

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему: «Конструкторсько-технологічні аспекти виготовлення
валика насосу паливного відцентрового»

КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
спеціальності 133 *«Галузеве*
машинобудування»
ступеня вищої освіти *бакалавр*
групи 133ГМбд_42
ПЕКУР Руслан

Керівник: канд. техн. наук, доцент
ПОПОВ Станіслав

Полтава – 2026 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Освітньо-професійна програма «*Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва*»

Спеціальність 133 «*Галузеве машинобудування*»
Ступінь вищої освіти *бакалавр*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
механічної та електричної
інженерії,
канд. техн. наук, доцент,
_____ Станіслав ПОПОВ
03 грудня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Руслан ПЕКУР

1 Тема роботи: «*Конструкторсько-технологічні аспекти виготовлення
валика насосу паливного відцентрового*»

керівник роботи *канд. техн. наук, доцент ПОПОВ Станіслав,*
затверджено засіданням кафедри, протокол №9 від 03 грудня 2025 р.

2 Строк подання здобувачем вищої освіти роботи – до 31 травня 2026 р.

3 Вихідні дані до роботи – *тиск на виході, МПа, 0,3; максимальна подача,
л/хв., 25; габаритні розміри, мм, 270×256×172; маса, кг, 7,5; річна програма
випуску, шт., 600.*

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

Розділ 1. *Загальний*

Розділ 2. *Технологічний*

Розділ 3. *Конструкторський*

Розділ 4. *Економіка, охорона праці та навколишнього середовища*

5 Перелік графічного матеріалу: *складальний кресленник вузла, що
вноситься на розгляд; кресленник деталі вузла; кресленник заготовки деталі вузла;
складальний кресленник затискного пристосування.*

6 Консультанти розділів *кваліфікаційної роботи*

Розділ	Власне ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
Економіка, охорона праці та навколишнього середовища	Інна МИКОЛЕНКО, професор кафедри економіки та публічного управління		
	Володимир ДУДНИК, доцент кафедри механічної та електричної інженерії		
	Павло ПИСАРЕНКО, завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля		

7 Дата видачі завдання 03 грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з.п.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір, затвердження теми роботи	До 03.12.2025 р.	
2	Складання, затвердження розгорнутого плану, завдання на кваліфікаційну роботу	15.12-28.12.2025 р.	
3	Опрацювання літературних джерел		
4	Збір, вивчення, обробка інформації, необхідної для виконання роботи		
5	Виконання розділів роботи, графічної частини	04.05-31.05.2026 р.	
6	Оформлення тексту роботи		
7	Попередній захист роботи на кафедрі	До 31.05.2026 р.	
8	Нормалізаційний контроль		
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій		
10	Захист кваліфікаційної роботи	3 01.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти _____ Руслан ПЕКУР
(підпис)

Керівник роботи _____ Станіслав ПОПОВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 4 розділи, 4 рисунки, 8 таблиць, 50 використаних джерел, 40 сторінок.

Об'єкт розробки – насос паливний відцентровий.

Предмет розробки – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення валику, що входить до його складу.

Постановка актуальної технічної задачі – дослідити можливості машинобудівного виробництва стосовно виготовлення складової деталі для забезпечення працездатного стану насосу паливного відцентрового за умов визначеного типу виробництва.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – розроблення базових положень підготовки виробництва для забезпечення потреб ринку.

Практичне значення кваліфікаційної роботи бакалавра – розробка документації для впровадження на машинобудівному підприємстві, що спеціалізується на виготовленні вузла.

У загальному розділі наведено основні положення щодо вузла, винесеного на розгляд.

У технологічному розділі проведено відрацювання на технологічність виробу та його деталі. Запропоновано маршрути обробки поверхонь валику. Визначено припуски та операційні розміри на обробку розрахунково-аналітичним методом.

У конструкторському розділі було запропоновано конструкцію затискного пристосування для реалізації механічної фрезерно-центрувальної обробки, проведено визначення похибки встановлення, розраховано зусилля затиску деталі, надійність та параметри затиску.

У розділі економіки, охорони праці та навколишнього середовища здійснено техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки валику, здійснено розрахунок загального освітлення виробничого приміщення. Приділено увагу впливу пально-мастильних матеріалів на довкілля.

Практичні результати роботи – розроблено складальний кресленик насосу паливного відцентрового (тиск на виході, МПа, 0,3; максимальна подача, л/хв., 25; габаритні розміри, мм, 210×256×172; маса, кг, 7,5; річна програма випуску, шт., 600), кресленик заготовки та робочий кресленик валику, складальний кресленик затискного пристосування, здійснено технологічно-конструкторські розрахунки.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – валик входить до складу насосу паливного відцентрового, що використовується у складі двигуна внутрішнього згорання.

Сфера застосування результатів роботи – галузеве машинобудування.

Графічна частина становить 3 аркуші формату А1.

Текст пояснювальної записки кваліфікаційної роботи пройшов перевірку на плагіат за допомогою відповідного сервісу і є оригінальним.

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі бакалавра розглядається конструкція валику, що використовуються у складі насосу паливного відцентрового для підтримки заданого постійного надлишкового тиску палива. Представлено службове призначення вузла. Здійснено аналіз параметрів точності валику. Охарактеризовано конструкційний матеріал для виготовлення. Визначено тип виробництва. Проведено відрацювання на технологічність. Проаналізовано діючий процес виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь валику. Визначено припуски та операційні розміри. Запропоновано конструкцію затискного пристосування, а також визначено похибку встановлення, зусилля затиску деталі, надійність та параметри затиску. Розраховано економічну ефективність заготівельного виробництва. Здійснено розрахунок загального освітлення. Розглянуто вплив пально-мастильних матеріалів на довкілля.

БАЛИК, НАСОС ПАЛИВНИЙ, МАРШРУТ ОБРОБКИ, ПРИПУСК, ПРИСТОСУВАННЯ, ЗАТИСКНЕ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ОСВІТЛЕННЯ, ДОВКІЛЛЯ.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work examines the design of the roller used as part of a centrifugal fuel pump to maintain a given constant excess fuel pressure. The official purpose of the node is presented. An analysis of the roller accuracy parameters was carried out. The structural material for manufacturing is characterized. The type of production is defined. Work on manufacturability was carried out. The current production process is analyzed. A route for processing roller surfaces has been developed. Allowances and operational dimensions are defined. The construction of the clamping device is proposed, as well as the installation error, clamping force of the part, reliability and clamping parameters are determined. The economic efficiency of procurement production is calculated. The calculation of the general lighting was carried out. The impact of fuel and lubricants on the environment is considered.

