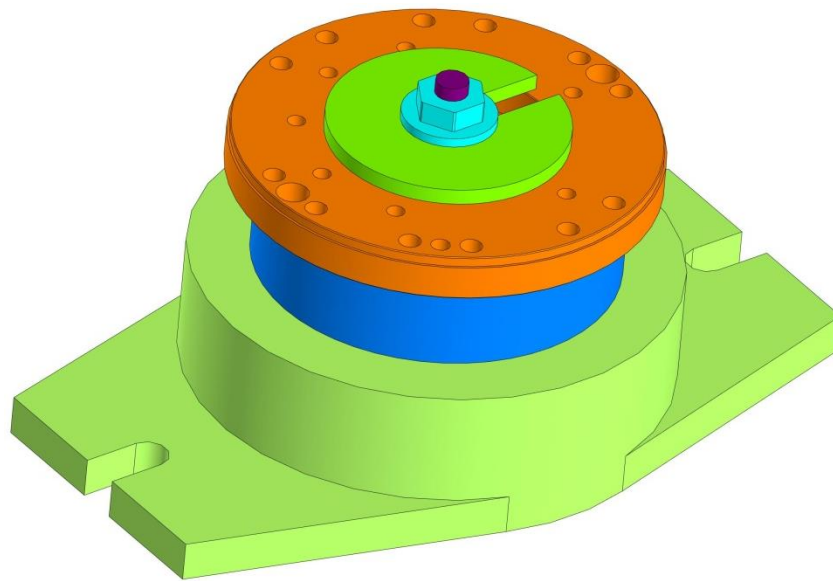


Рисунок 3.1 – Спроектований верстатний пристрій та закріплена деталь

Для виконання інженерного дослідження використовувався програмний комплекс ANSYS Workbench, де також визначались частоти власних коливань і потім ми їх порівнюємо з частотами, що можуть виникати при обробленні. За допомогою цих результатів буде можливість за необхідності удосконалити ВП, щоб запобігти резонансу і підвищити його точність. Так як у конструкції ВП усі деталі виготовлені зі сталі 45, то механічні властивості матеріалів, які використовуються у моделі, наступні:

- модуль пружності E , ГПа – 200;
- коефіцієнт Пуассона μ – 0,3;
- густина ρ , кг/м³ – 7850;
- границя міцності при розтягуванні $[\sigma_{розт}]$, МПа – 950;
- границя міцності при стисненні $[\sigma_{ст}]$, МПа – 950;

- границя текучості σ_T , МПа – 726.

Граничними умовами під час моделювання було закріплення верстатного пристрою за нижньою поверхнею основи, що імітує встановлення на стіл верстата, а також всі поверхні об'єднані між собою шляхом об'єднання вузлів з типом контакту «Bonded», що виключає можливі переміщення. Типи контактів «Frictional» задані в місцях посадок з указанням параметрів тертя за технічними характеристиками кожної з них. Ілюстрації скінчено-елементної сітки ВП представлені на рис. 3.2.

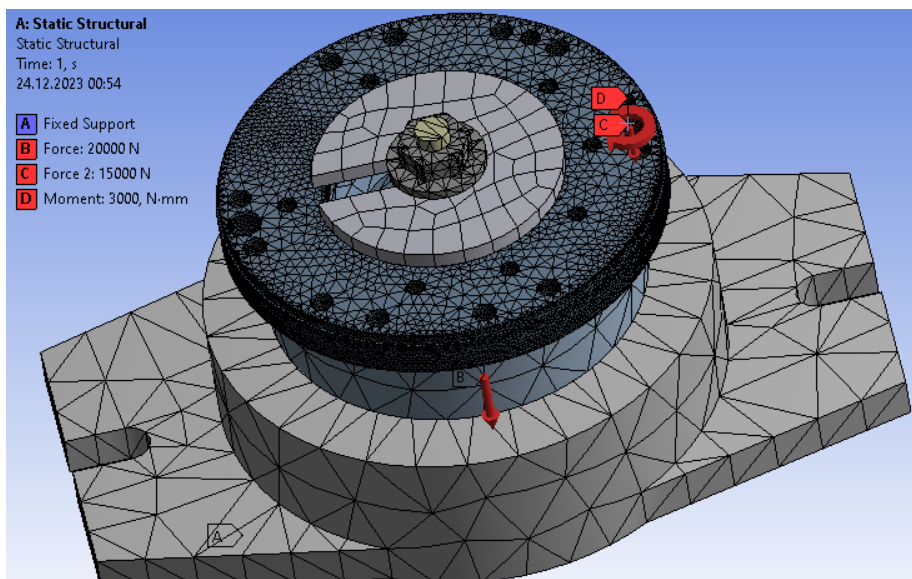


Рисунок 3.2 – ВП із скінчено-елементною сіткою та навантаженнями

Це робиться для отримання більш точних результатів, та більш якісного відображення можливих деформацій. На рис. 3.3 зображено ілюстрації напружень, що виникають при закріпленні та фрезеруванні заготовки, а на рис. 3.4 – 3.7 зображені деформації загальні та по осям X, Y, Z відповідно. На рис. 3.8 – 3.10 наведено форми власних коливань досліджуваного верстатного пристрою.

Аналізуючи отримані результати та величини коливань при яких відбуваються деформації можна зробити висновок, що розроблений ВП буде нормально функціонувати і точності, що отримані при аналізі не будуть виходити за межі допусків, адже найбільш точний розмір на даній операції – отвір діаметром 10 мм та глибиною 12 мм. Таким чином розмір 10 (+0,4;0) мм, а деформації загальні не перевищують 0,037 мм. Максимальні напруження під час чисельного

моделювання показали 186 МПа, що менше ніж допустимі для матеріалів пристрою.

