

**Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу**

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Веселовський Роман Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: «Технологічний процес виготовлення деталі «Вал Т-01.82307.40».

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Веселовський Р.М.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Костюк Н.О. доц. каф. КМВ

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В.Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м.Івано-Франківськ-2025 рік

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологічний процес виготовлення деталі «Вал Т-01.82307.40» для умов серійного типу виробництва»

Розрахунково-пояснювальна записка: сторінок, рисунків, таблиць, посилань, аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: аркуші формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “ Вал Т-01.82307.40”.

Мета роботи – розробити раціональний та ефективний технологічний процес виготовлення деталі типу "вал" для умов серійного виробництва, враховуючи сучасні вимоги до точності, якості обробки та економічної доцільності.

У ході виконання роботи було здійснено аналіз конструктивних і технологічних особливостей заданої деталі з метою оцінки її придатності до виготовлення. Обрано найбільш доцільну форму заготовки та визначено оптимальний метод її отримання. Розроблено послідовність технологічної обробки із застосуванням сучасного металообробного обладнання, включаючи верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК).

З метою забезпечення точного та надійного закріплення деталі під час обробки було спроектовано спеціальний верстатний пристрій. Проведено розрахунок необхідної сили затиску та перевірено умови надійності кріплення за критеріями міцності.

У додатках представлено повний комплект технічної документації, включаючи креслення, маршрутні та налагоджувальні карти, які забезпечують можливість упровадження розробленого технологічного процесу у виробничі умови.

Отримані результати мають практичне значення та можуть бути впроваджені на підприємствах машинобудівної галузі для виготовлення деталей типу «вал», що сприятиме підвищенню точності обробки, зменшенню виробничих витрат і забезпеченню стабільності технологічного процесу.

Ключові слова: *інструмент, припуск, пристрій, верстат, точність, сила затиску, заготовка, моделювання, вал, механічна обробка, технологічний процес.*

Студент: Веселовський Р.М.

SUMMARY

of the bachelor's qualification thesis: "Technological Process for Manufacturing the Part "Shaft T-01.82307.40" for serial Production Conditions"

Explanatory and Calculative Report: ___ pages, ___ figures, ___ tables, ___ references, ___ A4 appendix sheets.

Graphic Part: ___ A1-format sheets.

Object of research – the technological process of mechanical treatment.
Subject of research – the part "Shaft T-01.82307.40".

Purpose of the work – to develop a rational and efficient technological process for manufacturing a shaft-type part under serial production conditions, taking into account modern requirements for accuracy, processing quality, and economic feasibility.

During the course of the work, an analysis of the design and technological features of the specified part was carried out to assess its manufacturability. The most appropriate blank shape and the optimal method for obtaining it were selected. A technological processing sequence was developed using modern metal-cutting equipment, including CNC (Computer Numerical Control) machines.

To ensure precise and reliable fixation of the part during machining, a special machine fixture was designed. The required clamping force was calculated, and the reliability of the fixation was verified based on strength criteria.

The appendices include a complete set of technical documentation, including drawings, route and setup cards, which ensure the implementation of the developed technological process in production conditions.

The obtained results have practical value and can be implemented at machine-building enterprises for the manufacturing of shaft-type parts, contributing to improved processing accuracy, reduced production costs, and enhanced stability of the technological process.

Keywords: tool, machining allowance, fixture, machine tool, accuracy, clamping force, blank, modeling, shaft, mechanical treatment, technological process.

Student: Veselovskyi R.M.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Костюк Н. О. доц. каф. КМВ		
2	Костюк Н. О. доц. каф. КМВ		
3	Костюк Н. О. доц. каф. КМВ		
4	Костюк Н. О. доц. каф. КМВ		

7. Дата видачі завдання 25.02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз		
2	Проектування технології виготовлення деталей		
3	Проектування технологічної оснастки		
4	Створення програми для обчислення швидкості різання		
5	Пояснювальна записка		
6	Графічна частина		

Студент

(підпис)

Веселовський Р.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Костюк Н. О.

(прізвище та ініціали)

Зміст

	Вступ	7
1	Технологічна частина	8
1.1	Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі	8
1.1.1	Опис призначення деталі і її функції у вузлі	8
1.1.2	Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення	10
1.2	Аналіз технологічності конструкції деталі	13
1.2.1	Методи обробки кожної поверхні для досягнення заданої точності і шорсткості	15
1.3	Визначення програми випуску деталей	17
1.4	Вибір способу отримання заготовки	19
1.5	Розробка маршруту обробки деталі	23
1.6	Призначення припусків на механічну обробку поверхонь	25
1.6.1	Розрахунок припусків на механічну обробку	25
1.6.2	Розрахунок режимі різання та норм часу	27
1.7	Розрахунок режимів різання і основного часу	32
1.8	Технічне нормування операцій	34
2.	Конструкторська частина	35
2.1	Пристрій для механічної обробки	35
2.1.1	Опис призначення, конструкції і принципу роботи пристрою	35
2.1.2	Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої	36
2.1.3	Вибір типу затискача та його конструктивних розмірів	38
2.1.4	Розрахунок пристрою на міцність	39
2.2	Розрахунок різального інструменту	40
2.3	Розрахунок контрольного пристрою	43
3	Створення програми для розрахунку швидкості різання	44
	Висновки	
	Перелік використаних джерел	
	Додатки	

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ			
Змни	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Веселовський			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Костюк Н. О.					6	
Реценз.						ІФНТУНГ		
Н. Контр.		Костюк Н. О.						
Затверд.		Панчук В. Г.						

Вступ

У сучасних умовах розвитку машинобудування зростають вимоги до якості, надійності та економічності виготовлення деталей. Однією з ключових ланок у досягненні цих показників є технологічна підготовка виробництва, яка забезпечує оптимальний процес виготовлення продукції з урахуванням типу виробництва, конструктивних особливостей деталі та техніко-економічних показників.

Вал Т-01.82307.40 є відповідальною деталлю, яка виконує функцію передавання обертального моменту в механізмах, що потребує високої точності, міцності та довговічності. Для його виготовлення в умовах середньосерійного виробництва необхідно обґрунтувати вибір заготовки, розробити раціональний маршрут механічної обробки, підібрати оптимальні режими різання, забезпечити якість обробленої поверхні та дотримання допусків.

Розробка технологічного процесу виготовлення такої деталі спрямована на підвищення продуктивності, зниження собівартості та забезпечення стабільної якості продукції. Важливу роль у цьому відіграє застосування сучасних методів нормування, автоматизованих систем проектування (CAD/CAM), а також технічне обґрунтування кожної операції обробки.

Мета цієї бакалаврської роботи — розробити ефективний технологічний процес виготовлення деталі «Вал Т-01.82307.40» відповідно до вимог середньосерійного типу виробництва з урахуванням сучасних технологічних підходів і стандартів обробки.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологічна частина

1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі

1.1.1 Опис призначення деталі і її функції у вузлі

Деталь «Вал Т-01.82307.40» виготовляється із легованої конструкційної сталі марки 40Х, яка завдяки своїм фізико-механічним властивостям цілком відповідає функціональному призначенню даної деталі. Сталь 40Х має високу зносостійкість, гарні характеристики міцності та здатна працювати в умовах динамічних навантажень, що робить її оптимальним вибором для валів, які передають крутний момент.

На поверхні вала передбачено декілька функціональних ділянок із підвищеними вимогами до точності та шорсткості. Зокрема, виконані точні циліндричні поверхні діаметром $\varnothing 65_{k6}$ мм із шорсткістю Ra 1,25 мкм, які, на мою конструктивну думку, призначені для встановлення підшипників кочення. Забезпечення високої точності посадки необхідне для надійної та довговічної роботи вузла обертання.

Ще одна важлива поверхня діаметром $\varnothing 82_{k7}$ мм виконує функцію посадкового місця для встановлення шестерні. Передача крутного моменту в цьому вузлі здійснюється через шпонкове з'єднання. Для цього у тілі вала передбачено шпонковий паз розміром 22N9 мм завдовжки 70 мм, який забезпечує точне встановлення шпонки та надійне з'єднання із шестернею.

Крім того, на валі виконано дві паралельні оброблені площини шириною 71 мм, які забезпечують монтаж деталі типу "вилка". Ця вилка виконує поворотні рухи навколо осі вала, тим самим забезпечуючи передачу обертового руху або фіксацію в певному положенні в залежності від конструкції механізму.

На правому торці вала передбачений різьбовий отвір М8, який служить для фіксації елементів захисту, зокрема, кріплення кришки. Такий конструктив забезпечує додатковий захист елементів механізму від пилу, бруду або потрапляння сторонніх предметів у робочу зону.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

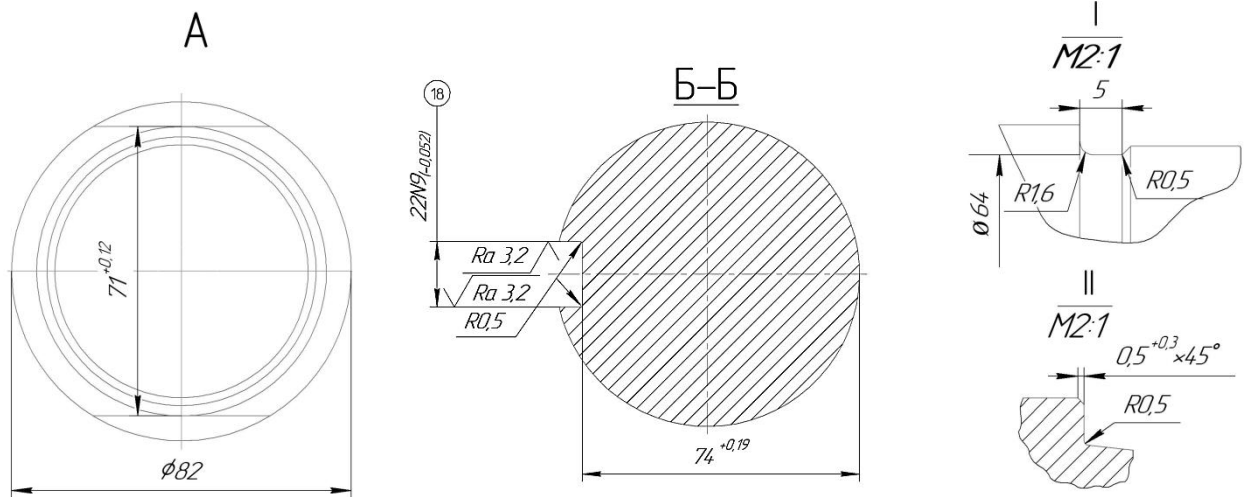
Під час конструювання та виготовлення деталей типу валів особливу увагу приділяють забезпеченню геометричної точності, шорсткості робочих поверхонь, а також правильному взаємному розміщенню поверхонь, які беруть участь у з'єднаннях. Це критично важливо для забезпечення надійної роботи механізмів, зниження зносу, зменшення втрат на тертя та підвищення загальної довговічності вузлів.