ROLLER, FUEL PUMP, MACHINING ROUTE, FITTING, CLAMPING DEVICE, ECONOMIC EFFICIENCY, LIGHTING, ENVIRONMENT.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ.....	8
1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис.....	8
1.2 Аналіз параметрів точності.....	10
1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник.....	11
1.4 Визначення типу виробництва та програми запуску.....	12
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	14
2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі.....	14
2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення.....	18
2.3 Маршрути обробки поверхонь.....	19
2.4 Розробка маршруту обробки деталі.....	21
2.5 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів.....	25
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ.....	28
3.1 Розробка конструкції затискного пристосування.....	28
3.2 Розрахунок похибки з'ясування деталі.....	28
3.3 Розрахунок зусилля затиску деталі.....	30
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА.....	34
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	34
4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі.....	34
4.2 Розрахунок загального освітлення.....	36
4.3 Екологічна шкода від пально-мастильних матеріалів.....	38
ВИСНОВКИ.....	40
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	41

КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Виконав		Пекур Р.М.		
Перевірив		Попов С.В.		
Керівник		Попов С.В.		
Н. контр.		Попов С.В.		
Затверд.		Попов С.В.		
Зміст				
		Літера	Аркуш	Аркушів
		н	5	40
ПДАУ, 2026 р.				

ВСТУП

Як відомо, відцентровий паливний насос – це пристрій, що використовується для переміщення палива за рахунок дії відцентрового зусилля. Він працює за принципом прискорення рідини (палива) за допомогою обертового робочого колеса, завдяки чому рідина переміщується від центру до периферії насоса та виходить із підвищеним тиском.

Основними характеристиками та перевагами відцентрового паливного насоса є:

- висока продуктивність, що підходить для транспортування значних об'ємів палива;
- плавність подачі – завдяки відцентровій силі потік палива безперервний та рівномірний;
- надійність та довговічність – насоси мають відносно просту конструкцію, що зменшує ймовірність виходу з ладу;
- здатність до самозаповнення – такі насоси звичайно потребують заливання для початку роботи, так як не створюють вакуум самі по собі.

Саме тому розробка та удосконалення деталей відцентрових насосів, що широко використовуються на заправних станціях, промислового виробництва, двигунах внутрішнього згорання для перекачування дизельного палива, бензину та інших рідин із низькою в'язкістю є важливою науково-технічною задачею [32].

Отже деталь, винесена на розгляд у кваліфікаційній роботі, а саме валик, є складовою частиною відцентрового насоса.

Мета роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є насос паливний відцентровий, а **предметом** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення валику, що входить до його складу.

Для вирішення поставленої мети необхідно розв'язати наступні **задачі**:

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

- проаналізувати службове призначення вузла, здійснити аналіз точності, охарактеризувати конструкційний матеріал, що застосовуються для виготовлення деталі, а також визначити тип виробництва на підставі річної програми запуску виробу;

- здійснити відпрацювання на технологічність вузла та деталі, запропонувати маршрут обробки поверхонь деталі, а також визначити припуски та операційні розміри розрахунково-аналітичним методом;

- сконструювати затискове пристосування для механічної обробки, а також здійснити його основні розрахунки;

- визначити експлоативну ефективність методу отримання заготовки деталі, а також запропонувати технічні та організаційні заходи із охорони праці та захисту довкілля;

- розробити комплект технічної документації для забезпечення потреб підприємств галузевого машинобудування.

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

У даній кваліфікаційній роботі на розгляд виноситься відцентровий насос (рисунок 1.1, таблиця 1.1), що являє собою приводний паливнопідкачуючий агрегат із клапаном постійного тиску. Працює за принципом дроселювання потоку палива. Клапан постійного тиску обладнаний гідравлічним демпфером із розвантажувальними клапанами, що зменшують закидання і провал тиску при різких змінах режиму роботи двигуна внутрішнього згорання.

Рисунок 1.1 – Насос паливний відцентровий

Агрегат призначений для підтримки заданого постійного надлишкового тиску палива перед основним насосом двигуна. У процесі роботи паливо під тиском, створеним підкачуючим насосом, надходить у прийомний патрубок насосу і далі захоплюється осьовим колесом (шнеком) (22), що знаходиться на одному валу із крильчаткою (11). Шнек захоплює паливо й при своєму обертанні створює

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

додаткову швидкість в осьовому напрямі, збільшуючи підпір на вході в крильчатку. По осі корпусу насосу розточений наскрізний східчастий отвір для розміщення підшипників і вузла ущільнення насоса. Втулка (24) має канал, що забезпечує рух палива за підшипником для поліпшення умов його змащення й охолодження.

Качаючий вузол насосу складається з вузла валику (4) і змонтованих на ньому крильчатки та шнека. Вузол валику складається із валику (4) і напресованої на нього втулки.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика насосу

№ з.п.	Найменування параметру	Розмірність	Значення
1	Тиск на виході	МПа	0,3
2	Максимальна подача	л/хв.	25
3	Габаритні розміри	мм	270×256×172
4	Маса	кг	7,5

Деталлю, що виносіться на детальний розгляд, є валик (рисунок 1.2).

Валик є деталлю гойдаючого вузла насоса й виготовлений зі сталі 16ХГТ за ДСТУ 7806:2015. З однієї сторони валик кінчається хвостовиком, що має шліци евольвентного профілю, за допомогою якого він входить у зачеплення з муфтою привода коробки передач двигуна й одержує від неї обертання. З іншої сторони валик має різбовий отвір під гвинт для кріплення всього комплексу деталей, що переходить у центральне свердління. На поверхні валика в місці посадки крильчатки й шнека профрезерований циліндровий паз і є уступ для упору втулки під підшипник.

У зборі із втулкою осьове й радіальне свердління валика й радіальне свердління втулки утворюють канал, що з'єднує порожнину між манжетою з боку входу палива в насос і шарикопідшипником. У результаті різниці тисків утворюється циркуляція палива через шарикопідшипники, що поліпшує умови

змащення й охолодження. Шестерня (9) призначена для передачі крутного моменту від валу паливного насоса до розподільчого механізму.

Рисунок 1.2 – Валик

Валик обробляється з витримуванням високої чистоти обробки по поверхні втулки у зоні роботи манжетних ущільнень і високої точності по посадкових поверхнях, що гарантує надійну роботу насоса в цілому.

1.2 Аналіз параметрів точності

При проведенні аналізу параметрів точності деталі «Валик» заповнюємо таблицю 1.2 (рисунок 1.2), у якій наведені дані про точність виготовлення та якість обробки [3, 9, 11, 13, 18, 21, 25, 29, 40, 47, 48].

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Аналіз точності деталі «Валик»

Тип поверхні	Розмір і допуск	Квалітет	Відхилення		Шорсткість Ra, мкм
			Форми	Положення	
Різьбова	M8×1,0	6H	–	◎ 0,12 A	1,25
Циліндрична	∅12 ^{-0,006} _{-0,017}	g6	/∕ 0,004	◎ 0,02 A	0,63
Циліндрична	∅15 ^{-0,006} _{-0,017}	g6	/∕ 0,004	◎ 0,02 A	0,16
Циліндрична	∅15±0,0055	js6	/∕ 0,004	◎ 0,02 A	0,63
Шпонковий паз	3 ^{-0,004} _{-0,029}	N9	–	≡ 0,1 B // 0,016 B	3,2
Шпонковий паз	2 ^{+0,1}	H12	–	–	3,2
Шліци	∅15,5 ^{-0,011}	h6	–	↗ 0,04 A	1,25
Торець	66 ^{-0,3}	h12	–	↗ 0,01 A	1,25
Торець	59,5 ^{+0,4}	H13	–	↗ 0,01 A	1,25
Створи	∅3	H14	–	× 1,0	10

Необґрунтоване завищення вимог щодо точності окремих поверхонь деталі ускладнює обробку та здорожує виробництво. Тому особливо важливо на початкових стадіях проаналізувати технічні вимоги до виготовлення деталі, а також вимоги до точності розмірів та відносних поворотів, точності форм та шорсткості кожної поверхні деталі.