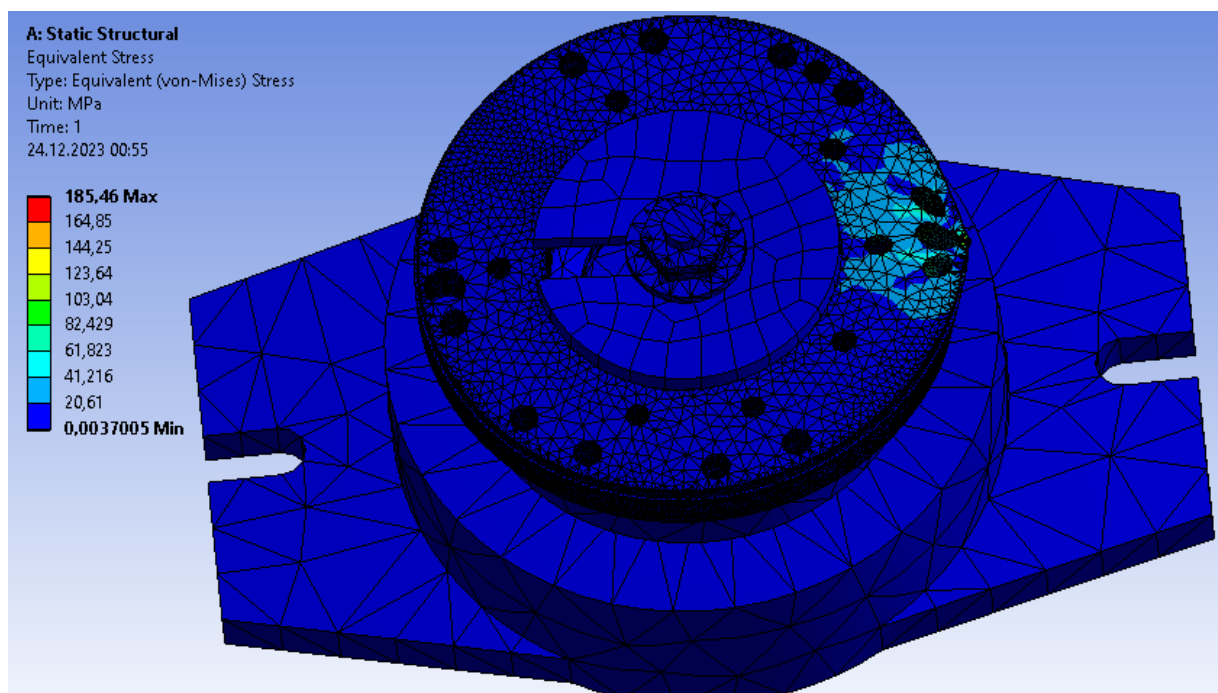


Рисунок 3.3 – Ілюстрація максимальних напружень при свердлінні

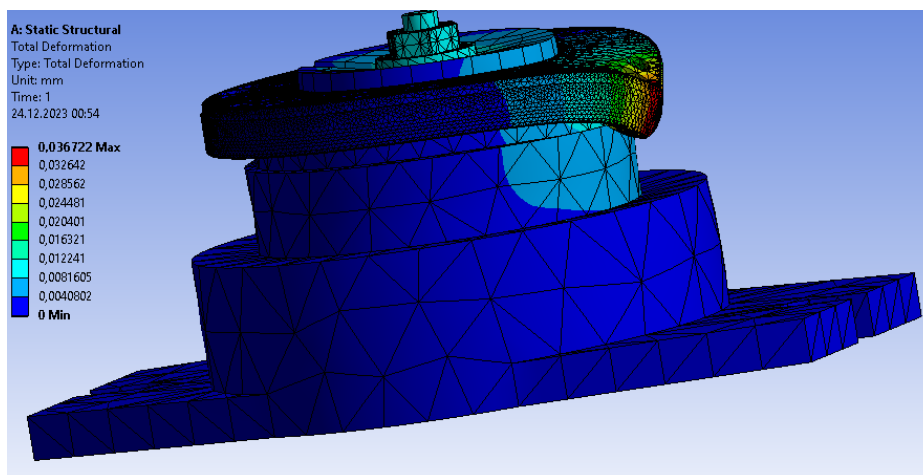


Рисунок 3.4 – Ілюстрація максимальних загальних переміщень при обробці

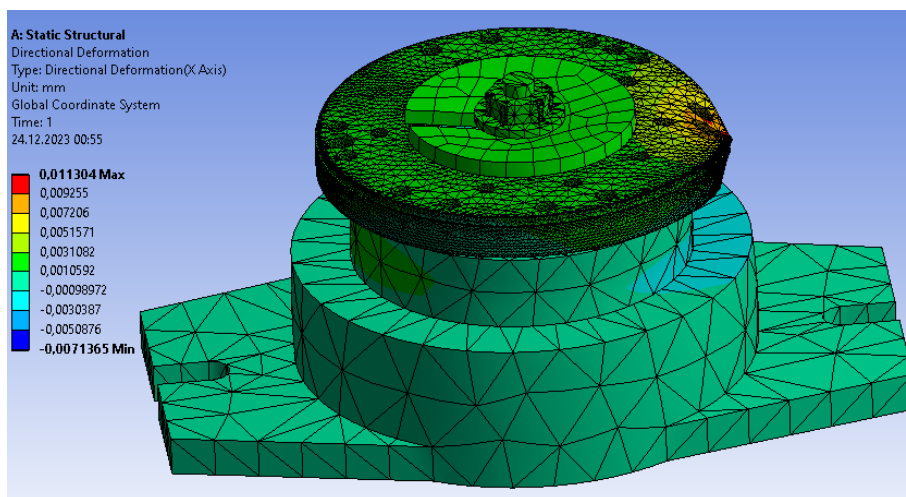


Рисунок 3.5 – Ілюстрація максимальних переміщень за напрямком осі X

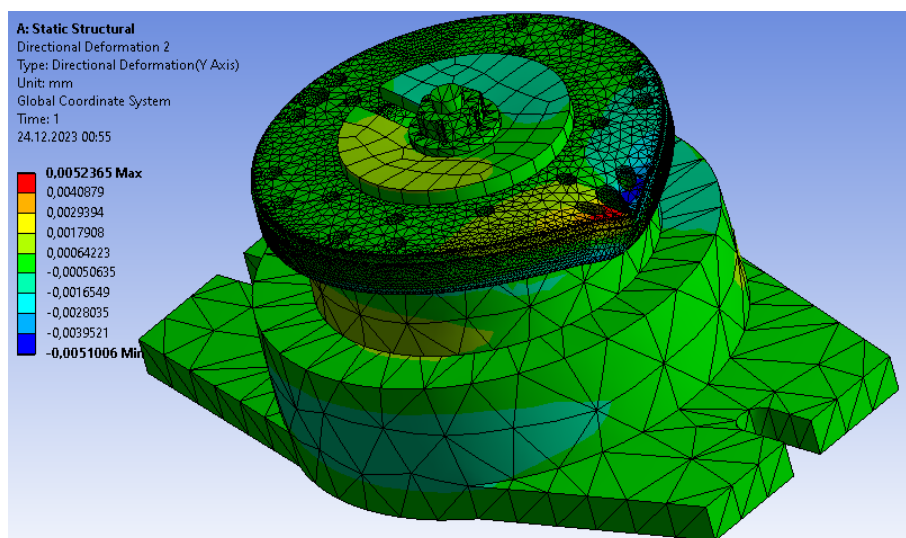


Рисунок 3.6 – Ілюстрація максимальних переміщень за напрямком осі Y

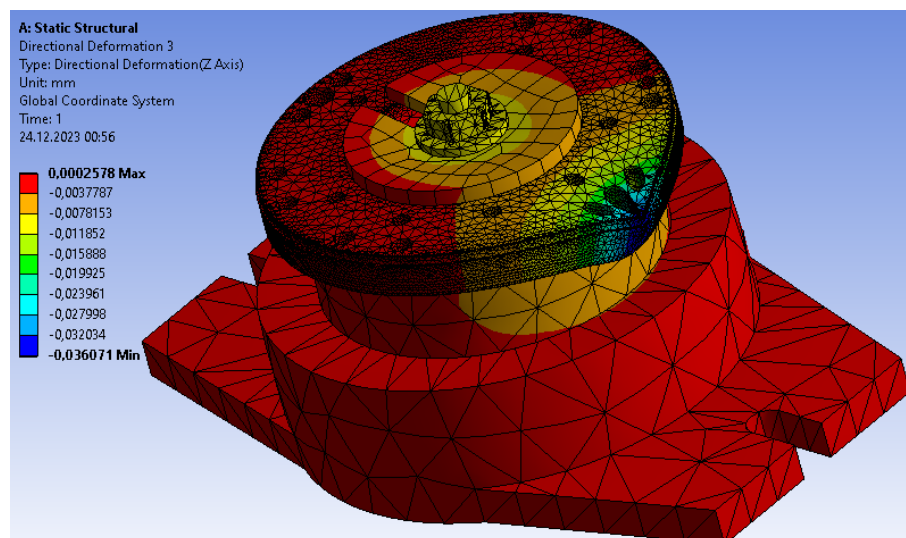


Рисунок 3.7 – Ілюстрація максимальних переміщень за напрямком осі Z

Для запобігання виникнення явища резонансу в процесі механічної обробки важеля необхідно, щоб частота власних коливань елементів ВП не співпадала з частотою процесу різання. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є призначення інших режимів різання. Для цього за допомогою вбудованого модуля у програмному комплексі ANSYS і функції Modal Analysys визначаються частоти власних коливань запропонованого ВП та порівнюються з частотами, що виникають у процесі механічної обробки. Результати цього аналізу за необхідності дозволяють відлаштуватися від резонансу. Рисунки з виглядом форм власних коливань для досліджуваної системи «ВП – заготовка» наведені на рис. 3.6 – 3.8.

Таким чином після інженерного дослідження частот (мод) коливань визначено їх величини:

- 1-ша критична частота, Гц – 2546;
- 2-га критична частота, Гц – 2610;
- 3-я критична частота, Гц – 3533.

Максимальна частота процесу різання на операції не перевищує 211 Гц, що менше ніж значення моди №1, тому обробка буде без виникнення резонансу.

