

Центральноукраїнський національний технічний університет

Механіко-технологічний факультет

Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри ММіР

к.т.н., доцент

_____ Андрій ГРЕЧКА

«_____» _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

«Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі втулка ліва НШ50УК-3-00-07»

Виконав здобувач вищої освіти 4 курсу
групи ПМ-23мб-3

ОПП «Комп'ютерний інжиніринг технологій,
робототехніка і 3D-друк»

спеціальності 131 «Прикладна механіка»

_____ Любомир СТЕМКІВСЬКИЙ

Керівник роботи: к.т.н., ст. викладач

_____ Антон АПАРАКІН

Рецензент: к.т.н., доц.

_____ Любова ОЛІЙНИЧЕНКО

Кропивницький 2026

Центральноукраїнський національний технічний університет	
Факультет	Механіко-технологічний
Кафедра	Машинобудування, мехатроніки і робототехніки
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерний інжиніринг технологій, робототехніка і 3D-друк

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ММР
_____ Андрій ГРЕЧКА

« ____ » _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА

Стемківського Любомира Євгеновича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі втулка ліва НШ50УК-3-00-07

2. Керівник роботи: _____ к.т.н., ст. викл., Антон АПАРАКІН

3. Строк подання роботи до захисту _____ « ____ » червень 2026 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи:

Метою роботи є вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі втулка ліва НШ50УК-3-00-07 задля підвищення ефективності виробництва, зниження собівартості продукції, при забезпеченні вимог точності та якості.

Завдання:

- проаналізувати базовий технологічний процес обробки деталі втулка ліва НШ50УК-3-00-07, запропонувати раціоналізаторські заходи по підвищенню ефективності технологічного процесу;
- виконати підбір металорізального обладнання, різального інструменту, верстатних пристосувань, розрахувати припуски, режими різання та виконати нормування операцій технологічного процесу;
- розробити конструкцію та вимоги до різального інструменту та контрольно-вимірювального пристосування, із розробкою конструкторської документації.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
РОЗДІЛ 1	АНТОН АПАРАКІН		
РОЗДІЛ 2	АНТОН АПАРАКІН		
РОЗДІЛ 3	АНТОН АПАРАКІН		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1	ВСТУП	Травень 2026	вик.
2	РОЗДІЛ 1	Травень 2026	вик.
3	РОЗДІЛ 2	Травень 2026	вик.
4	РОЗДІЛ 3	Червень 2026	вик.
5	ВИСНОВКИ	Червень 2026	вик.
6	Графічна частина та оформлення	Червень 2026	вик.

Дата видачі завдання « » 2026 р.

Керівник роботи _____ Антон АПАРАКІН
(підпис)

Завдання прийнято до виконання « » _____ 2026 р.

Здобувач _____ Любомир СТЕМКІВСЬКИЙ
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Стемківський Л. Є. Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі втулка ліва НШ50УК-3-00-07 : кваліфікаційна бакалаврська робота : спец. 131 Прикладна механіка / наук. кер. А. Р. Апаракін ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2026. 38 с.

Кресленників – разом 3 аркуші формату А1.

Метою є вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі втулка ліва НШ50УК-3-00-07 з ціллю зниження витрат на виробництво та підвищення продуктивності.

Актуальність. Шестеренні насоси, до складу яких входить деталь втулка ліва, широко застосовуються у різноманітній мобільній техніці та обладнанні. Вдосконалення технології їх виготовлення (підвищення продуктивності та зменшення собівартості) є актуальною інженерною задачею.

У представлений роботі проведено детальний аналіз вихідного технологічного процесу із виявленням його слабких місць, аналіз точності виробу, та встановлено ключові характеристики вихідної заготовки. На основі цих даних реалізовано обґрунтований вибір моделей металообробних верстатів і різального інструменту, здійснено обчислення міжопераційних припусків, розрахунок нормативів часу для кожної операції. Додатково було спроектовано різальний інструмент та розроблено схему контрольно-вимірювального пристосування.

технологічний процес, втулка, шестеренний насос, розвертка, механічна обробка

ANNOTATION

Stemkivskyi L. Ye. Improvement of the technological process of machining the part: left bushing NSh50UK-3-00-07 : qualifying bachelor's thesis : spec. 131 Applied mechanics / scientific director A. R. Aparakin; Central Ukrainian National Technical University - Kropyvnytskyi: CUNTU, 2026. 38 p.

Drawings - a total of 3 sheets of A1 format.

The purpose of the work is to improve the technological process of machining the part left bushing NSh50UK-3-00-07 in order to reduce production costs and increase productivity.

The relevance of the work. Gear pumps, which include the left sleeve part, are widely used in various mobile equipment and machinery. Improving their manufacturing technology (increasing productivity and reducing cost) is a relevant engineering task.

In the presented work, a detailed analysis of the initial technological process was carried out with the identification of its weaknesses, an analysis of the accuracy of the product, and the key characteristics of the initial workpiece were established. Based on these data, a reasonable selection of models of metalworking machines and cutting tools was implemented, inter-operation allowances were calculated, and time standards were calculated for each operation. Additionally, the design of the cutting tool was designed and a scheme of the control and measuring device was developed.

technological process, bushing, gear pump, reamer, mechanical processing

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на тему:

**«Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі
втулка ліва НШ50УК-3-00-07»**

КРБ.ПМ.26.44.13.00.00

Виконав здобувач вищої освіти 3мб курсу
групи ПМ-23мб-3
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг
технологій, робототехніка і 3D-друк»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
_____ Любомир СТЕМКІВСЬКИЙ

Керівник роботи к.т.н., ст. викл.
_____ Антон АПАРАКІН

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Вихідні та розрахункові данні	8
1.1 Обґрунтування типу виробництва	8
1.2 Опис об'єкта виробництва	10
1.3 Опис конструкції та технологічний аналіз заданої деталі	10
1.4 Вибір заготовки	13
2 Технологічна частина	15
2.1 Вибір методів завершальної обробки	15
2.2 Аналіз вихідного, розробка і обґрунтування нового технологічного процесу	16
2.3 Вибір технологічних баз	18
2.4 Технічна характеристика вибраного обладнання	19
2.5 Розрахунок припусків	25
2.6 Вибір різального інструмента	27
2.7 Розрахунок режимів різання та основного часу	28
2.8 Визначення норм часу	32
3 Конструкторська частина	34
3.1 Опис різального інструменту	34
3.2 Опис контрольного пристрою	35
Висновки	37
Перелік використаних джерел	38

ВСТУП

Насичення сучасної промисловості та інших галузей господарства країни машинами та апаратурою, яка змінює працю багатьох мільйонів людей, можливе у більшій мірі завдяки розвитку інноваційних технологій у галузі машинобудування.

Машинобудування являє собою розгалужену систему промислових галузей, діяльність яких спрямована на випуск засобів виробництва, транспортних вузлів, різноманітних товарів широкого вжитку та іншої інженерної продукції. Стан цієї сфери безпосередньо відображає рівень науково-технічного прогресу держави, відіграючи ключову роль у розширенні її виробничих потужностей, зміцненні економічного потенціалу та підвищенні якості життя населення. При цьому головним інструментом у процесі створення будь-якої сучасної техніки виступає саме технологія машинобудування.

Завдання інженера-технолога - добирати такі інструменти, пристрої і обладнання, яке забезпечить високу продуктивність праці. Робітник машинобудівного підприємства повинен знати і кваліфіковано виконувати виробничі процеси виготовлення машин.

Метою даної кваліфікаційної роботи є раціоналізація технологічного процесу механічної обробки деталі втулка ліва НШІ50УК-3-00-07. У роботі передбачено виконання детального аналізу базового варіанта технологічного процесу виготовлення деталі з метою подальшої модернізації, спрямованої на укрупнення етапів обробки, оптимізацію чисельності персоналу та зменшення тривалості виробничого циклу. Ключовим завданням зазначеної оптимізації є підвищення загальних техніко-економічних показників підприємства, тобто зниження фінансових витрат для виготовлення продукції за умови безкомпромісного дотримання всіх нормативних вимог щодо точності та якісних характеристик виробу.

1 Вихідні та розрахункові дані

1.1 Обґрунтування типу виробництва

Тип виробництва це характеристика виробничого процесу, яка описує широту номенклатури продукції, регулярність, стабільність її випуску [1, 2, 3].

