

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Механіко-машинобудівний факультет
Кафедра технологій машинобудування та матеріалознавства

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Трусенко Олега Олександровича

академічної групи 131М-21Н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг
машинобудівного виробництва»

на тему: «Дослідження і інтеграція САЕ-систем в розрахунок
автоматизованої технології обробки деталі «Вал порожній» на верстаті з
ЧПК»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від

_____ р. за № _____

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	Дербаба В.А.			
розділів:				
Аналітичний	Дербаба В.А.			
Технологічний	Дербаба В.А.			
Спеціальний	Дербаба В.А.			
Науково-	Дербаба В.А.			

Встановлено, що матеріали даної кваліфікаційної роботи містять чутливу інформацію щодо реальних об'єктів критичної інфраструктури України, національної безпеки і оборони України, зокрема відомості про їх місце розташування, службове призначення, конструкторську і технологічну документацію, описи конструкторських матеріалів та їх властивості, іншу додаткову літературу та посилання. У зв'язку з чим такі матеріали не підлягають відкритому оприлюдненню та мають зберігатися відповідно до встановленого режиму закладом освіти.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

шинобудування та матеріалознавства

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеню магістра

студенту Трусенко Олегу Олександровичу

академічної групи 131М-21Н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва»

на тему: «Дослідження і інтеграція САЕ-систем в розрахунок автоматизованої технології обробки деталі «Вал порожній» на верстаті з ЧПК»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від

_____ р. за № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Службове призначення деталі Аналіз технологічності конструкції деталі	
Технологічний	Розробка та обґрунтування маршруту обробки деталі	
Спеціальний	Пристосування, оснащення та ріжучий інструмент для верстата з ЧПК	
Науково-дослідницький	Дослідження конструкції та інженерний розрахунок деталі в SolidWorks Simulation	

Завдання видано _____

Дербаба В.А.

Дата видачі

Дата подання до екзаменаційної комісії

Прийнято до виконання _____

Трусенко О.О.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Службове призначення деталі	7
1.2 Фізико-механічні властивості матеріалу деталі. Хімічний склад	7
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі.	8
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
2.1 Призначення річної програми випуску	9
2.2 Вибір заготовки	12
2.3 Розроблення маршруту виготовлення деталі	14
2.4 Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів механічної обробки	17
2.5 Детальна розробка операції технологічного процесу	21
3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	25
3.1 Пристосування, оснащення та ріжучий інструмент для верстата з ЧПК...	25
3.2 Складання автоматизованої технології обробки деталі в обраній САМ-системі	28
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	36
4.1 Дослідження конструкції та інженерний розрахунок деталі в SolidWorks Simulation	36
Загальні висновки.	44
Перелік посилань.	45
Додатки	

ВСТУП

Технологія машинобудування – комплекс технологічних наук, технологій, що використовуються в машинобудуванні. Машинобудування традиційно визначається як галузь важкої промисловості, яка виготовляє машини і обладнання для промисловості, оборони, а також для широкого споживання.

Головне завдання машинобудування – забезпечити всі галузі промисловості високоефективними машинами та обладнанням. Машинобудування є основою індустріалізації.

Машинобудування часто розуміють як складову частину більш широкої виробничої групи – машинобудування і металообробка – в яку, окрім машинобудування входить обробка металів, виробництво металевих виробів, металоконструкцій, ремонт машин і устаткування.

Машинобудування займає провідне місце в промисловості за обсягом продукції, що випускається, вартості основних виробничих фондів і чисельності робітників, зайнятих у виробництві. У сучасному машинобудуванні більшість продукції випускається в серійному виробництві, для якого характерний безперервний процес виробництва. Велика номенклатура машин і устаткування, їх складність і можливість розчленування на окремі вузли і деталі обумовлюють широку спеціалізацію виробництва продукції машинобудування.

Виробництво машин та устаткування в розвинених країнах високо монополізовано. Найбільші монополії грають провідну роль у виробництві машинобудівної продукції.

Технологія машинобудування широко використовується практично у всіх галузях промисловості, в тому числі в авіаційній, автомобільній, верстатобудуванні у виробництві побутових приладів і машин, в інструментальній промисловості, приладобудуванні, радіопромисловості, в сільськогосподарському машинобудуванні, верстатобудуванні, судобудівництві, в тяжкому машинобудуванні, в електричній промисловості, енергетичному машинобудуванні.