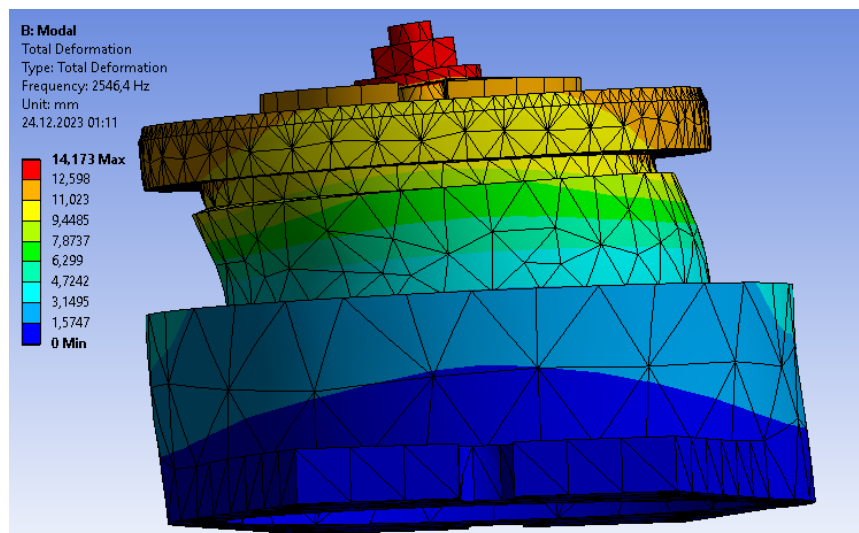


Рисунок 3.8 – Ілюстрація 1-шої критичної частоти ВП

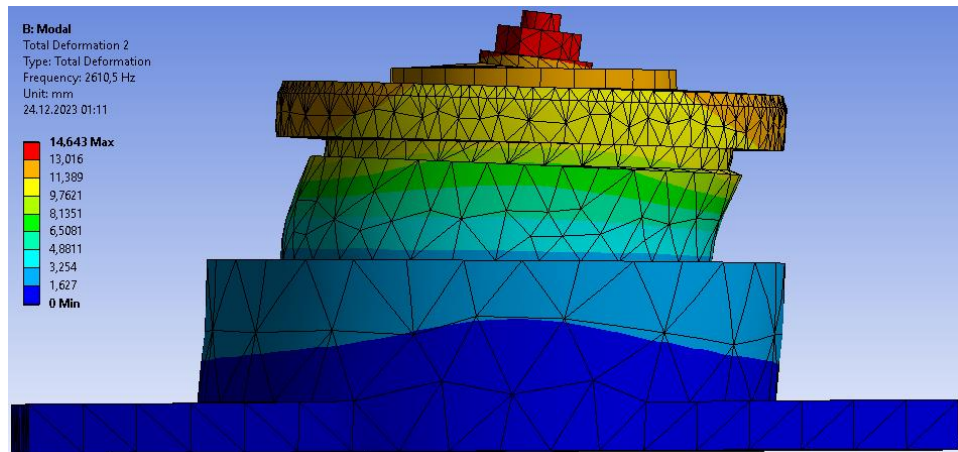


Рисунок 3.9 – Ілюстрація 2-ї критичної частоти ВП

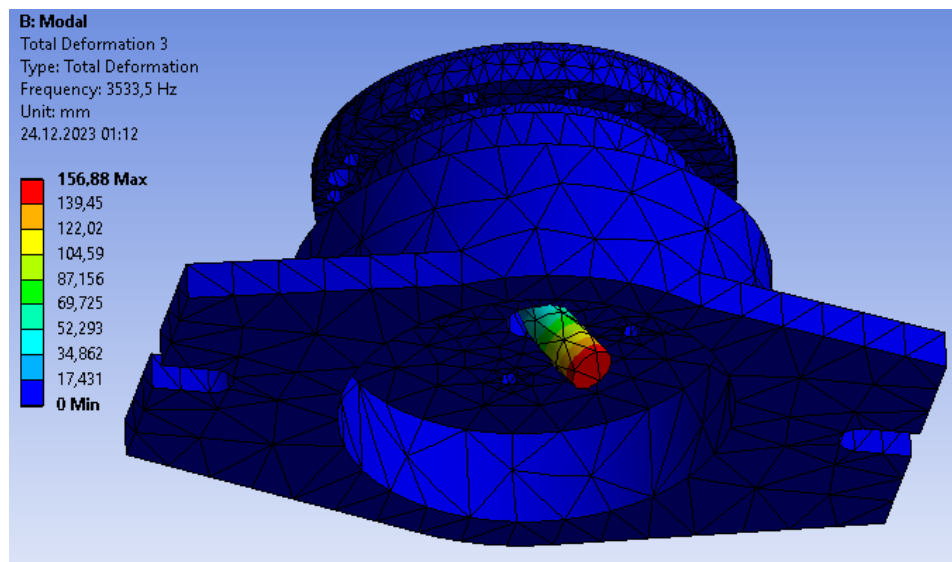


Рисунок 3.10 – Ілюстрація 3-ї критичної частоти ВП

Із результатів частот коливань видно, що для запропонованої конструкції ВП резонансу не виникає, оскільки перша критична частота власних коливань ВП набагато вища за максимальну частоту процесу різання.

Результати модального аналізу дозволяють висунути гіпотезу, що і в реальних умовах динамічна жорсткість спроектованого ВП буде достатньою для проведення механічного оброблення без виникнення резонансних режимів.

3.3 Висновок

1. На основі методик та аналізу сучасного стану розробок в галузі проектування та застосування верстатних пристроїв виконано кількісний та

якісний аналіз комплексної операції, що дозволило перейти до проєктування удосконаленого ВП пневматичної дії.

2. Базуючись на алгоритмах та рекомендаціях, щодо проєктування ВП сконструйовано пристрій для обробки отворів кришки, створені його 3D моделі для подальшого аналізу та досліджень.

3. Проведено чисельне моделювання напружено-деформованого стану, модального аналізу в програмному середовищі Ansys Workbench. Було виявлено максимальні переміщення, які не перевищують допусків на кресленні. Максимальні напруження також в межах норми.

4. Встановлено, що резонансу не виникне, тому даний ВП можна використовувати для отримання необхідної точності і продуктивності, чого не вистачало в базовому технологічному процесі.

ВИСНОВКИ

Тема магістерської кваліфікаційної роботи – удосконалення технологічного процесу виготовлення кришки 358.17.000.01 шляхом оптимізації маршрутного технологічного процесу.

У ході виконання кваліфікаційної роботи магістра було виконано наступний обсяг робіт:

- аналіз первинної інформації, який включав у себе характеристику і особливості машини, вузла, деталі, технічні вимоги до неї, визначення типу виробництва, розрахунок технологічності та огляд базового технологічного процесу з виявленням недоліків та постановкою завдання на удосконалення;

- виконано удосконалення базового технологічного процесу виготовлення деталі в частині оптимізації технологічного процесу, розрахунку первинної заготовки за техніко-економічними показниками, призначено схеми базування, які забезпечують мінімальні похибки та дотримання розмірів на аналізовану операцію, для якої також підібрані сучасні металорізальні верстати, різальний та вимірювальний інструменти, та розраховані режими оброблення;

- для аналізованої операції за класичними методиками розрахунку спроектовано верстаний пристрій для досліджуваної операції технологічного процесу.

Існуючий технологічний процес виготовлення деталі модернізовано, шляхом зменшення кількості операцій з шести до трьох, замінено універсальне устаткування на обладнання з ЧПК. В якості заготовки було прийнято поковка на КГШП та спроектований верстатний пристрій пневматичної дії.

У розділі 3 - наукове дослідження розглянуті питання проектування верстатного пристрою для прогресивного оброблення отворів на торці кришки. Визначені максимальні напруження, переміщення та частоти коливань запропонованого верстатного пристрою та теоретично розрахунковим шляхом за допомогою скінчено-елементного аналізу встановлено, що при даній сфері

застосування резонанс не виникне, а максимальні переміщення, не перевищують допустимих значень.

Також виконано розділ «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях», що ілюстровано в додатку.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Бойко, Ю. І. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навч. посіб. / Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко. – Київ: НУХТ, 2018. – 195 с.
2. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафеев; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
3. Мазур, М. П. Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, В. Л. Доброскок, В. О. Залога та ін.; під заг. ред. М. П. Мазура. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Львів : Новий Світ-2000, 2011. – 422 с.
4. Петров, О. В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
5. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 1 [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с.
6. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 2 [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю.В.Петраков, С.В. Сохань, В.К. Фролов, В.М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 102с.
7. Паливода Ю. Є. Технологія оброблення корпусних деталей : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. – Тернопіль : ТНТУ , 2016. – 156 с.

8. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення важелів та вилок : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ , 2013. – 56 с.

9. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення валів : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла. – Тернопіль : ТНТУ , 2016. – 198 с.

10. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. – 148 с.

11. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення зубчастих коліс : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія» / укладачі : Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 136 с.

12. Паливода, Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Р. Я. Лещук. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

13. Приходько, В. П. Розмірне моделювання та аналіз технологічних процесів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / В. П. Приходько ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 249 с.

14. Паливода Ю. Є. Розмірні ланцюги : навчально-методичний посібник / укладачі : Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 132 с.

15. Технології формоутворення сучасних складнопрофільних деталей [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізацій «Технології виготовлення літальних апаратів», «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 380 с.

16. Machining fixture layout design for milling operation using FEA, ANN and RSM / M. Vasundara, K. P. Padmanaban, M. Sabareeswaran, M. RajGanesh // *Procedia Engineering*. – 2022, Vol. 38. P. 1693–1703

17. Optimal workpiece positioning in flexible fixtures for thin-walled components / M. D. Do, Y. Son, H. J. Choi // *Computer-Aided Design*. – 2018, Vol. 95. P. 14–23.

18. Machmad A. K. Fixture design optimization using genetic algorithm-a review / A. K. Machmad, C. P. Giorud // *Journal of information, knowledge and research in mechanical engineering*. – 2019. – Vol. 2. – P. 416–421.

19. Пасько М.М. Технологічне оснащення. Методичні вказівки та завдання до практичних робіт для студентів денної форми навчання спеціальності 5.05050302 «Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях» (133 Галузеве машинобудування) / Пасько М.М., – 2018. – С. 54.

20. Гевко Б.М., Дичковський М.Г., Матвійчук А.В. Технологічна оснастка. Контрольні пристрої. Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2009. – 220 с.

21. Біланенко, В. Г. Проектування технологічних процесів. Частина 1. Оброблення деталей-тіл обертання. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / В. Г. Біланенко, В. П. Приходько, О. О. Мельник; КПІ ім. Ігоря 89 Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 12,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27740>

22. Kelly Walsh. The virtual lab advantage in higher ed [Електронний ресурс] / Kelly Walsh. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://universitybusiness.com/the-virtual-labadvantage-in-higher-ed/>.

23. Finite element modelling and analysis of workpiece-fixture system / N. M. Kumbhar, G. S. Patil, S. S. Mohite, M. A. Sutar // *International Journal of Applied Research in Mechanical Engineering*. – 2022. – Vol. 2. – P. 60–65..

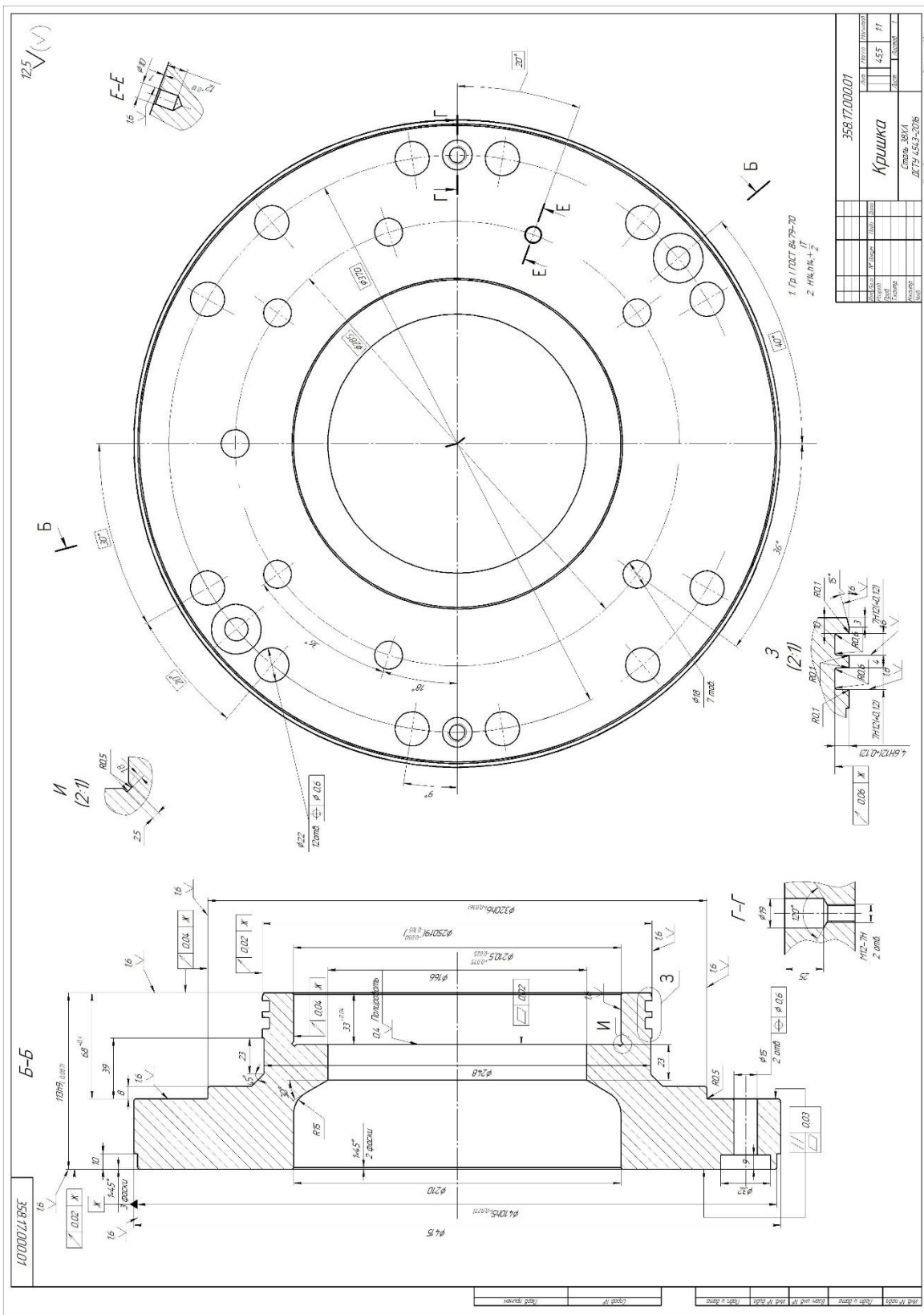
24. Clamping force optimization for minimum deformation of workpiece by dynamic analysis of workpiece-fixture system / S.Selvakumar, K. P. Arulshri, K. P. Padmanaban, K. S. Sasikumar // *World Applied Sciences Journal*. – 2019. – Vol. 9. – P. 614–626.

25. Machining fixture layout design for milling operation using FEA, ANN and RSM / M. Vasundara, K. P. Padmanaban, M. Sabareeswaran, M. RajGanesh // *Procedia Engineering*. – 2022, Vol. 38. P. 1693–1703.

26. Experimental and numerical fretting fatigue using a new test fixture / S. L. Sunde, B. Haugen, F. Berto // *International Journal of Fatigue*. – 2021, Vol. 143. P. 106011–106025.

27. Intelligent fixtures for high performance machining / H. C. Möhring, P. Wiederkehr // *Procedia CIRP*. – 2016, Vol. 46. P. 383–390.

ДОДАТОК А КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ



ДОДАТОК Б

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА

ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА

Розрахунок коефіцієнту закріплення операцій $K_{з.о}$

№ операції	Найменування операції	$T_{шт.}$, хв.	m_p	P	$\eta_{з.ф}$	O
1	Токарна з ЧПК	25,00	0,03	1	0,03	27,10
2	Токарна з ЧПК	40,00	0,04	1	0,04	16,94
3	Токарна з ЧПК	10,00	0,01	1	0,01	67,75
4	Комплексна на обробному центрі з ЧПК	25,00	0,03	1	0,03	27,10
5	Комплексна на обробному центрі з ЧПК	20,00	0,02	1	0,02	33,88
6	Плоскошліфувальна	30,00	0,03	1	0,03	22,58
				Сума:	6	195,35

$T_{шт.}$ - штучний час, m_p - кількість необхідного обладнання, P - кількість робочих на кожній операції, $\eta_{з.ф}$ - фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця, O - кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці.

