

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі «Кришка 183.91.08» з використанням  
Назва теми  
верстатів з ЧПК

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13 механічна інженерія  
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка  
Шифр і назва спеціальності  
Назва

Освітня програма «технології машинобудування»  
Назва

Шифр ДРБ.ФІТА.ПМ.23.05.ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТ-19-1  
Шифр

  
Підпис

Олексій КУНДА  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник канд. техн. наук, доцент  
Науковий ступінь, звання

  
Підпис

Володимир МІЛЬКО  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент

  
Підпис

Сергій БИШ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри технології машинобудування  
Назва

  
Підпис

Віталій ТКАЧУК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата «27» 06 2023

Хмельницький 20 23

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Кунда Олексій Володимирович на захист дипломного проекту (роботи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі "Кришка 183.91.08" з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету

(підпис)

ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(ім'я, прізвище)

### ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Кунда О. В. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2019 по 2020 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 13,33 %, добре 73,33 %, задовільно 13,33 %. шкалою ЄКТС: А 11,90 %, В 23,81 %, С 45,24 %, D 14,29 %, E 4,76 %.

Методист факультету

(підпис)

(ім'я, прізвище)

### ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Кунда Олексій Володимирович власною присутністю до виконання і вахтаризації роботи, отримувався графіку виконання, працював системно та самостійно. Висновок оцінки "добре"

Оцінка дипломного проекту (роботи) "добре"

Керівник дипломного проекту

(підпис)

Михайло С.С.

(ім'я, прізвище)

" " " 2023 р.

### ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проект (роботу) розглянуто. Студент Кунда О. В. допускається до захисту цього проекту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

Михайло С.С.

(підпис)

Віктор Г.С.

(підпис, ім'я, прізвище)

" 21. 06 "

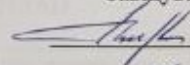
2023 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра технології машинобудування  
Рівень вищої освіти перший (бакалавр)  
Галузь знань 13 механічна інженерія  
Шифр і назва  
Спеціальність 131 прикладна механіка  
Шифр і назва  
Освітня програма «технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

  
Віталій ТКАЧУК  
06.03.2023

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Кунді Олексію Володимировичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі «Кришка 183.91.08» з використанням верстатів з ЧПК

керівник роботи Милько Володимир Володимирович, к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від 1 березня 2023 р. № 5

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2023

3 Вихідні дані до проєкту (роботи) креслення деталі кришка 183.91.08 та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску тис.

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

Вступ

1. Загальний розділ
2. Технологічний розділ
3. Конструкторський розділ
4. Охорона праці

5 Перелік графічного матеріалу: креслення деталі із 3D моделлю (1 лист А2); графотехнологія (1 лист А1); креслення карти наладки (1 лист А2); креслення верстатного пристрою (1 лист А1); креслення контрольного калібру (1 лист А2)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

*Кунда Олексій Володимирович*

Тема: «Технологія виготовлення деталі "Корпус ТН6.030.252" з використанням верстатів з ЧПК»

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

**Обсяг дипломної роботи:**

кількість листків креслень 5 ..... кількість сторінок записки 51

1. Короткий зміст ДП та прийнятих рішень. ....

*У дипломній роботі Олексія Кунди виконано розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі "Кришка 183.91.08" з використанням сучасного металорізального обладнання з числовим програмним керуванням. Розроблено карту налагодження та створено за допомогою САМ системи Esprit керуючу програму. Запропоновано розраховано конструкцію верстатного пристрою.*

2. Висновок про відповідність ДР дипломному завданню. ....

*Дипломна робота повністю відповідає завданню* .....

3. Характеристика виконання кожного розділу проекту, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи. ....

*В загальному розділі обґрунтовано тип виробництва та форми організації робіт, виконано аналіз технологічності конструкції деталі.*

*В технологічному розділі спроектовано заготовку, розраховані припуски та режими різання, спроектовані операції механічної обробки, проведено технічне нормування.* .....

*В конструкторському розділі спроектовано верстатний пристрій для свердлування отворів та контрольно-вимірювальний пристрій*

Позитивні сторони проекту.

*Проведено аналіз технологічності конструкції деталі, виконано розрахунок припусків та режимів різання, на більшості технологічних операцій запропоновано використовувати верстати з ЧПК; проведено розрахунки конструкції верстатного пристрою.*

5. Негативні сторони проекту. ....

*Суттєвих зауважень не виявлено* .....

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки проекту. ....

*Кресленики графічної частини дипломної роботи виконані з дотриманням вимог ЄСКД, при цьому широко використані комп'ютерні технології при оформленні креслень. Пояснювальна записка виконана акуратно з дотриманням вимог ЄСКД.* .....

7. Відгук про проект в цілому. ....

*В цілому дипломна робота Олексія Кунди виконана на високому інженерному рівні та заслуговує позитивної оцінки.* .....

8. Інші зауваження. ....

*Немає* .....

9. Оцінка дипломного проекту. ....

*Дипломна робота Олексія Кунди заслуговує оцінки " 4 "* .....

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я по батькові, посада, місце роботи) .....

*Посолський  
Сергій Федіксович, доцент кафедри  
ТАМ* .....

*26* червня ..... 2023 р.

(підпис)





## ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Завдання	7
1.2 Опис конструкції, технічних умов та службового призначення деталі	7
1.3 Вибір типу виробництва і форми організації робіт	8
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
2.1 Вибір виду і способу отримання заготовки	9
2.2 Розрахунок припусків і технологічних розмірів на основні поверхні	10
2.3 Проектування технологічного маршруту оброблення деталі	14
2.4 Розрахунок режимів різання	20
2.5 Технологічне нормування	23
2.6. Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК	25
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	30
3.1 Розробка пристрою для свердлувальної операції	30
3.1.1. Опис пристрою та принцип його дії	30
3.1.2. Розрахунок точності базування заготовки	30
3.1.3. Розрахунок сили затиску заготовки	32
3.1.4 Розрахунок на міцність одної слабкої ланки	33
3.2 Пристрій для контролю торцевого биття	33
3.2.1 Розрахунок пристрою на точність	34
3.2.2. Призначення та опис роботи	35
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	36
ВИСНОВКИ	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	38

# 1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Завдання

1. Розробити кресленик деталі “кришка 183.91.08”: створити детальний кресленик деталі "кришка", зобразити необхідні види (план, розріз, переріз) цієї деталі, включаючи всі геометричні параметри, розміри, технічні вимоги і т.д.

2. Розробити маршрутний технологічний процес виготовлення деталі "кришка": створити послідовність операцій, які необхідно виконати для виготовлення деталі "кришка", це включає обробку матеріалу, використання верстатів та інструментів, необхідних вимог безпеки, критерії контролю якості тощо. Кожна операція повинна бути детально описана.

3. Спроекувати верстатний та контрольний пристрій: розробити проект верстатного пристрою, який буде використовуватися для виготовлення деталі " кришка ". Це може включати конструкцію спеціальних пристроїв, використання кріпильних засобів, фіксаторів тощо. Крім того, також потрібно спроекувати контрольний пристрій для перевірки якості виготовленої деталі.

4. Розробити технологічну документацію: потрібно підготувати всю необхідну технологічну документацію, пов'язану з виготовленням деталі "кришка", включати технологічний опис операцій, інструментів, налаштування верстатів, технічні вимоги до деталі.

## 1.2 Опис конструкції, технічних умов та службового призначення деталі

Деталь «Кришка» є складовою пристрою для транспортування агресивного вуглеводню. У зв'язку з цим вона виконана з корозійностійкої сталі 38ХА, за своєю конструкцією «Кришка» має центральний наскрізний отвір і позиціонується в складальній одиниці за допомогою 8 наскрізних отворів, розташованих на фланці. На одному з торців «Кришки» виконано конічний різьбовий отвір, призначений для з'єднання транспортуючого

каналу. Крім того, на зовнішній поверхні циліндричної частини деталі виконано проточки для розміщення прокладок і кілець ущільнювачів. Хімічний склад сталі наведено у таблиці 1.1. Механічні властивості наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.1- Хімічний склад сталі 38ХА

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,35-0,42%	0,17-0,37%	0,5-0,8%	до 0,3%	до 0,025%	до 0,025%	0,8-1,1%	До 0,3%

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 38ХА

$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	$a_n$
МПА		%	КДж/м <sup>2</sup>
780	930	12	880

### 1.3 Вибір типу виробництва і форми організації робіт

Залежно від широти номенклатури, регулярності, стабільності та обсягу випуску виробів сучасне виробництво поділяється на такі типи: одиничне, серійне, масове. Від типу виробництва великою мірою залежить характер технологічного процесу та її побудова.

З довідника з маси деталі  $M = 1\text{ кг}$  і заданої програми випуску 10000 прим. визначаємо тип виробництва – серійне.

Серійне виробництво характеризується виготовленням обмеженої номенклатури продукції партіями (серіями), що повторюються через певні часові проміжки. Залежно від розміру серії розрізняють дрібносерійне, середньосерійне та великосерійне виробництва. Особливості організації серійного виробництва полягають у тому, що вдається спеціалізувати робочі місця для виконання кількох подібних технологічних операцій, поряд з універсальним застосовувати спеціальне обладнання та технологічне оснащення, широко застосовувати працю робітників середньої кваліфікації, ефективно використовувати обладнання та виробничі площі, знизити порівняно з одиничним виробництвом, видатки на зарплатню.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Вибір виду і способу отримання заготовки

Вибір методу та способу отримання заготовки здійснюється на основі визначення економічної ефективності як мінімум двох порівнюваних методів.

$$M = QS - (Q - q)S_{\text{відх}}/1000 \quad (2.1)$$

$$S = (C_i/1000QK_mK_cK_bK_MK_n) - (Q - q) S_{\text{відх}}/1000 \quad (2.2)$$

$$E = (M_1(S_1) - M_2(S_2))Nzn \quad (2.3)$$

Порівнюємо метод отримання заготовки з прокату та штампування на 38ХА (горизонтально-кувальна машина). Вартість заготовки з прокату розраховується за формулою (2.1), де:

Q - маса заготовки, Q = 1,5кг.

q - маса готової деталі, q = 1кг.