Дослідницька робота з технології машинобудування присвячена розробці та оптимізації технологічного процесу виготовлення деталі «Вал».

Робота пов'язана з науковим напрямом кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства та виконана відповідно договору про співпрацю та договором про нерозголошення конфіденційної інформації та комерційної таємниці з ДП «Конструкторське бюро «Південне» ім. К.М.Янгеля».

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

1.3 Визначення типу виробництва

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

$$n_3 = \frac{2000}{250} \times 8 = 64 \text{ штук}$$

Приймаємо партію запуску деталей 65 штук

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний контроль креслення деталі та аналіз її на технологічність

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

При кількісній оцінці визначаємо наступні коефіцієнти:

- 1) Коефіцієнт точності.
- 2) Коефіцієнт шорсткості.
- 3) Коефіцієнт уніфікації .

Для визначення цих коефіцієнтів складаємо таблицю 2.1

Таблиця 2.1 – Точність розмірів та шорсткості поверхонь деталі

№ Пов.	Найменування та розміри поверхні	Квалітет точності	Граничні відхилення	Шорсткість, Ra, мм.
1	<u>Діаметри</u> Ø495	h12	(-0,25)	6,3
2	Ø480	r6	(+0,172) (+0,132)	3,2

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

	Ширина 32			
20	Глибина 24	H12	(+0,21)	3,2
21	Довжина 260	H14	(+1,3)	
22	<u>Отвори</u> Ø16	H9	(+0,043)	6,3
23	Ø20	H9	(+0,052)	6,3

1) Визначаємо коефіцієнт точності

Деталь вважається технологічною за точністю, якщо виконується умова:

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{cp}} \geq 0,8 \quad (2.1)$$

де T_{cp} – середній квалітет розмірів деталі

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \times n_i}{\sum n_i} \quad (2.2)$$

де n_i - кількість розмірів кожного квалітету

$$T_{cp} = \frac{14 \times 11 + 12 \times 3 + 9 \times 5 + 7 \times 1 + 6 \times 3}{23} = 11,39$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{11,39} = 0,92 > 0,8$$

0,912>0,8 – тобто за точністю деталь технологічна

2) Визначаємо коефіцієнт шорсткості

Деталь вважається технологічною за шорсткістю, якщо виконується умова:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{ср}} \leq 0,32 \quad (2.3)$$

де $Ш_{ср}$ – середня шорсткість

$$Ш_{ср} = \frac{\sum Ш_{ср} \times ni}{\sum ni} \quad (2.4)$$

$$Ш_{ср} = \frac{6,3 \times 14 + 3,2 \times 5 + 1,6 \times 4}{23} = 4,8$$

$$K_{ш} = \frac{1}{4,8} = 0,2 < 0,32$$

0,2<0,32 – тобто за шорсткістю деталь технологічна

3) Визначаємо коефіцієнт уніфікації

За коефіцієнтом уніфікації деталь вважається технологічною, якщо виконується умова:

$$K_y = \frac{Q_y}{Q_e} \geq 0,6 \quad (2.5)$$

де $Q_y = 25$ - число уніфікованих елементів

$Q_e = 25$ - число конструкційних елементів

$$K_y = \frac{23}{23} = 1 > 0,6$$

1>0,6 – тобто за коефіцієнтом уніфікації деталь технологічна

За всіма коефіцієнтами деталь вважається технологічною.

2.2 Вибір виду, методу отримання заготовки та його обґрунтування

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

$$m_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} \times \gamma \quad (2.7)$$

Де, $V_{\text{заг}}$ - загальний об'єм заготовки, см^3

$\gamma = 7,8$ – питома вага матеріалу для сталі 45, г/см^3

Розраховуємо об'єму заготовки

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D_1^2}{4} \times l_1 + \frac{\pi D_2^2}{4} \times l_2 + \frac{\pi D_3^2}{4} \times l_3 + \frac{\pi D_4^2}{4} \times l_4 - \frac{\pi D_5^2}{4} \times l_5 \quad (2.8)$$

$$V_{\text{заг}} = \frac{3,14 \times 46,6^2}{4} \cdot 15,26 + \frac{3,14 \cdot 48,6^2}{4} \cdot 28,22 + \frac{3,14 \cdot 50,1^2}{4} \cdot 17,4 \\ + \frac{3,14 \cdot 46,6^2}{4} \cdot 15,26 - \frac{3,14 \cdot 30,4^2}{4} \cdot 75,5 = 84224,7 \text{ см}^3$$

$$m_{\text{заг}} = 84224,7 \cdot 7,8 = 656952,66 \text{ гр} = 656,9 \text{ кг}$$

$$KBM = \frac{581,65}{656,9} = 0,88$$

0,88>0,6 – до даної деталі в умовах серійного виробництва коефіцієнт використання матеріалу задовільний.