У деталі «Вал Т-01.82307.40» точність виготовлення та взаємне розташування окремих поверхонь визначаються умовами експлуатації та способом монтажу елементів, які взаємодіють із валом. Посадкові поверхні під підшипники та шестерню мають підвищені вимоги до точності та шорсткості, оскільки вони забезпечують правильну геометрію з'єднання та мінімізують люфти. Взаємне розміщення цих поверхонь має визначальне значення для центрування обертових частин і точного передавання крутного моменту.

Таблиця 1.1.3- Технічні характеристики деталі «Вал Т-01.82307.40»

№ пов.	Геометрична форма, профіль поверхні	Службове призначення (функції) поверхні	Розмір, допуск, квалітет	Точність форми і розміщення	Шорсткість
1	Фаска	Технологічна поверхня	2×45°	—	Rz1,25
2	Торець	Вільна поверхня	2×45°	—	Rz40
3	Зовнішня циліндрична поверхня	Основна конструкторська база	$^{+0,023}$ Ø65 $^{+0,003}$ L=39	—	Rz1,25
4	Фаска	Технологічна поверхня	45°	—	Rz1,25
5	Канавка	Вільна поверхня	$^{+0,030}$ Ø64 $^{+0,011}$ L=5	—	Rz1,25
6	Зовнішня циліндрична поверхня	Вільна поверхня	$^{+0,021}$ Ø70 $^{+0,002}$ L=21	—	Rz1,25
7	Площини	Технологічна поверхня	$^{+0,12}$ 70	—	Rz40

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ		Арк.
							10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



1. HB 241-269

2. Невказані граничні відхилення розмірів:

H14; h14; $\pm \frac{IT_{14}}{2}$.

Рисунок 1 – Ескіз деталі із винесеною нумерацією поверхонь.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

1. Аналіз технологічності деталі - «Вал Т-01.82307.40» по параметру «можливість виготовлення заготовки»

Одним із ключових аспектів оцінки технологічності конструкції деталі є її відповідність вимогам економічно доцільного виготовлення заготовки. Параметр «можливість виготовлення заготовки» визначає, наскільки раціонально підібрані матеріал і метод отримання початкової форми деталі з точки зору витрат матеріальних, трудових та енергетичних ресурсів. Крім того, він враховує відповідність обраного способу виготовлення умовам виробництва, обсягу випуску, вимогам до якості готової деталі, а також експлуатаційним характеристикам.

Для забезпечення високої технологічності за цим параметром при розробці деталі «Вал Т-01.82307.40» було прийнято рішення використовувати конструкційну леговану сталь 40Х. Цей матеріал поєднує в собі високу міцність, зносостійкість та добрі оброблювані властивості, що робить його придатним для виготовлення деталей відповідального призначення, зокрема валів, які працюють в умовах змінного навантаження.

Заготівлю для даної деталі доцільно виготовляти методом гарячої штамповки, особливо з огляду на її геометричну конфігурацію, наближену до деталей типу «тіло обертання». Штамповка дозволяє отримати заготовку, максимально наближену до контурів готового виробу, що істотно зменшує обсяг припусків на механічну обробку, знижує витрати матеріалу та трудомісткість виготовлення. Такий підхід є особливо ефективним у виробництві, коли важливо поєднати якість з економічною доцільністю.

Згідно з вимогами стандарту ДСТУ 7505-89, сталь 40Х належить до другої групи оброблюваності, оскільки вміст вуглецю в її хімічному складі становить від 0,35% до 0,65%. Це забезпечує добру здатність до гарячого деформування, зокрема під час штампування, що додатково підтверджує доцільність вибраного способу виготовлення заготовки.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У підсумку можна зробити висновок, що за параметром «можливість виготовлення заготовки» конструкція деталі «Вал Т-01.82307.40» є технологічно обґрунтованою та задовільною. Обрані матеріал і метод формування заготовки відповідають сучасним вимогам до якості, економічності та ефективності виробництва, а також забезпечують належні умови для подальшої механічної обробки і надійної експлуатації виробу.

2. Аналіз технологічності деталі по параметру уніфікації

Коефіцієнт уніфікації розраховується за відповідною методикою і позначається як K_u . Для деталі «Вал Т-01.82307.40» коефіцієнт уніфікації становить:

$$K_u = \frac{Q_n}{Q} \quad K_u = \frac{102}{112} = 0.91$$

$$\text{Умова: } (0.9 > 0.6)$$

Цей показник суттєво перевищує мінімально допустиме значення, яке вважається прийнятним для технологічної деталі — 0,6. Таким чином:

$$K_u = 0,91 > 0,6$$

Це свідчить про високий ступінь уніфікації конструкції: в деталі використано типовий матеріал (сталь 40Х), стандартні посадочні та різьбові елементи, а також застосовано типові конструктивні рішення, характерні для деталей обертового типу (валів). Крім того, розміри окремих елементів вала відповідають загальноприйнятим стандартам, що спрощує виготовлення, ремонт та заміну елементів у разі необхідності.

Отже, на основі отриманого коефіцієнта $K_u = 0,91$, можна зробити висновок, що конструкція деталі є технологічною за параметром уніфікації, що позитивно впливає на виробничу доцільність та економічну ефективність її виготовлення.

3. Аналіз технологічності деталі по параметру точності показників важкості виготовлення деталі

Для деталі «Вал Т-01.82307.40» значення коефіцієнта визначено за формулою:

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

призначенням деталі: точні посадки і якість поверхонь необхідні для забезпечення надійної та безпечної роботи механізму.

Таким чином, хоча коефіцієнт $K_{ш} = 0,18$ вказує на високу складність обробки, це не є недоліком конструкції, а результатом підвищених експлуатаційних вимог, які зумовлюють відповідний рівень точності та якості поверхонь.

Висновок. Проведений аналіз конструкції деталі «Вал Т-01.82307.40» за основними технологічними параметрами показав, що дана деталь є в цілому технологічною та придатною для виготовлення в умовах виробництва.

Значення коефіцієнтів технологічності:

- Коефіцієнт уніфікації $K_u = 0,91$ — свідчить про високий рівень стандартизації конструкції;
- Коефіцієнт точності $K_T = 0,87$ — вказує на допустимий рівень складності виготовлення;
- Коефіцієнт шорсткості $K_{ш} = 0,18$ — демонструє підвищену трудомісткість при досягненні необхідної якості поверхонь, однак це обумовлено функціональними вимогами.

Отже, хоча окремі елементи деталі потребують високої точності та чистоти обробки, загалом конструкція відповідає вимогам до технологічності. Вона дозволяє забезпечити надійність роботи деталі у складі механізму та досягти необхідного ресурсу за умови правильного вибору обладнання та технологічного процесу.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.1 Проводимо розрахунок річної програми випуску деталей

Сумарний штучний час

$$\sum T_{штк} = 1,779 + 2,088 + 1,792 + 1,979 + 1,634 + 3,060 + 1,476 = 13,808 \text{ хв.}$$

Середній штучний час

$$T_{шт.сер} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{12,028}{6} = 2,005 \text{ хв.}$$

Такт випуску деталей

$$t_e = k_3 \cdot T_{шт.сер} = 10 \cdot 2,005 = 20,05 \text{ хв}$$

де k_3 – коефіцієнт закріплення операцій, для одиночного виробництва

$$5 \leq k_3 \leq 15, \text{ приймаємо } k_3 = 10$$

Річна програма випуску деталей

$$N = \frac{F \cdot 60}{t_e} = \frac{4029 \cdot 60}{20,05} = 12056 \text{ шт}$$

де F_δ – дійсний річний фонд робочого часу устаткування; $F_\delta = 4029 \text{ год.}$

1.3.2 Проводимо розрахунок кількості деталей в партії

Періодичність запуску виробів $a=3$ днів.

Число робочих днів у році $F = 251$ днів.

Розрахунок кількості деталей в партії

$$n_\delta = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{12056 \cdot 3}{251} = 144,096 \quad \text{Приймаємо } n_\delta = 145$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей

$$C = \frac{T_{шт.сер} \cdot n_\delta}{480 \cdot 0,8} = \frac{2,005 \cdot 145}{480 \cdot 0,8} = \frac{290,725}{384} = 0,76 \text{ змін,}$$

де 480 – дійсний фонд часу робочого обладнання за зміну, хв;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному

виробництві. Прийнята кількість змін $C_{np} = 2$.

Прийнята кількість деталей в партії

$$n_\delta = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{шт.сер}} = \frac{2 \cdot 480 \cdot 0,8}{2,005} = 383 \quad \text{Приймаємо } n_\delta = 385 \text{ шт.}$$

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Вибір способу отримання заготовки

Вибір методу отримання заготовки залежить від ряду факторів:

- *Геометрія деталі:* Якщо деталь має форму, наближену до циліндра (як вал) або обертального тіла, це дозволяє застосувати як прокат, так і штамповку. При цьому, штамповка дозволяє досягти майже готової, що зменшує обсяг подальшої обробки.
- *Виробничий обсяг:* В умовах одиничного або дрібносерійного виробництва штамповка може бути економічно вигіднішою, оскільки дозволяє скоротити підготовчі операції та знизити витрати на механічну обробку.
- *Матеріальні та технологічні можливості:* Легована сталь, наприклад 40Х, має добру здатність до гарячої деформації, тому як гарячий прокат, так і штамповка забезпечують необхідну пластичність матеріалу. Водночас штамповка дає змогу сформуванню заготовки, яка максимально наближена до остаточної форми деталі.

Порівняння технологій прокату та штамповки.

Прокат

Переваги:

- Забезпечує високі механічні властивості за рахунок збільшення зернистості матеріалу.

- Придатний для масового виробництва великих деталей.

- Забезпечує рівномірну структуру матеріалу.

Недоліки:

- Часто вимагає додаткової механічної обробки (точіння, фрезерування) для досягнення кінцевої геометрії, що збільшує витрати матеріалу та робочий час.

- Виробничий цикл може бути довшим через кілька послідовних операцій.