Виконавши аналіз параметрів точності деталі зроблено висновок про те, що шорсткість поверхонь відповідає вимогам точності. Найточніший розмір має поверхня, що виконується за 6 квалітетом. Найнижча шорсткість за значенням Ra 0,16 мкм. Деталь легко виготовляється за умов машинобудівного виробництва.

1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник

Валик виготовлено із сталі марки 16ХГТ за ДСТУ 7806:2015 [24, 37].

						КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			11

Стосовно легової сталі 16ХГТ можна відзначити, що з неї виготовляють шестірні, черв'яки, шліцьові вали, втулки, кулачкові муфти, напрямні, шкворні, пальці, валики й інші відповідальні навантажені деталі, що працюють під дією ударних навантажень, від яких потрібна підвищена міцність і в'язкість серцевини й висока поверхнева твердість. Після азотування – ходові гвинти, гільзи й інші деталі, до яких пред'являються вимоги високої зносостійкості й мінімальна деформація при термообробці.

Дана сталь належить до класу конструкційних сталей. Вони обробляються на високих швидкостях різання. При їх застосуванні знижуються витрати різального інструменту і зменшується шорсткість обробленої поверхні.

Хімічний склад базового матеріалу наводимо у таблиці 1.3, механічні властивості – таблиця 1.4.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад матеріалу деталі, %

C	Si	Mn	S		Cr	Ti
			P			
0,12 – 0,18	0,17 – 0,37	0,8 – 1,10	не більше		1,00-1,30	0,03 – 0,09
			0,05			

Таблиця 1.4 – Механічні властивості матеріалу деталі

σ_T , МПа	$\sigma_{Tч}$, МПа	δ_5 , %	ψ , %	a_n , Дж/см ²	НВ
не менше					
90	100	9	50	8	229

Замінником зазначеної сталі може бути легована сталь 12ХН3А або 20ХГР.

1.4 Визначення типу виробництва та програми запуску

Маркетингове дослідження показало попит ринку в валикові насоси паливного у кількості 600 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою:

$$N_{зан} = (N_{вин} + N_{зч}) \cdot (1 + k_{бр}), \quad (1.1)$$

де $N_{\text{вип}}$ – річна програма випуску виробів, шт.;

$N_{\text{зч}}$ – кількість виробів, що йдуть на запчастини, приймаємо рівною 3-5% від програми випуску, тис. од;

$k_{\text{бр}}$ – коефіцієнт, що враховує технологічні витрати, які неможливо уникнути.

Приймаємо рівним 2-3% від сумарної кількості виробів, що формують програму випуску та йдуть на запчастини.

$$N_{\text{зар}} = (600 + 0,04 \cdot 600) \cdot (1 + 0,025) = 640 \text{ (шт.)}$$

Максимальна маса оброблюваних заготовок деталей вузла не перевищує 20 кг, тому за [34] визначаємо тип виробництва – середньосерійне.

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

Конструкція машини, вузла, деталі являється технологічною коли вона відповідає усім технічним та експлуатаційним вимогам і коли на неї витрачається мінімальна кількість суспільної праці.

В автоматизованому виробництві вимоги до технологічності базуються на таких самих вимогах, що і вимоги до виготовлення на універсальному обладнанні. При використанні верстатів з ЧПК конструктор може створити деталь зі складною поверхнею, а не спрощувати її. Це має значення для міцності, а багатоінструментальна обробка та велика концентрація переходів вимагають більше точних базових поверхонь, а також досяжності інструменту до більшості поверхонь.

Вузол має у своєму складі багато стандартних та уніфікованих деталей, що значно спрощує його виготовлення. Наглядно це можна представити у вигляді коефіцієнтів стандартизації та уніфікації.

Коефіцієнт стандартизації:

$$C_m = \frac{N_{cm}}{n}, \quad (2.1)$$

де n – загальна кількість деталей,

N_{cm} – кількість стандартних деталей.

$$C_m = \frac{42}{70} = 0,6.$$

Коефіцієнт уніфікації:

$$Y = \frac{N_{yn}}{n}, \quad (2.2)$$

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

де n – загальна кількість деталей;

$N_{ун}$ – кількість уніфікованих деталей.

$$V = \frac{23}{70} = 0,33.$$

Оцінка технологічності складальної одиниці за коефіцієнтами стандартизації та уніфікації проводиться із метою поліпшити технологічні властивості деталі, зменшити кількість нестандартизованих та унікальних трудомістких деталей [23].

Отже конструкція даного вузла є технологічною та придатною для виготовлення, застосування та експлуатації.

Технологічність конструкції вузла суттєво впливає на технологічність процесу виготовлення даної деталі. Ця деталь повністю відпрацьована для виготовлення в умовах серійного виробництва, оскільки витрати на налагодження верстатів будуть порівняно невисокі з економією матеріалу.

Валик у цілому простий по своїй конструкції, тому що являє собою тіло обертання. За рахунок наявності у хвостовій частині шліців евольвентного профілю конструкція незначно ускладнюється.

На кресленку деталь представлена з усіма необхідними проєкціями, розрізами, перетинами й видами, що повністю визначають форму деталі. Відображені усі необхідні розміри, але варто відзначити, що поля допусків розмірів, відхилення форми й розташування поверхонь проставлені відповідно до системи ГОСТ і по цьому підлягають заміні на систему ISO. На деталі указуються вимоги до нанесення на неї покриттів. Це викликано її експлуатаційним призначенням. Форма деталі й матеріал відповідають її службовому призначенню.

При аналізі валику на виробничу технологічність можна увести ряд рекомендацій, що приведуть до зміни технології одержання. Є необхідність заміни способу одержання заготовки із прокату на штампування. Аналізуючи схеми різання при обробці валику, виникла необхідність заміни пристосувань і

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
3	Конструкція деталі повинна забезпечувати її встановлення за допомогою простих пристосувань	Деталь має нескладну конфігурацію, можливе використання стандартних затискових пристроїв (наприклад, патроніз)	-
4	Отвори повинні бути такими, щоб їх можна було обробляти на прохід.	Деталь має глухий отвір.	Наявність метало-різального обладнання і інструменту забезпечує даний показник технологічності.
5	Для можливості автоматизації обробки не бажано застосовувати різьбові отвори менше 6 мм.	В деталі різьбові отвори менше 6 мм не застосовуються.	-
6	В конструкції деталі необхідно передбачити можливість захвату її роботом.	Конструкція деталі дозволяє можливість захвату роботом.	-
7	Конструкція деталі не повинна мати отвори не перпендикулярні до площини.	Дана деталь не має таких отворів.	-

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
8	В конструкції деталі повинно бути якнайменше внутрішніх торців котрі потрібно обробляти.	Дана деталь немає таких торців.	-
9	Конструкція деталі повинна забезпечувати багатощпindelну і багаторізцеву обробку.	Конструкція деталі дозволяє можливість використання багатощпindelної і багаторізцевої обробки.	-
10	Для можливості автоматизованої збірки необхідно передбачати на установчих поверхнях фаски та лиски.	Дана деталь має фаски та лиски на установчих поверхнях.	-

Розглянувши таблицю 2.1, можна зробити висновки, що в цілому деталь за більшістю показників є технологічною для умов автоматизованого виробництва. Усі основні технологічні вимоги є забезпеченими.