Таблиця 2.2 – Розміри заготовки

Розміри деталі, мм	Шорсткість Ra, мкм	Припуск Z, мм	Розміри заготовки, мм	Допуск T, мм	Граничні відхилення, мм
Ø460	Ra1,6	3+3=6	Ø466	1,5	+3,0 -1,5
Ø480	Ra3,2	3+3=6	Ø486	1,5	+3,0 -1,5
Ø495	Ra6,3	3+3=6	Ø501	1,5	+3,0 -1,5
Ø460	Ra1,6	3+3=6	Ø466	1,5	+3,0 -1,5

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Рисунок 2.1 – Ескіз заготовки – поковка

2.3 Розробка маршруту механічної обробки деталі

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

№ опе р	Найменування операції, зміст переходу	Операційний ескіз	Обладнання
---------------	---	-------------------	------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

2.4 Встановлення операційних припусків, розмірів та допусків

Припуски під обробку обираємо з нормативних таблиць визначення операційних припусків.

Таблиця 2.4 - Загальні та операційні припуски

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

		6	Ø466	-	-1,5
	2. Точіння попер.	4,1	Ø461,9	h12	-0,63
	3. Точіння кінц.	1,1	Ø460,8	h10	-0,25
	4. Шліфування	0,8	Ø460	m6	+0,063 +0,023
2	Зовнішня поверхня обертання Ø480r6, Ra 3,2				
	1. Заготовка	6	Ø486	-	+3,0 -1,5
	2. Точіння попер.	4,9	Ø481,1	h10	-0,25
	3. Точіння кінц.	1,1	Ø480	r6	+0,172 +0,132

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Внутрішня поверхня обертання Ø320H7, Ra 1,0					
	1. Заготовка	6	Ø314	-	-2,7 +1,3
	2. Точіння попер.	4,1	Ø318,1	H14	+1,4
	3. Точіння кінц.	1,1	Ø319,2	H10	+0,23
	4. Шліфування	0,8	Ø320	H7	+0,057
6	Внутрішня поверхня обертання Ø310H12, Ra 6,3				
	1. Заготовка	6	Ø304	-	-2,7 +1,3
	2. Точіння попер.	4,9	Ø308,9	H14	+1,3
	3. Точіння кінц.	1,1	Ø310	H12	+0,52
7	Внутрішня поверхня обертання Ø310H9, Ra 3,2				
	1. Заготовка	6	Ø304	-	-2,7 +1,3
	2. Точіння попер.	4,9	Ø308,9	H11	+0,32
	3. Точіння кінц.	1,1	Ø310	H9	+0,13

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

розміри заготовки та припуски.

Заготовки

$$D_{\text{заг. max}} = 466 + 3 = 469 \text{ мм}$$

$$D_{\text{заг. min}} = 466 - 1,5 = 464,5 \text{ мм}$$

Попереднє точіння

$$D_{1 \text{ max}} = 461,9 \text{ мм}$$

$$D_{1 \text{ min}} = 461,9 - 0,63 = 461,27 \text{ мм}$$

Кінцеве точіння

$$D_{2 \text{ max}} = 460,8 \text{ мм}$$

$$D_{2 \text{ min}} = 460,8 - 0,25 = 460,55 \text{ мм}$$

Шліфування

$$D_{3 \text{ max}} = 460 + 0,063 = 460,063 \text{ мм}$$

$$D_{3 \text{ min}} = 460 + 0,023 = 460,023 \text{ мм}$$

Визначаємо припуски по переходам.