Штамповка

Переваги:

- Дає можливість отримати заготовку, максимально наближену до кінцевої форми, що дозволяє зменшити або навіть усунути подальшу обробку.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Зниження виробничих витрат за рахунок меншої кількості технологічних операцій.

- Ефективне використання матеріалу завдяки високому коефіцієнту використання.

Недоліки:

- Може бути обмеженою для дуже складних геометрій або великих деталей.
- Вимагає високоточних штампів та пресового обладнання, що може бути дорогим при налаштуванні, особливо для невеликих обсягів виробництва.

Висновок щодо порівняння:

Для деталей, де важливим критерієм є мінімізація обробних припусків і підвищення ефективності використання матеріалу, штамповка є більш доцільною технологією. Це підтверджується й розрахунковими показниками: за допомогою штамповки можна отримати заготовки з високим коефіцієнтом використання матеріалу, що суттєво знижує витрати на подальше механічне оброблення та зменшує відходи.

У випадку ж із застосуванням прокату переваги проявляються у виробництві великих партій, коли можливе використання додаткових операцій для досягнення необхідних механічних властивостей, хоча це супроводжується збільшеним матеріальним відходом та витратами на обробку.

Розраховуємо два методи отримання заготовок прокат та штамповку.

Початкові дані:

Матеріал : сталь 40Х ГОСТ 4543-71;

Густина : $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$;

1. Прокат. Заготовка з круглого прокату $\varnothing 100$ мм ;

1. Об'єм заготовки: $V = \pi r^2 L = 3.14 \cdot 50^2 \cdot 312 = 2449200 \text{ мм}^3$

2. Маса заготовки: $m = V_1 \cdot \rho = 2449,200 \cdot 7,800 = 19103 \text{ г} \approx 19,1 \text{ кг}$

3. Коефіцієнт використання матеріалу: $K_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{10,9}{19,1} = 0.57$;

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки по базовому варіанті коефіцієнт використання матеріалу становить 0.57, то розрахуємо коефіцієнт використання матеріалу для проектного варіанту заготовки.

2. Штамповка- (Згідно ДСТУ 7505-89 Поковка)

Розрахункова маса поковки

діаметральні розміри

$$82+1,5\cdot 2=85 \text{ мм};$$

$$70+1,2\cdot 2=72,4 \text{ мм};$$

лінійні розміри

$$179+1,5\cdot 2=182 \text{ мм};$$

$$63,5+1,5=65 \text{ мм};$$

$$307+1,5\cdot 2=310 \text{ мм}$$

Технічні вимоги згідно ДСТУ 1208-90

1. Визначаємо об'єм заготовки:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 ;$$

$$V_1 = \pi r^2 L = 3.14 \cdot 36,5^2 \cdot 65 = 271912 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \pi r^2 L = 3.14 \cdot 42,5^2 \cdot 182 = 1032235 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \pi r^2 L = 3.14 \cdot 36,5^2 \cdot 63 = 259231 \text{ мм}^3$$

$$V = 271912 + 1032235 + 259231 = 1563378 \text{ мм}^3 ;$$

2. Визначаємо масу заготовки

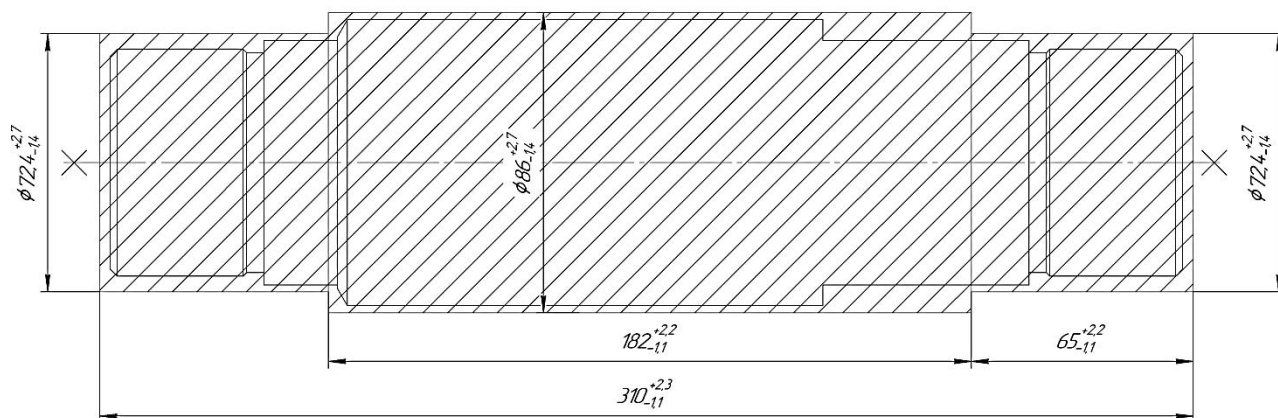
$$m = V \cdot \rho = 1563,378 \cdot 7,800 = 12194 \text{ г} \approx 12,194 \text{ кг}$$

3. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{10,9}{12,194} = 0,89$$

Виконуємо ескіз заготовки.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1. Н14, h14, $\pm t_2/2$.
2. Технічні вимоги згідно ДСТУ 1208-90.

Рис. Ескіз заготовки (штамповка)

Порівняльну характеристику заготовок заносимо в таблицю.

Порівнювання базового і альтернативного варіантів отримання заготовок.

<i>Круглий прокат</i>	<i>Штамповка</i>
<i>Маса заготовки довжиною 1м:</i>	
$m_z = 19,1;$	$m_z = 12,194;$
<i>Маса деталі:</i>	
$m_d = 10,9;$	$m_d = 10,9;$
<i>Коефіцієнт використання матеріалу на 1м заготовки:</i>	
$K_{BM} = 0,57;$	$K_{BM} = 0,89;$

Порівняння двох технологій — прокату та штамповки — демонструє, що для деталей, де критичними є точність форми та зниження обробних припусків (як у випадку з деталлю «Вал Т-01.82307.40»), штамповка є більш оптимальним вибором, оскільки вона забезпечує високу ефективність використання матеріалу (0,89) та зменшує загальні виробничі витрати.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6. Розробка операційної технології
1.6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку
і визначення технологічних розмірів.

Таблиця 7.1 – Характеристики для обробки вала $\varnothing 65k7$ ($^{+0.028}_{+0.003}$)

Технологічні операційні переходи	Елементи припусків, мкм			2Zmin (мкм)	Розрахунковий розмір, d_p , мм	Допуск, δ , мкм	Граничні розміри		Граничні припуски	
	R_z	T	ρ				d_{max}	d_{min}	$2z_{max}^{pp}$	$2z_{min}^{pp}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Заготівельна	150	250	1300		72,07	600	72,1	72,7		
Чорнове точіння	50	50	78	2*1300	66,78	190	66,81	67	5700	5250
Чистове точіння	30	30	52	2*178	65,426	74	65,426	65,5	1500	1380
Чистове шліфування	5	15		2*112	65	25	65	65,003	420	470

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}$$

де $\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k \cdot l)^2 + (\Delta_k \cdot d)^2} = \sqrt{(0,12 \cdot 39)^2 + (0,12 \cdot 65)^2} = 9,1$ мкм

$\rho_{см} = 1300$ мкм Δ_k – табл. 4.8 ст 71[]

$$\rho_z = \sqrt{9,1^2 + 1300^2} = 1300 \text{ мкм}$$

$\rho_1 = 0,06 \cdot 1300 = 76$ мкм $\rho_2 = 0,04 \cdot 1300 = 52$ мкм

Розраховуємо min, max діаметри:

$$d_{чист.шліф.min} = 65 + 0.003 = 65.003 \text{ мм}$$

$$d_{чист.шліф.max} = 65 + 0.028 = 65.028 \text{ мм}$$

$$d_{чист.точ.min} = 65,5 + (-0.074) = 65.426 \text{ мм}$$

$$d_{чист.точ.max} = 65,5 \text{ мм}$$

$$d_{чорн.точ.min} = 67 + (-0.19) = 66,81 \text{ мм}$$

$$d_{чорн.точ.max} = 67 \text{ мм}$$

$$d_{z.min} = 72,4 + (-0,3) = 72,1 \text{ мм}$$

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк. 25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{z,max}=72,4+0,3=72,7\text{мм}$$

Визначаємо min, max припуски:

$$2Z_{min}=d_{чист.точ.min}-d_{чист.шлиф.min}=65,426-65,003=0,42\text{мм}$$

$$2Z_{max}=d_{чист.точ.max}-d_{чист.шлиф.max}=65,5-65,028=0,47\text{мм}$$

$$2Z_{min}=d_{чорн.точ.min}-d_{чист.точ.min}=66,81-65,426=1,38\text{мм}$$

$$2Z_{max}=d_{чорн.точ.max}-d_{чист.точ.max}=67,00-65,5=1,5\text{мм}$$

$$2Z_{min}=d_{z.min}-d_{чорн.точ.min}=72,1-66,81=5,25\text{мм}$$

$$2Z_{max}=d_{z,max}-d_{чорн.точ.max}=72,7-67,00=5,7\text{мм}$$

$$\sum 2Z_{min}=0,42+1,38+5,25=7,05\text{мм}$$

$$\sum 2Z_{max}=0,47+1,5+5,7=7,67\text{мм}$$

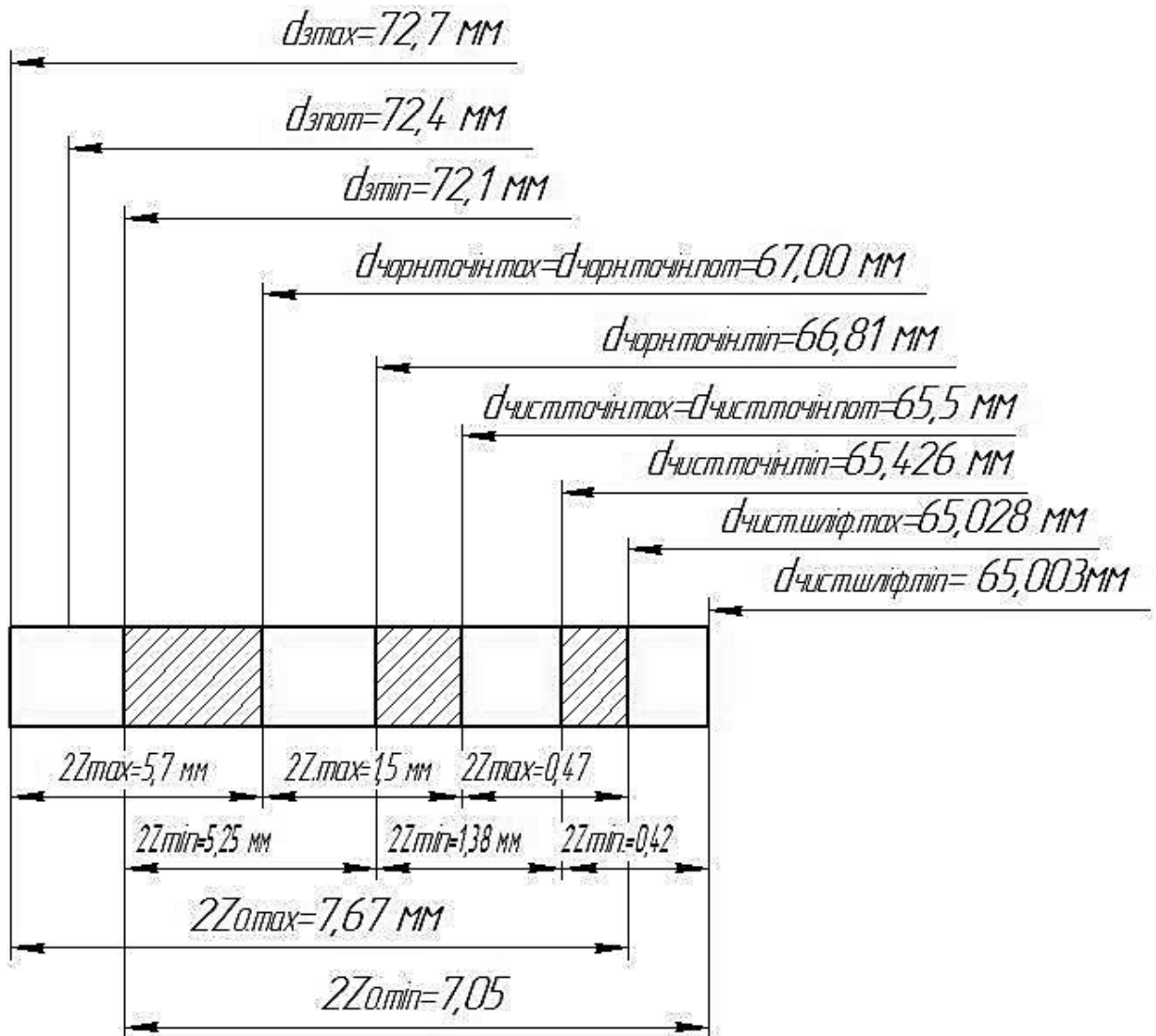


Рис.7.1 – Схема розташування полів допусків і припусків на обробку поверхні

вала $\text{Ø}65\text{к}7 \left(\begin{matrix} +0,028 \\ +0,003 \end{matrix} \right)$

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

1.6.2. Розрахунок режимів різання та норм часу

Визначення режимів різання.

Визначення нормативним методом режимів різання для токарної операції з ЧПК 015(підпункт 1).

Початкові дані:

- розміри поверхні: діаметр поверхні $d = 84$ мм, довжина обробки $l = 177$ мм;
- верстат: токарний з ЧПК;
- деталь: «Вал Т-01.82307.40»;
- інструмент: різець токарний 2103-0007 ГОСТ 18879-73;
- матеріал різальної частини: швидкорізальна сталь Т15К10;
- оброблюваний матеріал: Сталь 40Х ГОСТ4543-71;
- ($\sigma_B = 1000$ МПа; $HB = 250$).

I Визначаю глибину різання $t_{свер.} = \frac{d_3 - d_l}{2} = \frac{85 - 84}{2} = 0,5$ мм;

II Визначаю величину подачі: $S_{мабл.} = 1,0$ мм/об (с.266, табл.11,[4]).

III Визначаю швидкість різання за емпіричною формулою $v = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$;

$$K_{mp} = \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$$

$n_v = 1,0$ (с.262, табл.2,[4]);

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{1000} \right)^{1,0} = 0,75$$

$K_{iv} = 1,0$ (с.263, табл.6,[4]); $K_{nv} = 0,9$ (с.263, табл.5,[4]);

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{nv} = 0,75 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,675$$

$C_v = 340$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,2$ (с.269, табл.17, [4]).

Період стійкості інструменту $T = 60$ хв.

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,0^{0,45} \cdot 0,5^{0,15}} \cdot 0,675 = 112,28 \text{ м/хв.}$$

IV Визначаю частоту обертання шпинделя

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 112,28}{3,14 \cdot 84} = 425,69 \text{ хв}^{-1}.$$

Коректую знайдені оберти шпинделя згідно паспорту верстата і приймаю, що $n_d = 400 \text{ хв}^{-1}$ (с.374, [5]).

$$V \text{ Визначаю дійсну швидкість різання } v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 84 \cdot 400}{1000} = 105,5 \text{ м/хв}.$$

Розрахунок сили різання при точінні. Визначаємо складові сили різання P_z, P_y, P_x ;

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

6.1 Визначаємо тангенційну складову сили різання P_z ;

Вибираємо коефіцієнти $C_p = 300$; $X_p = 1,0$; $Y_p = 0,75$; $n_p = -0,15$; ([2], стор. 273, т.22);

Поправочний коефіцієнт C_p який враховує фактичні умови різання рівний

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^{n_v} = \left(\frac{750}{1000} \right)^{0,75} = 0,81 \quad ([2], \text{ стор. 264, т.9});$$

$$n_p = 0,75; ([2], \text{ стор. 264, т.9});$$

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,25; K_{\lambda p} = 1,0; \quad ([2], \text{ стор. 275, т.23});$$

$$K_p = 0,81 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 1,01$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 1,0^{0,75} \cdot 105,5^{-0,15} \cdot 1,01 = 753 \text{ Н}$$

6.2 Визначаємо радіальну складову сили різання P_y ;

Вибираємо коефіцієнти $C_p = 243$; $X_p = 0,9$; $Y_p = 0,6$; $n_p = -0,3$; ([2], стор. 273, т.22);

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^{n_v} = \left(\frac{750}{1000} \right)^{0,75} = 0,81 \quad ([2], \text{ стор. 264, т.9});$$

$$n_p = 0,75; ([2], \text{ стор. 264, т.9});$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Засоби технологічного оснащення

Нижче наводимо дані щодо засобів технологічного оснащення, що використовуються при виробництві деталі «Вал Т-01.82307.40»; Для зручності усі необхідні параметри заносимо в таблицю, що містить інформацію про окремі технологічні операції, відповідні засоби оснащення, їх технічні характеристики та специфічні вимоги до кожного етапу обробки.

Таблиця 1.6 – Засоби технологічного оснащення.

№ опер.	Назва операції та зміст переходу	Технологічне оснащення
1	2	3
005	Заготівельна	—
010	Фрезерно-центрувальна	
	1) Встановити деталь;	Призми П-1-2 ГОСТ 5641-82
	2) Підрізати торець(1) розміром 307 мм;	Фреза 2214-0386 Т5К10 ГОСТ 26595-85
	3) Центрувати деталь 12,5 мм;	Свердло 2317-0008 ГОСТ 14952-75 Патрон 16-В18 ГОСТ 8522-79
	4) Перестановити деталь;	—
	5) Підрізати торець(2) розміром 307 мм;	Фреза 2214-0386 Т5К10 ГОСТ 26595-85
	6) Центрувати деталь 12,5 мм;	Свердло 2317-0008 ГОСТ 14952-75 Патрон 16-В18 ГОСТ 8522-79
	7) Притупити гострі кромки;	Напильник А-200 ГОСТ 1465-69
015	8) Змінити деталь;	—
	Токарна з ЧПК	
	1) Встановити деталь;	Патрон 7100-0013 ГОСТ 2675-80
	2) Обточити шов(1) Ø84;	Різець 2101-0013 Т15К6 ГОСТ 18879-73
	3) Обточити шов(2) Ø70;	Різець 2101-0013 Т15К6 ГОСТ 18879-73
	4) Обточити шов(3) Ø67;	Різець 2101-0013 Т15К6 ГОСТ 18879-73
	5) Зняти фаску 2×45°;	Різець 2100-0213 Т15К6 ГОСТ 18878-73
	6) Проточити канавку(4) Ø64;	Різець спеціальний
020	7) Притупити гострі кромки;	Напильник А-200 ГОСТ 1465-69
	8) Змінити деталь;	—
020	Токарна з ЧПК	

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	1) Встановити деталь;	Патрон 7100-0013 ГОСТ 2675-80
	2) Обточити шов(1) Ø70;	Різець 2101-0013 Т15К6 ГОСТ 18879-73
	3) Обточити шов(2) Ø67;	Різець 2101-0013 Т15К6 ГОСТ 18879-73
	4) Зняти фаску 2×45°;	Різець 2100-0213 Т15К6 ГОСТ 18878-73
	5) Проточити канавку(3) Ø64;	Різець спеціальний
	6) Притупити гострі кромки;	Напильник А-200 ГОСТ 1465-69
	7) Змінити деталь;	—
	Токарна з ЧПК	
025	1) Встановити деталь;	Патрон 7100-0013 ГОСТ 2675-80
	2) Обточити шов(1) Ø65,5;	Різець 2101-0055 Т15К6 ГОСТ 18879-73
	3) Обточити шов(2) Ø82,6;	Різець 2101-0055 Т15К6 ГОСТ 18879-73
	4) Престановити деталь;	—
	5) Обточити шов(3) Ø65,5;	Різець 2101-0055 Т15К6 ГОСТ 18879-73
	6) Змінити деталь;	—
030	Вертикально-фрезерна	
	1) Встановити деталь;	Пристрій спеціальний
	2) Фрезерувати дві площини (лиски);	Фреза торцева 100 мм ГОСТ 9324-60
	3) Змінити деталь;	—
035	Радіально-свердлильна	
	1) Встановити деталь;	Пристрій спеціальний
	2)Свердлити отвір;	Свердло
	3) Змінити деталь;	—
040	Круглошліфувальна	
	1) Встановити деталь;	Хомутик 7107-0069 ГОСТ16488-70 Центр7032 -0029 ГОСТ13214-79
	2) Шліфувати шов(1) Ø65;	Шліфув. круг ПП 600×63×305 24А10- ПС27К5 35 м/с 1кл А ГОСТ 2424-75
	3) Перестановити деталь;	—
	4) Шліфувати шов(3) Ø68;	Шліфув. круг ПП 600×63×305 24А10- ПС27К5 35 м/с 1кл А ГОСТ 2424-75
	5) Шліфувати шов(2) Ø82;	Шліфув. круг ПП 600×63×305 24А10- ПС27К5 35 м/с 1кл А ГОСТ 2424-75
6) Змінити деталь;	—	
045	Контрольна	Контрольний стіл

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Визначення норм часу.