Річний обсяг випуску виробів N_p 200 шт.
 Дійсний річний фонд часу роботи обладнання $F_{д.о}$ 4015 годин
 Нормативний коефіцієнт завантаження обладнання $\eta_{з.н}$ 0,75

Коефіцієнт закріплення операцій $K_{з.о}$

32,56

ТИП ВИРОБНИЦТВА

Дрібносерійний

Визначення розміру партії запуску n

Кількість робочих днів на рік k 254 дн.
 Період запуску a 24 дн.

Партія запуску n

19

 шт.

ДОДАТОК В

РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ЗАГОТОВКИ

Вихідні дані для розрахунку припусків:

Нагрівання заготовки – індукційне.

Матеріал – сталь 30ХА ГОСТ 4543.

Маса деталі – 45,5 кг.

Призначаємо припуски і граничні відхилення відповідно до ГОСТ 7505, табл.

2.1.

Основні припуски і допуски на заготовку вибираємо згідно ГОСТ 7505.

Розрахунковий коефіцієнт $K = 1,4$ додаток 3 [3];

Клас точності - Т3 додаток 1 [3].

Група стали - М1 таблиця 1 [3].

Середня масова частка вуглецю в сталі 30 - 0,3% С.

Ступінь складності - С2 додаток 2 [3].

Відношення мас тіл становить - $G_n / G_\phi = 24,2/54,7 = 0,42$

Конфігурація роз'єму штампа П (плоска) - таб. 1 [3].

Вихідний індекс - 13 таб. 2 [3].

Припуски і ковальські напуски.

Основні припуски на розміри, мм.

1,9 - діаметр 415 мм і шорсткість поверхні 12,5

2,0 - діаметр 250 мм і шорсткість поверхні 1,6

1,7 - діаметр 166 мм і шорсткість поверхні 12,5

2,0 - діаметр 210,5 мм і шорсткість поверхні 1,6

1,7 - діаметр 210 мм і шорсткість поверхні 12,5

1,5 - товщина 53 мм і шорсткість поверхні 12,5

2,0 - довжина 113 мм і шорсткість поверхні 1,6

1,9 - товщина 23 мм і шорсткість поверхні 0,4

Додаткові припуски, що враховують:

– зміщення по поверхні рознімання штампа - 0,6 мм;

– вигнутість і відхилення від площинності і прямолінійності - 0,8 мм.

Розміри поковки; мм

Діаметр $415 + (1,9 + 0,8) \cdot 2 = 420,4$ - приймаємо 420;

Діаметр $250 + (2,0 + 0,8) \cdot 2 = 255,6$ - приймаємо 256;

Діаметр $166 - (1,7 + 0,8) \cdot 2 = 161$ - приймаємо 161;

Діаметр $210,5 - (2,0 + 0,8) \cdot 2 = 204,9$ - приймаємо 205;

Діаметр $210 - (1,7 + 0,8) \cdot 2 = 205$ - приймаємо 205;

Товщина $53 + (1,5 + 0,6) + (2,0 + 0,6 + 0,8) = 58,5$ - приймаємо 59;

Довжина $113 + (2,0 + 0,6) \cdot 2 = 118,2$ - приймаємо 118;

Товщина $23 + (1,9 + 0,2) + (2,0 + 0,6 + 0,8) = 28,5$ - приймаємо 29.

Допустимі відхилення розмірів.

Діаметр $420_{-1,2}^{+2,4}$ мм;

Діаметр $256_{-1,0}^{+1,8}$ мм;

Діаметр $161_{-1,0}^{+1,8}$ мм;

Діаметр $205_{-1,0}^{+1,8}$ мм;

Діаметр $205_{-1,0}^{+1,8}$ мм;

Товщина $59_{-0,8}^{+1,4}$ мм;

Довжина $118_{-0,9}^{+1,6}$ мм;

Товщина $29_{-0,7}^{+0,3}$ мм.

Допустиме відхилення від площини 0,6 мм – по п. 5.16 [3].

Допустима величина залишкового облоя 0,8 мм – по п. 5.23 [3].

Допустима величина на зміщення по поверхні рознімання штампа 0,7 мм – по п. 5.7 [3].

Маса заготовки $m = 60,5$ кг.

Коефіцієнт використання заготовки:

$$K_3 = \frac{m_D}{m_3} \geq 0,7,$$

де m_D – маса деталі, кг;

m_3 – маса заготовки, кг;

0,7 – рівень технологічності ЕСТП.

$$K_3 = \frac{45,5}{60,5} = 0,75.$$

$K_3 > 0,7$ – це обумовлено не прошитим отвором в заготовці.

Таблиця В.1 – Розміри поковки

№ пов.	Номинальний розмір деталі	Загальний допуск	Величина припуску	Кінцевий розмір
1	Ø415	5	+2.4 -1.2	420 ^{+2.4} _{-1.2}
2	Ø210	5	+1.8 -1.0	205 ^{+1.8} _{-1.0}
3	Ø166	6	+1.8 -1.0	161 ^{+1.8} _{-1.0}
4	L113	5	+1.6 -0.9	118 ^{+1.6} _{-0.9}