S - вартість одного кілограма заготовки, S = 65 грн.

S<sub>відх</sub> - вартість однієї тони відходів, S<sub>відх</sub> = 5000 грн.

Підставивши чисельне значення у вираз (2.1), маємо:

$$M = 1,5 \cdot 65 - (1,5 - 1) \cdot 5000/1000 = 95 \text{ грн}$$

Вартість заготовки виконаним штампуванням на 38ХА розраховується за формулою (2.2), де:

C<sub>i</sub> - вартість однієї тони штампувальної заготовки, C<sub>i</sub> = 115000 грн.

Q - маса заготовки, Q = 1,2 кг.

q - маса готової деталі, q = 1кг.

K<sub>T</sub> = 1,03

K<sub>C</sub> = 0,77

K<sub>B</sub> = 1,64

K<sub>M</sub> = 2,5

K<sub>П</sub> = 1

$S_{\text{відх}}$  – вартість однієї тони відходів,  $S_{\text{відх}}=5000$  грн.

Підставивши чисельне значення у вираз (2.2), маємо:

$$S = (115000/1000 \cdot 1,2 \cdot 1,03 \cdot 0,77 \cdot 1,64 \cdot 2,5 \cdot 1) - (1,2 - 1) \cdot 5000/1000 = 129 \text{ грн.}$$

Так як вартість заготовки виконаної на ГKM перевищує вартість заготовки виконаної з прокату, ми обираємо метод отримання заготовки – прокат.

Економічна ефективність обраного способу одержання заготовки визначається за формулою (2.3), де:

$N_{\text{гп}}$  - ціна готової продукції,  $N_{\text{гп}} = 1000$  грн.

Підставивши чисельне значення у вираз (3), маємо:

$$E = (129 - 95) \times 1000 = 34000 \text{ грн.}$$

## 2.2 Розрахунок припусків і технологічних розмірів на основні поверхні

Вихідні дані. Деталь "Кришка". Технічні вимоги – діаметр 86, шорсткість  $R_a = 6,3$  мкм. Матеріал деталі – сталь 38ХА. Загальна довжина деталі – 191 мм. Метод отримання заготовки – штампування. Обробка проводиться в патроні на верстаті 16К20Ф3С5 з ЧПУ. Потрібно визначити міжопераційний та загальний припуски та діаметральний розмір заданої поверхні заготовлі.

1. Призначаємо технологічний маршрут обробки:

- точіння чорнове
- точіння чистове

2. У графу 2 записуємо елементарну поверхню деталі та технологічні переходи у порядку послідовності їх виконання.

3. Заповнюємо графи 3, 4 та 9 за всіма технологічними переходами. Дані для заповнення граф 3 та 4 взяті з табл. П 1.11 та П 1.18, допуск (графа 9) на діаметральний розмір штампування взятий із табл. 1.1.

Для розрахунку проміжних припусків при обробці зазначеної шийки валу аналогічним методом необхідно зібрати дані:

$$R_{z_{i-1}}; T_{i-1}; \rho_{i-1}; \varepsilon_i.$$

4. Сумарне значення просторових похибок (графа 5) визначаємо за формулою при зовнішній поверхні патрона.

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (2.4)$$

де  $\rho_{см}$  – допустимі похибки зі зміщення осей фігур, що штампуються в різних половинах штампку (табл. П 1.16), тоді  $\rho_{см} = 500$  мкм,

$\rho_{кор}$  – загальна кривизна заготовки, як визначається за формулою

$\rho_{кор} = \Delta_K \cdot L_3$ , де  $\Delta_K$  – удельная допустимая кривизна,

$\Delta_K = 1,8$  мкм/мм (табл. П 1.14)

Таблиця 2.1 - Розрахунок міжопераційних припусків

№ п/п	Маршрут обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				Розрахунок вий припуск,	Розрахунок вий розмір, мкм	Допуск по переходів, в мм	Граничний розмір, мм		Граничні припуски, мм	
		$R_{zi-1}$	$T_{i-1}$	$\rho_{i-1}$	$\epsilon_i$				max мм	min мм	max мм	min мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Зовнішня поверхня Ø86											
а	Штампуння	160	200	567	-	-	87,32	840	88,16	87,32	-	-
б	Чернове точіння	50	50	34	200	1922	85,398	540	85,938	85,39	2,76	1,38
в	Чистове точіння	25	25	1,7	0	268	85,13	87	85,217	85,13	0,808	0,18

$$\rho_{кор} = 250 \cdot 3 = 750 \text{ мкм}; \text{ то } \rho_0 = 1026 \text{ мкм.}$$

Розмір залишкової кривизни після виконання переходу обробки слід визначити за формулою

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_0 \quad (2.5)$$

де  $\rho_0$  – кривизна заготовки

$K_y$  – коефіцієнт уточнення (табл. П 1.21)

$K_y = 0,06$  – чорнове точіння

$K_y = 0,05$  – чистове точіння

Тоді  $\rho_1 = 0,06 \cdot 567 = 34$  мкм

$$\rho_2 = 0,05 \cdot 34 = 1,7 \text{ мкм}$$

Дані заносимо в графу 5.

5. Похибка установки заготовок (графа 6) у трикулачковому патроні, що самоцентрує, при чорновому обточуванні  $\varepsilon_{y1} = 200 \text{ мкм}$  (табл. П 1.2); при чистовому обточуванні без переустановки -  $\varepsilon_{y2} = 0$ .

6. Розрахунок мінімального припуску (графа 7) для обробки зовнішньої поверхні штампування в патроні проводиться за формулою:

$$2Z_{i \min} = 2(R_{z,i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (2.6)$$

для чорнового точіння:

$$2Z_{i \min} = 2(160 + 200 + \sqrt{567^2 + 200^2}) = 1922 \text{ мкм} ,$$

для чистового точіння

$$2Z_{i \min} = 2(50 + 50 + \sqrt{34^2 + 0^2}) = 268 \text{ мкм} .$$

7. Розрахунок проміжних мінімальних діаметрів по переходах проводиться у порядку, зворотному ходу технологічного процесу обробки цієї поверхні, тобто від розміру готової деталі до розміру заготовки шляхом послідовного додавання до найменшого граничного розміру готової поверхні деталі мінімального припуску  $2Z_{i \min}$ . Результати заносяться до граfi 8.

8. У графу 11 записуються розміри за всіма технологічними переходами, округляючи їх збільшенням до того ж знаку десяткового дробу, з яким заданий допуск на розмір для кожного переходу.

9. Найбільші граничні розміри (графа 10) визначаються шляхом додавання допуску до округленого мінімального граничного розміру.

10. Граничні розміри припусків  $Z_{i \max}$  (графа 12) визначаються як різниця граничних максимальних розмірів та  $Z_{i \min}$  (графа 13) – як різниця граничних мінімальних розмірів попереднього та виконуваного переходів.

11. Для визначення загальних припусків  $Z_{0 \min}$  та  $Z_{0 \max}$  підсумовуються відповідні проміжні припуски на обробку.

### 2.3 Проектування технологічного маршруту оброблення деталі

#### *Аналіз конструкції деталі на технологічність*

За своєю конструкцією деталь «Кришка» є тілом обертання з наскрізним осьовим отвором і радіальним наскрізним отвором під кінчне різьблення. На фланці «Кришки» виконано 8 отворів діаметром 24 мм для

кріплення корпусу до пристрою хвостової частини «Кришка». На її зовнішній та внутрішній поверхні виконані різьблення М72 і М52 відповідно. Загалом деталь слід визнати технологічною, оскільки:

1. всі поверхні деталі або прямолінійні, або мають форму тіла обертання;
2. отвори в деталі наскрізні, що забезпечує вільний прохід інструмента;
3. поверхні деталі сконструйовані таким чином, що її базування та закріплення в устаткуванні не вимагає застосування спеціальних пристроїв-приспосувань;
4. всі поверхні, у тому числі з різьбленням, мають вільний доступ стандартного інструменту;
5. технологічно радіуси, фаски та заокруглення можуть бути виконані гостованим інструментом;
6. шорсткість поверхонь і класи точності не вимагають застосування спеціального обладнання, нетрадиційних методів обробки, інструменту та засобів технологічного оснащення.

До недоліків технологічності деталі слід віднести її виготовлення з корозійно-стійкої сталі 38ХА, що змушує використовувати як ріжучий інструмент, який забезпечений пластинами твердого сплаву або металокераміки.

#### *Вибір технологічних баз*

Для забезпечення точності механічної обробки і правильного базування заготовки, слід керуватися наступними принципами:

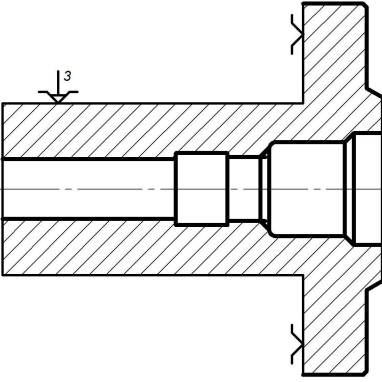
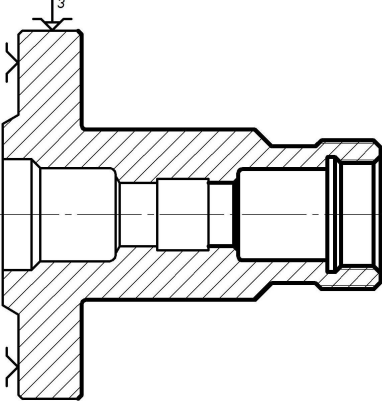
1. Вибір чорнових баз: на першій операції (при першій установці) слід використовувати поверхні, які не будуть оброблятися далі. Якщо всі поверхні заготовки підлягають обробці, вибирають поверхні з найменшим припуском на обробку.
2. Розміри чорнових баз: чорнова база повинна мати достатні розміри для забезпечення точності базування і надійного закріплення заготовки в пристосуванні.