Визначається тип виробництва в залежності від обсягів програми випуску деталей, маси деталі.

Визначаємо тип виробництва, шляхом розрахунку коефіцієнта закріплення операції [2]:

$$K_{з.о.} = \frac{T_{\epsilon}}{T_{шт.сер.}};$$

де T_{ϵ} - такт випуску деталей, хв;

$T_{шт.сер.}$ - штучний середній час, хв.

Розраховуємо такт випуску деталей T_{ϵ} , хв:

$$T_{\epsilon} = \frac{60 \cdot \Phi_{оро}}{HВ};$$

де $\Phi_{оро}$ - дійсний річний фонд часу роботи обладнання. Двозмінний режим роботи підприємства: $\Phi_{оро} = 3758$ год.;

$HВ$ – програма випуску деталей (приймаємо 60000), залежить від маси.

$$T_{\epsilon} = \frac{60 \cdot 3758}{60000} = 3,76 \text{ хв}$$

Визначаємо $T_{шт.сер.}$, хв:

$$T_{шт.сер.} = \sum_{i=1}^n T_{шт.}(i) / n,$$

де $\sum_{i=1}^n T_{шт.}(i)$ - сумарний штучний час виконання всіх операцій вихідного заводського технологічного процесу, хв.

n – загальна кількість операцій техпроцесу, шт.

Маршрут заводського технологічного процесу із значеннями штучних часів $T_{шт.}$ приведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Маршрут вихідного технологічного процесу

№ операції	Назва операції	Штучний час, хв
200	Токарна	0,260
205	Токарна	0,254
210	Вертикально-протяжна	0,564
220	Вертикально-свердлильна	0,286
230	Токарна	0,478
235	Токарна	0,461
240	Алмазно-розточувальна	0,397
245	Горизонтально-фрезерна	0,354
250	Свердлильна	0,510
255	Свердлильна	0,432
265	Фрезерна	0,307

Визначаємо $K_{з.о.}$ - коефіцієнт закріплення операції.

$$K_{з.о.} = \frac{3,76}{0,391} = 9,6$$

Розрахований $K_{з.о.}$ відповідає крупносерійному типу виробництва.

Крупносерійний тип виробництва характеризується значними розмірами випуску однотипної продукції, яка неперервно виготовляється на прикріплених верстатах і робочих місцях протягом довгого періоду. Так створюються умови для масового впровадження високоефективних технічних засобів і спеціалізованих агрегатів, зокрема багатошпиндельних напівавтоматів, а також оригінальних фрезерних чи стругальних верстатів та оснащення. У межах таких ліній застосовують спеціальний інструмент разом із механізованими, автоматичними або автоматизованими системами транспортування виробів, наприклад, конвеєрного типу.

Оскільки більшість операцій максимально спрощені й автоматизовані, вимоги до кваліфікаційного рівня персоналу залишаються помірними (переважно на рівні другого чи третього розрядів), а загальна кількість задіяних робітників мінімізується. Самі технологічні процеси проєктуються з

високим ступенем деталізації та ретельним інструментальним забезпеченням, що гарантує суворе дотримання точності параметрів деталей. При цьому все робоче устаткування на ділянках розставляється чітко за ходом виконання послідовних операцій.

1.2 Опис об'єкта виробництва

Деталь – втулка ліва НШ50УК-3-00-07 входить до складу шестеренного насоса НШ50УК-3, що використовується в навісних гідравлічних системах для руху причіпних пристроїв, системах управління механізмом повороту, рульового управління, сервоуправління, тобто для подачі робочої рідини в робочі органи різноманітної техніки [4, 5].

Технічна характеристика насоса наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Основна технічна характеристика насоса НШ50УК

Найменування показника	Значення показника
Робочий об'єм насоса, см ³	50
Номінальна частота обертання, с ⁻¹	40
Номінальна подача, не менше, л/хв	107,2
Тиск на виході, МПа	
- номінальний	0,08
- максимальний	0,15
Коефіцієнт подачі, не менше	0,94
Габаритні розміри, мм	180,5x134x155
Номінальна потужність, кВт	41,5
Маса, кг	4,9

1.3 Опис конструкції та технологічний аналіз заданої деталі

Деталь – втулка ліва НШ50УК-3-00-07 являється деталлю качаючого вузла насоса НШ50УК-3. В який входять верхні, нижні втулки, та ведуча, ведені шестерні. Втулка являється підшипником ковзання і опорою шестерень із зовнішнім діаметром $\varnothing 55^{+0,02}_{-0,04}$ мм. Втулка встановлюється в корпус, орієнтування і спряження втулки виконується по лисці. По внутрішньому $\varnothing 26^{+0,015}$ мм

встановлюється шестерня, по робочому торцю виконується торцевий піджим втулки до шестерні. Для змащення під час тертя пари втулка – шестерня, по внутрішньому діаметру втулки виконується дві гвинтові канавки для подачі масла. По зовнішньому діаметру втулки виконується кільцева канавка шириною $4,2^{+0,2}$ мм. Для гідропіджиму втулки до шестерні, у втулці просвердлено наскрізний отвір $\varnothing 5$ мм. Для відводу надмірного тиску із зони високого тиску фрезерується лиска і пролитий паз $4^{\pm 0,4}$ мм. Також для покращення змащення під час тертя у втулці просвердлений отвір $\varnothing 2$ мм для подачі мастила.

Під час роботи деталь сприймає навантаження від сил тертя, для виготовлення деталі обрано антифрикційний алюмінієвий сплав марки А03-7 ТУ23.5786106.38-87.

Хімічний склад сплаву наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад матеріалу

Назва матеріалу	Склад елементів, %					Домішки, %		
	Cu	Si	Mn	Sn	Al	Fe	Mg	Zn
A03-7	7-8,5	0,6-1,2	0,5-0,8	2,5-3,5	решта	0,5	0,35	0,2

Технічні вимоги:

- контроль хімічного складу повинен проходити для визначення складу основних компонентів і домішок;
- при виплавці сплаву в чавунних тиглях склад домішки заліза допускається до 0,7%;
- у складі А03-7 допускається вміст олова до 4%.

Механічні властивості матеріалу:

- тимчасовий опір розплаву – 167 (17,0) МПа (кгс/см^2)
- твердість по Брінелю – 75-115 НВ.
- вид термообробки – Т1;
- Т1 – штучне старіння при наступному режимі: нагрів відливок до температури $(180 \pm 10)^\circ\text{C}$ і витримка при цій температурі від 7 – 12 годин з наступним охолодженням на повітрі.

Аналіз точності поверхонь деталі наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Відомості про точність параметрів деталі.

Назва поверхні	Розміри поверхні, мм	Допуск на розмір	Точність розташування поверхонь	Шорсткість поверхні, Ra
Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 55_{-0,04}^{-0,02}$	0,02		0,63
Внутрішня циліндрична поверхня	$\varnothing 26_{+0,015}^{+0,015}$	0,015		3,2
Лівий торець	$30,75_{-0,075}^{-0,046}$	0,029		0,5
Правий торець	$30,75_{-0,075}^{-0,046}$	0,029	 	2,5
Лиска	$50_{-0,04}^{-0,01}$	0,03		3,2
Лиска похила	$5,5 \pm 0,2$ $17 \pm 0,4$	0,4 0,8	В межах допуску на розмір	6,3
Канавка гвинтова	$R1,3_{-0,25}^{-0,25}$	0,25	В межах допуску на розмір	6,3
Канавка кільцева	$4,2_{+0,2}^{+0,2}$	0,2	В межах допуску на розмір	6,3
Отвір	$\varnothing 2_{+0,25}^{+0,25}$	0,25	В межах допуску на розмір	12,5
Отвір наскрізний	$\varnothing 5 \pm 0,3$	0,6	В межах допуску на розмір	6,3
Паз	$4 \pm 0,4$	0,8	В межах допуску на розмір	6,3

Аналіз деталі на технологічність [1, 2].

Метою даного аналізу є виявлення недоліків конструкції, знайдення можливостей для зменшення витрат металу; використання високопродуктивних методів обробки деталей.