Штучно-калькуляційний час $T_{шт.к} = \frac{T_{нз}}{n} + T_{он} + T_{обс} + T_{відп}$

Оперативний час $T_{он} = T_o + T_{доп}$

Допоміжний час $T_{доп} = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим}$

$T_{уст}$ - час на установку деталі;

$T_{уст} = 0,25 \text{ хв}$ (с.42, карта 8, [6]).

При переустановленні деталі час по карті визначають з коефіцієнтом $k_{пер.} = 0,8$ (с.43, карта 9, примичание1 [6]).

$T_{пер.} = 0,25 \cdot 0,8 = 0,2 \text{ хв}$.

Допоміжний час зв'язаний з переходом

$T_{доп.пер} = 0,17 \text{ хв}$. (с.95, карта 27, лист 1, [6]).

Знаходимо час який не ввійшов в комплекс $T_{не.к} = 0,16 \text{ хв}$ (с.102, карта 29, [6]).

Знаходимо час на вимірювання і коефіцієнт періодичності промірів:

$T_{вим} = 0,13 \text{ хв}$ (с.188, карта 86, лист 4, [6])

$K = 0,8$ (с.200, карта 87, лист 1, [6])

$T_{вим} = 0,13 \cdot 0,8 = 0,104 \text{ хв}$.

Знаходимо величину допоміжного часу без поправочного коефіцієнта, який залежить від величини партії деталей

$T_{доп} = T_{уст} + T_{пер} + T_{не.к} + T_{вим} = 0,25 + 0,2 + 0,16 + 0,104 = 0,714 \text{ хв}$.

Визначаємо величину оперативного часу

$T_{опер} = T_{осн} + T_{доп} = 0,656 + 0,714 = 1,37 \text{ хв}$

Знаходимо час на обслуговування,

де a – процент від оперативного часу $a = 4$ (с.100, карта 28, [6])

$T_{обс} = \frac{a \cdot T_{опер}}{100} = \frac{4 \cdot 0,455}{100} = 0,0182 \text{ хв}$.

Знаходимо час на відпочинок та особисті потреби:

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ϵ – процент від оперативного часу. $\epsilon = 4$ (с.203, карта 88, [6])

$$T_{\text{відн}} = \frac{\epsilon \cdot T_{\text{опер}}}{100} = \frac{4 \cdot 0,455}{100} = 0,0182 \text{ хв.}$$

Знаходимо величину штучного часу

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{опер}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{відн}} = 1,37 + 0,0182 + 0,0182 = 1,406 \text{ хв.}$$

Знаходимо величину підготовчо-заключного часу:

$$T_{\text{нз}}^1 = 14 \text{ хв (с.100, карта 28, [6]);}$$

$$T_{\text{нз}}^2 = 10 \text{ хв (с.101, карта 28, [6]);}$$

$$T_{\text{нз}} = T_{\text{нз}}^1 + T_{\text{нз}}^2 = 14 + 10 = 24 \text{ хв.}$$

Визначаємо величину штучно-калькуляційного часу,

де N – величина партії деталей

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{T_{\text{нз}}}{N} + T_{\text{шт}} = \frac{24}{385} + 1,406 = 1,468 \text{ хв.}$$

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Зведена таблиця режимів різання та норм часу

№ і зміст операції		Розміри поверхні		Режими різання						Норми часу			
		D/B	L	t	S	V	V _d	n	N	T	T _d	T _{шт}	T _{пз}
		мм				м/хв		Хв. ⁻¹		кВт		Хв.	
010	Фрезерно-центрувальна									1,24	1,9	3,31	30
	1. Підрізати торець	2		32,5	0,2	42,42	42,42	315	2,1	0,53			
	2. Центрувати деталь 12,5	12,5	5	0,5	0,2	39,56	40	315	0,89	0,08			
	3. Підрізати торець	2		32,5	0,2	42,42	42,42	315	2,1	0,53			
	4. Центрувати деталь 12,5	12,5	5	0,5	0,2	39,56	40	315	0,89	0,08			
015	Токарна з ЧПК									0,656	0,714	1,468	24
	1. Обточити пов. Ø84	84	177	0,5	1,0	112,28	105,5	400	8,15	0,455			
	2. Обточити пов. Ø70	70	21	2	1,0	91,2	87,92	400	7,92	0,065			
	3. Обточити пов. Ø67	67	44	1	1,0	101,18	105,19	500	8,04	0,096			
	4. Зняти фаску 2×45°	65	2	2	1,0	91,2	87,92	400	3,15	0,01			
	5. Проточити канавку Ø64	64	5	1	1,0	101,18	100,48	500	7,95	0,03			
020	Токарна з ЧПК									0,201	0,714	0,977	24
	1. Обточити шов Ø70	70	21	2	1,0	91,2	87,92	400	7,92	0,065			
	2. Обточити шов Ø67	67	44	1	1,0	101,18	105,19	500	8,04	0,096			
	3. Зняти фаску 2×45°	65	2	2	1,0	91,2	87,92	400	3,15	0,01			
	4. Проточити канавку Ø64	64	5	1	1,0	101,18	100,48	500	7,95	0,03			
025	Токарна з ЧПК									0,426	0,714	1,202	24
	1. Обточити шов Ø65,5	65,5	5	0,5	1,0	112,28	113,11	550	7,65	0,009			
	2. Обточити шов Ø82,6	82,6	177	0,3	1,0	121,22	116,71	450	7,36	0,404			
	3. Обточити шов Ø65,5	65,5	32	0,5	1,0	112,28	113,11	550	7,65	0,011			
030	Вертикально-фрезерна									1,504	0,45	2,03	30
	1. Фрезерувати дві площини (лиски);	72	177	5	0,25	35,5	31,4	500	6,81	1,504			
040	Шліфувальна									0,408	0,465	0,938	24
	1. Шліфувати шов Ø65	65	39	0,25	1,0	164,58	163,28	800	5,61	0,06			
	2. Шліфувати шов Ø68	68	21	0,5	1,0	143,48	138,78	650	6,02	0,04			
	3. Шліфувати шов Ø82	82	177	0,3	1,0	156,7	128,11	600	5,38	0,308			

БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ

Арк.

2.КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Пристрій для механічної обробки

2.1.1 Призначення, будова і робота пристрою

Розроблений пристрій призначений для закріплення і надійного утримання деталі «Вал Т-0Технічне2307.40»;. під час виконання операцій фрезерування. Його конструкція забезпечує точне базування та зручне встановлення деталі з подальшим швидким зняттям після завершення обробки.

Базування деталі здійснюється по зовнішній циліндричній поверхні вала та його торцевій поверхні, що забезпечує правильну орієнтацію деталі відносно інструмента та надійну фіксацію у процесі обробки. Це дозволяє досягти високої точності.

Конструктивно пристрій складається з основної плити, двох встановлювальних призм, притискного важеля та установочного вузла. Призми виконують функцію опорних елементів, у які вкладається вал. Притискний важіль забезпечує надійне закріплення деталі у пристрої.

Принцип роботи пристрою такий: Після попереднього встановлення деталі на призми, важіль переміщується до вала вздовж поздовжнього напрямку, у який він може вільно рухатися завдяки спеціальному поздовжньому пазу, виконаному в його конструкції. Коли важіль щільно прилягає до деталі, затискається фіксувальна гайка, що притискає важіль і надійно закріплює вал у заданому положенні. Це забезпечує стабільність розміщення деталі протягом усього процесу фрезерування.

Після завершення обробки гайка послаблюється, важіль відсувається у зворотному напрямку, завдяки чому з'являється можливість легко зняти деталь із пристрою без зайвих зусиль.

Завдяки простій та надійній конструкції, пристрій відзначається зручністю експлуатації, швидкістю встановлення й демонтажу деталей, а також забезпечує високу точність базування та закріплення заготовок типу вал.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.2 Визначення сили затиску

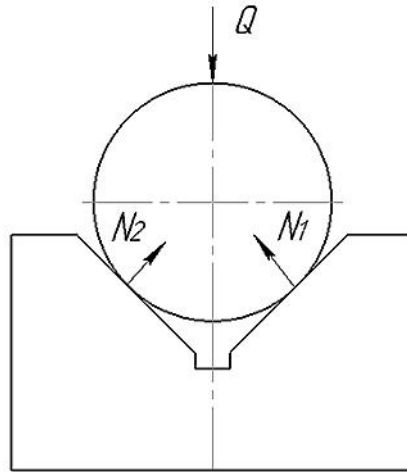


Рисунок 13.2 – Схема дії сил

Для даної схеми сила затиску рівняння рівноваги:

$$KM_{p1} = M_{T1} + 2M_{T2}$$

$$M_{T1} = F_{T1}R = Qf_1 \frac{d}{2}, \quad M_{T2} = F_{T2}R = Nf_2 \frac{d}{2} = \frac{Q}{\sin \frac{\alpha}{2}} f_2 \frac{d}{2},$$

тоді підставимо у початкову формулу і значення осьової сили визначимо силу затиску:

$$Q = \frac{KM_p}{f_1 \frac{d}{2} + \frac{f_2 \frac{d}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}}}$$

де f_1 f_2 – коефіцієнти тертя в місцях контакту;

α – кут призми рівний 90° ; K – коефіцієнт запасу

Визначаємо коефіцієнт запасу.

$$K = K_0K_1K_2K_3K_4K_5K_6,$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу рівний 1.5,

K_1 – коефіцієнт враховує випадкові нерівності деталі – 1.0,

K_2 – коефіцієнт враховує затушення інструменту – 1.0,

K_3 – коефіцієнт враховує перервне різання – 1.2,

K_4 – коефіцієнт враховує стабільність затиску – 1.3,

K_5 – коефіцієнт враховує зручність затискного механізму – 1.0,

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_6 – коефіцієнт враховує повертаючі моменти – 1.0, [1], с.91

$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 2,34$;

$f_1 = f_2 = 0.16$, тоді

$$Q = \frac{2.34 \cdot 2,7995}{0.16 \cdot \frac{0,022}{2} + \frac{0.16 \cdot \frac{0,022}{2}}{\sin \frac{90}{2}}} = 1541,592 \text{ Н}$$