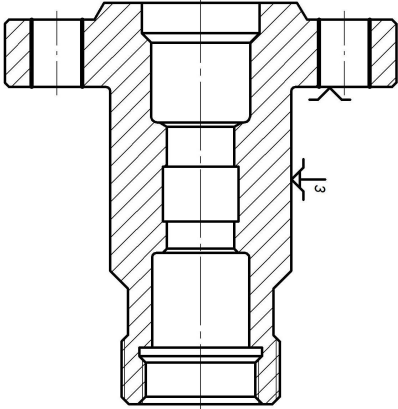
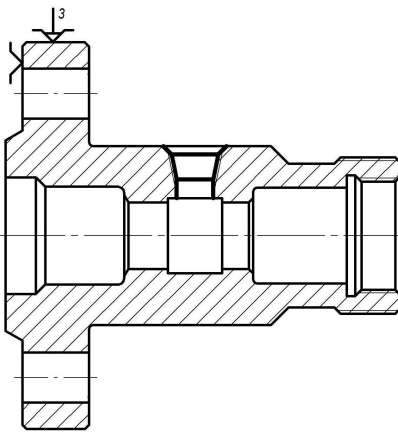
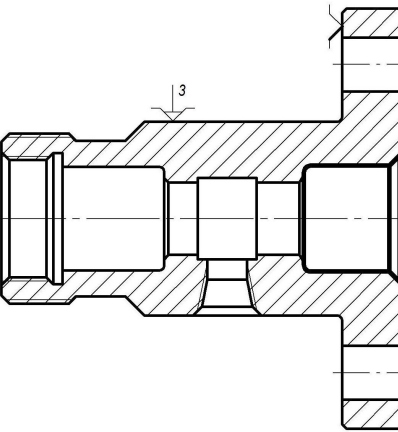
3. Вибір баз для чистового оброблення: бази для чистового оброблення повинні мати найменшу шорсткість поверхні і найвищу точність розмірів. Вони також повинні забезпечувати стабільне і безпечне закріплення деталі.

4. Вибір баз для проміжних операцій: бази для проміжних операцій механічного оброблення вибираються з метою забезпечення якості і точності оброблення допоміжних поверхонь.

Враховуючи ці принципи при виборі технологічних баз, ви зможете забезпечити більш точну і якісну механічну обробку деталі "кришка".

Таблиця 2.2 – Вибір технологічних баз

Номер операції	Схема базування
010	
015	

020	
025	
030	

Найбільш прийнятним методом для обробки зовнішніх циліндричних поверхонь є грубе та кінцеве точіння, оскільки застосування протягування для серійного виробництва є неефективним.

Найбільш прийнятним методом для обробки осьових отворів є розточування, оскільки застосування протяжок та розгорток не є раціональним для серійного виробництва. Оскільки є можливість отримати

центрові отвори при литті, достатньо обробити їх грубим і кінцевим розточуванням.

Найбільш прийнятним методом для обробки радіальних отворів є свердління, оскільки діаметр і довжина отворів невеликі.

#### *Вибір технологічного обладнання*

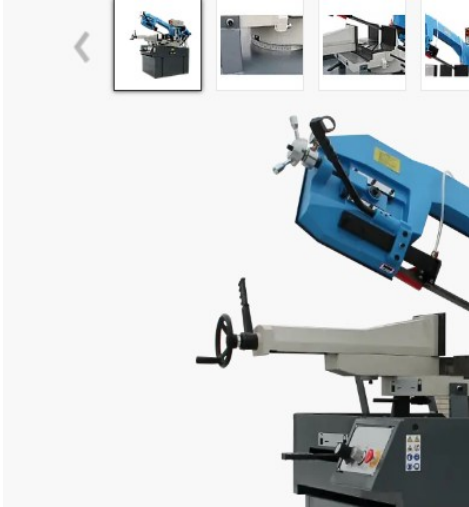
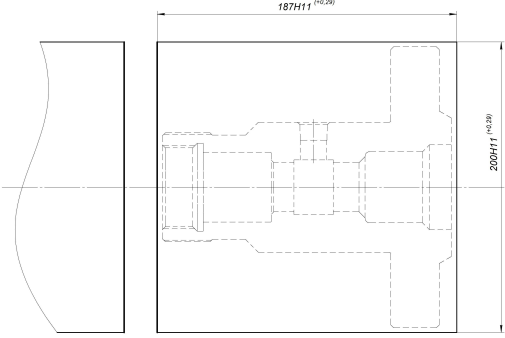

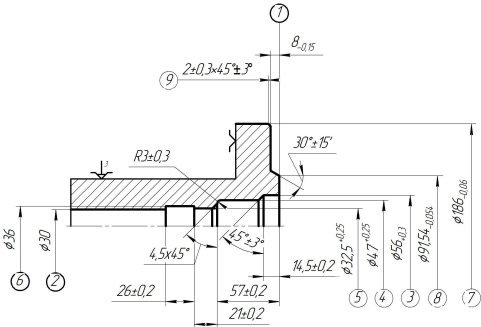

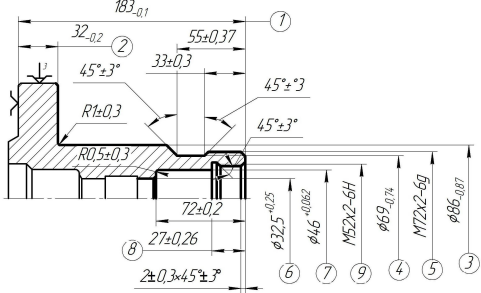
Для обробки деталі "Кришка" і досягнення необхідного результату необхідно вибрати відповідні верстатні пристрої, верстатні та металорізальні інструменти. Правильний вибір цього обладнання допоможе досягти ефективності обробки, збільшити зносостійкість ріжучого інструменту та забезпечити економічну вигоду.

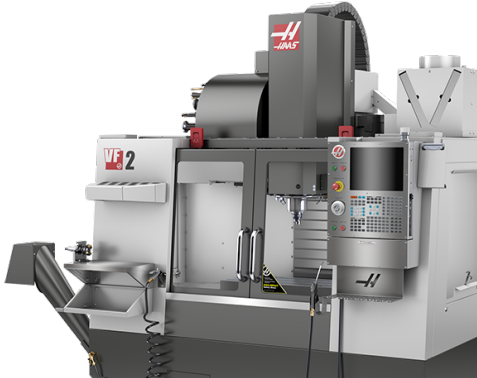
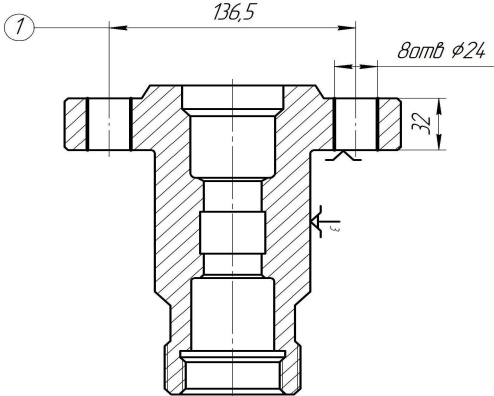

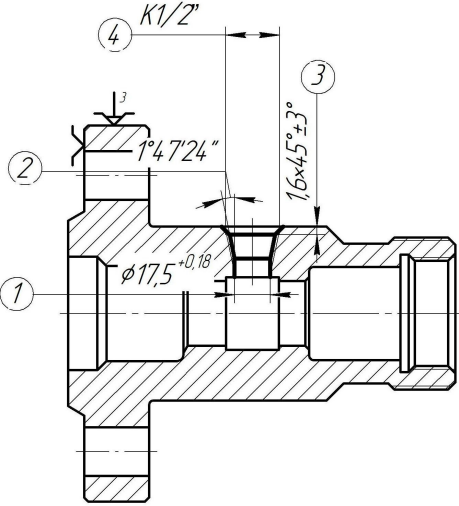

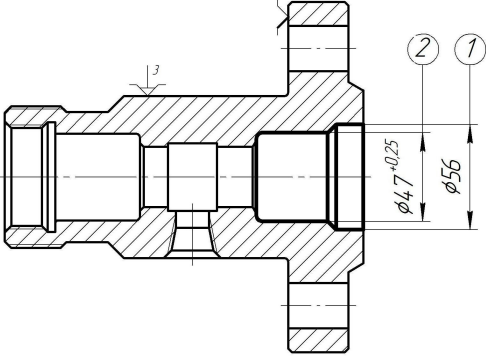
Вибір верстатів рекомендується здійснювати згідно з наявними сучасними каталогами та довідниками металорізальних верстатів, дотримуючись таких вимог [1]: враховувати технологічні методи оброблення поверхонь, що включені у дану операцію; потужність двигунів; габарити робочого простору; тип виробництва; кількість доступних інструментів.

Для заготівельної (відрізної) операції обираємо стрічковопилний верстат для різання металу STILER G5027.

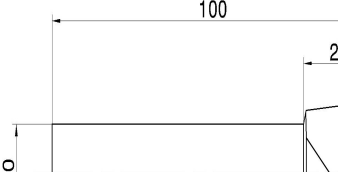
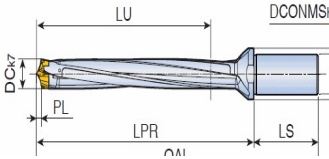
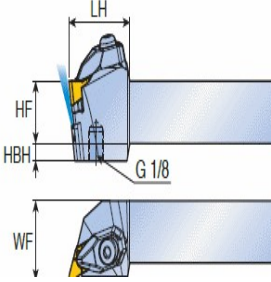

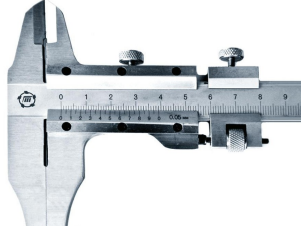

Для токарних операцій обираємо багатофункціональні верстати з ЧПК моделі HAAS ST-20Y та DOOSAN PUMA MX 1600. Обираємо цей тип верстатів з кількох причин: їх габарити, потужність двигуна та жорсткість дозволяють обробляти дані типи деталей. Крім того, ці верстати мають широкий вибір інструментів, оскільки вони є багатофункціональними, здатними виконувати токарні, свердлильні та фрезерні операції. В майбутньому це дозволить нам виконувати фрезерні операції на цих верстатах. Завдяки такій багатофункціональності верстатів ми скорочуємо час обробки деталі, оскільки зменшується необхідність переустановки між операціями. Крім того, системи управління числовим програмуванням HAAS та Siemens дозволяє виконувати обробку деталі точно та без особливих складнощів.