Попереднє точіння

$$Z_{1 \text{ max}} = D_{\text{заг. max}} - D_{1 \text{ min}} = 469 - 461,27 = 7,73 \text{ мм}$$

$$Z_{1 \text{ min}} = D_{\text{заг. min}} - D_{1 \text{ max}} = 464,5 - 461,9 = 2,6 \text{ мм}$$

Кінцеве точіння

$$Z_{2 \text{ max}} = D_{1 \text{ max}} - D_{2 \text{ min}} = 461,9 - 460,55 = 1,22 \text{ мм}$$

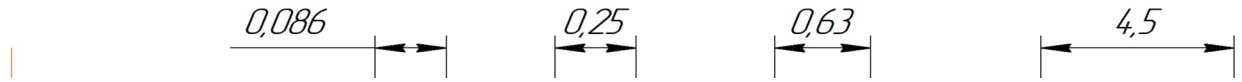
$$Z_{2 \text{ min}} = D_{1 \text{ min}} - D_{2 \text{ max}} = 461,27 - 460,8 = 0,47 \text{ мм}$$

Шліфування попереднє

$$Z_{3 \max} = D_{2 \max} - D_{3 \min} = 460,8 - 460,023 = 0,77 \text{ мм}$$

$$Z_{3 \min} = D_{2 \min} - D_{3 \max} = 460,55 - 460,063 = 0,48 \text{ мм}$$

Розташування полів припусків та міжопераційних допусків для найбільш точної поверхні наведено на схемі.



Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

$$U_{заг.мах} = 469$$

Рисунок 2.2 – Схема розташування операційних припусків

2.5 Докладна розробка одної операцій технологічного процесу

Операція 015 – Фрезерна з ЧПК

Обладнання : фрезерний з ЧПК мод. 6P13Ф3

Пристосування: призми, Г- образний зажим

Зміст операції наведено у таблиці 2.5

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

визначаємо розрахункову величину швидкості різання:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (2.6)$$

Де K_v -загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

K_v -загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

$$K_v = K_{Mv} * K_{Nv} * K_{Uv}, \text{ где} \quad (2.7)$$

K_{Mv} - коеф., що враховує якість оброблюваного матеріалу($K_{Mv} = 0.57$)

K_{Nv} - коеф., що враховує стан поверхні заготовки($K_{Nv} = 0.8$)

K_{uv} - коеф., що враховує стан поверхні інструмента ($K_{uv} = 1$)

Приймаємо по таблиці [Зс.286т.29]: значення стійкості інструменту і значення коефіцієнтів входять в формулу: $T=80$ мин; $C_v=46,7$; $q=0,45$; $x=0,5$; $y=0,5$; $u=p=0,1$; $m=0,33$; при $t=24$ мм; $B=32$ мм; $S_z=0,04$ мм/зуб.

$$V_p = \frac{46,7 \cdot 32^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 24^{0,5} \cdot 0,31^{0,5} \cdot 32^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,57 \cdot 0,8 \cdot 1 = 19,07 \text{ м/хв}$$

(2.8)

Визначимо число оборотів шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \tag{2.9}$$
$$n_p = \frac{1000 \cdot 19,07}{3,14 \cdot 20} = 303 \text{ об/хв.}$$

У нашому випадку застосовується верстат з безступінчатим регулюванням, тоді приймаємо число оборотів, рівне: $n=320$ об/мин;

Тоді швидкість різання дорівнює:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 320}{1000} = 20,09 \frac{\text{м}}{\text{хв}} \tag{2.10}$$

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Потужність, яку повинен забезпечити верстат:

$$N_c = N_{дв} \times \eta, \quad (2.15)$$

де $N_{дв}$ - потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт; η - механічний ККД.

$$N_c = 8 \times 0,75 = 6 \text{ кВт.}$$

Таким чином $N_e < N_c$

Нормування операції

Норма штучного часу - це норма часу на виконання обсягу роботи, що дорівнює одиниці нормування, на виконання технологічної операції:

$$T_{шт} = t_o + t_b + t_{обс} + t_{п}, \quad (2.16)$$

де t_o - основний час на операцію, хв; t_b - допоміжний час, хв; $t_{обс}$ - час обслуговування робочого місця, хв; $t_{п}$ - час на особисті потреби, хв.

Основний час на виконання переходу:

(Т + D) ;

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Підготовчо - заключний час включає в себе:

$$T_{п-з} = T_{п-31} + T_{п-32} + T_{п-33}, \quad (2.19)$$

де $T_{п-31}$ - час на прийоми увійшли до комплекс, $T_{п-31} = 12$ хв; $T_{п-32}$ - час додаткових робіт, $T_{п-32} = 7$ хв; $T_{п-33}$ - час на пробну обробку деталі, $T_{п-33} = 5$ хв.

$$T_{п-з} = 12 + 7 + 5 = 24 \text{ хв.}$$

Штучно - калькуляційний час:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + T_{п-з} / n_з, \quad (2.20)$$

де $T_{п-з}$ - підготовчо-заключний час на партію, хв; $N_з$ - розмір партії деталей, що запускаються у виробництво.