2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення

При аналізі діючого технологічного процесу можна зробити висновки, що він розроблений достатньо грамотно і до нього важко висунути які-небудь особливі зауваження чи доповнення. Але достатньо суттєвий недолік полягає у тому, що він написаний під обладнання, що вже було на підприємстві. Це значить, що можна

значно поліпшити їх, підбравши більш ефективні металорізальні верстати з урахуванням визначеного типу виробництва.

У базових технологічних процесах використовується багато універсальних верстатів. Це потребує більш висококваліфікованих кадрів, більше часу на налагодження верстату, дає меншу точність обробки. При проектуванні нового технологічного процесу вважаємо за доцільне замінити більшу частину універсальних верстатів на верстати із ЧПК. З одного боку верстати з ЧПК дещо дорожчі, але вони потребують меншої кількості робітників-верстатників, до того ж один верстат із ЧПК може виконувати функції декількох універсальних верстатів.

Отже, при використанні верстатів із ЧПК, технологічний процес виготовлення валика значно спрощується та скорочується.

2.3 Маршрути обробки поверхонь

Різні поверхні деталі виконують різні функції, тому вимоги до них найрізноманітніші за точністю, шерсткістю та іншими параметрами [3, 6, 9, 11, 13, 18, 21]. Кількість ступенів обробки визначається за формулою:

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_D} = \frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{T_3}{T_2} \dots \frac{T_{i-1}}{T_i} \dots \frac{T_{n-1}}{T_D} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n = \prod_i \varepsilon_i, \quad (2.3)$$

де ε – загальне значення;

ε_i – окремі ступені уточнення;

n – число ступенів обробки;

T_3, T_D, T_i – відповідно допуски для заготовки, деталі, окремого ступеня обробки.

Розкладаючи загальне значення на співмножники, потрібно враховувати типові рекомендації: для першого ступеня чорнової обробки досяжними є величини уточнення $\varepsilon < 6$; для проміжних ступенів напівчистої обробки $\varepsilon = 3 \dots 4$; для ступенів чистої обробки $\varepsilon = 1,5 \dots 2$.

						КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			19

Для найбільш спрямованого вибору числа ступенів обробки необхідно застосувати формулу:

$$n_p = \lg(\varepsilon) / 0,46. \quad (2.4)$$

Можливі методи обробки поверхні деталі подано у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Методи обробки деталі

Позначення поверхні	Квалітет точності	Допуск за кресленням	Шорсткість кресленням	Допуск заготовки	Допустимий квалітет	Загальне уточнення	Номер маршруту	Можливі маршрути обробки поверхонь	Перехід МОП	Квалітет після обробки	Досягнений допуск	Коефіцієнт уточнень	Загальне уточнення
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Ø12 g6		0,011	0,63	1,5	16	88	1	Точіння чорнове		11	0,16	12,5	81,9
								Точіння напівчистове		8	0,039	4,1	
								Точіння тонке		6	0,011	3,5	
Ø12 g6	6	0,011	0,63	1,5	16	88	2	Точіння чорнове		11	0,16	12,5	81,9
								Точіння напівчистове		8	0,039	4,1	
								Шліфування		6	0,011	3,5	
Ø15 g6	6	0,011	0,16	2	16	125		Точіння чорнове		12	0,25	8,8	126,72
								Точіння напівчистове		9	0,062	4	
								Точіння чистове		7	0,03	2	
								Точіння тонке		6	0,016	1,8	

Продовження таблиці 2.2

Ø115 g6	6	0,011	0,16	2	16	125	2	Точіння чорнове	12	0,25	8,8	126,72
								Точіння напівчистове	9	0,062	4	
								Точіння чистове	7	0,03	2	
								Шліфування	6	0,016	1,8	

Більш економічним є 1-ий варіант обробки, бо задані параметри точності поверхні досягаються на найменшій кількості верстатного обладнання. Це дає змогу економити на основних фондах.

2.4 Розробка маршруту обробки деталі

Маршрут обробки деталі будемо на основі етапів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва та базування (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Принципова схема маршруту обробки деталі

Найменування операції	Ескіз операції	Зміст переходів
1	2	3
020 Фрезерно-центрувальна. Фрезерно-центрувальний MP-71M		1. Фрезерувати торці, витримуючи розмір 2. 2. Свердлити два центрових отвори.

Найменування операції	Ескіз операції	Зміст переходів
1	2	3
035 Токарна. Токарно-револьверний 1К341		1. Точити пов. 1 під цементацию, витримуючи розміри 2 і 3.
055 Токарна з ЧПК Токарно-гвинтовий з ЧПК 16Б16Ф3		1. Точити пов. 1 витримуючи 2. 2. Точити пов. 3 витримуючи 4. 3. Точити канавку, витримуючи 5, 6.
065 Токарно-револьверна. Токарно-револьверний 1К341		1. Свердлити отвір 1 витримуючи 2. 2. Свердлити отвір 3 витримуючи 4. 3. Розточити пов. 5 витримуючи 6. 4. Зняти фаску витримуючи 7. 5. Нарізати різьбу М8×1-5Н6Н витримуючи 8.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ

Аркуш

22

Найменування операції	Ескіз операції	Зміст переходів
1	2	3
070 Токарна з ЧПК. Токарно-гвинторізний з ЧПК 16Б16Ф3		1. Точити пов. 1 у розмір 2. 2. Точити пов. 3 у розмір 4
075 Свердлильна Вертикально-свердлильний 2Н106		1. Свердлити отв. 1 у розмір 2. 2. Зенкувати фаску у розмір 3
095 Кругло-шліфувальна з ЧПК. Круглошліфувальний з ЧПК 3А151Ф3		1. Шліфувати пов. 1 у розмір 5. 2. Шліфувати пов. 2 у розмір 4. 3. Шліфувати пов. 5.
105 Довбальна. Зубодовбальний 5А12		1. Довбати шліци.
115 Фрезерна. Горизонтально-фрезерний 6Р81		1. Фрезерувати шпонковий паз витримуючи розміри 1-4.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ

Аркуш

23

Найменування операції	Ескіз операції	Зміст переходів
1	2	3
135 Шліфувальна. Кругло-шліфувальний 3132		1. Шліфувати пов. 1 у розміри 2, 3.
155 Кругло-шліфувальна. Кругло-шліфувальний 3132		1. Шліфувати поверхню шліців у розмір 1.
165 Кругло-шліфувальна з ЧПК. Кругло-шліфувальний з ЧПК 3A151Ф3		1. Шліфувати поверхню 1 у розмір 3. 2. Шліфувати поверхню 2 у розмір 4.
175 Доведення з ЧПК. Кругло-шліфувальний з ЧПК 3A151Ф3		1. Шліфувати поверхню 1 у розмір 2.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ

Аркуш

24

Найменування операції	Ескіз операції	Зміст переходів
1	2	3
180 Мийна. Мийна машина		Промити деталь.
185 Контрольна		Контролювати параметри точності виготовлення деталі.