Деталь – втулка ліва НШ50УК-3-00-07 має достатньо просту з технологічної сторони конструкцію;

- можлива обробка на багатошпиндельних верстатах (на 200, 205 операціях);
- конструкція деталі забезпечує вільний доступ різального інструменту до всіх поверхонь;
- деталь належить до класу втулок;

- конструкція деталі дозволяє оброблювати її на прогресивних режимах різання.
- не технологічним елементом є дві гвинтові канавки розташовані на внутрішній поверхні деталі, що ускладнює обробку деталі, але замінити конструкцію неможливо, так як деталь не буде відповідати своїм функціям у вузлі.

Загалом, деталь НШ50УК-3-00-07 має достатньо технологічну конструкцію.

1.4 Вибір заготовки

Вихідні дані:

Матеріал деталі – А03-7 ТУ 23.5786106.38-87.

Габаритні розміри та маса – $\varnothing 60 \pm 0,4$; $34^{+0,5}_{-0,2}$, отвір $\varnothing 23,5 \pm 0,28$ мм.

Маса – 0,212 кг.

Тип виробництва – крупносерійний.

Метод виготовлення – лиття в чавунний кокіль.

Деталь втулку ліву НШ50УК-3-00-07, виготовляють з антифрикційного алюмінієвого сплаву А03-7. Так як деталь працює в середовищі постійного тертя матеріал заготовки вибраний правильно [1, 2, 6]. Призначаємо допуски та граничні відхилення на розміри заготовки. Дані наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Припуски на механічну обробку та розміри заготовки

Назва та розмір поверхні деталі	Загальний припуск	Допуск на розмір заготовки	Розмір заготовки
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 26^{+0,015}$	2,5	0,6	$\varnothing 23,5 \pm 0,3$
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 55^{+0,02}_{-0,04}$	5	0,8	$\varnothing 60 \pm 0,4$
Торці деталі $30,75^{+0,040}_{-0,075}$	3,25	0,7	$34^{+0,5}_{-0,2}$

Розраховуємо значення коефіцієнту використання заготовки:

$$K_{\text{в.з.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}};$$

де $m_{\text{д}} = 0,140$ - маса готової деталі, кг;

$m_{\text{з}} = 0,212$ - маса заготовки, кг;

$$K_{\text{в.з.}} = \frac{0,140}{0,212} = 0,66.$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{m_{\text{д}}}{H_{\text{в.м.}}};$$

де $H_{\text{в.м.}}$ - норма витрат матеріалу.

Розраховуємо норму витрат матеріалу $H_{\text{в.м}}$ з врахуванням неминучих витрат за кожним видом заготовки:

$$H_{\text{в.м.}} = m_{\text{з}} + m_{\text{відх}};$$

де $m_{\text{відх}}$ - маса відходів, кг.

Приймаємо масу відходів, для виливки 20% від маси заготовки.

$$H_{\text{в.м.}} = m_{\text{з}} + (m_{\text{з}} \cdot 20\%);$$

$$H_{\text{в.м.}} = 0,212 + (0,212 \cdot 0,25) = 0,254 \text{ кг.}$$

Отже, коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{в.м.}}$:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{0,140}{0,254} = 0,55.$$

Висновок: значення $K_{\text{в.з.}} = 0,66$ та $K_{\text{в.м.}} = 0,55$, відповідають крупносерійному типу виробництва, відтак заготовка та метод її отримання вибрані правильно.

2 Технологічна частина

2.1 Вибір методів завершальної обробки

Вимоги до точності та шорсткості поверхонь деталі є ключовими при виборі методів завершальної обробки [1, 2].

Вибір методів завершальної обробки наведено в таблиці 2.1 [7].

Таблиця 2.1 – Методи завершальної обробки

Назва поверхні	Розмір поля допуску, мм	Допуск, мм	Шорсткість Ra, мкм	Метод завершальної обробки			Економ. точність, мм
				За точністю	За шорсткістю	Прийнятий	
Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 55_{-0,04}^{-0,02}$	0,02	0,63	Точіння алмазне	Точіння чистове	Точіння алмазне	0,019
Внутрішня циліндрична поверхня	$\varnothing 26_{-0,015}^{+0,015}$	0,015	0,32	Розвертчування тонке	Розвертчування тонке	Розвертчування тонке	0,015
Торці деталі	$30,75_{-0,075}^{-0,046}$	0,029	0,5	Точіння тонке	Точіння тонке	Точіння тонке	0,029
Лиска	$50_{-0,04}^{-0,01}$	0,03	3,2	Фрезерування однократне	Фрезерування однократне	Фрезерування однократне	0,030
Лиска похила	$5,5 \pm 0,2$ $17 \pm 0,4$	0,4 0,8	6,3	Фрезерування однократне	Фрезерування однократне	Фрезерування однократне	0,300
Канавка гвинтова	$R1,3_{-0,25}$	0,25	6,3	Протягування	Протягування	Протягування	0,052
Канавка кільцева	$4,2_{-0,2}^{+0,2}$	0,2	6,3	Точіння чорнове	Точіння чистове	Точіння чистове	0,12
Отвір	$\varnothing 2_{-0,25}^{+0,25}$	0,25	12,5	Свердління	Свердління	Свердління	0,12
Отвір наскрізний	$\varnothing 5 \pm 0,3$	0,6	6,3	Свердління	Свердління	Свердління	0,12
Паз	$4 \pm 0,4$	0,8	6,3	Фрезерування чорнове	Фрезерування чорнове	Фрезерування чорнове	0,3

2.2 Аналіз вихідного, розробка і обґрунтування нового технологічного процесу

Технологічний процес базового підприємства є вихідним матеріалом при розробці проектного варіанту. Аналізуючи вихідний технологічний процес вирішуємо питання про порядок операцій, використання обладнання, верстатні пристрої, виходячи з заданої програми випуску:

- 1) для кожної операції вірно прийняті бази, на перших операціях йде обробка чорнових баз з подальшим використанням їх як чистових;
- 2) операції технологічного процесу послідовні для отримання точності;
- 3) використовується потрібне устаткування для кожної операції;
- 4) режими різання відповідають найпродуктивнішим методам обробки;
- 5) за даними технологічного процесу - матеріал заготовки алюмінієвий сплав А03-7, різальна частина інструменту - твердий сплав марки ВК;
- 6) під час механічної обробки деталі втулка ліва НШ50УК-3-00-07 на всіх операціях використовують технологічне оснащення (пристрої затискні, патрони, цанги, оправки) для швидкого затиску, зменшення часу і підвищення точності обробки;
- 7) в технологічному процесі, ступінь концентрації операції достатньо високий. В технологічному процесі використовують, багатошпиндельні верстати, спеціальні верстати підвищеної точності;
- 8) вибір заготовки проведений правильно (заготовка – виливка в кокіль).

Деталь достатньо технологічна, але є деякі недоліки. Деталь базується на одну поверхню і використовується одна і та ж база під час всього технологічного процесу (принцип єдності і постійності баз).

Провівши аналіз заводського технологічного процесу, пропонується внести деякі зміни і раціоналізувати операцію 220 заводського технологічного процесу замінивши верстат 2Н125 (вертикально-свердлильний) на більш габаритний і потужний 2С150 і встановити на нього перехідну двохшпіндельну головку. Це дозволить працювати одразу двом зенкерам Ø26

і оброблювати одночасно чотири деталі на чотирьох позиційному затискному пристрої, тим самим зменшивши час на обробку. Таким чином збільшується продуктивність праці та зменшиться собівартість виготовлення деталей.

Розроблений маршрут технологічного процесу виготовлення деталі втулка ліва НШ50УК-3-00-07 приведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Маршрут технологічного процесу виготовлення деталі.