Розмір партії визначається по фактичним даними або розрахунком (при оцінці економічної ефективності):

$$N_з = P / S_n, \quad (2.21)$$

де P - річний випуск деталей, шт .;

S_n - число запусків на рік.

Для середнесерійного виробництва можна прийняти $S_n = 12$.

$$n_з = \frac{2000}{12} = 166$$

$$T_{ш-к} = 11,37 + \frac{24}{166} = 11,51 \text{ хв.}$$

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Пристосування, оснащення та ріжучий інструмент для верстата з ЧПК

Для обробки даної деталі був обраний токарно-фрезерний верстат «Doosan Puma MX2600ST»

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Можливості обробки

Максимальний діаметр обробки: 760 мм

Максимальна довжина обробки: 1540 мм

Рекомендований діаметр повороту: 255 мм

Максимальний діаметр обробки над станиною: 1000 мм

Максимальний діаметр обробки над супортом: 700 мм

Робочий діаметр стержня: 76 мм

Револьверна головка

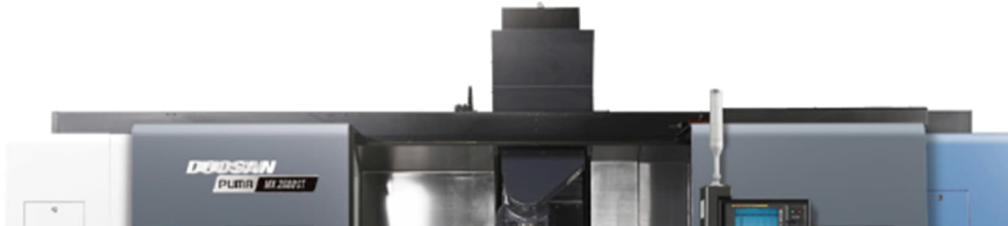
Розміри інструменту для зовнішньої обробки: 25x25 мм

Число інструментальних позицій: 12 шт.

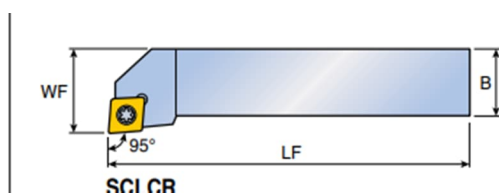
Макс. розмір розточувального бруса: 40 мм

Час індексування револьверної головки (1 станція поворотна): 0.2 сек.

Макс. швидкість обертового інструменту: 4000 об / хв



Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.



120408 MT	1.3-5.0	0.13-0.30
120412 MT	1.5-5.0	0.17-0.35

Оснастка: Клино-рейковий трикулачковий токарний патрон ROTA-S-plus 2.0

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

- SCLCR2525M12_CCMT1204MT
- PDJNR2020K15_DNMG150604MP
- A50U TCLNR12_CNMG120408EM
- S32T SVQBR16_VBMT160404FA
- TTIR50-6C-T14_TDC8

Фрези:

- Garant HSS-PM_22 ISO191250

Свердла:

- TCD140-144-16T3-5D
- TCD170-179-20T3-5D
- Garant HSS-E_12.5 ISO 112103

Мітчики:

- MTECB12118D39_2.0ISO

- MTECD1615E48_2.5ISO

3.2 Складання автоматизованої технології обробки деталі в обраній САМ-системі

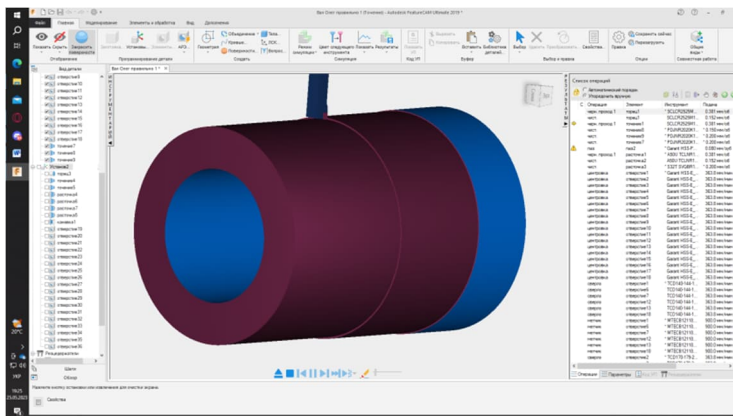
Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

автоматично. Тому САМ-система FeatureCAM ідеально підходить для програмування механообробки виробів серійного виробництва. Також можлива настройка САМ-системи шляхом завдання призначених для користувача оброблюваних елементів.