2.5 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

Як відомо, застосовуються два методи для визначення припусків на обробку: розрахунково-аналітичний та табличний [29, 40, 48]. Визначення припусків на механічну обробку розрахунково-аналітичним методом проводимо для однієї найбільш точної поверхні. У нашому випадку це поверхня $\varnothing 15g6$ мм.

Розрахункова формула для визначення припуску на обробку зовнішньої чи внутрішньої поверхонь обертання

$$2z_{i \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.5)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей, мкм;

T_{i-1} – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

ρ_{i-1} – сумарні відхилення розташування поверхні (відхилення від паралельності, перпендикулярності, співвісності, симетричності, перетину осей, позиційне) і у деяких випадках відхилення форми поверхні (відхилення від площинності, прямокутності) на попередньому переході;

ϵ_i – похибка встановлення заготовки на переході, що виконується.

Правильність розрахунку перевіряється за формулою:

$$Z_{0 \max} - Z_{0 \min} = \delta_{\text{заг.}} - \delta_{\text{дет.}} \quad (2.6)$$

де $\delta_{\text{заг.}}$, $\delta_{\text{дет.}}$ – допуск заготовки та деталі відповідно.

Карта розрахунку припусків на обробку та граничні розміри по технологічних переходах наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахункова карта припусків і граничних розмірів за технологічними переходами при обробці $\varnothing 15g6$ мм

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 15g6$	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск, мкм $2Z_{\text{д.}}$	Розрахунковий розмір D_0 , мкм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припуску, мкм	
	Kz	T	ρ				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\text{уп. min}}$	$2Z_{\text{уп. max}}$
Заготовка (штампування)	80	150	453	-	16,881	900	6,881	17,781	-	-
Обточування чорнове	50	50	27	2·683	15,515	270	15,515	15,785	1366	1996
Обточування чистове	30	30	18	2·127	15,261	52	15,261	15,313	254	472
Шліфування попереднє	10	20	9	2·78	15,105	43	15,105	15,148	156	165
Шліфування чистове	5	15	2	2·39	15,027	18	15,027	15,045	78	103
Полірування	0,63	5		2·22	14,983	11	14,983	14,994	44	51
									1898	2787

Проводимо перевірку правильності розрахунку:

$$2 \cdot Z_{\max} - 2 \cdot Z_{\min} = \delta_3 - \delta_D \quad (2.7)$$

2787-1898=900-11;

889=889.

На рисунку 2.1 подаємо графічно поле розташування припусків і допусків на обробку розміру $\varnothing 15g6$ мм.

Рисунок 2.1 – Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку $\varnothing 15g6$ валику

На решту поверхонь деталі припуски визначаються за довідниковими таблицями.

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

Для операції механічної обробки валіку розробляємо конструкцію затискного пристосування для операції фрезерно-центрувальної на верстаті моделі МР-71М (фрезерно-центрувальний), керуючись рекомендаціями [12, 36, 38, 39]. Складальне креслення пристосування представлено у графічній частині роботи та на рисунку 3.1. Кріплення деталі відбувається у самоцентрувальні призми.

Пристосування складається з таких основних елементів:

- плита 1;
- притискач 2;
- болти 3;
- штифти 4, 5;
- ручка 6.

3.2 Розрахунок похибки встановлення деталі

Проведемо розрахунок похибки встановлення деталі у верстатне пристосування за формулою:

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2} \quad (3.1)$$

де ε_0 – погрішність базування.

ε_3 – погрішність закріплення.

$\varepsilon_{пр}$ – погрішність пристосування.

Похибка базування у самоцентрувальні призми $\varepsilon_0 = 0$.

						КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			28

Полтавський державний аграрний університет

Рисунок 3.1 – Пристосування затискне

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Похибка пристосування дорівнює орієнтовно 1/5 допуску розміру, що виготовляється із використанням пристосування, це розраховується:

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{5} \cdot 400 = 80 \text{ мкм.}$$

Похибка закріплення визначається по формулі:

$$\varepsilon_3 = \left[\left(0,005 \cdot R_z + \frac{15}{HB} \right) + 0,086 + \frac{8,4}{D_{заг}} \right] \left(\frac{Q}{19,6 \cdot l} \right)^{0,7}, \quad (3.2)$$

де R_z – параметр шорсткості поверхні заготовки ($R_z = 25$ мкм);

HB – твердість матеріалу заготовки за Брінеллем ($HB = 229$);

$D_{заг}$ – діаметр заготовки ($D_{заг} = 17,5$ мм);

l – довжина утримуючої, по якій відбувається контакт ($l = 80$ мм);

Q – сила дріча по нормалі до осі, $Q = 380$ Н.

$$\varepsilon_3 = \left[\left(0,005 \cdot 25 + \frac{15}{229} \right) + 0,086 + \frac{8,4}{1,75} \right] \left(\frac{380}{19,6 \cdot 8} \right)^{0,7} = 10 \text{ мкм.}$$

Похибка установки склала:

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{0 + 80^2 + 10^2} = 80,62 \approx 81 \text{ мкм.}$$

3.3 Розрахунок зусилля затиску деталі

Сила закріплення при установці у призми визначається:

						КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			30

$$P_3 = \frac{k \cdot M}{\left[f_z \cdot \frac{D}{2} + \frac{f_o \cdot D}{\left(2 \sin \frac{\alpha}{2} \right)} \right]} \quad (3.3)$$

де k – коефіцієнт запасу, що враховує нестабільність силевих впливів, $k = 5,05$;

D – діаметр заготовки, $D = 17,5$ мм;

α – кут розкриття призми, $\alpha = 90^\circ$;

f_z, f_o – коефіцієнти тертя в місцях контакту заготовки з опорами й із затискним пристосуванням, $f_o = 0,16$ і $f_z = 0,2$.

M – крутний момент, що виникає при обробці заготовки, $M = 2,8$ Н·м.

$$P_3 = \frac{5,05 \cdot 2,8}{\left[0,2 \cdot \frac{0,0175}{2} + \frac{0,16 \cdot 0,0175}{\left(2 \sin \frac{90}{2} \right)} \right]} = 3790,9 \text{ Н}$$

Розрахуємо гвинтовий затискний механізм, виходячи з умови: затягування контролюване, вм'ятини на поверхні заготовки не допускаються.

При відомій силі закріплення $P_3 = 3790,9$ Н вибираємо гвинт із різьбою М8, крок $P = 1,25$ мм, внутрішній діаметр $d_1 = 6,647$ мм, середній діаметр $d_2 = 7,189$ мм, $\sigma_p = 127$ МПа.

Приймаємо $\beta = 30^\circ$, $\varphi_{np} = 6^\circ 40'$ і обчислюємо кут підйому різьби гвинта:

$$\alpha = \arctg(1,25 / (3,1415 \cdot 18,4)) = 1^\circ 15'$$

						КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			31

3.4 Розрахунок пристосування на надійність

Розрахуємо гвинтовий механізм пристосування на надійність проти самовідгвинчування:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + 0,1 \left(D_h^3 - d_h^3 \right) / \left[\left(D_h^2 - d_h^2 \right) d_2 \right]}, \quad (3.4)$$

де D_h, d_h – відповідно зовнішній і внутрішній діаметри однієї торця гайки.