Таблиця 2.3 – Технологічний процес виготовлення деталі кришка

№ оп	Назва операції, верстат	Ескіз
005	<p>Заготівельна</p>  <p>Стрічковопильний верстат для різання металу STILER G5027</p>	
010	<p>Токарна з ЧПК</p>  <p>Верстат горизонтально-токарний HAAS ST-20</p>	
015	<p>Токарна з ЧПК</p>  <p>Верстат горизонтально-токарний HAAS ST-20</p>	

<p>020</p>	<p>Фрезерна з ЧПК</p>  <p>вертикальний обробний центр HAAS VF-2</p>	
<p>025</p>	<p>Фрезерна з ЧПК</p>  <p>DOOSAN PUMA MX 1600</p>	
<p>030</p>	<p>Внутрішньошліфувальна</p>  <p>Внутрішньошліфувальний верстат з інтерпольованої віссю У STUDER CT 730</p>	

Таблиця 2.4 – Ріжучий та вимірювальний інструмент

№ та назва операції	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
005 Заготівельна	Стрічка по металу Bahco 3854-Sandflex® King Cobra™ PHG	штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ДСТУ ГОСТ 166:2009
010 Токарна з ЧПК	<p>Різець токарний TaeguTec HCLNR 2020 H0904</p>  <p>Свердло TaeguTec 3ED 250-259-32T0-8D</p>  <p>Різець токарний TaeguTec <a href="#">TZQNL 2525 M1410-TB</a></p>  <p>Головка для грубого розточування TaeguTec <a href="#">BHR MB40-40X80</a></p> 	<p>штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ДСТУ ГОСТ 166:2009</p>  <p>Мікрометр гладкий МК-200 175-200 мм ДСТУ EN ISO 13385-1:2018</p> 

015	<p>Різець токарний TaeguTec HCLNR 2020 H0904</p>  <p>Свердло TaeguTec 3ED 250-259-32T0-8D</p>	<p>штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ДСТУ ГОСТ 166:2009</p>  <p>Мікрометр гладкий МК-200 175-200 мм ДСТУ EN ISO 13385-1:2018</p>
020	<p>Свердло TaeguTec <a href="#">TCD 240-249-32S0-1.5D</a> Ø24</p> 	<p>Пробка Ø24H9</p> 
025	<p>Свердло TaeguTec <a href="#">TCD 200-249-32S0-1.5D</a> Ø20</p>  <p>Зенківка конічна під різьбу 1/2"</p> <p>Мітчмк конічний 1/2"</p> 	<p>Калібр-пробка різьбова конічна 1/2"</p> 
030	<p>Шліфувальний круг ПВ 32/32/10 з виточкою білий електрокорунд</p> 	<p>Пробка Ø24H9</p> 

## 2.4 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання на зовнішню циліндричну поверхню діаметром  $86_{-0,87}$ . Шорсткість  $R_a = 3,2$  мкм.

Вихідні дані: деталь «Кришка» із сталі 38ХА. Заготовка штампування». Обробка проводиться на токарному верстаті моделі HAAS ST-20 з ЧПУ. Ріжучий інструмент – різець TaeguTec HCLNR 2020 H0904.

Операція «Токарна з ЧПК».

Перехід 1. Точити поверхню попередньо.

1. Глибина різання –  $t$ , мм

$t = 1,9$  мм (дані беруться з розрахунку припусків).

2. Подача –  $S$  мм/об

$S = 1$  мм/об (табл. П 2.7).

3. Швидкість різання –  $V$ , м/хв

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} t^x S^y} K_g \quad (2.7)$$

За табл. П 2.11 виписуємо значення  $C_v$  та показники ступенів  $x_v, y_v, m$ .

$\sigma_B = 750$  МПа;  $C_v = 340$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$ ;  $m = 0,20$

Період стійкості інструменту –  $T = 120$  хв

Знаходимо поправочні коефіцієнти

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \quad (2.8)$$

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (\text{табл. П.2.11}), \quad (2.9)$$

де  $K_{mv}$  – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що залежить від матеріалу заготовки,

$K_{pv}$  – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що залежить від стану поверхні, що обробляється,

$K_{pv} = 1$  (табл. П 2.5),

$K_{iv}$  – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що залежить від різального інструменту,

$K_{iv} = 1$  (табл. П 2.6),

$K_v = 1$  (табл. П 2.2),

$K_r = 1$  (табл. П 2.2).

$$K_{mv} = 1 \left( \frac{750}{750} \right)^1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$V = \frac{340}{120^{0,20} 1,9^{0,15} 1^{0,45}} \cdot 1 = \frac{340}{2,6 \cdot 1,2 \cdot 1} = 109 \text{ м / мин} \quad (2.10)$$

4. Визначаємо частоту обертання шпинделя -  $n$ , об/хв

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 109}{3,14 \cdot 86} = 403 \text{ об/хв} \quad (2.11)$$

5. Уточнюємо частоту обертання шпинделя за паспортом та коригуємо її у найближчий менший бік.

Приймаємо  $n = 400$  об/хв.

6. Перераховуємо швидкість різання,  $V_\phi$ .

$V_\phi$  – фактична швидкість різання, м/хв:

$$V_\phi = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 86 \cdot 400}{1000} = 100 \text{ м / мин} \quad (2.12)$$

*Перехід 2. Точити поверхню остаточно*

1. Глибина різання –  $t$ , мм

$t = 0,2$  мм (дані беруться з розрахунку припусків).

2. Подача –  $S$ , мм/об

$S = 0,6$  мм/об. (табл. П 2.10).

3. Розраховуємо швидкість різання –  $V$ , м/хв

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_g \quad (2.13)$$

За табл. П 2.11 виписуємо значення  $C_v$  та показники ступенів  $x$ ,  $y$ ,  $m$ .

$C_v = 420$ ,  $x = 0,15$ ,  $y = 0,20$ ,  $m = 0,20$ .

Період стійкості інструменту -  $T = 120$  хв

Знаходимо поправочні коефіцієнти

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{rv} \cdot K_{uv}, \quad (2.14)$$

де  $K_{mv}$  - поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що залежить від матеріалу заготовки,

$K_{nv}$  – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що залежить від стану поверхні, що обробляється,

$K_{iv}$  - поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що залежить від різального інструменту.

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} \quad (\text{табл. П 2.1}) \quad (2.15)$$

$$K_{nv} = 1 (\text{табл. П 2.5})$$

$$K_{iv} = 1 (\text{табл. П 2.6})$$

$$p_v = 1; K_r = 1 (\text{табл. П 2.2})$$

$$K_v = 1$$

$$V = \frac{420}{120^{0,20} 0,2^{0,15} 0,6^{0,20}} 1;$$

$$V = \frac{420}{2,6 \cdot 0,7 \cdot 0,9} 1 = 256 \text{ м / мин}$$

4. Визначаємо частоту обертання шпинделя –  $n$ , об/хв

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 256}{3,14 \cdot 86} = 948 \text{ об/хв} \quad (2.16)$$

5. Уточнюємо частоту обертання шпинделя за паспортом та коригуємо її у найближчий менший бік.

Приймаємо  $n = 800$  об/хв.

6. Перераховуємо швидкість різання,  $V_\phi$ .

$V_\phi$  – фактична швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3,14 \cdot 86 \cdot 800}{1000} = 216 \text{ м / хв} \quad (2.17).$$

## 2.5 Технологічне нормування

Вихідні дані: деталь "Кришка". Довжина оброблюваної поверхні 87мм, діаметр 86. Заготовка - "штампування" зі сталі 38ХА. Обробка проводиться на токарному верстаті моделі HAAS ST-20 з ЧПК. Пристрій – токарний патрон.

Перехід 1. Точити зовнішню поверхню 1 попередньо.

Різець прохідний. Кут різця у плані

$\varphi = 90$ .

1. Основний час

$$T_{o1} = \frac{l_{p.x}}{n \cdot S_m} = \frac{90}{400 \cdot 1} = 0,225 \text{ хв} \quad (2.18)$$

$l_{p.x} = 87$  мм – довжина робочого ходу інструменту (за кресленням).

$l_{вр,пер} = 3$  мм – величина врізання та перебігу інструменту табл.ПЗ.17.

$n = 400$  об/хв – частота обертання (з розрахунку режимів різання).

$S_{об} = 1$  мм/об – подача на оборот (по розрахунку режимів різання).

2. Допоміжний час, пов'язаний з переходом

$T_{всп1} = 0,09$  хв табл. П 3.9.

Перехід 2. Точити зовнішню поверхню 1 остаточно.

Різець прохідний. Кут різця в плані  $\varphi = 90$ .

1. Основний час

$$T_{o2} = \frac{l_{p.x}}{n \cdot S_m} = \frac{102}{1500 \cdot 0,14} = 0,49 \text{ хв} \quad (2.19)$$

$l_{p.x} = 100$  мм – довжина робочого ходу інструменту (за кресленням).

$l_{вр,пер} = 2$  мм – величина врізання та перебігу інструменту табл. П 3.17.

$n = 1500$  об/хв – частота обертання (з розрахунку режимів різання).

$S_{об} = 0,14$  мм/об – подача на оберт (з розрахунку режимів різання).

2. Допоміжний час, пов'язаний з переходом

$T_{всп2} = 0,02$  хв табл. П 3.9.

3. Нормування операції:

1) Основний час

$$T_{осн} = \sum_1^n T_{осн} \quad (2.20)$$

$T_{осн} = 0,225 + 0,182 = 0,407$  хв.