Назва та зміст операції	Верстат	Верстатний пристрій
001 Транспортувальна 1. Транспортувати виливки на МСЦ № 2	ЕВ-701 Електропогрузчик	-
005 Токарна I і II позиції завантажувальні 1. Встановити та закріпити III і IV позиції Поперечний супорт 2. Підрізати торець 1 попередньо V і VI позиції Поперечний супорт 3. Підрізати торець 1 остаточно Повздовжній супорт 4. Зенкерувати отвір 2 на прохід VII і VIII позиції Повздовжній супорт 5. Точити фаску 3 6. Контроль	1А 240П6 Токарний напівавтомат	7136-4166 Гідравлічний пристрій
010 Токарна I і II позиції завантажувальні 1. Встановити та закріпити III і IV позиції Повздовжній супорт 2. Точити поверхню 4 попередньо Поперечний супорт 2. Підрізати торець 5 Повздовжній супорт 4. Точити поверхню 4 остаточно 5. Зенкерувати виточку 6 6. Контроль	1А 240П6 Токарний напівавтомат	7136-4166 Гідравлічний пристрій
015 Вертикально-протяжна 1. Протягнути дві гвинтові канавки 7	020-101	-
020 Вертикально-свердлильна 1. Розгорнути отвір 2 на прохід в чотирьох деталях одночасно	2С150 Спеціальний вертикально- свердлильний	7272-4085 Пристрій пневматичний
025 Токарна 1. Підрізати торці 1, 5 одночасно	SV-18R Токарно-гвинторізний	7135-4072
030 Токарна 1. Врізати канавку 8	ОС 3894 Токарний	7135-4073

Продовження табл. 2.2

Назва та зміст операції	Верстат	Верстатний пристрій
035 Алмазно-розточувальна 1. Точити зовнішній діаметр і виточку 9	ОС 1050 Алмазно-розточний	7425-4018 Пристрій гідравлічний
040 Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати площину 10	ДФ 513 Горизонтально-фрезерний	7222-4055 Пристрій пневматичний
045 Свердлильна 1. Свердлити отвір 12 на прохід	2М112 Настільно-свердлильний	7272-4087 Пристрій пневматичний
050 Свердлильна 1. Свердлити отвір 13 на прохід	2Н112 Вертикально-свердлильний	7272-4087 Пристрій пневматичний
055 Фрезерна 1. Фрезерувати скіс 14	ГФ 2190 Двох шпиндельний вертикально фрезерний	7231-4045 Пристрій пневматичний
060 Промивання 1. Промити деталі від МОР і стружки	070-012 Мийна машина	-
065 Контроль 1. Контроль всіх поверхонь	ГМ 3112 Стіл контрольний	-

2.3 Вибір технологічних баз

Від відповідного вибору баз у значній мірі залежить одержання заданої точності деталі. Обґрунтування, вибір технологічних баз невід’ємна частина процесу розробки технологічного процесу [1, 2, 7], оскільки цей етап безпосередньо впливає на величину похибки базування, послідовність виконання операцій та конструкцію майбутнього верстатного оснащення.

У цьому розділі розглядається послідовне визначення поверхонь для базування заготовки. На перших технологічних операціях обґрунтовано вибір чорнових баз, головне завдання яких - забезпечити надійне закріплення та правильний розподіл припусків на обробку. Для наступних етапів обробки встановлюються чистові бази. При їх виборі пріоритет надається дотриманню принципу суміщення баз (технологічної з конструкторською та вимірною), а також принципу постійності баз. Такий підхід дозволяє уникнути накопичення похибок і гарантує виконання жорстких вимог креслення до взаємного розташування поверхонь деталі з максимальною економічною ефективністю. Вибрані технологічні бази наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технологічні бази.

№ та назва операції	Модель верстата	Технологічні бази	Число ступенів свободи
005 Токарна	1A240 П6	Зовнішня циліндрична поверхня, лівий торець	5
010 Токарна	1A240 П6	Внутрішня циліндрична поверхня, правий торець	5
015 Вертикально-протяжна	020-101	Торець, внутрішня циліндрична поверхня	6
020 Вертикально-свердлильна	2С150	Правий торець, зовнішня циліндрична поверхня	5
025 Токарна	SV-18R	Внутрішня циліндрична поверхня, виточка	5
030 Токарна	ОС 3894	Внутрішня циліндрична поверхня, лівий торець	5
035 Алмазно-розточна	ОС 1050	Внутрішня циліндрична поверхня, лівий торець	5
040 Горизонтально-фрезерна	ДФ 513	Зовнішня циліндрична поверхня, кільцева канавка	6
045 Свердлильна	2М112	Зовнішня циліндрична поверхня, лиска, торець	6
050 Свердлильна	2Н112	Внутрішня циліндрична поверхня, торці, лиска	6
055 Фрезерна	ГФ2190	Зовнішня циліндрична поверхня, торець, лиска	6

2.4 Технічна характеристика вибраного обладнання

Вибір устаткування – це відповідальна фаза розробки технологічного процесу, яку проводять на основі розмірів продукції, обсягів випуску.

При крупносерійному типі виробництва використовують обладнання по типу багатошпиндельні автомати та напівавтомати, спеціальні і спеціалізовані верстати. Вартість устаткування забезпечує економічність операцій.

Технічна характеристика обладнання:

2Н112 Вертикально-свердлильний

Найбільший діаметр свердління в сталі, мм

12

Розмір поверхні стола, мм	250x250
Відстань від торця шпинделя до поверхні стола, мм	400
Виліт шпинделя, мм	190
Найбільший хід шпинделя, мм	100
Конус Морзе шпинделя	28
Кількість швидкостей шпинделя	5
Межі частоти обертання шпинделя, об/хв	450-4500
Потужність привода головного руху, кВт	0,6
Габаритні розміри: довжина x ширина x висота, мм	770x370x820
Маса, кг	120

ГФ-2190 Горизонтально-фрезерний

Розміри поверхні столу, мм	1600x400
Найбільше переміщення столу, мм:	
поздовжнє	1000
поперечне	400
вертикальне (установче)	420
Відлік по осях координат, мм	0,01
Переміщення повзуна, максимум, мм	250
Межі частоти обертання шпинделя, об/хв	40-2000
Межі робочих подач по координатами, м/хв	3-2000
Швидкість прискореного переміщення, в одному напрямку, мм/хв	4800
Кількість інструментів у магазині, шт.	12
Час заміни інструменту, с	6
Потужність приводу головного руху, кВт	7,5
Габарити верстата, мм	4400x3550x2778
Маса верстата (з приставними пристроями), кг	5700

2C150 Вертикально-свердильний

Найбільший діаметр свердління по сталі, мм	50
Найбільше зусилля подачі допустиме верстатом, кг	2500
Відстань від торця бабки до стола, мм	350-1075
Відстань від торця бабки до плити, мм	1225-1625
Межі переміщення шпиндельної бабки, мм	400
Число швидкостей шпинделя	16
Най більше число обертів приводного вала за хвилину	90-675
Число подач	8
Переміщення на один оберт приводного вала, мм	0,1...2,24
Швидкість швидкого переміщення шпиндельної бабки, мм/хв	2,7
Розмір столу, мм	500x600
Потужність електродвигуна, кВт	7,5
Габарити верстата, мм	1700x1270

1A240П6 Токарний напівавтомат

Найбільший діаметр обробки, мм	900
під повздовжнім супортом, мм	130
під поперечним супортом, мм	150
Довжина обробки, найбільше, мм	160
Довжина нарізуваної різьби, найбільше, мм	30
Кількість супортів:	
повздовжніх	1
поперечних	5
Переміщення повздовжнього супорта, мм	180
Переміщення поперечних супортів, мм	95, 70
Кількість швидкостей робочих шпинделів	24
Число обертів робочих шпинделів за хвилину	80-1140
Тривалість циклу обробки, хв	0,16-8,5
Час холостого ходу розподільного валу, с	3

Потужність електродвигуна, кВт:	
приводу головного руху	17
загальна потужність	23,2
Габарити напівавтомату, мм:	
довжина	4330
ширина	1600
Категорія ремонтної складності	75
ОС-3894 Алмазно - розточний	
Габарити верстата при наладці, мм:	
довжина	1800
ширина	710
висота	1400
Вага верстату при наладці ,кг	3248
Габарити електрошафи, мм:	
довжина	620
ширина	600
висота	1200
Вага електрошафи, кг	200
Габарити комплексного електропривода, мм:	
довжина	970
ширина	770
висота	1470
Вага комплексного електропривода, кг	515
Число обертів шпінделя, об /хв	990
Швидкість різання, м/хв	170
Можлива кількість наладок робочих подач столу	2
Границі робочих подач столу, мм/хв	10-500
Відстань від вісі шпінделя до площини столу, мм	290
Переміщення столу, найбільше, мм	295