$D_h = 12,3$ мм, $d_h = 10$ мм.

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} 1,25}{\operatorname{tg}(1,25 + 6,67) + 0,1 \left(12,3^3 - 10^3 \right) / \left[\left(12,3^2 - 10^2 \right) 7,188 \right]} = 0,09.$$

Механізм запобігає самовідгвинчуванню.

3.5 Розрахунок параметрів затиску

Визначимо необхідний для затискача заготовки крутний момент:

$$M = 0,2 \cdot P_3 \cdot d_2. \quad (3.5)$$

Крутний момент

$$M = 0,2 \cdot 37909 \cdot 7,188 = 5450 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

Так як використовується два притискачі, то крутний момент на кожний гвинт складе:

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$M = 5450/2 = 2725 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$$

Розрахуємо мінімальну довжину ключа, необхідну для затиску заготовки з розрахунку, що сила закріплення рукою повинна бути не більше 145 Н.

$$l = 2725/145 = 19 \text{ мм}$$

Отже, для досягнення потрібного моменту достатньо звичайного ключа із стандартною довжиною.

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Для деталі «Валик», що виготовляється з вуглецевої сталі 16ХГТ найбільш доцільними буде два способи: прокат та штампування на ГKM [1, 4, 34].

Проведемо економічну оцінку добору способу виготовлення заготовки, методом порівняння собівартості одержання заготовок по варіантах [1, 4, 5, 30, 34, 49].

Визначимо коефіцієнти використання матеріалу при прокаті й при штампуванні за формулою:

$$K_{в.м} = \frac{m_0}{m_3}, \quad (4.1)$$

де m_0 , m_3 – маси деталі й заготовки відповідно.

Маса готової деталі $m_0 = 0,17$ кг, маса заготовки із прокату $m_3 = 0,51$ кг, орієнтовна маса проектованого штампування $m_3 = 0,28$ кг.

Прокат:

$$K_{в.м} = \frac{0,17}{0,51} = 0,33.$$

Штампування:

$$K_{в.м} = \frac{0,17}{0,28} = 0,61.$$

Як видно за коефіцієнтами використання матеріалу, штампування має менші втрати металу, ніж заготовка із прокату. Вибираємо для одержання валика штампування з наступними параметрами: група складності 31, група точності Т4, група металу М1, вихідний індекс 7.

Визначимо вартість заготовки із прокату:

						КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			34

$$S_{заг} = m_3 \cdot \frac{S_{np}}{1000} - (m_3 - m_o) \frac{S_{омх}}{1000}, \quad (4.2)$$

де S_{np} – вартість 1 тони прокату ($S_{np} = 30000$ грн/т),

$S_{омх}$ – вартість 1 тони відходів ($S_{омх} = 10000$ грн/т).

$$S_{заг} = 0,61 \cdot \frac{30000}{1000} - (0,61 - 0,17) \cdot \frac{10000}{1000} = 13,9 \text{ грн.}$$

Вартість штампування:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot m_3 \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_e \cdot k_M \cdot k_n \right) - (m_3 - m_o) \frac{S_{одх}}{1000}, \quad (4.3)$$

де C_i – вартість 1 тони заготовок отриманих штампуванням ($C_i = 33000$ грн/т),

k_m, k_c, k_e, k_M, k_n – коефіцієнти, що залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу й обсягу виробництва ($k_m = 1$; $k_c = 1,2$; $k_e = 0,75$; $k_M = 1,61$; $k_n = 0,8$).

Вартість штампування складе:

$$S_{заг} = \left(\frac{33000}{1000} \cdot 0,28 \cdot 1 \cdot 1,21 \cdot 0,75 \cdot 1,61 \cdot 0,8 \right) - (0,28 - 0,17) \frac{10000}{1000} = 9,7 \text{ грн.}$$

Економічний ефект у цьому випадку буде становити:

$$E = (13,9 - 9,7) \cdot 600 = 2520 \text{ (грн.)}$$

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Отже, заготовка виготовлена штампуванням не тільки дешевша, але й має менший коефіцієнт використання матеріалу, що дає змогу скоротити час обробки і трудомісткість операцій.

4.2 Розрахунок загального освітлення

Проведемо розрахунок загального освітлення цеху лампами ДРЛ 125. Даний розрахунок має на меті визначення кількості світильників, що забезпечують необхідне значення освітленості [2, 8, 10, 14-17, 19, 20, 22, 26, 27, 31, 33, 41-46, 50].

Розраховуємо загальне рівномірне освітлення приміщення площею 144 м² освітленістю 300 лк. Коефіцієнти відбиття: підлоги – 30%, стін – 50%, стелі – 70%.

У залежності від способу визначення світлового потоку розрізняють два методи розрахунку: коефіцієнта використання і точковий. Метод коефіцієнта використання дозволяє забезпечити середнє освітлення поверхні з врахуванням всіх падаючих на неї потоків, як прямих, так і відображених. Його застосовують для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь.

Необхідний світловий потік однієї лампи розраховується за формулою:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot \eta}{\eta \cdot N}; \quad (4.4)$$

звідки визначимо необхідну кількість світильників:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot \eta}{\eta \cdot \Phi \cdot n}; \quad (4.5)$$

де $E_n = 300$ лк – значення нормативного освітлення цехів;

$k = 1,5$ – коефіцієнт запасу (для ламп ДРЛ);

$S = 144$ м² – площа приміщення, що освітлюється (механічне відділення);

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$z = 1,1$ – коефіцієнт номінального освітлення;

n – число ламп у світильнику, 3.

Коефіцієнт використання η знаходять, попередньо визначивши індекс приміщення i за формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}, \quad (4.6)$$

де a, b – довжина та ширина цеху відповідно: $a = 12 \text{ м}, b = 12 \text{ м}$

h – розрахункова висота:

$$h = H - h_r, \quad (4.7)$$

де $H = 12,6 \text{ м}$ – висота від підлоги до ферми

$h_r = 1,2 \text{ м}$ – висота від підлоги до робочого місця.

Тоді маємо, що

$$h = 12,6 - 1,2 = 11,4 \text{ (м)}.$$

індекс приміщення дорівнює

$$i = \frac{12 \cdot 12}{11,4 \cdot (12 + 12)} = 0,3.$$

Знаходимо коефіцієнт використання $\eta = 0,3$.

Світловий потік ламп ДРЛ-125 становить $\Phi = 5600 \text{ (лк)}$.

Тоді знаходимо необхідну кількість світильників:

$$N = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 144 \cdot 1,1}{0,3 \cdot 5600 \cdot 3} = 14 \text{ (шт.)}.$$

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Приймаємо для освітлення цеху 14 світильників по 3 лампи ДРЛ-125, які розташовуємо по сітці на всій території цеху.