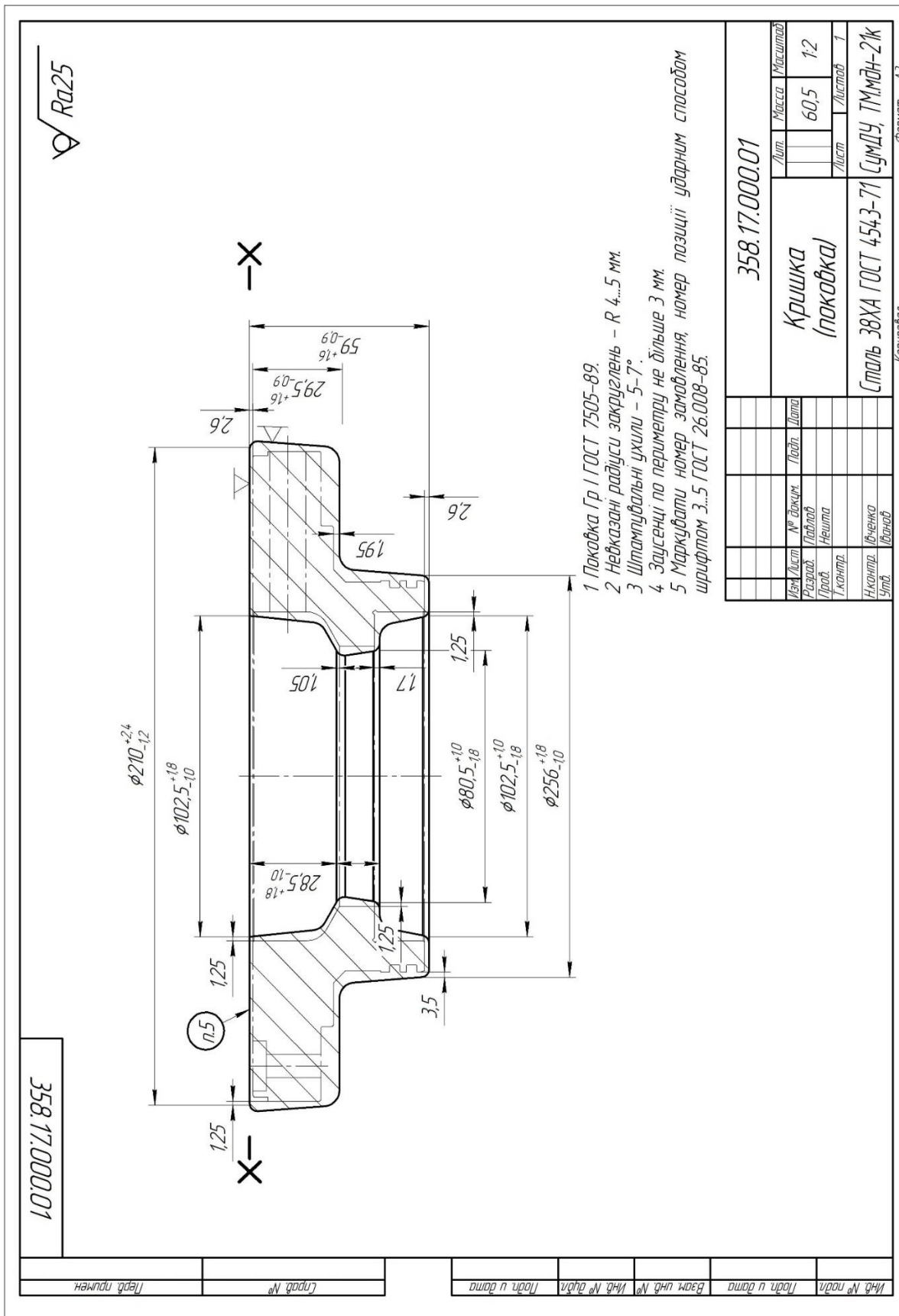
ДОДАТОК Г

СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание						
<u>Документація</u>												
Перв. примен.			A1	TM 22160186-07-01.00.00 СБ	Складальне креслення							
			<u>Складальні одиниці</u>									
Справ. №			A4	1 TM 22160186-07-01.01.00	Пневморозподільник ГОСТ 1856 - 80*	1						
			<u>Деталі</u>									
			A1	2	TM 22160186-07-01.00.01	Корпус	1					
			A3	3	TM 22160186-07-01.00.02	Стакан	1					
			A3	4	TM 22160186-07-01.00.03	Кришка нижня	1					
			A4	5	TM 22160186-07-01.00.04	Шайба спеціальна	1					
			A4	6	TM 22160186-07-01.00.05	Шток	1					
			A4	7	TM 22160186-07-01.00.06	Шайба швидкозмінна	1					
			A3	8	TM 22160186-07-01.00.07	Кришка верхня	1					
A4	9	TM 22160186-07-01.00.08	Прокладка спеціальна	1								
Підп. і дата												
							Інв. № дроб.					
Підп. і дата												
							<u>Стандартні вироби</u>					
					Болти ГОСТ 7798-70							
					M12-8gx20	13						
					M20-8gx40	4						
TM 22160186-07-01.00.00												
Інв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пристрій для свердління СумДУ, ТММДН-21к						
	Разраб.	Павло										
	Проб.	Нешта										
	Исполн.	Івченко										
Утв.	Іванюв											

Формат	Зона	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		16							
		17				М12-7Н	7		
		18				М24-7Н	1		
		19				Діафрагма резинотканева 160х5 ГОСТ 9887 - 70	1		
		20				Кільце СТ 28-17-3,5 ГОСТ 288-72	2		
		21				Пружина 7039-2324 ГОСТ 13165-67	1		
		22				Рим - болт М20-8д ГОСТ 4751-73	2		
		23				Хомут стальний ГОСТ 196-80 Шайди ГОСТ 11371-78	1		
		24				А.12.31	13		
		25				А.24.31	5		
		26				Штанка 32х32х60 ГОСТ 23360-80	2		
		27				Штуцер ГОСТ 1776 - 74	1		
						<u>Матеріали</u>			
		32				Металорукав Р1-Ц-Х-4х400 ГОСТ 3575 - 75	1	1,5 м	
Інв. № подл.	Взам. інв. №	Інв. № відл.	Подп. і дата	ТМ 22160186-07-01.00.00			Лист		
Взм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		2			