Швидкість прискореного переміщення столу, м/хв	4
Число обертів електродвигуна приводу шпінделя головок, кВт	1430
Потужність електродвигуна приводу шпінделя головок, кВт	3

ДФ513 Горизонтально - фрезерний

Габарити верстата, мм:

Довжина	2060
ширина	1940
висота	1600

Вага, кг	2000
----------	------

Відстань від вісі шпінделя до столу, мм:

найменша	30
найбільша	380

Відстань від шпінделя до хоботу, мм	150
-------------------------------------	-----

Розміри площини стола, мм:

довжина	1000
ширина	250

Переміщення столу, мм:

повздовжнє від руки	600
механічне	560

Переміщення на одну поділку лімба, мм:

повздовжнє і поперечне	0,05
вертикальне	0,025

Число обертів ел. двигуна	1420
---------------------------	------

Потужність, кВт	1,5
-----------------	-----

Вага, кг	1700
----------	------

SV- 18R Токарно-гвинторізний

Висота центрів над станиною, мм	230
---------------------------------	-----

Максимальний діаметр над кожухом направляючих станини, мм	510
---	-----

Діаметр точіння над кареткою, мм	450
Діаметр точіння над супортом поперечним, мм	255
Максимальна відстань від кінця шпинделя до револьверної головки, мм	590
Ширина направляючих станини, мм	400
Діаметр отвору шпинделя, мм	53
Максимальний діаметр пруткового матеріалу, мм	50
Число обертів в двох напрямках	18
Конус морзе в шпинделі	6
Супорти:	
переміщення каретки, мм	660
переміщення поперечних салазок, мм	250
Число подач	12
Діапазон повздовжніх і поперечних подач	0,045...2
Розмір різців чотирьох різцевої головки, мм	34x25
Нарізання різьби:	
Шаг метричної різьби, мм	7
Шаг дюймової різьби, мм	4-19
Довжина нарізуваної різьби при патронній роботі, мм	100
Вага верстата, кг	1800
ОС 1050 Алмазно - розточний	
Розміри поверхні столу, мм:	320x500
Число Т-подібних пазів, шт	3
Розмір каліброваного центрального пазу, мм	18А
Розмір між пазами, мм	110
Хід столу, максимум, мм	280
Межі робочих подач (регульована подача безступінчаста), мм/хв	10-500
Кількість можливих налагоджених робочих подач	2
Швидкість прискореного переміщення, м/хв	2,5

Відстань від полу до крайньої площини столу, мм	800
Відстань між , Т- подібними пазами, мм	250
Ширина Т- подібного паза, мм	18А
Відстань від полу до площини мосту рід головки, мм	1025
Напруга гідроагрегату, В	380
Число обертів електродвигуна приводу насоса гідравліки, об/хв	1000
Потужність електродвигуна приводу насоса гідравліки, кВт	2
Межі сили обертів електродвигуна шпиндельної головки, об/хв	1000-3000
Межі потужності електродвигуна шпиндельної головки, кВт	1...2,6
Продуктивність, л/хв	22
Кількість насосів, шт	1
Ємкість бака, л	40
Габаритні розміри верстата (без наладки)	
довжина, мм	1540
ширина, мм	1100
висота, мм	1500
Вага верстата (без шпиндельних головок, пристосувань, інструменту приводу і електродвигунів приводу), кг	2000

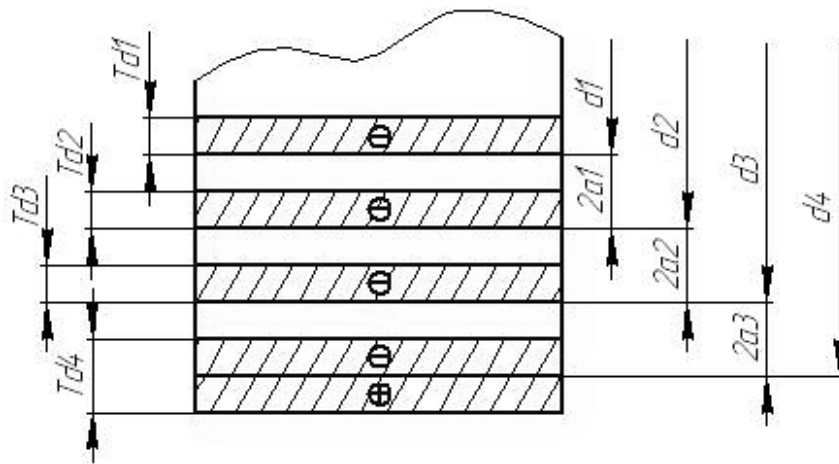
2.5 Розрахунок припусків та проміжних розмірів

Розрахунки припусків проводимо [1, 2] для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 55^{+0,02}_{-0,045}$ з шорсткістю $R_a = 0,63$ мм. Вибраний метод завершальної обробки та маршрут обробки поверхні приведено у таблиці 2.1.

Маршрут обробки заготовки $\varnothing 60 \pm 0,4$ мм:

- 1) Точіння чорнове.
- 2) Точіння чистове.
- 3) Точіння алмазне.

Схему розташування припусків показано на рисунку 2.1.



d1 – розмір після алмазного
точіння;
d2 – розмір після чистового
точіння;
d3 – розмір після чорнового
точіння;
d4 – розмір заготовки;

Td1 – допуск на алмазне
точіння (розмір деталі);
Td2 – допуск на чистове
точіння;
Td3 – допуск на чорнове
точіння;
Td4 – допуск на заготовку;

2a1 – припуск на алмазне
точіння;
2a2 – припуск на чистове
точіння;
2a3 – припуск на чорнове
точіння;
2z – загальний припуск.

Рисунок 2.1 - Схема розташування припусків.

Визначаємо загальний припуск, мм:

$$2z = 2 \cdot 2,5 = 5.$$

Визначаємо операційний припуск:

$$2a_1 = 1 \text{ мм};$$

$$2a_2 = 1,4 \text{ мм};$$

$$2a_3 = 2z - (2a_1 + 2a_2) = 5 - (1 + 1,4) = 2,6 \text{ мм}.$$

Визначаємо розмір готової деталі (з креслення):

$$d_1 = 55 \text{ мм}.$$

Визначаємо після чистового точіння:

$$d_2 = 55 + 1 = 56 \text{ мм}.$$

Визначаємо після чорнового точіння:

$$d_3 = 56 + 1,4 = 57,4 \text{ мм}.$$

Розмір заготовки:

$$d_4 = 57,4 + 2,6 = 60 \text{ мм}.$$

Перевірка:

$$2z = d_4 - d_1;$$

$$2z = 60 - 55 = 5 \text{ мм.}$$

Визначаємо допуски:

$$Td_1 = 0,02 \text{ мм, остаточний розмір } d_1 = \varnothing 55_{-0,04}^{-0,02};$$

$$Td_2 = 0,1 \text{ мм, остаточний розмір - } \varnothing 56_{-0,1} \text{ мм;}$$

$$Td_3 = 0,2 \text{ мм, остаточний розмір - } \varnothing 57,4_{-0,2} \text{ мм;}$$

$$Td_4 = 0,08 \text{ мм, остаточний розмір - } \varnothing 60 \pm 0,4 \text{ мм.}$$

Результати розрахунків на інші поверхні деталі вносимо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку припусків.