Визначення необхідної сили затиску враховує технологічні навантаження, що виникають у процесі обробки, а також коефіцієнти запасу надійності та тертя. На основі отриманих значень сили затиску можна здійснити підбір типу та параметрів силового приводу.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Вибір типу затискача та його конструктивних розмірів

Для даної схеми обробки використовуємо прихват з наступними параметрами рисунок 13.3

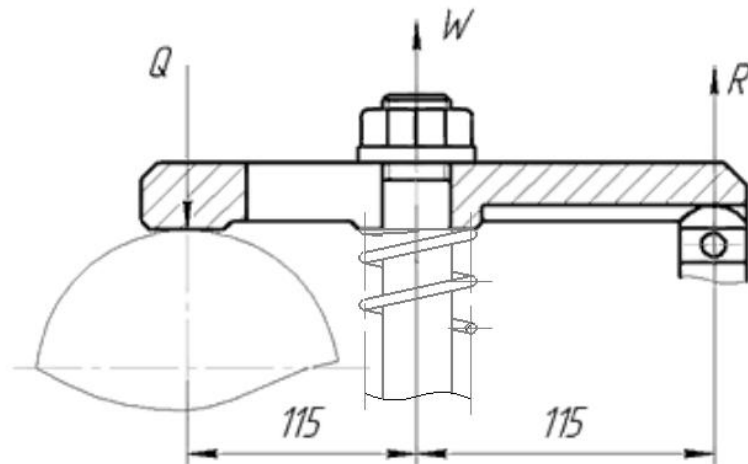


Рисунок 13.3 – Схема дії сил на прихваті

Для визначення сили затиску на гайці W складаємо рівняння рівноваги в точці реакції R та отримуємо наступне:

$$Q \cdot 0.23 - W \cdot 0.115 = 0,$$

Звідки з урахуванням пружини:

$$W = \frac{Q \cdot 0.23}{0.115} + kx = \frac{1541,592 \cdot 0.23}{0.115} + 2250 \cdot 0,13 = 3376,384H$$

Де K - коефіцієнт жорсткості пружини 2250 Нм

X – стиснення пружини 0,13м

Розрахунок початкової сили рушія та його конструктивно-розмірні параметри.

Для заданої схеми базування, конструкції деталі доцільно застосовувати різьбове закріплення заготовки, визначаємо з умови на міцність різьбового з'єднання діаметр.

$$D = \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot [\sigma]_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3376,384}{3.14 \cdot 80}} = 7,33mm,$$

де D – діаметр різьби приймаємо 18 з конструктивних міркувань мм.

$[\sigma]_p$ - допустиме напруження для сталі 40Х ГОСТ 4543-88 рівне 80 МПа

Даний затиск здійснюється гайкою тому силу затиску визначаємо по формулі:

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк. 38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W' = \frac{W \cdot l}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \frac{1}{3} \mu \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}},$$

де μ - коефіцієнт тертя на торці гайки 0,16,

D, d - відповідно зовнішній та внутрішній діаметр гайки.

α - кут підйому різьби,

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{P_{HP}}{\pi d_{cp}} = \operatorname{arctg} \frac{1}{16,701 \cdot \pi} = 1,09^\circ$$

φ_{np} - приведений кут тертя,

l - довжина ключа.

$$\varphi_{np} = \operatorname{arctg} f = \operatorname{arctg} 0.16 = 8.5^\circ$$

$$W' = \frac{3376,384 \cdot 0,014}{5.85 \operatorname{tg}(1,09 + 8.5) + \frac{1}{3} 0.16 \frac{0,028^3 - 0,018^3}{0,028^2 - 0,018^2}} = 47,734 H$$

Отже усі умови виконуються і сила затиску достатня для ручного закріплення в умовах серійного виробництва.

2.1.4 Розрахунок пристрою на міцність

Як слабку ланку розглянемо прихват

$$\text{Умова міцності} \quad \sigma_{p'} = \frac{F}{ab} \leq [\sigma_p];$$

де $F = 1541,592 \text{ Н}$ – зусилля, затиску;

a, b – розміри прихвату, мм;

$[\sigma_p]$ - допустимі напруження для сталі 45 ГОСТ 1050-88 становить 80 МПа;

$$\text{Отже, } a = \frac{F}{[\sigma_p] b} = \frac{1541,592}{80 \cdot 10} = 1,93 \text{ мм. Приймаємо } 20 \text{ мм загальна ширина}$$

прихвату в найтоншому місці враховуючи паз.

$$\sigma_{p'} = \frac{1541,592}{10 \cdot 20} = 7,71 \leq 80$$

Отже умова виконується

					БР.ПІМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Конструювання та розрахунок ріжучого інструменту

Спроекуємо токарний прохідний різець з механічним кріпленням багатогранної пластини із твердого сплаву ВК8 для точіння деталей із бронзи $\sigma_B=570$ МПа. Головний кут в плані $\varphi=90^\circ$. Глибина різання $t_{max}=1,5,0$; подача $S_o=0,2$ мм; швидкість $V=164,6$ м/хв. Конструкцію різця вибираємо за [5], ст. 261-300.

Вибираємо за, ст. 261-300 конструкцію різця з механічним кріпленням пластинки. Для забезпечення головного кута в плані $\varphi=90^\circ$ і заданих режимів різання вибираємо різець прохідний правий з трьохгранною пластинкою і підкладкою, матеріал якої твердий сплав ВК 8 ([5], ст. 261-300).

Для заданих режимів різання переріз зрізуваного шару $F = t \cdot S = 2,5 \text{ мм}^2$.

За таблицею 8.6 ([5], ст. 283) знаходимо, що при перерізі зрізуваного шару $F=2,5 \text{ мм}^2$ різець повинен мати робочу висоту $H = 25 \text{ мм}$ і діаметр описаної окружності пластини $D=18 \text{ мм}$.

3 Геометричні параметри різальної частини різця з трьохгранною пластинкою:

$$\varphi=90^\circ ; \varphi_1=30^\circ ; \gamma=12^\circ ; \alpha=7,5^\circ ; \alpha_1=7,5^\circ .$$

Максимальне навантаження, допустиме міцністю різця при відомих розмірах січення державки прямокутного різця:

$$P_{zddo} = \frac{BH^2 \sigma_{zd}}{6 \cdot l};$$

де $B = 16$ мм – ширина державки різця;

H – висота державки різця;

$\sigma_{zd} = 200 - 300 \text{ МН/м}^2 \approx 20 - 30 \text{ кгс}$ – допустиме напруження на згин матеріалу державки різця;

$l = 60 \text{ мм}$ – виліт різця.

Виконуємо ескіз різця.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Конструювання і розрахунок одного вимірною контрольного інструменту чи пристрою.

Опис та принцип роботи контрольного пристрою

Ступінчасті вали в більшості випадків передають механізмам значні крутні моменти. Щоб вони працювали безвідмовно на протязі довгого часу, велике значення має висока точність виконання основних робочих поверхонь валів по діаметральних розмірах і по їх розміщенні.

Процес контролю передбачає переважно суцільну перевірку лінійного розміщення і радіального биття шийок ступінчастих валів, яку можна проводити на багатомірному контрольному пристрої.

На корпусі 4 за допомогою гвинтів 16 і шайб 21 закріплені передня 1 бабки з нерухомим центром 11. Осьове положення вала фіксується нерухомим центром 11. До останнього вал притискається пружиною 14, яка розміщена в центральному осьовому отворі пінолі 6 і діє на перехідник 8. Піноль 6 змонтована на передній бабці 1 з можливістю обертання відносно поздовжньої осі завдяки втулкам 5. на лівому кінці пінолі на шпонці встановлено маховичок 15 з рукояткою 3, який закріплений шайбою 25 і штифтом 27. Перехіднику 8 обертовий рух при вимірюванні передається через вісь 21, яка запресована в пінолі 6 і розміщена в овальному отворі перехідника 8. крім цього, так як останній має циліндричний осьовий отвір діаметром d . Конусність центру залежить від допуску T і діаметра d отвору валу і визначається по формулі: $K = \frac{2T}{d}$.

Рекомендується приймати стандартне значення K . В чотирьох стійках 23, які закріплені до корпусу 4 штифтами 26 і гвинтами 27, встановлені на вали 2, по яких переміщуються кронштейни 7 і фіксуються гвинтами 28.

ИГ-2 служать для перевірки радіального і радіального биття ступеней контрольного валу, якому дають один-два оберти і відраховують максимальні покази ИГ-2, які визначають биття. Похибка пристрою при даній схемі установки рівна похибці вимірювання для індикатора $\varepsilon_s = 0,005$ мм. Значить даний пристрій задовольняє умови вимірювання.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок контрольного пристрою на точність

В процесі вимірювання радіального, зовнішньої поверхні деталі можуть виникнути наступні похибки: похибка базування ε_{δ} ; похибка вимірювання $\varepsilon_{\varepsilon}$. Допуск на відхилення від радіального биття поверхні рівний $T=0,05\text{мм}$. Виходячи з цього ми будемо вести розрахунок пристрою буручи до уваги похибку базування, яка залежить від допуску ($T=0,02\text{мм}$) довжину розміру, що контролюється.

$$\varepsilon_{np} = T - 1.2 \cdot \sqrt{\varepsilon_{\delta} + \varepsilon_{\varepsilon}},$$

де ε_{δ} – похибка базування;

$$\varepsilon_{\delta} = ITP = 0 \text{ мм}$$

$\varepsilon_{\varepsilon}$ – похибка вимірювання,

$$\varepsilon_{\varepsilon} = \frac{1}{2} \Delta = \frac{1}{2} \cdot 0.005 = 0.0025 \text{ мм};$$

де Δ – ціна поділки мікрометра; $\Delta = 0,005 \text{ мм}$;

$$\varepsilon_{np} = 0,04 - 1.2 \cdot \sqrt{0,02^2 + 0,0025^2} = 0,016 \text{ мм}$$

Отже похибка пристрою не повинна перевищувати величину $\varepsilon_{np} = 0.016 \text{ мм}$.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Створення програмного забезпечення для обчислення швидкості різання під час зовнішнього точіння.

При створенні прикладного програмного забезпечення ключовим є правильне проектування архітектури ще на початкових етапах. Від ефективності побудови структури програми залежить її зручність у користуванні, оптимальне використання системних ресурсів, мінімізація займаної пам'яті та зниження навантаження на процесор при виконанні розрахункових операцій.