4.3 Екологічна шкода від пально-мастильних матеріалів

Пально-мастильні матеріали (ПММ) відіграють важливу роль у промисловості та транспорті, але їх використання має серйозні екологічні наслідки. Основні проблеми пов'язані із процесами видобутку, переробки, транспортування та спалювання палива. Розглянемо ключові моменти впливу ПММ на екологію.

1. Викиди у повітря. Спалювання палива, особливо на транспорті, призводить до викиду вуглекислого газу (CO_2), оксидів азоту (NO_x), сірчистих сполук, а також вуглеводнів. Ці речовини сприяють утворенню смогу, викликають кислотні дощі та підсилюють парниковий ефект, сприяючи глобальному потеплінню.

2. Забруднення ґрунту та води. Розливи палива при аваріях та витоках на виробничих об'єктах, а також неправильне зберігання ПММ, призводять до потрапляння токсичних речовин у ґрунт та водойми. Це може порушити екосистеми, знизити родючість ґрунту та отруїти водні ресурси.

3. Відходи виробництва та переробки. При переробці ПММ утворюються відходи, включаючи відрацьовані олії та шлами, що потребують спеціальної утилізації. Неправильна утилізація цих відходів може бути джерелом токсичного забруднення.

4. Енергетичні витрати та ресурсозатратність. Виробництво та переробка ПММ вимагають великих витрат енергії, а також вичерпних природних ресурсів, що в довгостроковій перспективі негативно впливає на навколишнє середовище.

5. Небезпека живих організмів. Токсичні компоненти ПММ, такі як бензол та поліциклічні ароматичні вуглеводні, можуть завдати шкоди здоров'ю людини та тваринам, викликаючи отруєння, алергічні реакції і навіть рак.

Для мінімізації екологічних наслідків, пов'язаних з використанням ПММ, розробляються нові стандарти екологічності палива, перехід на альтернативні

						КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			38

джерела енергії, такі як електрика та водень, а також створюються технології з переробки та утилізації відходів.

Полтавський державний аграрний університет

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

ВИСНОВКИ

Відповідно до отриманого завдання на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти та за результатами її виконання зроблено наступні висновки.

1. Визначено службове призначення вузла, винесено на розгляд. Проведено аналіз деталі, що є складовою насосу паливного відцентрового, а саме валику. Охарактеризовано конструкційний матеріал цієї деталі, надано рекомендації стосовно замітника-аналогу. Здійснено визначення типу виробництва на підставі маркетингового дослідження – середньосерійний.

2. Відпрацьовано на технологічність вузол та його деталь. Проаналізовано діючий технологічний процес виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь валику. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні $\varnothing 15_{\pm 0.06}$ мм розрахунково-аналітичним методом.

3. Запропоновано конструкцію затискного пристосування, що може бути використано під час операції механічної обробки валику (фрезерно-центрувальна операція). Проведено розрахунок похибки встановлення, розраховано зусилля затиску деталі, надійності та параметрів затиску.

4. Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки валику насосу. Річний економічний ефект для програми випуску 600 шт. склав 2520 грн. Окрім того, здійснено розрахунок загального освітлення виробничого приміщення за встановленими розмірами. Висвітлено екологічну шкоду від пально-мастильних матеріалів.

5. У графічній частині роботи наведено складальний кресленик насосу паливного відцентрового, кресленик валику, кресленик заготовки валику, складальний кресленик пристосування для виконання фрезерно-центрувальної операції механічної обробки.

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Акімов І.В., Плескач В.М. Прейскурант для техніко-економічного обґрунтування вибору оптимальної технології виробництва заготовок при виконанні розрахунково-графічних та контрольних завдань з дисциплін з технологічних методів виробництва заготовок для студентів спеціальностей: 131 Прикладна механіка, 132 Матеріалознавство, 133 Галузеве машинобудування, 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, денної та заочної форми навчання. Запоріжжя: ЗНТУ. 2019. 18 с.
2. Березуцький В.Б. Основи охорони праці: навч. посіб. Харків: Факт, 2005. 480 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Львів: Світ, 2001. 456 с.
4. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
5. Бойчик І.М. Економіка підприємства. Київ: Каравела, Львів: «Новий світ-2001», 2001. 298 с.
6. Божко В.М., Сілін Р.І., Гаврильченко О.В. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів. Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. 448 с.
7. Буц Б.Д., Приходько В.Є., Ткачов Ю.В. Розрахунок режимів різання металів. Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2005. 76 с.
8. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.С. Основи охорони праці: навч. посіб. Київ: Каравела, 2003. 408 с.
9. Гевко Б.М., Гевко Л.Б., Радик Д.Л. Технологія сільськогосподарського машинобудування: Підручник. Київ: Кондор, 2006. 496 с.
10. Гогіташвілі Г.Г., Карчевські Є.Т., Лапін В.М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами. Київ: Знання, 2007. 367 с.
11. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. Львів: Новий Світ – 2000, 2012. 358 с.
12. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка. Курс лекцій. Навчальний посібник. Херсон: Олд-плюс, 2008. 328с.

										КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
											41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

13. Добрянський С.С., Малафеев Ю.М. Технологічні основи машинобудування: підручник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 379 с.

14. Жидецький В.Ц. Засоби індивідуального захисту та електрозахисні засоби. Київ: Основа, 2003. 133 с.

15. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: навч. посіб. Львів: Укр. академія друкарства, 2006. 324 с.

16. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: навч. посіб. Львів: Афіша, 2002. 311 с.

17. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2000. 348 с.

18. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування. Суми: СумДУ, 2004. 98 с.

19. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2004. 205 с.

20. Керб Л.П. Основи охорони праці: навч.-метод. посіб. Київ: КНЕУ, 2001. 252 с.

21. Коробко Б.О., Фролов Є.А., Попов С.В., Ясько С.Г. Прогресивні технології у машинобудуванні. Навчальний посібник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти. Поділля: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. 168 с.

22. Купчин М.П., Гандзюк М.П. Основи охорони праці: навч. посіб. Київ: Основа, 2000. 416 с.

23. Лапковський С.В., Солдатова М.О., Трудько І.С. Відпрацювання конструкції виробу на технологічність – один із найважливіших етапів технологічної підготовки виробництва. Вісник Національного технічного університету «КПІ». 2011. С. 203-207.

24. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів: підручник/ Опальчук А.С. та ін. Ніжин: ДУ Лисенко М.М., 2013. 751 с.

25. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.П. Технологія машинобудування: Підручник. Житомир: ЖДТУ, 2005. 876 с.

									Аркуш
									42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ				

26. Москальова В.М. Основи охорони праці: підручник. Київ: Професіонал, 2005. 672 с.

27. Основи проектування технологічних процесів / Гречкосій В.Д. та ін. Ніжин: MILANIK, 2009. 111 с.

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

29. Пасько М.М., Показаньєва С.Л. Технологія машинобудування. Краматорськ: ВСП МК ДДМА. 2019. 289 с.

30. Петровиц Й.М., Кіт А.Ф., Семенів О.М. Економіка підприємства. Львів: «Новий Світ 2000», 2004. 680 с.

31. Пістун І.П., Кіт Ю.В. Основи охорони праці: практикум. Суми: Університетська книга, 2000. 207 с.