Назва та розмір поверхні	Маршрут обробки	Розмір до обробки, мм	Припуск на обробку, мм	Розмір після обробки, мм	Допуск на обробку, мм	Проміжний або кінцевий розмір, мм
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 55_{-0,04}^{-0,02}$	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове 3. Точіння алмазне	$\varnothing 60 \pm 0,4$ $\varnothing 57,4_{-0,2}$ $\varnothing 56_{-0,1}$	2,6 1,4 1	$\varnothing 57,4$ $\varnothing 56$ $\varnothing 55$	0,2 0,1 0,2	$\varnothing 57,4_{-0,2}$ $\varnothing 56_{-0,1}$ $\varnothing 55_{-0,04}^{-0,02}$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 26_{+0,015}^{+0,015}$	1 Зенкерування 2 Розвертчування нормальне 3 Розвертчування тонке	$\varnothing 23,5 \pm 0,3$ $\varnothing 24,8_{+0,045}^{+0,2}$ $25,4_{+0,015}^{+0,045}$	1,3 0,6 0,6	24,8 25,4 26	0,2 0,045 0,015	$\varnothing 24,8_{+0,2}^{+0,2}$ $25,4_{+0,045}^{+0,045}$ $\varnothing 26_{+0,015}^{+0,015}$
Торці деталі $30,75_{-0,075}^{-0,046}$	1 Точіння чорнове 2 Точіння чистове 3 Точіння однократне 4 Точіння тонке	34 33,5 33 31,5	1,5 0,5 1,5 0,75	33,5 33 31,5 30,75	0,4 0,3 0,4 0,029	$33,5_{-0,4}$ $33_{-0,3}$ $31,5_{-0,4}$ $30,75_{-0,075}^{-0,046}$

2.6 Вибір різального інструменту

У відповідності з розробленим і аналізованим технологічним процесом, вибираємо різальний інструмент для всіх операцій і переходів. Вибір різального інструмента виконують [1, 2] за:

- типом виробництва – крупносерійний;
- типом і моделлю верстата;
- формою і розмірам яким повинні відповідати деталі після обробки;

- матеріал деталі – алюмінієвий сплав А03-7 ТУ23.578610638-87, для обробки алюмінієвих сплавів приміняють ті ж самі матеріали різальної частини, що й для чавуну, тобто ВК сплави.

- метод обробки (чорнове точіння з великим припуском на обробку, алмазне точіння із малими припусками);

- інструмент повинен забезпечувати як задану шорсткість так і точність (технологічно забезпечується);

Вибраний інструмент заносимо до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Різальний інструмент для механічної обробки.

№ оп.	№ перех.	Назва та типорозмір інструменту	Стандарт або нормаль	Різальна частина		Кількість
				Матеріал	Стандарт	
005	2-3	Різець підрізний	2112-4003	ВК8	3882-74	1
	4	Зенкер	2330-6004	ВК8	3882-74	1
	5	Розвертка	2363-6009	ВК8	3882-74	1
010	2	Різець прохідний	2100-4013	ВК8	3882-74	1
	3	Різець підрізний	2110-4018	ВК8	3882-74	1
	5	Зенкер торцевий Ø28 ^{+0,4}	2323-6008	ВК8	3882-74	1
015	1	Протяжка права	P11-513	ВК8	3882-74	1
020	1	Розвертка Ø26	2363-4004	ВК8	3882-74	4
025	1	Різець підрізний лівий	7910-4004	ВК8	3882-74	1
		Різець підрізний	2110-4038	ВК8	3882-74	1
		Різець	2142-4001	ВК8	3882-74	1
030	1	Різець канавочний	2126-6014	ВК8	3882-74	1
035	1	Різець	2100-4008	ВК8	3882-74	1
		Різець лівий	2101-6001	ВК8	3882-74	2
	2	Різець	2100-4167	ВК8	3882-74	2
		Різець правий	2101-6002	ВК8	3882-74	2
040	1	Фреза Ø100	2214-0153	ВК8	3882-74	1
045	1	Свердло Ø2	2300-0001	P6M5	3882-74	1
050	1	Свердло Ø5,2	2300-6966	P6M5	3882-74	1
055	1	Фреза	2240-4059	ВК8	3882-74	2

2.7 Розрахунок режимів різання та основного часу

Розрахунок режимів різання поелементно [1, 2] проводиться на токарну операцію 005.

1. Глибина різання:

$$t_1 = 0,5 \text{ мм};$$

$$t_2 = 0,5 \text{ мм};$$

$$t_3 = 0,65 \text{ мм};$$

$$t_4 = h \text{ фаски} = 0,3 \text{ мм}.$$

2. Визначаємо подачу (мм/об):

$$S_1 = 0,354;$$

$$S_2 = 0,354;$$

$$S_3 = 0,22;$$

$$S_4 = 0,22.$$

Корегуємо подачу згідно паспорта верстата 1Б240П-6, мм/об:

$$S_1 = S_2 = 0,4;$$

$$S_3 = S_4 = 0,3.$$

3. Визначаємо довжину робочого ходу, мм:

$$l_{p.x} = l_p + l_1 + l_2 + l_{б.н.};$$

$$l_{p.x1} = 18,5 + 2 + 2 + 2,5 = 25;$$

$$l_{p.x2} = 18,5 + 2 + 2 + 2,5 = 25;$$

$$l_{p.x3} = 32 + 1 + 1 + 1 = 35;$$

$$l_{p.x4} = 32 + 1 + 1 + 1 = 35.$$

4. Визначаємо стійкість інструменту, хв:

$$T_p = T_m \lambda,$$

$$T_m^{1,2} = 140,$$

$$\lambda = \frac{l_{pi3}}{l_{px}}$$

$$\lambda_1 = \frac{18,5}{25} = 0,74$$

$$\lambda_2 = \frac{18,5}{25} = 0,74$$

$$\lambda_3 = \frac{32}{35} = 0,91$$

$$\lambda_4 = \frac{32}{35} = 0,91$$

Якщо $0,7 < \lambda$ буде прийматися як 1.

$$T_{p1} = T_{p2} = 140 \cdot 1 = 140 \text{ хв};$$

$$T_{p3} = 160 \cdot 1 = 160 \text{ хв};$$

$$T_{p4} = 130 \cdot 1 = 130 \text{ хв}.$$

5. Визначаємо нормативну швидкість різання по таблицям, м/хв:

$$V_{\text{табл.1}} = 170;$$

$$V_{\text{табл.2}} = 170;$$

$$V_{\text{табл.3}} = 190;$$

$$V_{\text{табл.4}} = 190.$$

6. Коригуємо швидкість різання згідно умов різання, м/хв:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

де K_1 - коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу деталі;

K_2 - коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу інструменту;

K_3 - коефіцієнт, що залежить від виконуваної операції.

$$V_{\partial.1} = 170 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1 = 116;$$

$$V_{\partial.2} = 170 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1 = 116;$$

$$V_{\partial.3} = 190 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1 = 129,5;$$

$$V_{\partial.4} = 190 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1 = 129,5;$$

7. Виконуємо розрахунок частоти обертання шпінделя, об/хв:

$$n = \frac{1000V}{\text{ПД}};$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 116}{3,14 \cdot 60} = 615,7;$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 116}{3,14 \cdot 60} = 615,7;$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 129,5}{3,14 \cdot 24,8} = 1663;$$

$$n_4 = \frac{1000 \cdot 129,5}{3,14 \cdot 25,4} = 1624.$$

За паспортом верстата 1Б240П-6 всі шпінделі обертаються з одною частотою, приймаємо кориговані частоти шпінделя згідно паспорта верстата.

$$n_1 \dots n_4 = 700 \text{ об/хв.}$$

8. Розраховуємо фактичну швидкість різання, м/хв:

$$V_\phi = \frac{\Pi D n}{1000};$$

$$V_{\phi 1-2} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 700}{1000} = 132;$$

$$V_{\phi 3} = \frac{3,14 \cdot 24,8 \cdot 700}{1000} = 54,5;$$

$$V_{\phi 4} = \frac{3,14 \cdot 25,4 \cdot 700}{1000} = 55,8.$$

9. Визначаємо основний час на операцію, хв:

$$T_o = \frac{l_{p.x.}}{S_o \cdot n};$$

$$T_{o 1-2} = \frac{25}{700 \cdot 0,354} = 0,1;$$

$$T_{o 3-4} = \frac{35}{700 \cdot 0,22} = 0,23.$$

Режими різання на інші операції технологічного процесу обираємо за нормативними довідниками, та заносимо усі до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Режими різання