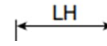
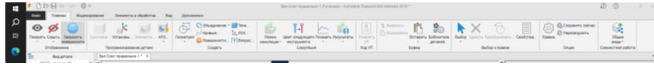
Токарна-фрезерна обробка. Модуль FeatureTURN / MILL дозволяє розробляти УП для обробки деталей за одну установку на токарних верстатах з приводним інструментом і токарно-фрезерних обробних центрах. Він включає всі можливості модулів FeatureTURN і FeatureMILLZED2.5D і може використовуватися для програмування позиційної обробки на токарних верстатах, оснащених приводним інструментом і / або С-і У-осями. Також підтримуються верстати с полярної інтерполяцією.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Оп.: 2 торці1 (чист.), Кріплення 1
П/С: 487 м/хв ЧС, 0.152 мм/об
Інстр:#1 (SCLCR2525M12_CCMT1204MT)
Час: 1:49.2



Оп.: 3 точіння 1 (чорн.), Кріплення 1
П/С: 365 м/хв ЧС, 0.381 мм/об
Інстр:#1 (SCLCR2525M12_CCMT1204MT)
Час: 20:22.3



Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

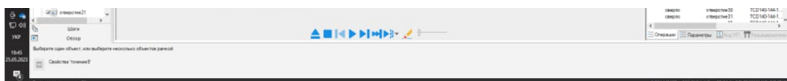


Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.



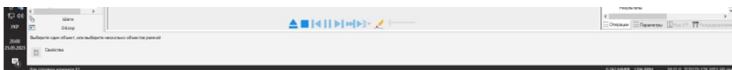
Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Оп.: 42 розточування 7 (чист.), Кріплення 2
П/С: 487 м/хв ЧС, 0.152 мм/об
Інстр:#3 (A50U TCLNR12_CNMG120408EM)
Час: 1:39.4

Оп.: 43 розточування 5 (чист.), Кріплення 2
П/С: 487 м/хв ЧС, 0.152 мм/об
Інстр:#4 (S32T SVQBR16_VBMT160404FA)
Час: 1:20.3

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.



Оп.: 76 отвір 19 (центрівка), Кріплення 2
П/С: 1497 об/хв, 0.243 мм/об
Інстр:#5 (Garant HSS-E_12.5 ISO 112103-повор. Z, 16.200 мм)
Центр: -200.000 мм 0.000 мм -1.500 мм
Глибина: 15.704 мм
Час: 0:19.5

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1 Дослідження конструкції та інженерний розрахунок деталі в SolidWorks Simulation

В даному розділі ми досліджуємо статичний розрахунок деталі «Вал», для шийки валу розміром $\text{Ø}460\text{mm} \times 150\text{mm}$, оскільки дана деталь працює на згин та кручення.

Дослідження проводимо в програмі Solid Works за допомогою модуля Solid Works Simulation

Інформація про модель. Вихідні данні:

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Властивості дослідження

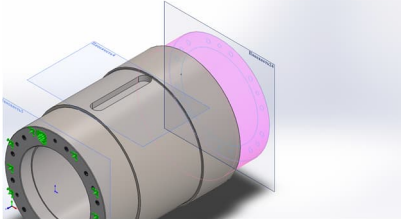
Ім'я дослідження	Статистичний 1
Тип аналізу	Статистичний
Тип сітки	Сітка на твердому тілі
Тепловий ефект:	Вкл
Термічний параметр	Включити теплові навантаження
Температура при нульовій нарузі	298 Kelvin
Включити ефекти тиску рідини із SOLIDWORKS Flow Simulation	Вимк
Тип вирішальної програми	FFEPlus
Вплив навантажень на власні частоти:	Вимк
М'яка пружина:	Вимк
Інерційне розвантаження:	Вимк
Несумісні параметри зв'язку	Авто
Великі переміщення	Вимк
Обчислити сили вільних тіл	Вкл
Тертя	Вимк
Використовувати адаптивний метод:	Вимк
Папка результатів	Документ SOLIDWORKS (C:\Users\Admin\OneDrive - Dnipro University of Technology\Робочий стіл\Диплом магістратура)