Під час етапу проектування особливо важливо чітко визначити логічну структуру програми, встановити внутрішні взаємозв'язки між її модулями, передбачити можливість подальшого розширення або зміни алгоритмів. Це дозволить у майбутньому адаптувати програму до нових вимог або вдосконалити функціонал без суттєвої перебудови коду, що є критично важливим для ефективної підтримки та розвитку програмного продукту.

Розроблювана програма має прикладне спрямування і призначена для розрахунку швидкості різання при зовнішньому точінні та відрізанні сталевих заготовок. Її функціонал базується на технологічних параметрах різання, таких як вид обробки, матеріал ріжучої частини інструменту, подача (S), а також числові коефіцієнти та показники степеня (CV , xV , yV , m).

Математичний опис задачі

Швидкість різання розраховують за формулами: при зовнішньому повздовжньому та поперечному точінні і розточуванні:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} S^{y_v}} K_v, \text{ м / хв}$$

при відрізанні, прорізанні і фасонному точінні:

$$v = \frac{C_v}{T^m S^{y_v}} K_v, \text{ м / хв}$$

де C_v – постійна для даних умов різання; m , x_v , y_v , q_v – показник степенів;

T – період стійкості різального інструмента; t – глибина різання;

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

s – подача; K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує відмінності від даних табличних умов різання, і дорівнює добутку поправочних коефіцієнтів:

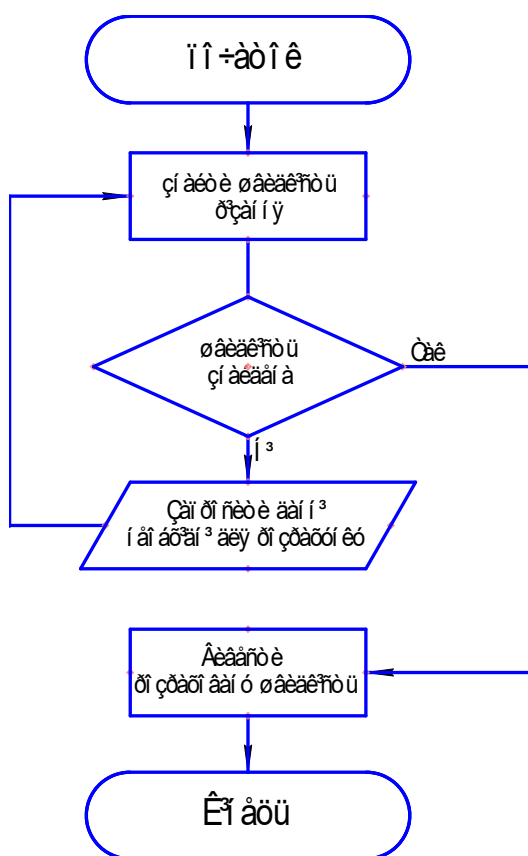
$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} K_{\phi v} K_{\phi 1v} K_{rv} K_{qv} K_{ov},$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблювального матеріалу; K_{nv} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки; K_{uv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу ріжучої частини інструмента; $K_{\phi v}, K_{\phi 1v}, K_{rv}, K_{qv}$ – коефіцієнти, що враховують параметри різця; головний кут в плані, допоміжний кут в плані, радіус при вершині, поперечне січення державки; K_{ov} – коефіцієнт, що враховує вид обробки.

Останні три коефіцієнти – тільки для різців з швидкоріжучої сталі.

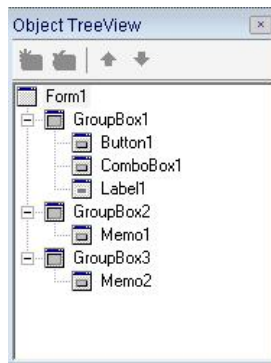
Дані формули для розрахунку швидкості різання враховують основні величини: глибину різання, подачу, якість заготовки, вид обробки, матеріал ріжучої частини інструмента, використання охолоджуючої рідини.

Загальний алгоритм програми:



Елементи інтерфейсу:

Головна форма складається з наступних компонентів:



Button1 – кнопка для переходу на наступний крок

Label1 елементи привітання та інформації на початку роботи програми

Memo1, Memo2- об'єкт для відображення розрахунків програми

Combobox1 – об'єкт для вибору можливих варіантів

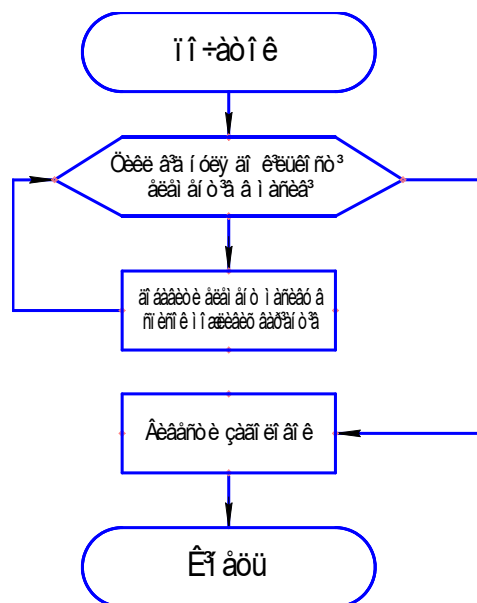
У випадку коли для обчислення швидкості різання програмі не вистачає даних для визначення певних коефіцієнтів, чи показників степеню програма запитує в користувача

Необхідні данні.

Це забезпечує процедура:

```
procedure TForm1.AskQwest(qwestarray: Tarray; Qwest: string;  
    Onansw: TAnsw);
```

алгоритм якої:



При натисканні на кнопку button1 кожен раз виконується розрахунок швидкості різання, аж поки вона не буде обчислена. Кількість ходів коливається і залежності від попередніх вибраних варіантів.

Варіанти можливих запитань програми:

Вид обробки:

Розрахунок швидкості різання

Вид обробки:

Оберіть відповідь, із списку можливих

Далі >>>

- Зовнішнє поздовжнє точіння
- Зовнішнє точіння багатолезовими різцями
- Відрізання
- Фасонне точіння

Коефіцієнти, показники степеня вибрані програмою

Матеріал ріжучої частини:

Розрахунок швидкості різання

Матеріал різальної частини різця

Оберіть відповідь, із списку можливих

Далі >>>

- Т15К6
- P18

Вид обробки: Зовнішнє поздовжнє точіння

Коефіцієнти, показники степеня вибрані програмою

Діаметр деталі:

Розрахунок швидкості різання

Діаметр заготовки:

Оберіть відповідь, із списку можливих

- До 20 мм.
- Від 20 до 40 мм.
- Від 40 до 60 мм.
- Від 60 до 100 мм.
- Від 100 до 400 мм.
- Від 400 до 500 мм.
- Від 500 до 600 мм.
- Від 600 до 1000 мм.
- Від 1000 до 2500 мм.

Далі >>>

Глибина різання:

Розрахунок швидкості різання

Глибина різання:

Оберіть відповідь, із списку можливих

- До 3 мм.
- Від 3 до 5 мм.
- Від 5 до 8 мм.
- Від 8 до 12 мм.
- Більше 12 мм

Далі >>>

Коефіцієнти, показники степеня вибрані програмою

Оскільки матеріал ріжучої частини різця з твердого сплаву то коефіцієнти K_{F1} , K_{Fv} , K_{Fq} не враховують:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ

Арк.

48

Стан поверхні деталі:

Розрахунок швидкості різання

Стан поверхні заготовки:

Оберіть відповідь, із списку можливих

Без корки

З коркою

Вид обробки: зовнішнє поздовжнє точіння
Матеріал різальної частини різця T15K6
Діаметр заготовки: Від 1000 до 2500 мм.
Глибина різання: Більше 12 мм

Далі >>>

Коефіцієнти, показники степеня вибрані програмою

Оскільки матеріал ріжучої частини різця з твердого сплаву то коефіцієнти K_{f1v} , K_{fv} , K_{qv} не враховують:

Вибрана подача - 1,4
Вибраний коефіцієнт C_v - 340
Економічна стійкість різця T - 60
Вибраний коефіцієнт Y_v - 0,45
Вибраний коефіцієнт M - 0,2
Вибраний коефіцієнт K_{fv} , який враховує матеріал ріжучої частини різця: 1
Вибраний коефіцієнт K_{mv} , який враховує фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу: 1.00

Тип заготовки:

Розрахунок швидкості різання

Спосіб одержання заготовки:

Оберіть відповідь, із списку можливих

Прокат

Поковка

Лиття (без пригару)

Лиття (з пригаром)

Стан поверхні заготовки: З коркою

Далі >>>

Коефіцієнти, показники степеня вибрані програмою

Оскільки матеріал ріжучої частини різця з твердого сплаву то коефіцієнти K_{f1v} , K_{fv} , K_{qv} не враховують:

Вибрана подача - 1,4
Вибраний коефіцієнт C_v - 340
Економічна стійкість різця T - 60
Вибраний коефіцієнт Y_v - 0,45
Вибраний коефіцієнт M - 0,2
Вибраний коефіцієнт K_{fv} , який враховує матеріал ріжучої частини різця: 1
Вибраний коефіцієнт K_{mv} , який враховує фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу: 1.00