№ оп.	№ поз.	№ перех.	Зміст переходу	t, мм	D, мм	Sz, мм/зуб	So, мм/об	Sxb, мм/хв	n, об/хв	V, м/хв	Lpx, мм	Машинний час,хв		
												На перех.	На поз.	На оп.
005	III, IV	2	Підрізати торець 1 попередньо	0,5	56	-	0,4	-	700	132	25	0,045	0,045	0,23
	V, VI	3	Підрізати торець 1 остаточно	0,5	56	-	0,4	-	700	132	25	0,055	0,149	
		4	Зенкерувати отвір 2 на прохід	0,65	23	-	0,3	-	700	54,5	35	0,094		
	VII, VIII	5	Точити фаску 3	0,3	28	-	0,3	-	700	55,8	35	0,036	0,036	
010	III, IV	2	Точити поверхню 4 попередньо	0,5	56	-	0,4	-	700	132	34	0,052	-	0,225
		3	Підрізати торець 5	0,4	56	-	0,4	-	700	132	25	0,062		
	V, VI	4	Точити поверхню 4 остаточно	0,2	55	-	0,3	-	700	132	34	0,07	-	
		5	Зенкерувати виточку 6	0,8	28	-	0,3	-	700	54,7	4	0,041	-	
015	-	1	Протягнути дві гвинтові канавки 7	1	26	0,02	-	-	-	23	40	0,05	-	0,05
020	I	1	Розгорнути отвір 2 на прохід в чотирьох деталях одночасно	0,12	26	-	0,25	-	340	28	33	0,112/ 4	-	0,112/ 4

Продовження таблиці 2.6

№ оп.	№ поз.	№ перех.	Зміст переходу	t, мм	D, мм	Sz, мм/зуб	So, мм/об	Sxb, мм/хв	n, об/хв	V, м/хв	Lpx, мм	Машинний час, хв		
												На перех.	На поз.	На оп.
025	-	1	Підрізати торці 1, 5 одночасно	0,2	55	-	0,15	-	630	121	25	0,189	-	0,189
030	-	1	Врізати канавку 8	3,5	47	-	0,22	-	630	138	4	0,173	-	0,173
035	-	1	Точити зовнішній діаметр і виточку 9	0,18	55	-	0,08	-	630	120	34	0,109	-	0,109
040	-	1	Фрезерувати площину 10	1,5	100	0,008	0,13	65	500	110	28	0,07	-	0,07
045	-	1	Свердлити отвір 12 на прохід	-	2	-	0,15	-	1200	19	15	0,1	-	0,1
050	-	1	Свердлити отвір 13 на прохід	-	5,2	-	0,25	-	800	24	32	0,115	-	0,115
055	-	1	Фрезерувати скіс 14	0,8	125	0,015	0,25	400	1600	311	15	0,129	-	0,129

2.8 Визначення норм часу

Вихідні дані.

Назва деталі – втулка ліва НШ50УК-3-00-07.

Заготовка – відливка, маса – 0,212 кг.

Операція 005

Верстат – токарний напівавтомат 1Б240П-6

Основний час на операції – 0,230 хв.

Допоміжний час $T_{\text{доп}} = 0,006$ хв.

Розраховуємо оперативний час $T_{\text{оп}}$, хв:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{доп}}:$$

$$T_{\text{оп}} = 0,230 + 0,006 = 0,236 \text{ хв.}$$

Визначаємо процентну частку основного часу в оперативному [1, 2]:

$$\frac{T_o \cdot 100}{T_{\text{оп}}} = \frac{0,230 \cdot 100}{0,236} = 97\%$$

Визначаємо відсоток часу на обслуговування, від оперативного:

$$\alpha = 4\%.$$

Розраховуємо час на технічне обслуговування:

$$T_{\text{обсл}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot \alpha}{100} = \frac{0,236 \cdot 4}{100} = 0,009 \text{ хв}$$

Визначаємо відсоток часу на відпочинок, від оперативного:

$$\beta = 6\%;$$

Розраховуємо час на відпочинок, $T_{відп}$, хв:

$$T_{відп} = \frac{T_{оп} \cdot \beta}{100} = \frac{0,236 \cdot 6}{100} = 0,014 \text{ хв}$$

Розраховуємо штучний час на операцію, $T_{шт}$, хв:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обсл} + T_{відп};$$

$$T_{шт} = 0,236 + 0,009 + 0,014 = 0,26 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за формулою:

$$Нв = \frac{T_z}{T_{шт}},$$

де $T_z = 308$ хв.

$$Нв = \frac{308}{0,26} = 1184 \text{ шт.}$$

Визначаємо норми часу на решту операцій технологічного процесу [1, 2], та заносимо результати до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Норми часу і виробітку.

№ оп.	Основний час T_o , хв	Допоміжний час $T_{доп}$, хв	Оперативний час $T_{оп}$, хв	α , %	β , %	Час на обслуговування $T_{обсл}$, хв	Час на відпочинок, $T_{відп}$, хв	Штучний час $T_{шт}$, хв	Норма виробітку $Нв$, шт.
005	0,23	0,006	0,236	4	6	0,00944	0,01416	0,260	1184
010	0,225	0,005	0,230	4	6	0,0092	0,0138	0,254	1889
015	0,05	0,467	0,517	3	6	0,0155	0,0310	0,564	851
020	0,112/4	0,09	0,118	3	6	0,00354	0,00708	0,12862	1678
025	0,189	0,249	0,438	3	6	0,0131	0,0262	0,478	1004
030	0,173	0,249	0,422	3	6	0,0126	0,0253	0,461	1041
035	0,109	0,255	0,364	3	6	0,0109	0,0218	0,397	1209
040	0,07	0,254	0,324	3	6	0,00972	0,0194	0,354	1355
045	0,1	0,367	0,467	3	6	0,0140	0,0280	0,510	941
050	0,115	0,281	0,396	3	6	0,01188	0,02376	0,432	882
055	0,129	0,153	0,282	3	6	0,00846	0,01692	0,307	2202

3 Конструкторська частина

3.1 Опис різального інструменту

Розвертка розробленої конструкції, рис. 3.1, призначена для обробки внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 26^{+0,015}$ на другому етапі обробки, див. табл. 2.4.

Процес розвертчування виконується як подальша обробка отворів, виготовлених після свердління, зенкерування або розточування [8]. Розвертка дає велику точність отвору (7...11 квалітет точності, шорсткість $Ra\ 1,25...5,0$ мкм). Розвертка в більшості нагадує зенкер. Вона відрізняється від нього тим, що знімає менший припуск і має більше число зубців, від 6 до 12.

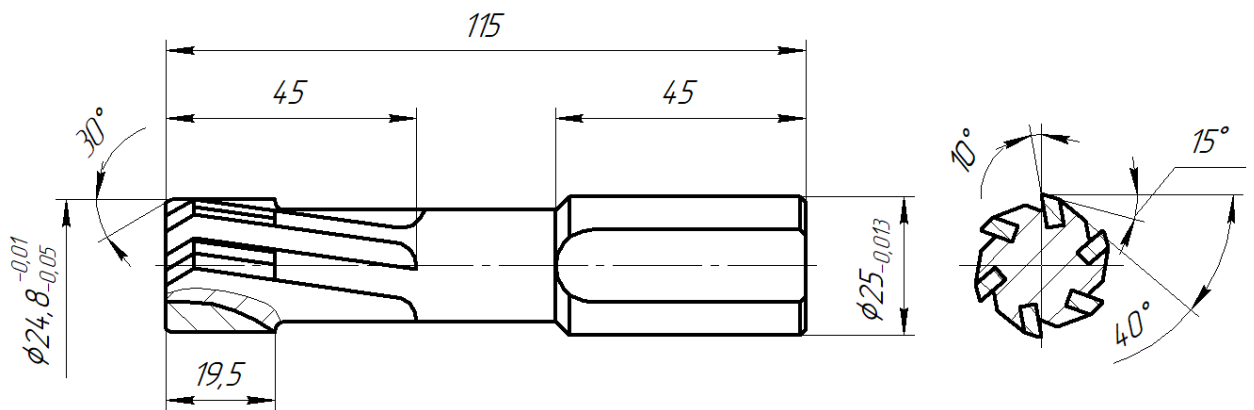


Рисунок 3.1 – Розвертка.

Розвертка може бути виготовлена, як з інструментальних швидкоріжучих сталей P18 і P9 так і з пластинками із твердих сплавів (Т15К6 при обробці сталей; ВК6, ВК8 і ВК4 при обробці чавуну); ручна розвертка виготовляється зі сталі 9ХС і У12А.