ДОДАТОК Д КРЕСЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

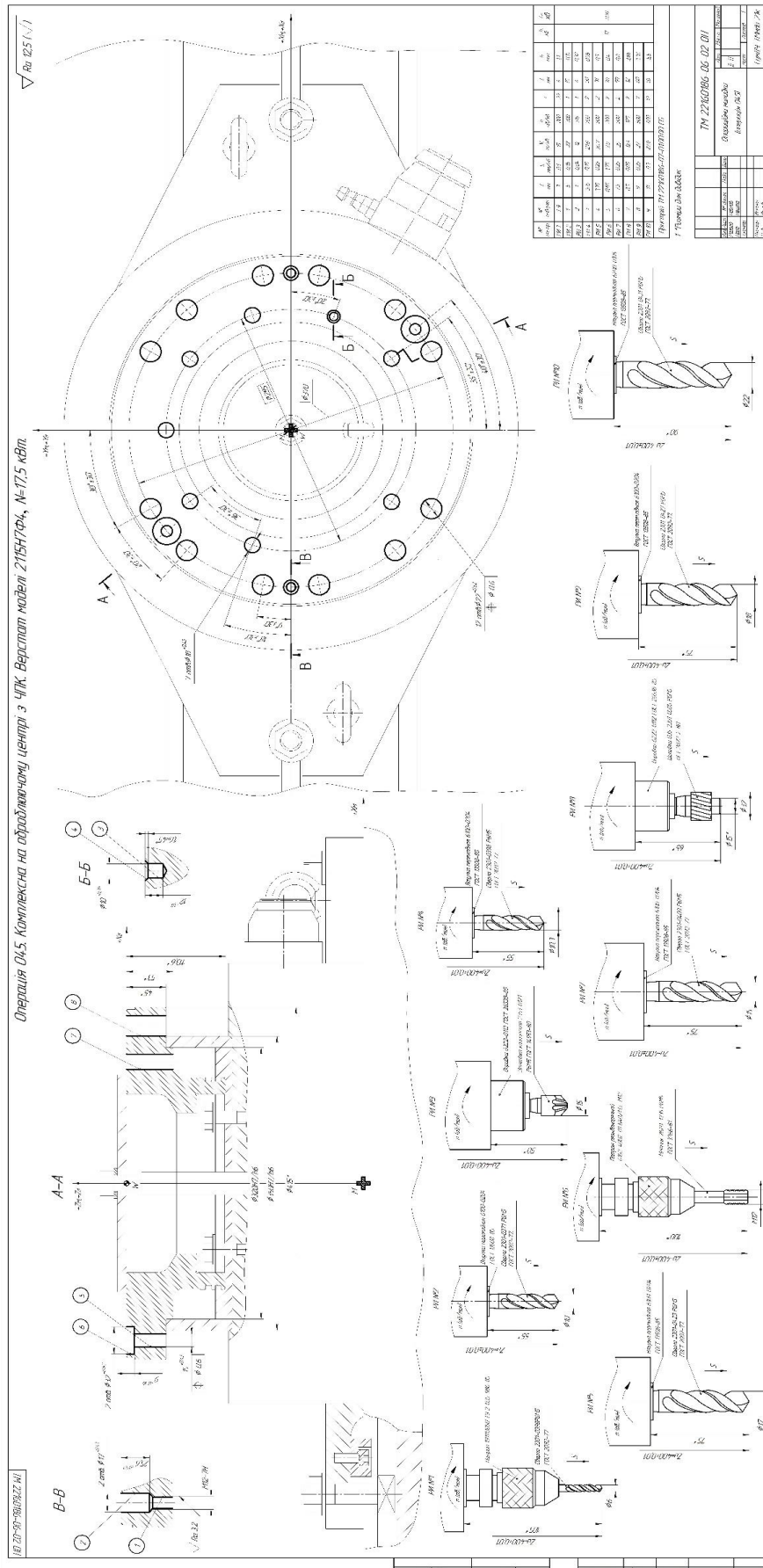


№ детали	032	<p>Наименование детали: Операционный диск</p> <p>Комплексно на обработку центра в ЧПУ</p> <p style="text-align: center;">A-A</p> <p style="text-align: right;">$Ra\ 12,5\ (\sqrt{1})$</p>	Облачение	<p>Центр</p> <p>ЦММ 6.30</p>	<p>Пристр. по окончании</p> <p>Пристр. стандартный</p> <p>Втулка перебеда 6100-0204 ГОСТ 15098-85</p> <p>Втулка перебеда 6100-0218 ГОСТ 15098-85</p> <p>Втулка перебеда 6200-0105 ГОСТ 15098-85</p> <p>Патрон резьбовый 6162-4002-01 K40/M12 M12 ГОСТ 25827</p> <p>Патрон 191110320 Пч 2-035-986-85 Сверло 2301-0371 Р6М5 ГОСТ 2092-77</p> <p>Сверло 2301-0398 Р6М5 ГОСТ 2092-77</p> <p>Сверло 2301-0400 Р6М5 ГОСТ 2092-77</p> <p>Сверло 2301-0423 Р6М5 ГОСТ 2092-77</p> <p>Сверло 2301-0427 Р6М5 ГОСТ 2092-77</p> <p>Сверло 2301-0431 Р6М5 ГОСТ 2092-77</p> <p>Сверло 2301-0431 Р6М5 ГОСТ 2092-77</p> <p>Зенковка коническая 2353-0104 Р6М5 ГОСТ 14953-80</p> <p>Цанба 035-2351-0505 Р6М5 ГОСТ 2402-2-80</p> <p>Минчик 2530-3735 Р6М5 ГОСТ 3356-81</p> <p>Втулка 6100-0315 ГОСТ 15988-85</p> <p>Втулка 6100-0258 ГОСТ 15988-85</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-I-400-0,1 ШЦ-I-500-0,1 ГОСТ 166-89</p> <p>Зеркало измерительное ГОСТ 5378-75</p> <p>Грабли 8221-3053-7H ГОСТ 17758-72</p>
035	Технический контроль	Степ ВПК			
040	<p>Плоскостность</p> <p style="text-align: center;">B-B</p> <p style="text-align: right;">$Ra\ 16$</p>	Степ ВПК	<p>Плоскостность</p> <p>Плоскостн. измерительный прибор 500x100x100 24xM50mm Экранчик/с. Экра ГОСТ 2424-88</p> <p>Микрометр МК100-025 ГОСТ 6507-90</p> <p>Зеркало измерительное ГОСТ 5378-75</p>		
045	Технический контроль	Степ ВПК			

TM 22160186-02.MT

ДОДАТОК Ж

КРЕСЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ



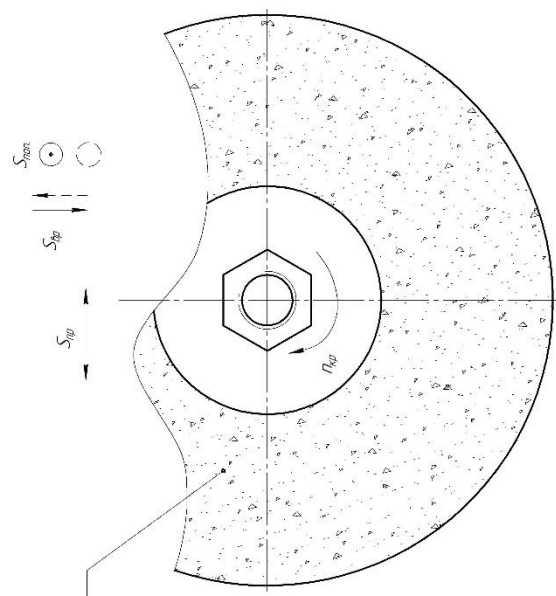
TM 22160186-06-03 OH

Операція 060 – Плоскошліфувальна Верстат моделі ЗД733, N=22 кВт

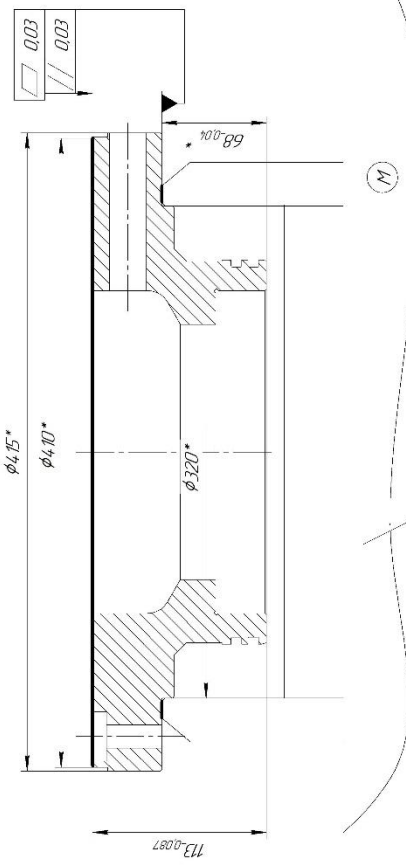
Ra 16

Р1 №1 Круге шліфувальний П150Х100Х100 24АМ50 СМ2-3клас ГОСТ2424-88

Циклограма руку інструмента



VT – Вихідна точка
PX – Робочий хід
XX – Холостий хід



Пилка маснітна ГОСТ 17519-81

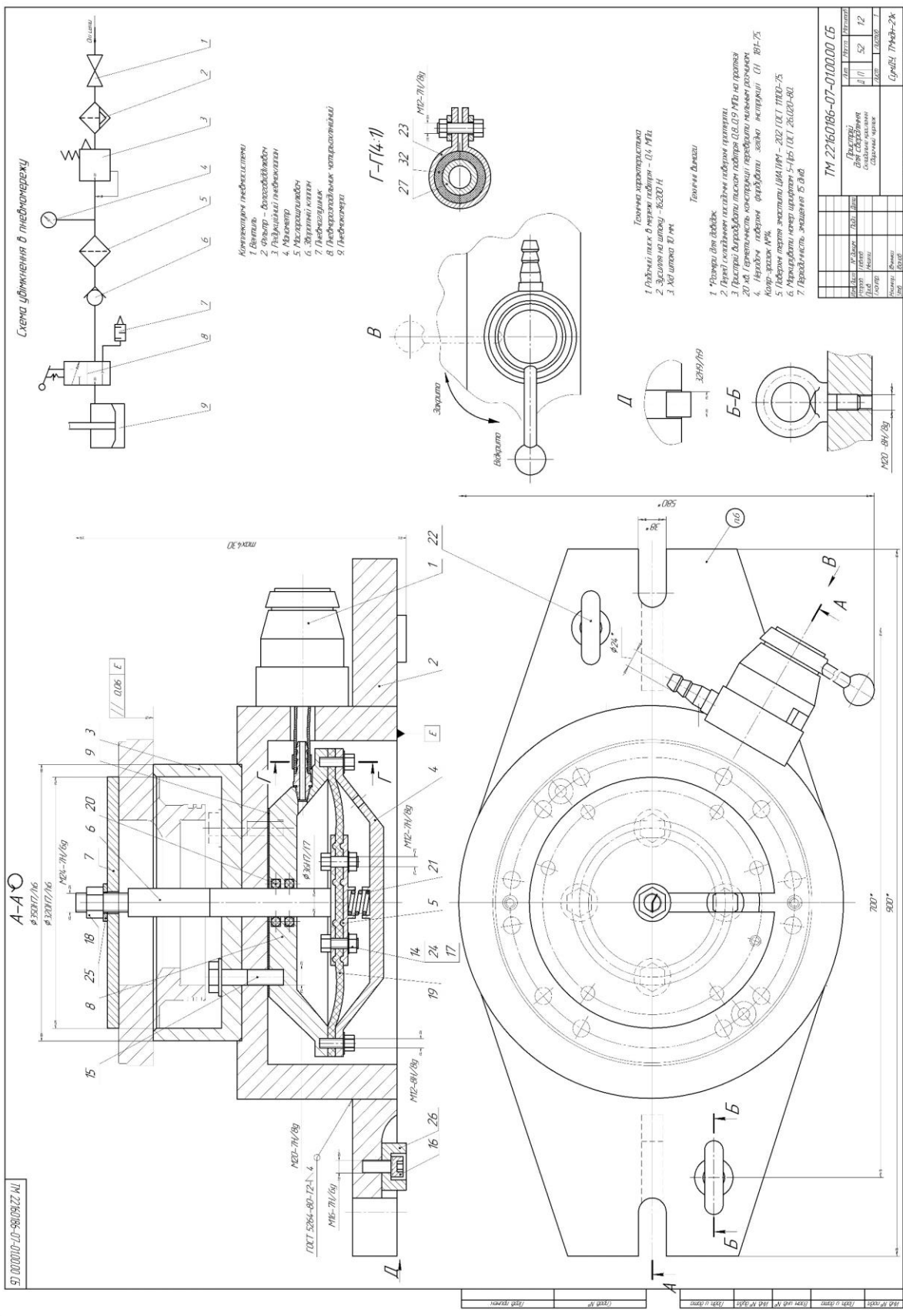
N	Найменування РІ	Матеріал ріжучої частини	t	f	S _{гр} м/хв	V _{гр} м/с	P _{гр} л/л/хв	T _о	T _{шк}
1	Шліфувальний круг П150Х100Х100 24АМ50 СМ2-3клас ГОСТ2424-88	14А2П1СМ2-3-К1 ГОСТ 2424-88	0,2	3	26,1	38	25	18	15,8