Одиниці

Система одиниць виміру:	СИ (MKS)
Довжина/Переміщення	mm
Температура	Kelvin
Кутова швидкість	Рад/сек
Тиск/напруга	N/m ²

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Результуючі сили				
Компоненти	X	Y	Z	Результуюча
Сила реакції (N)	-3,46781	0,746609	-0,0184018	3,54732
Реактивний момент(N.m)	0	0	0	0

Ім'я навантаження	Завантажити зображення	Завантажити дані
Обертальний момент-1		Об'єкти: 1 грани Довідковий: Грань< 1 > Тип: Прикласти крутний момент Значення: 1 000 N*m

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Результуючі сили

Сили реакції

Вибраний набір	Одиниці	Сума X	Сума Y	Сума Z	Результуюча
всей модели	N	-3,46781	0,746609	-0,0184018	3,54732

Моменти реакції

Вибраний набір	Одиниці	Сума X	Сума Y	Сума Z	Результуюча
всей модели	N.m	0	0	0	0

Сили вільних тіл

Вибраний набір	Одиниці	Сума X	Сума Y	Сума Z	Результуюча
всей модели	N	-0,116719	0,0699521	-0,18471	0,229422

Моменти вільних тіл

Вибраний набір	Одиниці	Сума X	Сума Y	Сума Z	Результуюча
всей модели	N.m	0	0	0	1e-33

Результати дослідження

Ім'я	Тип	Мін	Макс
Напруга1	VON: Напруга Von Mises	4,838e+01N/m ² Вузол: 32489	5,625e+04N/m ² Вузол: 50113

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

6,204e+4

ає
ій

напрузі. У більшості випадків, межа пластичності використовується як гранична напруга. Однак, програма дозволяє використовувати граничне розтягування або задавати свою граничну напругу.

Ім'я	Тип	Мін	Макс
Переміщення1	URES: Результативне переміщення	0,000e+00mm Вузол: 217	5,367e-05mm Вузол: 874

Имя модели: Вал полый без зубьев
Название исследования: Статический 1 (-По умолчанию-)

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Ім'я	Тип	Мін	Макс
Деформація1	ESTRN: Еквівалентна деформація	9,053e ⁻¹⁰ Елемент: 6743	2,354e ⁻⁷ Елемент: 16755

Имя модели: Вал полый без зубьев
Название исследования: Статический 1(-По умолчанию-)

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Отже, виконавши статичний розрахунок деталі «Вал» для шийки валу розміром $\text{Ø}460\text{тб} \times 150\text{мм}$, можна бути впевненим, що деталь жорстка і міцна, щоб витримати достатній крутний момент і не деформуватися.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Після викладу розділів випускної кваліфікаційної роботи бакалавра зробимо висновки про виконану роботу в наступному:

- в аналітичному розділі проведено опис конструкції та службове призначення деталі, проведено аналіз креслень конструкцій деталі «Вал» метою визначення якісної оцінки технологічності конструкцій та визначення коефіцієнта уніфікації деталі, що представляє собою кількісну оцінку технологічності конструкцій деталі;

- в технологічному розділі визначається тип виробництва і форма організації технологічного процесу виробництва деталі, вибирається і економічно обґрунтовується спосіб отримання заготовок, розробляється маршрут обробки деталей, визначаються режими різання. У розробленому маршруті обробки деталей досягли вищої точності і зниження основного технологічного часу за рахунок раціональної послідовності обробки деталі на верстаті з ЧПК;

- в спеціальному розділі виконано вибір пристосування, оснащення та ріжучий інструмент для верстата з ЧПК та програмування технології автоматизованої обробки деталі у FeatureCAM системі з отриманням керуючого коду для верстата з ЧПК.

- в науково-дослідницькому розділі виконано статичний розрахунок деталі у SolidWorks Simulation з отриманням даних про деформації, надані практичні рекомендації щодо поліпшення конструкції деталі та зміни геометрії, які потрібно відобразити на робочому кресленнику.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Довідник користувача ЄКТС [Електронний ресурс]. <https://kpi.ua/files/ECTS.pdf> (дата звернення: 04.11.2017).
2. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
3. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.
4. Залога В.О., Зінченко Р.М.. Система "PowerShape". Основи 3D моделювання: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві". Суми : Сумський держ ун-т, 2009.
5. Залога В.О., Зінченко Р.М. Система "PowerShape" Поверхневе моделювання: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні технології у

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.