32. Попов С., Скрипник В. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра здобувачами вищої освіти зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування за освітньо-професійною програмою «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва (галузі знань 13 Механічна інженерія, Делтава: ПДАУ, 2022. 32 с.

33. Рогач Ю.П. Пожежна безпека. Мелітополь: ТДАА, 2001. 121 с.

34. Руденко П.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев: Высшая школа, 1991. 247 с.

35. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. Київ: Вища школа, 1993. 414 с.

36. Сапон С.Ю. Проектування технологічного оснащення. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 47 с.

37. Сологуб М.А., Рожнецький І.О., Некоз О.І. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник. Київ: Вища школа, 2002. 374 с.

						КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
							43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

38. Технологічне забезпечення оснащенням гнучких виробничих систем механообробного виробництва: навчальний посібник / Є. А. Фролов, О.І. Біловод, С.В. Попов, А.О. Келемеш, Ю.О. Попова. Полтава: ПП «Астроя», 2022. 130 с.

39. Технологічне оснащення. Конспект лекцій для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 131 Прикладна механіка. Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». 2020. 403 с.

40. Токаренко В.М. Технологія автодорожнього машинобудування: курсове проектування. Київ: Вища школа, 1992. 127 с.

41. Трахтенберг І.М. Гігієна праці та виробнича санітарія: підручник. Київ, 1998. 254 с.

42. Федоров М.І. Охорона праці в галузі: навч. посіб. Полтава: ПДАА, 2012. 136 с.

43. Федоров М.І., Костенко О.М., Дрожжана О.У. Збірник законодавчих та нормативних актів з охорони праці: навч. посіб. Том 1. Полтава: Інтерграфіка, 2004. 336 с.

44. Федоров М.І., Костенко О.М., Дрожжана О.У. Нормативні акти і документація з охорони праці, що діє у межах підприємства: навч. посіб. Том 2. Полтава: Інтерграфіка, 2004. 296 с.

45. Федоров М.І., Лапенко Т. Г., Дрожжана О.У. Охорона праці в галузі (збірник схем, термінів...): навч. посіб. Полтава: ПДАА, 2005. 118 с.

46. Федоров М.І., Лапенко Т.Г., Дрожжана О.У. Охорона праці в галузі АПК: навч. посіб. Полтава: Інтерграфіка, 2005. 297 с.

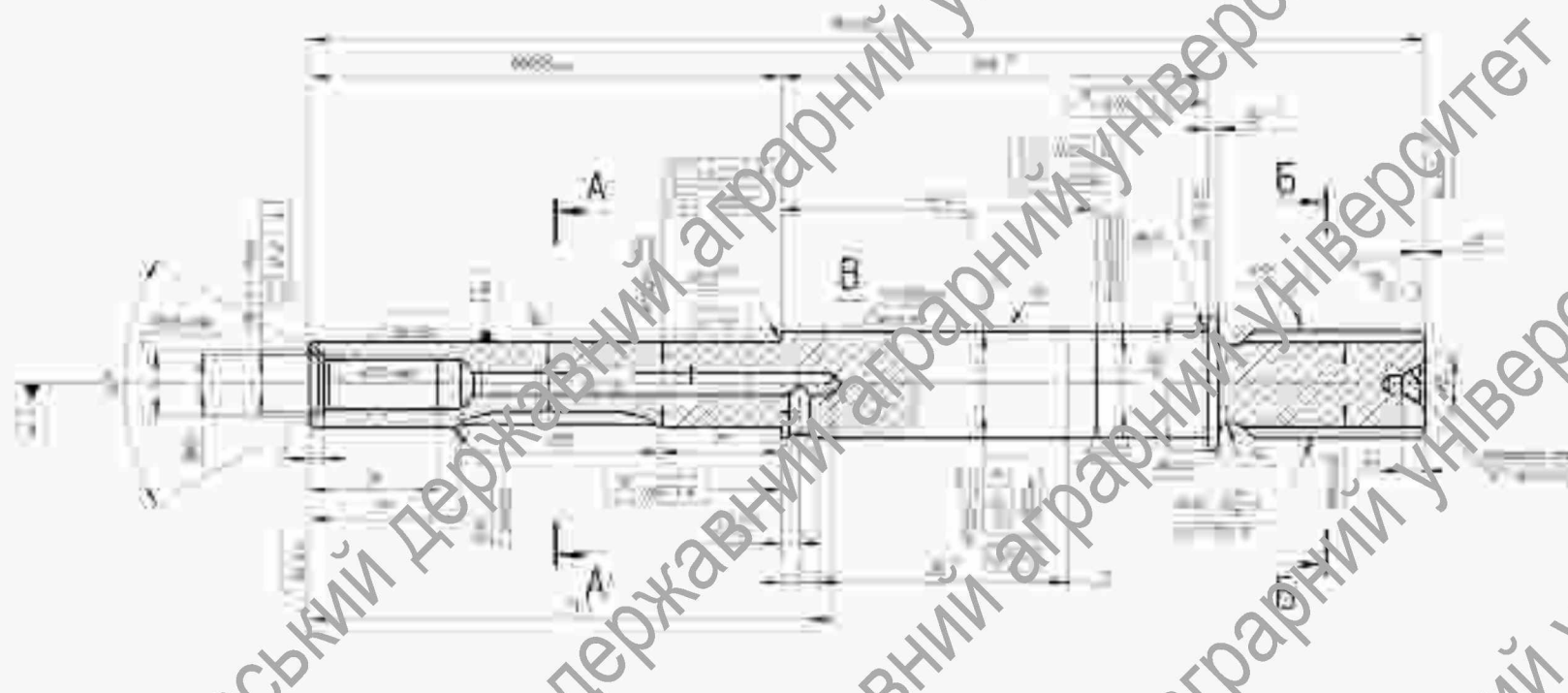
47. Фролов Є.А., Кравченко С.І., Попов С.В., Гнітько С.М. Технологічне забезпечення якості продукції машинобудування: монографія. Полтава: Технологічний Центр, 2012. 204 с.

48. Черевко О.І., Михайлов В.М., Бабкіна І.В. Технологічні основи машинобудування. Харків: ХДУХТ, 2005. 82с.

49. Ішваб Л.І. Економіка підприємства: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: Каравела, 2005. 568 с.

50. Ярошевська В.М. Охорона праці в галузі: навч. посіб. Київ: Професіонал, 2004. 288 с.

					КРБ.133ГМбд_42.05.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44



№ 25 (1)	1	1
№ 25 (1)	1	1
№ 25 (1)	1	1
№ 25 (1)	1	1
№ 25 (1)	1	1
№ 25 (1)	1	1



1. Усі вимірювання виконувати в мм.
 2. Усі вимірювання виконувати з точністю до 0,1 мм.
 3. Усі вимірювання виконувати з точністю до 0,01 мм.
 4. Усі вимірювання виконувати з точністю до 0,001 мм.
 5. Усі вимірювання виконувати з точністю до 0,0001 мм.

№ 25 (1)		№ 25 (1)	
№ 25 (1)	№ 25 (1)	№ 25 (1)	№ 25 (1)
№ 25 (1)	№ 25 (1)	№ 25 (1)	№ 25 (1)
№ 25 (1)	№ 25 (1)	№ 25 (1)	№ 25 (1)