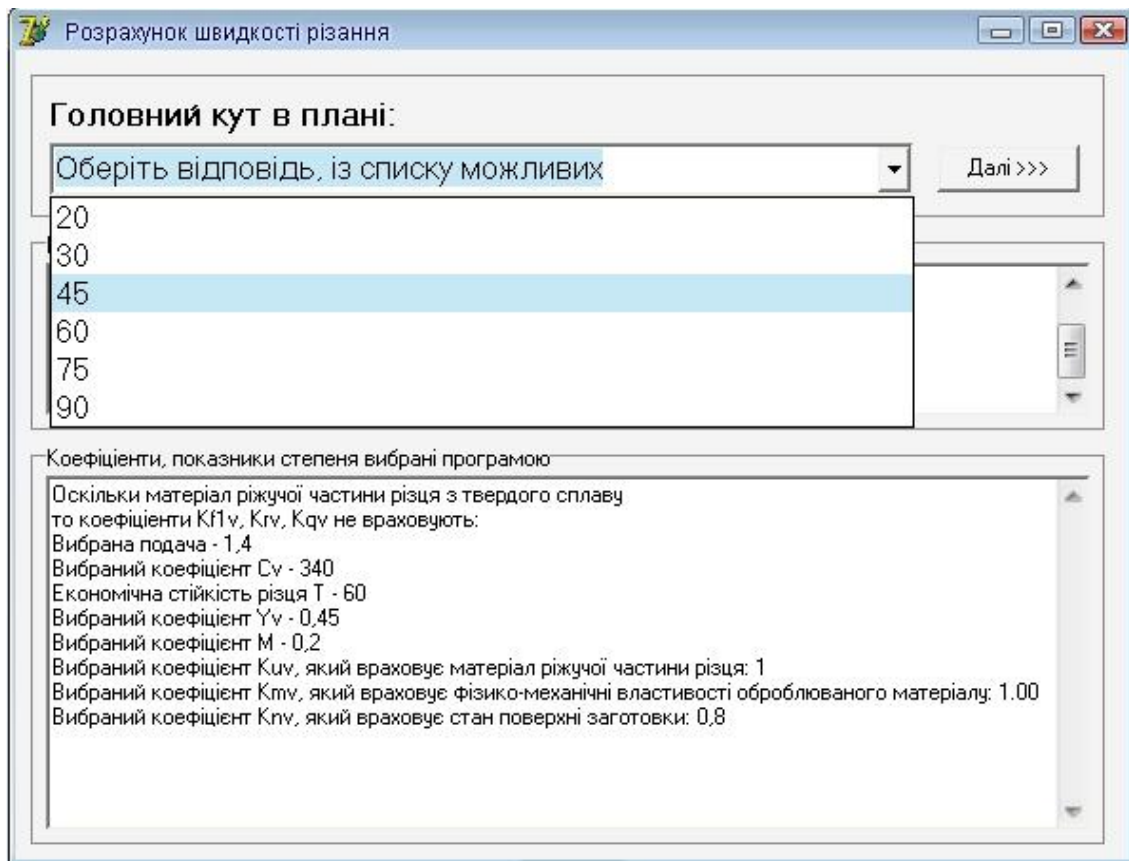
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ

Арк.

49

Головний кут в плані:

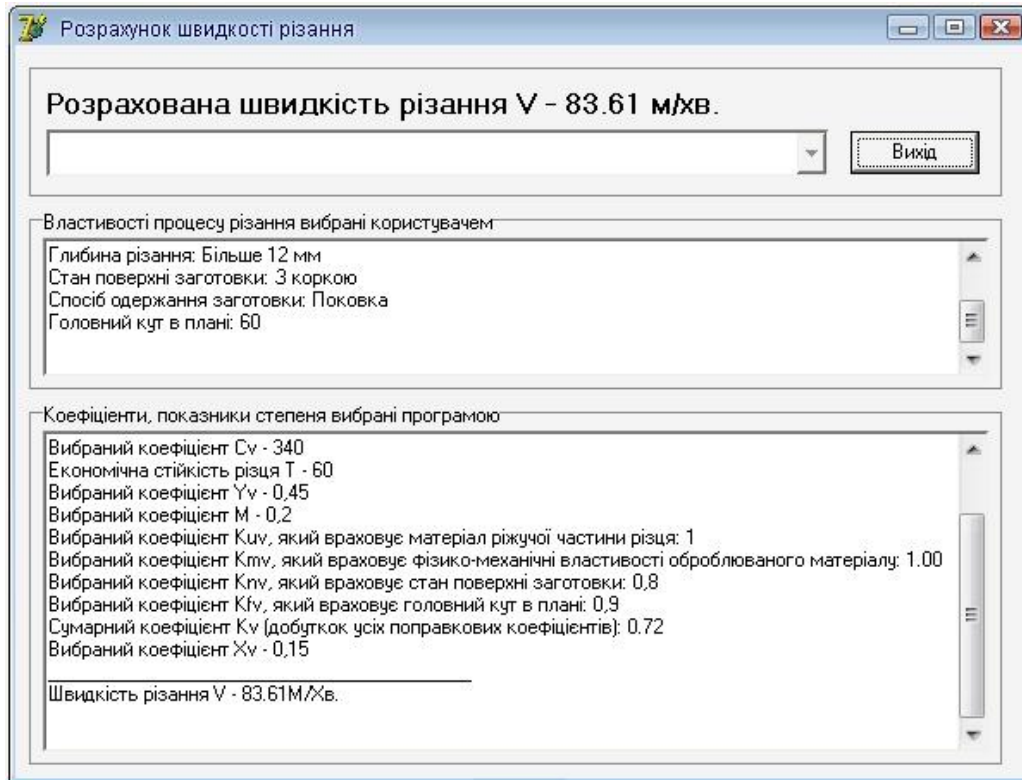


При кожному натисканні на кнопку програма звертається до властивості V (швидкість різання) класу $TRegumuRizannja$, яка в свою чергу звертається до інших властивостей данного класу, такі як вид обробки, бо щоб знайти швидкість різання необхідно знати вид обробки це найголовніша властивість бо від неї залежить формула по якій ведуться розрахунки. Якщо одна з властивостей рівна нулю то програма запитує необхідні дані для визначення цієї властивості.

При знаходженні необхідної величини програма записує її в об'єкт `memo2`

Один з можливих випадків:

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Звіт програми та властивості вибрані користувачем:

Вид обробки: Зовнішнє поздовжнє точіння
 Матеріал різальної частини різця Т15К6
 Діаметр заготовки: Від 1000 до 2500 мм.
 Глибина різання: Більше 12 мм
 Стан поверхні заготовки: 3 коркою
 Спосіб одержання заготовки: Поковка
 Головний кут в плані: 60

Оскільки матеріал ріжучої частини різця з твердого сплаву то коефіцієнти K_{fv} , K_{rv} , K_{qv} не враховують:

Вибрана подача - 1,4
 Вибраний коефіцієнт C_v - 340
 Економічна стійкість різця T - 60
 Вибраний коефіцієнт Y_v - 0,45
 Вибраний коефіцієнт M - 0,2
 Вибраний коефіцієнт K_{uv} , який враховує матеріал ріжучої частини різця: 1
 Вибраний коефіцієнт K_{mv} , який враховує фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу: 1.00
 Вибраний коефіцієнт K_{lv} , який враховує стан поверхні заготовки: 0,8
 Вибраний коефіцієнт K_{fv} , який враховує головний кут в плані: 0,9
 Сумарний коефіцієнт K_v (добуток усіх поправкових коефіцієнтів): 0.72
 Вибраний коефіцієнт X_v - 0,15

Швидкість різання V - 83.61M/Хв.

						БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк. 51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Висновок

У ході виконання бакалаврської роботи було проведено комплексне техніко-технологічне опрацювання процесу виготовлення деталі «Вал Т-01.82307.40» для умов серійного виробництва. В результаті аналізу функціонального призначення деталі встановлено основні вимоги до точності, шорсткості поверхонь та геометричних параметрів, які забезпечують її ефективну роботу в складі вузла.

На основі проведеного аналізу конструкції деталі визначено, що найбільш раціональним способом отримання заготовки є гаряча штамповка, яка забезпечує високий коефіцієнт використання матеріалу (0,89) і знижує витрати на механічну обробку. Розроблено маршрут механічної обробки, що включає токарні, фрезерні, шліфувальні та свердлильні операції. Для кожного етапу обґрунтовано вибір верстатів, технологічного оснащення, розраховано режими різання та припуски на обробку.

У роботі здійснено нормування технологічного процесу, розраховано річну програму випуску, обсяг партії, штучно-калькуляційний час, а також визначено економічну доцільність запропонованих рішень. Конструкторська частина містить розробку пристрою для закріплення деталі на обробних операціях та розрахунок зусиль затиску. Окрему увагу приділено вибору і обґрунтуванню параметрів ріжучого й контрольного інструменту. Також створено програмний алгоритм для обчислення швидкості різання залежно від умов обробки.

Виконані технічні й розрахункові рішення відповідають вимогам до точності, технологічності та ефективності виготовлення деталі. Робота демонструє рівень підготовки бакалавра до вирішення прикладних інженерно-технологічних задач у сфері машинобудування.

					БР.ПМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1 Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М. П - 14. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. 50 с.

2 П.І. Войтенко Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Технологія машинобудування” для спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування – Івано-франківськ: Факел, 2000. – 77с.

3 Дипломне проектування. Методичні вказівки до виконання технологічної частини дипломного проекту спеціальності 1201 – технологія машинобудування. – Івано-Франківськ: ІФІНГ, 1990.–58с.

4 Карпик Р. Т. Технологічна оснастка. Методичні вказівки / Р. Т. Карпик. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2020 – 120 с.

5.Холоша В.І. Технологічна оснастка: навч. посіб. / В.І. Холоша, В.В. Проців, О.О. Богданов ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпропетровськ : НГУ, 2016. – 133 с.

6 ДСТУ 7505-80. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

7 Проектування оснастки. Методичні вказівки до виконання розрахункових та контрольних робіт для студентів усіх форм навчання спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 2000. – 110 с.

					БР.ПІМ – 038.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата

І Ф Н Т У Н Г

Вал

Кафедра КМВ

**КОМПЛЕКТ
технологічної документації**

*Технологічний процес
механічної обробки*

Вал Т-01.82307.40

Розробив _____

Перевірив _____

Акт № ____ від “ ____ ” _____ 2025 р.

Дубл.															
Взам.															
Оригінал											Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
Розроб.					ІФНТУНГ										
Перевір.															
Затверд.															
Н.Контр.					<i>Вал</i>										
Номер і назва операції			Матеріал			Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	КООД		
020 Токарна з ЧПК			40X ГОСТ 4543-71				кє	10,9							
Обладнання, пристрій ЧПК			Позначення програми			То	Тд	Т п.з.	Т шт.	МОР					
16К20Ф3						0,201	0,714	24	0,977						
Р		Ш	D або B	L	t	i	S	n	V	Тд	То				
Р			мм	мм	мм		мм (мм/хв.)	хв⁻¹	м/хв.	хв.	хв.				
001	4. Проточити фаску 2×45°														
02	Різець (прохідний правий) 2103-0007 ГОСТ 18879-73														
003	- чорновий прохід		65	2	2	1	1,0	500	87,92	0,714	0,01				
T04	Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1														
P05	5. Проточити пов. Ø65														
06	Різець (прохідний правий) 2103-0007 ГОСТ 18879-73														
07	- чорновий прохід		64	5	1	1	1,0	500	100,48	0,714	0,03				
08	Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1														
009	6. Притупити гострі кромки														
T10															
P11	7. Відкріпити і зняти деталь покласти в тару														
12	Тара 1ТН866В														
13															
ОК															