1 *Разміри для довідок

TM 22160186-06-03 OH		Дата	Рекв.	Відомості
Операційна накладка (операція 060)		Д/П	Л/Л	Л/Л
		Суміш, Тімід-2/К		
		Котировки А2		

Лист № 0001 / Лист № 0002 / Лист № 0003 / Лист № 0004 / Лист № 0005 / Лист № 0006 / Лист № 0007 / Лист № 0008 / Лист № 0009 / Лист № 0010

ДОДАТОК К КРЕСЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ



ДОДАТОК Л

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

На будь-яких підприємствах, незалежно від продукції яку вони виготовляють, існують ризики виробничого травматизму. Для уникнення таких ризиків треба зрозуміти і проаналізувати можливі причини цих ризиків та їх виникнення. Для спрощення цих задач, відповідно до [15], прийнято поділяти причини виробничого травматизму і професійної захворюваності на наступні основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, економічні, психофізіологічні.

До організаційних причин належать: відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; порушення технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту; відсутність контролю; порушення норм і правил планово-попереджувального ремонту устаткування; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; невиконання заходів щодо охорони праці; використання устаткування, механізмів та інструменту не за призначенням; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів;.

До технічних причин відносять: несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисного огороження, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

До санітарно-гігієнічних причин належать: підвищений (вище ГДК) вміст у повітрі робочих зон шкідливих речовин; недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації; незадовільні мікрокліматичні умови; наявність різноманітних випромінювань вище допустимих значень; порушення правил особистої гігієни.

До економічних причин належать: нерегулярна виплата зарплати; низький заробіток; неритмічність роботи; прагнення до виконання понаднормової роботи; робота за сумісництвом чи на двох різних підприємствах.

До психофізіологічних причин належать: помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; хворобливий стан працівника; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі; незадоволення роботою; монотонність праці; несприятливий психологічний мікроклімат у колективі; необережність.

Заходи, які застосовують для попередження та усунення причин виробничого травматизму і професійної захворюваності поділяють на технічні та організаційні. До технічних відносять заходи з виробничої санітарії та техніки безпеки. Заходи з виробничої санітарії передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, які запобігають дії на робітників шкідливих виробничих чинників. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, теплоізоляції конструкцій будівлі та технологічного устаткування, заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; герметизація шкідливих процесів, зниження рівнів шуму та вібрації, встановлення раціонального освітлення, забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування.

Єдиної системи класифікації методів аналізу виробничого травматизму не існує, проте В.О. Ачин запропонував поділити ці методи на дві групи: імовірнісно-статистичні та детерміністичні (див. рисунок 1).



Рисунок 1 – Методи аналізу виробничого травматизму

Імовірно-статистичні методи дозволяють виявити залежність між чинниками системи праці та травматизмом на основі вивчення нещасних випадків, що вже сталися.

Статистичний метод заснований на вивченні травматизму за документами і звітами, актами форми Н-1, журналами реєстрації тощо. Даний метод дозволяє визначити частоту травматизму та його тяжкість на окремих ділянках виробництва, в цехах, підприємстві в цілому, провести порівняння з іншими підприємствами даної галузі, виявити закономірності його зростання чи зниження. Для оцінки рівня травматизму використовують відносні статистичні коефіцієнти (показники): коефіцієнт частоти травматизму та коефіцієнт тяжкості травматизму.

При груповому методі дані про травматизм групують за однорідними ознаками: за професіями, характером роботи, стажем та віком працівників, характером одержаних травм, джерелами травмування, днями тижня та годинами зміни, коли сталося травмування і т. п.

Топографічний метод ґрунтується на тому, що на плані чеху (підприємства) відмічають місця, де сталися нещасні випадки.

Монографічний метод полягає в детальному обстеженні всього комплексу умов праці, технологічного процесу, обладнання робочого місця, прийомів праці,

санітарно-гігієнічних умов, засобів колективного та індивідуального захисту. Іншими словами, цей метод полягає в аналізі небезпечних та шкідливих виробничих чинників, притаманних лише тій чи іншій ділянці виробництва, обладнанню, технологічному процесу.

Метод моделювання причинних зв'язків застосовується при аналізі випадків травматизму, які були спричинені дією кількох чинників. Модель причинних зв'язків будується від моменту травмування до подій, які йому передували, встановлюється логічний зв'язок між явищами.

Економічний метод полягає у вивченні та аналізі втрат, що спричинені виробничим травматизмом. Цей метод не дозволяє виявити причини травматизму, тому лише доповнює інші методи.

Метод анкетування. Розробляються анкети для робітників. На підставі анкетних даних (відповідей на запитання) розробляють профілактичні заходи щодо попередження нещасних випадків. Цим методом встановлюють, в основному, причини психофізіологічного характеру.

Метод експертних оцінок базується на експертних висновках (оцінках) умов праці, на виявленні відповідності технологічного устаткування, пристосувань, інструментів, технологічних процесів до вимог стандартів. Для винесення експертних оцінок назначаються експерти із числа фахівців, які тривалий час займалися питаннями охорони праці.

На основі аналізу причин виробничого травматизму можна звести до мінімуму всі фактори, що призводять до травматизму працівників, і як наслідок зменшити кількість випадків травматизму.

Проведемо аналіз умов праці в механоскладальному цеху Сумського державного університету, де виготовляється деталь «Кришка 358.17.000.01».

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

- стандарти системи безпеки (ССБ);
- будівельні норми і правила (БНіП);
- 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 «Вал ведучий АН20.006.101-01» здійснюється на ділянці, розміщеній у механічному цеху, зібраному з типових секцій висотою 5 м. Виробнича ділянка відноситься до групи механічних ділянок і має площу – 320 м². При цьому, ширина прольоту – 18 м, крок внутрішніх колон – 12 м, а висота цеху – 7,2 м. Розміри ділянки: довжина –

40 м, ширина – 8 м.

У технологічному процесі обробки деталей задіяні наступні верстати та обладнання:

- токарні верстати;
- свердлильні верстати;
- комплексний оброблюваний центр із ЧПК.

Тип виробництва – багатоменклатурний. Обладнання розставлено за груповою ознакою.

Для транспортування і зберігання деталей, заготовок і відходів виробництва використовується тара-контейнери, виготовлені відповідно до стандарту. Згідно стандарту контейнери використовуються для заготовок і деталей: Тара1-1-100-80-50-1.

Установка заготовок на верстатах при обробці на токарних, свердлильних верстатах проводиться в стандартних умовах – трьохкулачкових патронах. Крім того на багатоцільовій операції, застосовуються для установки та закріплення заготовок спеціальні пристосування з гідроприводом, що працюють при тиску в мережі 0,4 МПа. При встановленні заготовки в пристрій застосовується кран-балка вантажопідйомністю Q=1т. Ця ж кран-балка застосовується для установки пристроїв на верстаті. Маса пристрою на операції до 30 кг. На контрольній операції

використовується спеціальне пристосування масою 30 кг встановлення якого також здійснюється за допомогою кран-балки.

Різальний 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, обертовим 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 транспортування тари, пов'язана з відсутністю маршруту переміщення або його порушенням;
- руйнування конструкцій інструменту, в результаті перевищення навантажень гранично допустимих значень;
- розкріплення деталі в пристрої 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 частини обладнання в результаті порушення цілісності ізоляції струмоведучих частин; По пожежної небезпеки приміщення проектного 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 [11]. 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 МОР.