2) Допоміжний час

$$T_{всп} = T_{уст.он} + \Sigma T_{всп} \quad (2.21)$$

$T_{уст.он} = 0,35$  хв табл. 1

$T_{всп} = 0,35 + 0,04 = 0,39$  хв

3) Оперативний час

$$T_{опер} = T_{осн} + T_{всп} \quad (2.22)$$

$$T_{опер.} = 0,407 + 0,39 = 0,797 \text{ хв}$$

4) Час обслуговування робочого місця

$$T_{обс} = 4 - 6 \% T_{опер} \quad T_{обс.} = 0,05 \cdot 0,797 = 0,039 \text{ хв}$$

5) Час на відпочинок

$$T_{отд} = 4 \% T_{опер} \quad T_{отд.} = 0,03 \text{ хв}$$

6) Штучний час

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{отд} \quad (2.23)$$

$$T_{шт} = 0,407 + 0,39 + 0,039 + 0,03 = 0,866 \text{ хв.}$$

## 2.6 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК

На наступному етапі дипломної роботи була проведена розробка програми для оброблення корпусу на токарному верстаті з ЧПК HAAS ST-20. Перший крок у механічній обробці шпинделя - це токарна обробка. Для створення програми оброблення використовувався програмний продукт CAM Esprit, що дозволяє працювати з G-кодом.

При створенні програми для токарного оброблення було виконано наступні операції:

1. Створено 3D модель у SolidWorks та завантажено у середовище Esprit

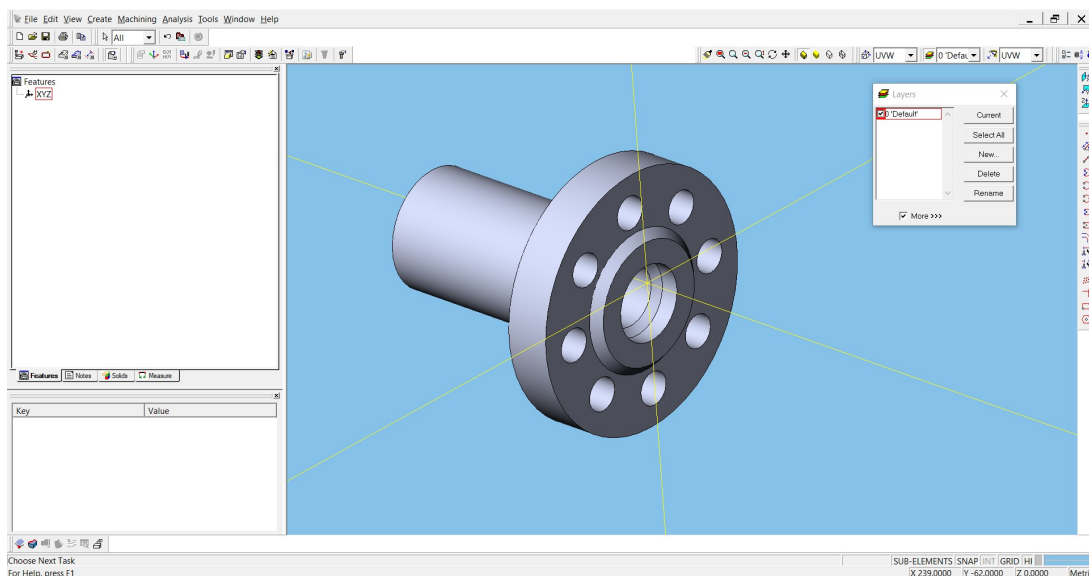


Рисунок 2.1 – 3D модель кришки у середовищі Esprit

## 2. Створено заготовку деталі кришка

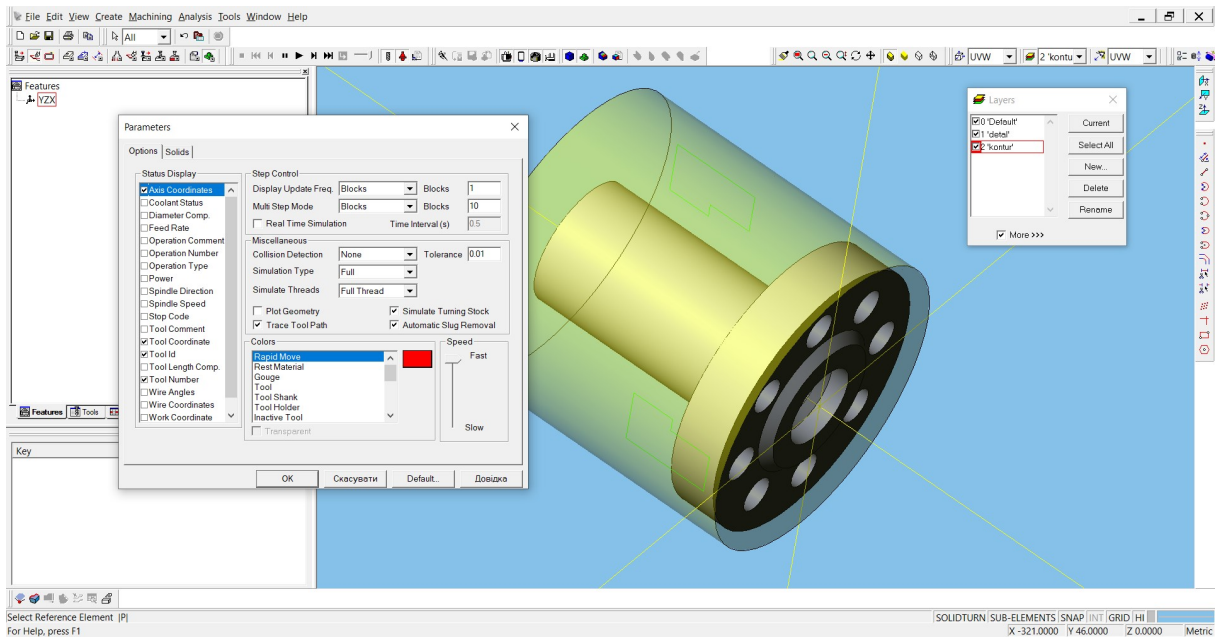


Рисунок 2.2 – Створення заготовки деталі кришка у САМ Esprit

## 3. Виконано розпізнання елементів профілю деталі кришка рис 2.3.

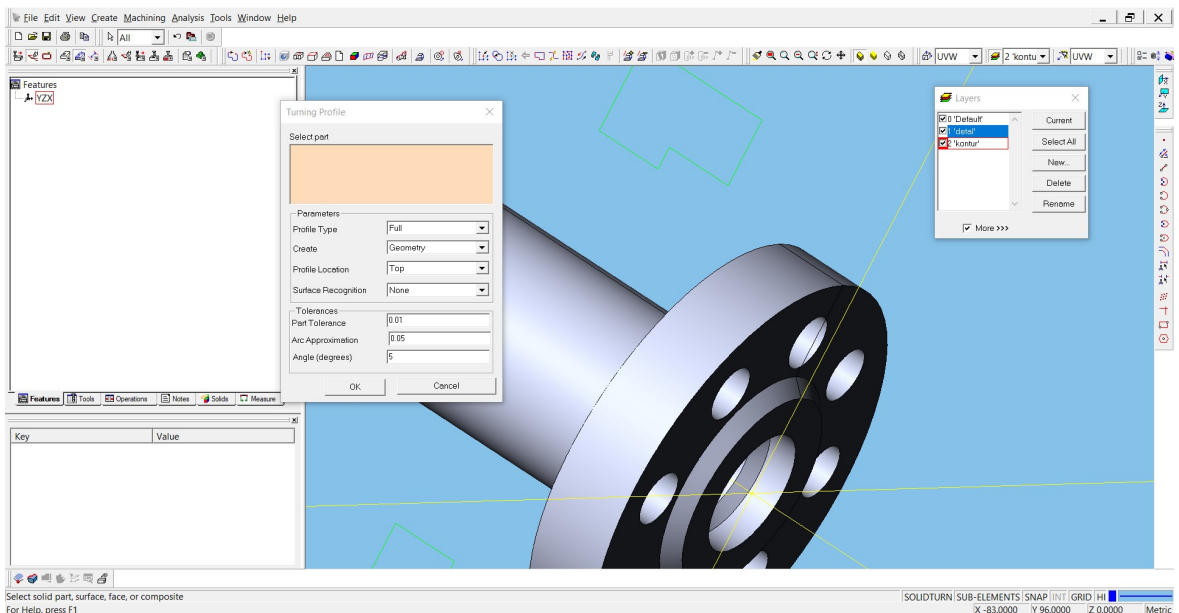


Рисунок 2.3 – Розпізнання у САМ Esprit елементів профілю деталі кришка

## 4. Вибрано вид оброблення – «чернове точіння» (рис. 2.4).

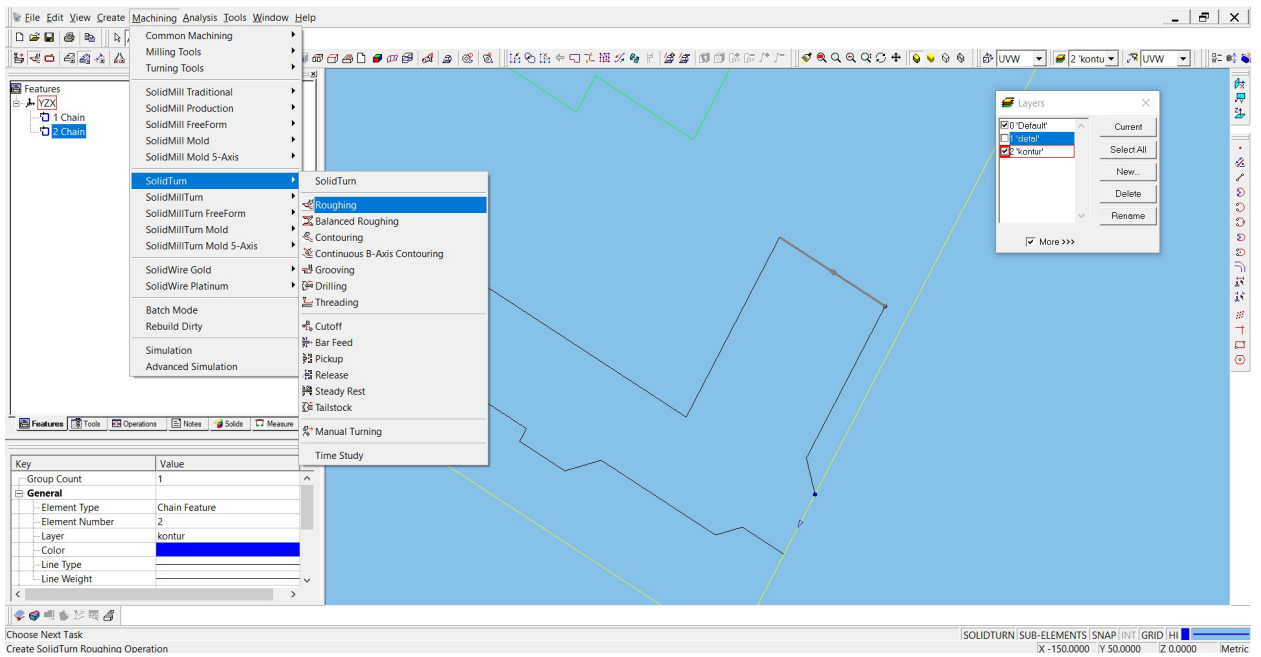


Рисунок 2.4 – Вибір виду оброблення деталі кришка

5. Вибрано металообробний інструмент та його параметри (рис. 2.5).

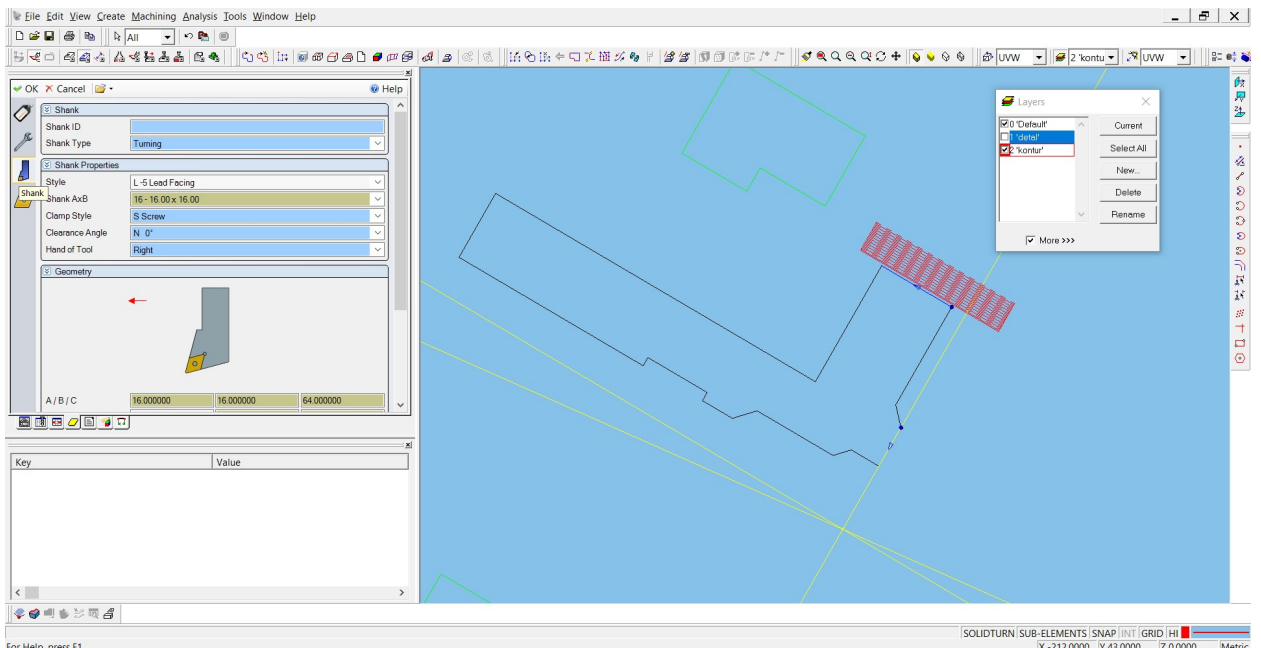


Рисунок 2.5 – Вибір ріжучого інструменту

6. Вибрано режими різання (рис 2.6).

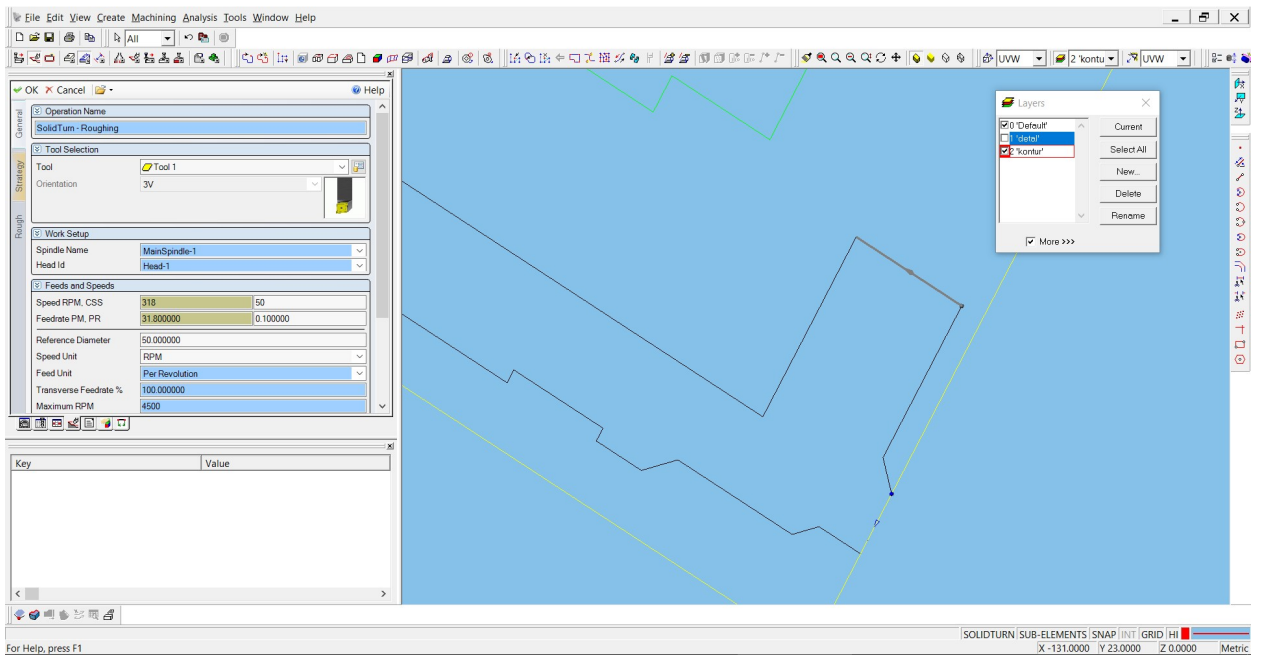


Рисунок 2.6 – Вибір режимів оброблення

7. Згенеровано траєкторію руху металорізального інструменту при обробленні корпусу (рис. 2.7).

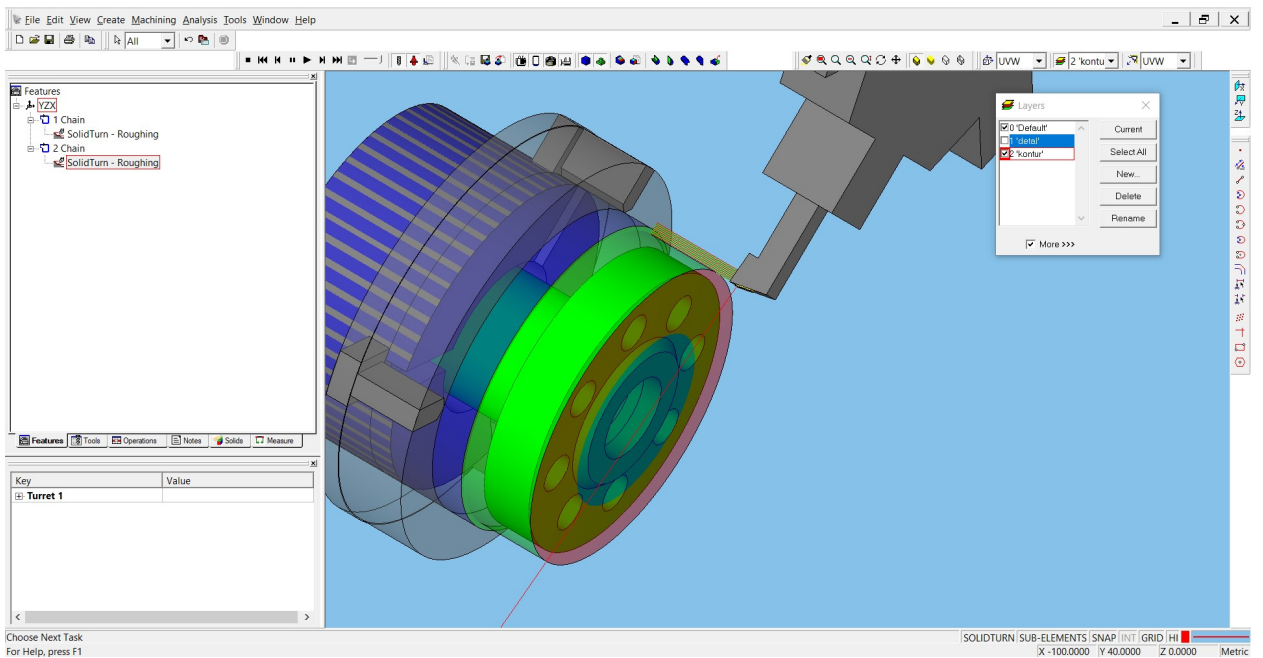


Рисунок 2.7– Траєкторія руху металорізального інструменту при обробленні кришки



## 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1 Розробка пристрою для свердлувальної операції

#### 3.1.1. Опис пристрою та принцип його дії

Даний пристрій використовується в машинобудуванні в серійному виробництві при обробці деталей „стакан”. Даний пристрій є одномісним механізованим, збільшує силу затиску деталі та забезпечує її надійність. Пристрій підвищує продуктивність праці . так як зменшується норма часу на операцію у вигляді допоміжного часу на встановлення деталі, підвищує безпеку свердлувальника на робочому місці та, найголовніше, підвищує точність механічної обробки.