Робоча частина розвертки складається з різальних зубців, які поділені на дві частини: різальну і калібруючу. Різальна частина, нахилена до вісі під головним кутом в плані φ (кут конуса різальної частини – 2φ), виконує основну роботу різання. Калібруюча частина служить для направлення

інструмента при роботі для калібрування отвору і збереження розміру інструменту після його переточки.

У розвертці, у порівнянні з зенкером, калібруюча частина має дві частини: циліндричну і конічну із зворотнім конусом. Зворотній конус призначений для зменшення тертя інструмента об оброблювану поверхню і меншого збільшення діаметра отвору.

Технічні вимоги, що зазначаються на кресленні:

1. *Розміри для довідок.
2. 28...32HRC корпусу.
3. H14, h14, Js14.
4. Паяти латуню марки Л63 15527-70.
5. Після паяння провести релаксацію.
6. Недопускається наявність латуні на передніх, задніх поверхнях і стружкових канавок.
7. Маркувати позначення: ВК6.
8. Використовується для деталей типу - втулка.

Складальне креслення розвертки з вказанням технічних вимог приведено у додатках до роботи.

3.2 Опис контрольного пристрою

Контрольний пристрій 8533-4078 призначений для контролю допуску площинності 0,003 мм деталі втулка НШ 50УК-3-00-07.

Склад пристосування:

1. Контрольно вимірювальний пристрій, в зборі.
2. Індикатор 1 МИГ 9696-75.
3. Контрольний зразок 8533-4078-08.

Контрольний пристрій зображено на рис. 3.2. На плиті, поз. 1, встановлені стійки, поз. 4. На стійках запресовується плита, поз. 2. В плиті,

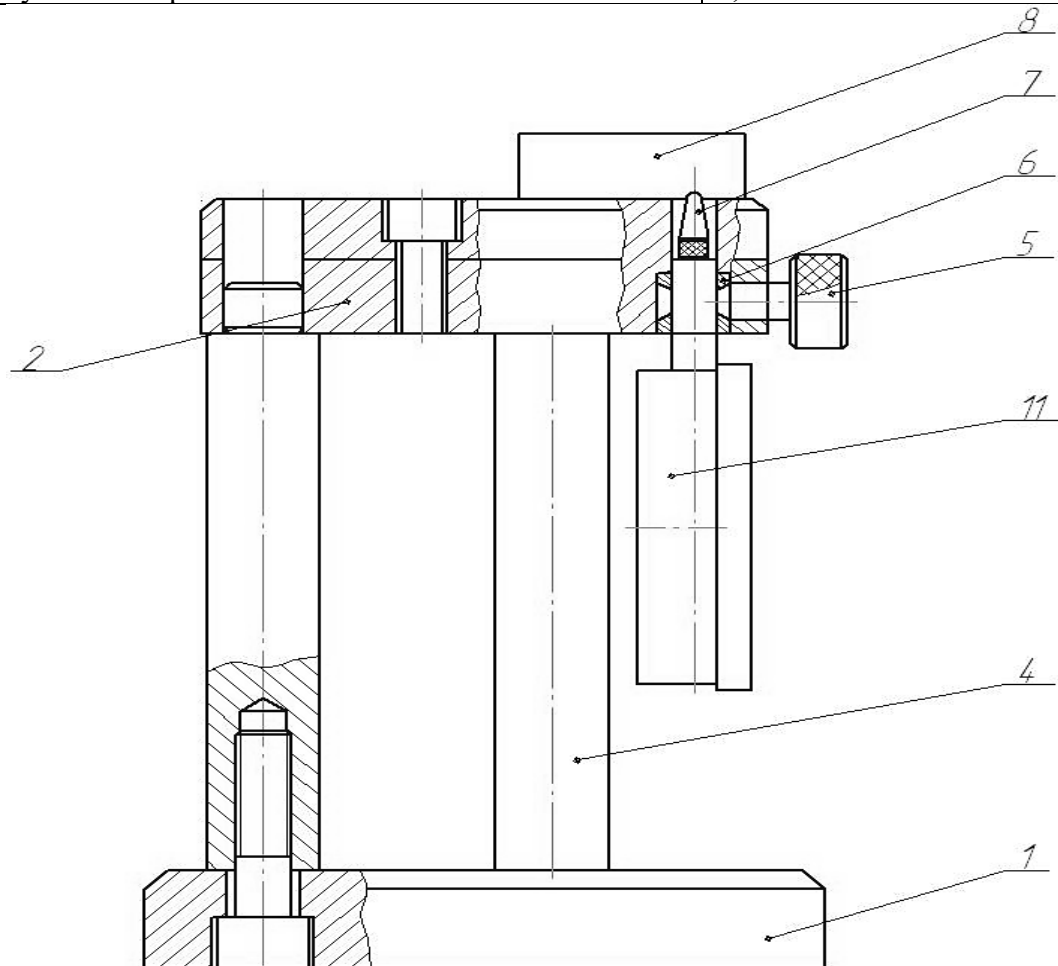
поз. 2, за допомогою гвинта, поз. 5, і втулки, поз. 6, закріплений індикатор, поз. 11. На плиту, поз. 2, встановлюється контрольний зразок, поз. 8.

По контрольному зразку індикатор налаштовується на нуль. Контрольована деталь встановлюється на плиту, поз. 2, при цьому наконечник індикатора, поз. 7, повинен виступати над плитою, поз. 2, не більше 0,3 мм. Деталь вважається придатною при показнику індикатора до 0,003 мм.

Основні параметри пристрою приведені у табл. 3.1. Складальне креслення вимірювального пристосування представлено в додатках до роботи.

Таблиця 3.1 – Параметри контрольного пристрою.

Параметри пристрою	Значення параметру
Границі виміру	0...1
Габаритні розміри	125x180
Розрахункова погрішність	0,0014



1 – плита; 2 – плита; 4 – стійки; 5 – гвинт; 6 – втулка; 7 - наконечник індикатора;
8 - контрольний зразок; 11 - індикатор

Рисунок 3.2 Контрольний пристрій.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано заводський техпроцес механічної обробки деталі «Втулка ліва НШ50УК-3-00-07», який відповідає сучасним вимогам технології машинобудування та забезпечує виготовлення деталі з потрібною точністю та достатньою ефективністю. Було вибрано вид та спосіб виготовлення заготовки, вибрані завершальні методи обробки поверхонь, верстати та верстатні пристрої, різальний інструмент. Проведено розрахунки припусків, режимів різання та норм часу. Спроектовано контрольний пристрій та різальний інструмент.

Провівши аналіз заводського технологічного процесу, пропонується внести деякі зміни і раціоналізувати операцію 220 заводського технологічного процесу замінивши верстат 2Н125 (вертикально-свердильний) на більш габаритний і потужний 2С150 і встановити на нього перехідну двохшпіндельну головку. Це дозволить працювати одразу двом зенкерам Ø26 мм і оброблювати одночасно чотири деталі на чотирьох позиційному затискному пристрої, тим самим зменшивши час на обробку на 55% (було $T_{шт} = 0,286$ хв, стало $T_{шт} = 0,129$ хв). Таким чином збільшується продуктивність праці та зменшиться собівартість виготовлення деталей.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні рекомендації до кваліфікаційної роботи / Укл.: І.І. Павленко, В.А. Мажара, К.К. Щербина, О.І. Скібінський. – Кроп-цький: ЦНТУ, 2021 – 42 с.
2. Технологія машинобудування. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з технології машинобудування для студентів спеціальностей «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання / Укл.: І.І. Павленко, А.М. Артюхов, М.М. Підгаєцький, В.А. Мажара, М.О. Сторожук. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 68 с.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування, – Львів: Магнолія, 2006.
4. Шестеренна гідромашина [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Шестеренна_гідромашина.
5. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика: Підручник / В. О. Федорець, М. Н. Педченко, В. Б. Струтинський та ін. ; За ред. В. О. Федорця. – Київ: Вища школа, 1995. – 463 с.
6. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок, - Львів: Світ, 1996 – 368с.
7. Методичні рекомендації до виконання самостійних робіт з дисципліни: «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Для здобувачів спеціальностей: 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування / Укл.: О.І. Скібінський, В.М. Селєхова. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 93 с.
8. Методичні вказівки до дипломного проектування зі спеціальності 8.090202 “Технологія машинобудування” – Кіровоград: КДТУ, 2002.