Верстатний пристрій для свердління отворів працює наступним чином:

Деталь 1 (рис. 3.1) базується на циліндричний центровий палець 2 отвором  $\varnothing 40H7$ , який запресований в корпус пристрою. Після цього на торець деталі встановлюємо швидкозмінну шайбу, під головку болта 3. далі подаємо повітря в штокову порожнину пневмоциліндру. Шток буде тягнути вгвинчений у нього болт, який в свою чергу головкою буде притискати деталь швидкозмінною шайбою, таким чином буде здійснюватись затиск заготовки. Після закінчення обробки подаємо повітря в без штокову порожнину за допомогою чого здійснюється роз тиск заготовки, знімаємо швидкозмінну шайбу і міняємо заготовку, після чого все повторюємо спочатку.

#### 3.1.2. Розрахунок точності базування заготовки

Розраховуємо похибку базування на розмір  $24 \pm 0,1$  мм.

Умова забезпечення точності:

$$T_{32} > E_{b_{32}} \quad (3.1)$$

де  $T_{32}$  – допуск на розмір 24мм.

$E_{b_8}$  – похибка базування на розмір 24мм.

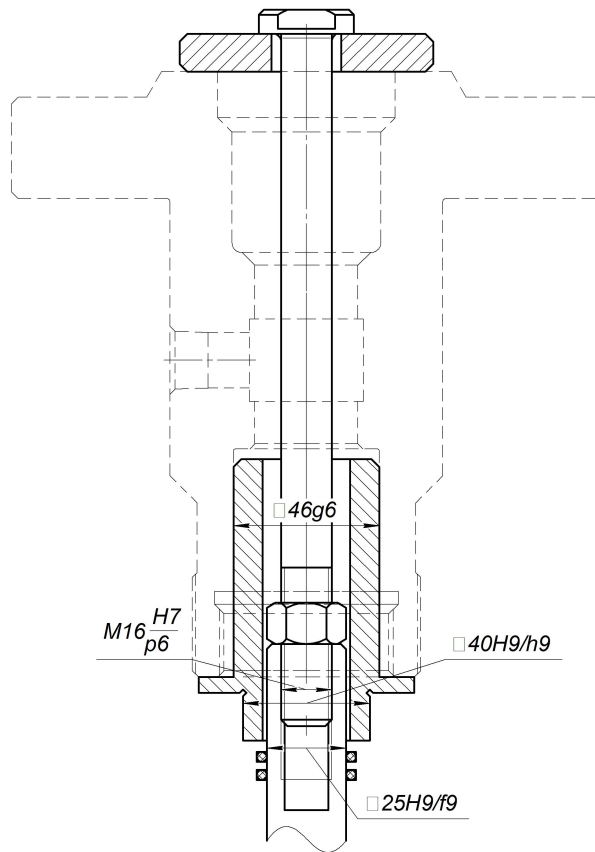


Рисунок 3.1 – Схема базування

Для визначення похибки базування побудуємо схему розташування полів допусків базового отвору деталі та центрального пальця на який деталь встановлюється (рис. 3.2):

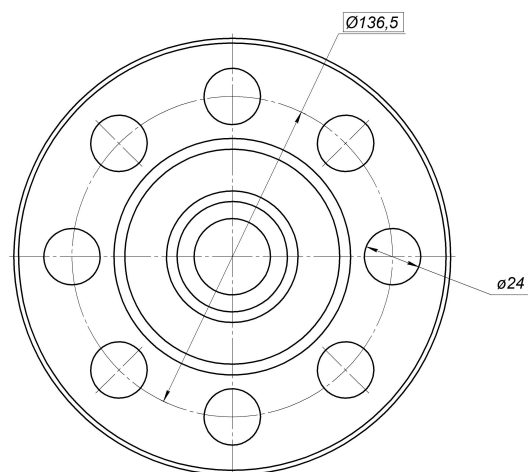


Рисунок 3.2 – Розміри деталі

Отже похибка базування обчислюється за формулою:

$$E_{b_{32}} = (e_{s_0} - e_{i_n})/2 \quad (3.2)$$

де  $e_{s_0}$  – верхнє відхилення розміру отвору заготовки ( $e_{s_0} = 0,1\text{мм.}$ ) ДСТУ 24379.1: 2008.

$e_{i_n}$  - нижнє відхилення розміру поверхні центрального пальця ( $e_{s_0} = -0,025\text{мм.}$ ) ДСТУ 24379.1: 2008.

Тоді:

$$E_{b_{32}} = (0,1 - (-0,025))/2 = 0,0625 \text{ мм.}$$

Перевіряємо умову точності:

$$0,2 \text{ мм} > 0,0625 \text{ мм}$$

Умова точності забезпечується.

### 3.1.3. Розрахунок сили затиску заготовки

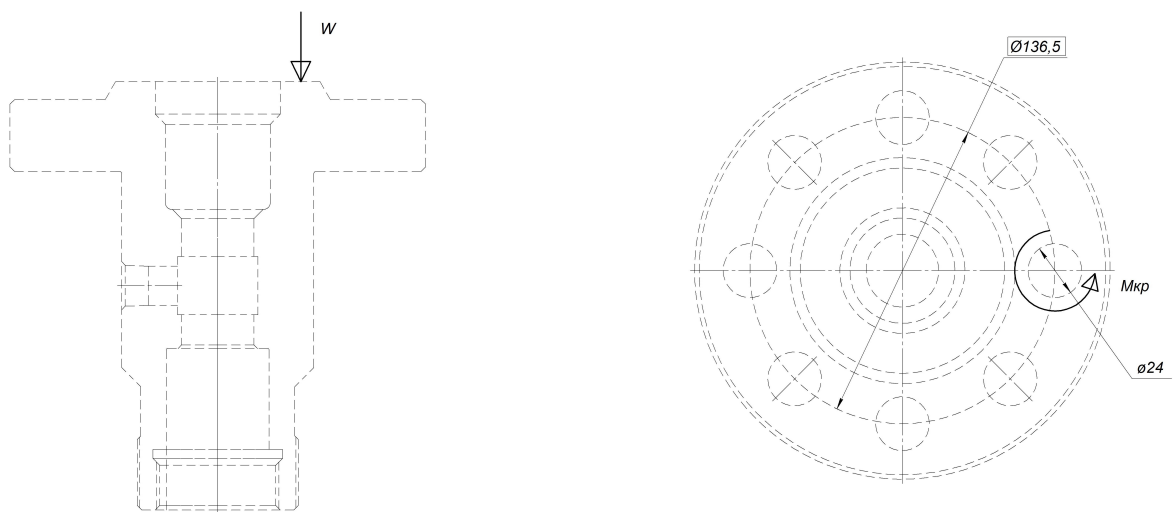


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема сил

Розрахунок потрібної сили затиску та порівняння його з дійсним.

$$W_3 = \frac{K \times M_{кр}}{0,33 \left( f\alpha \left( \frac{D_1^3 - D_2^3}{D_1^2 - D_2^2} \right) + f\beta \left( f\alpha \frac{d_1^3 - d_2^3}{d_1^2 - d_2^2} \right) \right)} \quad (3.3)$$

де:  $W_3$  – сила затиску заготовки;

$M_{кр}$  – крутний момент при свердлуванні ( $M_{кр} = 3,3 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ) з попередніх розрахунків;

$K$  - коефіцієнт запасу,  $K=2,5$ .

$f_0$  – коефіцієнт тертя, в контактi заготовки з опорою  $f_0 = 0.2$ .

$f_3$  – коефіцієнт тертя, в контактi заготовки з шайбою  $f_3 = 0.16$ .

$$W_3 = \frac{2.5 \times 3.3}{0.33 \left( 0.2 \left( \frac{30_1^3 - 16_2^3}{30_1^2 - 16_2^2} \right) + 0.16 \left( \frac{51_1^3 - 40_2^3}{51_1^2 - 40_2^2} \right) \right)} = 2285 \text{ Н}$$

### 3.1.4 Розрахунок на міцність одної слабкої ланки

Розраховуємо тягу на розтяг.

Умова міцності при розрахунку на розтяг:

$$\delta \leq [\delta]$$

де:  $\delta$  – напруга розтягу;

$[\delta]$  – допустимі напруження розтягу,  $[\delta] = 720 \text{ МПа}$ .

$$\sigma = \frac{N}{A} \tag{3.4}$$

де:  $N$  - сила яка розтягує деталь ( $N = W_3 = 2285 \text{ Н}$ );

$A$  – площа небезпечного перерізу ( $A = \pi \times R^2$ )

Визначаємо напруження розтягу за формулою (3.4):

$$\sigma = \frac{2285}{3.14 \times 8^2} = 14.3 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується:

$$14,3 \text{ МПа} < 720 \text{ МПа}$$

### 3.2 Пристрій для контролю торцевого биття

В умовах сучасного машинобудівного виробництва задача підвищення виробництва та точності засобів технічних вимірювань вирішується широкими впровадженнями контрольно - вимірювальних пристроїв та інструментів.

Контрольно-вимірвальними пристосуваннями та інструментами перевіряються різні параметри деталей та вузлів машин.

Лінійні розміри (діаметри отворів і валів, довжини, висоти, глибини);

Взаємне розташування поверхонь;

Відхилення від правильної геометричної форми деталей;

Нелінійні параметри (пружність, твердість, герметичність стінок і зварювальних швів);

Випробування роботоздатності складальних вузлів та машин в експлуатаційних умовах або в умовах до них подібних.

Конструкція кожного контрольного пристрою та інструменту, повинна задовольняти різні вимоги, найголовніші з них:

Оптимальна точність вимірювання і продуктивність вимірювання;

Технологічність в виготовленні;

Зносостійкість;

Зручність в експлуатації.

Конструкція контрольного пристосування та інструменту в цілому та всіх в нього вхідних пристроїв, а також вимірвальних засобів повинна бути прийнята такою, щоб з одної сторони, повністю задовольняти вимоги виконання контрольної операції і з другої, робити його застосування економічно вигідним.

### 3.2.1 Розрахунок пристрою на точність

Визначаємо допустиму похибку обробки:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,3 \cdot T, \quad (3.5)$$

де  $T$ -допуск на контролюємий параметр,  $T = 0,3$  мм.

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,02 = 0,006 \text{ мм}$$

Визначаємо фактичну похибку пристрою [7]:

$$\varepsilon_{\text{ф}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{в.б.е}}^2 + \varepsilon_{\text{прил}}^2 + \varepsilon_{\text{зн}}^2}, \quad (3.6)$$

де  $\varepsilon_{\delta}$  – похибка базування деталі,  $\varepsilon_{\delta} = 0$  (технологічна база співпадає з конструкторською);

$\varepsilon_{\delta.б.е}$  - похибка встановлення базових елементів не впливає на точність вимірювань пристрою,  $\varepsilon_{\delta.б.е} = 0$ ;

$\varepsilon_{зн}$  - похибка зношування пристрою,  $\varepsilon_{зн} = 0,002$  мм;

$\varepsilon_{прил}$  – похибка контрольно - вимірювального приладу:

$$\varepsilon_{прил} \approx \frac{Ц}{2}, \quad (3.7)$$

де  $Ц$  – ціна поділки контрольно - вимірювального приладу.

Для контролю параметрів биття і співвісність вибираємо індикатор годинникового типу ціна поділки якого  $Ц = 0,001$  мм.

$$\varepsilon_{прил} \approx \frac{0,001}{2} = 0,0005 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\phi} = \sqrt{0^2 + 0,0005^2 + 0,002^2} = 0,0021 \text{ мм}$$

Отже фактична похибка виміру не перевищує допустиму  $\varepsilon_{\phi} < \varepsilon_{дон}$ .

### 3.2.2. Призначення та опис роботи

Контрольно-вимірювальний пристрій призначений для контролю биття поверхні  $\varnothing 86$  відносно бази А.

Пристрій складається з плити поз.3, на якій встановлено стійку поз. 1 та встановлені 2 корпусу з центрами поз.4 і 5, один із яких під пружинено для можливості установки деталі. На плиті поз.3 встановлена індикаторна стійка у який закріплений індикатор годинникового типу МИГ-1 з ціною розподілу 0,001 мкм за допомогою якого контролюється биття поверхонь при повороті деталі в центрах навколо осі.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Верстати токарної групи становлять близько 30% від загальної кількості металообробних верстатів. Аналіз виробничого травматизму показує, що серед цієї групи верстатів найбільшу увагу з точки зору безпеки праці потребують токарно-гвинторізні, токарно-револьверні та інші в основному універсальні верстати.

Основними небезпечними та шкідливими факторами при роботі на токарних верстатах є:

1. Стружка і пил: При обробці матеріалу утворюється стружка та пил, які можуть бути шкідливими для здоров'я та спричиняти травми, наприклад, при потраплянні у очі або вдиханні.

2. Ріжучі інструменти: Ріжучі інструменти на токарних верстатах можуть бути гострими та викликати порізи або удари, якщо не дотримуватись правил безпеки.

3. Рухомі елементи верстата: Рухомі частини верстата, такі як шпиндель, гайки, шестерні тощо, можуть становити небезпеку для оператора, якщо їх необережно використовувати або не забезпечити належне закріплення.

4. Шум: Робота верстатів токарної групи супроводжується шумом, особливо від обертаючихся прутків. Тривале впливання шуму може призвести до проблем зі слухом та іншими негативними наслідками для здоров'я.

Особливо небезпечною є стружка, яка може створити ризик порізів, укусів або травм, якщо не приймаються відповідні заходи безпеки.

Отже, при роботі на токарних верстатах необхідно дотримуватись правил безпеки, включає.

Основні правила безпеки при роботі на токарних верстатах. [15]

Держпраці нагадує про вимоги охорони праці під час виконання робіт на металообробних верстатах токарної групи.

Вимоги охорони праці під час виконання робіт на металообробних верстатах токарної групи викладені у главі 3 розділу II Правил охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями (НПАОП-0.00-1.71-13).

Окрім загальних Правила містять наступні вимоги охорони праці:

- планшайбу при надяганні на кінець шпинделя необхідно очищувати від стружки та забруднення;
- при закріпленні деталі в кулачковому патроні або використанні планшайб деталей необхідно захоплювати кулачками на якомога більшу довжину. Після закріплення деталі кулачки не повинні виступати з патрона або планшайби за межі їх зовнішнього діаметра. У разі якщо кулачки виступають, необхідно замінити патрон або установити спеціальне огороження;
- при встановленні патрона або планшайби на шпиндель під них на верстат необхідно підкладати дерев'яні підкладки з виїмкою за формою патрона (планшайби);
- не дозволяється згвинчувати патрон (планшайбу) раптовим гальмуванням шпинделя;
- згвинчувати патрон (планшайбу) ударами кулачків об підставку допускається тільки у разі його ручного обертання, при цьому необхідно застосовувати підставки з довгими ручками;
- допускається закріплювати в кулачковому патроні без підпирання центром задньої бабки тільки короткі, завдовжки не більше двох діаметрів, зрівноважені деталі. В інших випадках для підпирання необхідно використовувати задню бабку;
- для обробки в центрах деталей завдовжки 12 діаметрів і більше, а також при швидкісному та силовому різанні деталей завдовжки 8 діаметрів і більше необхідно застосовувати додаткові опори (люнети).

До роботи на шліфувальних верстатах допускаються особи, які пройшли медичний огляд, навчання, перевірку знань правил охорони праці, вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці.

Шліфувальник повинен:

- Виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку.
- Утримувати своє робоче місце в чистоті і порядку.
- Не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце.
- Користуватися спецодягом і засобами індивідуального захисту.
- Уміти надавати першу медичну допомогу постраждалим при нещасних випадках.

- Уміти користуватися первинними засобами пожежегасіння.

Основні шкідливі і небезпечні виробничі фактори, що можуть діяти на шліфувальника:

- обертання шліфувального круга; механічний рух стола, обертання руки подачі при механічній подачі;
- вирив деталей, які не тримає магнітна плита, абразивний пил, уламки шліфувального круга при розриві круга;
- підвищена температура оброблюваних деталей, відлітання іскор при шліфуванні; ураження електричним струмом;
- захащеність робочого місця, розбризкування СОР, розливання масла гідравлічної системи;
- підвищені рівні шуму, вібрації, недостатня освітленість робочого місця.

На кожному робочому місці біля верстата на підлозі повинні бути дерев'яні трапи на всю довжину робочої зони і шириною не менше 0,6 м від виступаючих частин верстата.

Ремонт верстатів повинен виконуватися спеціально призначеними особами.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи з технології машинобудування було розроблено технологічний процес механічної обробки деталі «Кришка», який включає операції токарної обробки, свердління, шліфування. На найбільш точну поверхню здійснено розрахунок міжопераційних припусків, результатом чого стало проектування заготовки. На частину операцій механічної обробки визначив режими різання шляхом аналітичного розрахунку, але в інші призначені за загальним машинобудівним нормативам. Проведено технологічне нормування операцій механічної обробки, в конструктивній частині дипломної роботи розглянуто та описано конструкцію та принцип верстатів, вимірювального та ріжучого інструменту.

У додатку дипломній роботі представлений комплект:

- 1) Додаток-альбом технологічного процесу;
- 2) Додаток-графічна частина (креслення деталі, технологічні налагодження, креслення інструменту).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбатюк Є. О., Мазур М. П., Зенкін А. С., Каразей В. Д. Технологія машинобудування: Навч. посібник – Львів : “Новий Світ–2000”, 2012. –358 с.
2. Гордєєв А. І., Урбанюк Є. А., Безносів А. Є., Мігаль В. Г. Курсове та дипломне проектування для технології машинобудування та металорізальних верстатів. Навч. посібник, ХНУ, 2005. – 300 с.
3. Технологія машинобудування. Навчальний посібник / За ред. І. І. Юрчишина. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2009. – 528 с.
4. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. – Харків : УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.
5. Гевко Б. М. Технологія обробки на верстатах з ЧПК: Навчальний посібник. [Текст] / Гевко Б. М., Матвійчук А. В. Тернопіль : ТДТУ, 2004. – 131 с.
6. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів : Світ, 1996. – 368 с.
7. Добрянський С. С., Малафєєв Ю. М., Пуховський Є. С. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. / Під ред. Коренькова В. М. Київ : НТУУ “КПІ”, 2014. – 353 с., іл.
8. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. – Харків : УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.
9. Добрянський С. С. Технологічні основи машинобудування [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальностей 131 “Прикладна механіка”, 133 “Галузеве машинобудування” / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафєєв ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.

10. SANDVIK COROMAT [Електронний ресурс] // [www.sandvik.coromant.com](http://www.sandvik.coromant.com). 2021. Режим доступу до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/ruru/products/pages/technologies.aspx#inveio>

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

12. Технологічні основи машинобудування. Навчальний посібник для студентів спеціальності 131. “Прикладна механіка” інженерно-хімічного факультету та механіко-машинобудівного інституту. / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафєєв, В. К. Фролов, В. М. Гриценко. – К. : НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, 2018. – 112 с.

13. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів : Афіша 2004. – 248 с.

14. Катренко Л. А., Пістун І. П. Охорона праці в галузі освіти. Суми : Університетська книга, 2001. – 345 с.

15 <https://oppb.com.ua/news/osnovni-pravyla-bezpeky-pry-roboti-na-tokarnyh-verstatah>