

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення вала
підвіски блоку обрізання коренезбиральної машини

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МПс-41
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Солом'яний В.В. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Барановський В.М. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Дячун А.Є. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	Окіпний І.Б. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль

2026

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис)	Окіпний І.Б. (прізвище та ініціали)
« ____ »	2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Солом'яний Володимир Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу механічного оброблення вала підвіски блоку обрізання коренезбиральної машини

Керівник роботи Барановський Віктор Миколайович, д.т.н., професор

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

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2026 року № 4/9-27.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи базовий технологічний процес

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Зміст. Вступ. Загально-технічна частина. Технологічна частина.

Конструкторська частина. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Карта наладок. Приспосіблення для фрезерування лисок. Кондуктор універсальний скальчатий.

Пристрій фрезерний. Механізм для захоплення деталі.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності та основи охорони праці</i>	<i>Комар Р.В., к.т.н, доцент</i>		

7. Дата видачі завдання 3 лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	<i>Реферат</i>	<i>05.02.2026</i>	
	<i>Зміст</i>	<i>07.02.2026</i>	
	<i>Вступ</i>	<i>14.02.2026</i>	
	<i>Аналітична частина</i>	<i>26.02.2026</i>	
	<i>Технологічна частина</i>	<i>18.02.2026</i>	
	<i>Конструкторська частина</i>	<i>03.06.2026</i>	
	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>07.06.2026</i>	
	<i>Висновки</i>	<i>09.06.2026</i>	
	<i>Перелік посилань</i>	<i>10.06.2026</i>	
	<i>Графічна частина</i>	<i>18.06.2026</i>	

Студент

(підпис)

Солом'яний В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Барановський В.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дана робота присвячена проектуванню раціонального технологічного процесу виготовлення деталі яка є критичним елементом механізму обрізання гички коренезбиральної машини.

Оскільки деталь працює в умовах значних динамічних навантажень та абразивного середовища, забезпечення її високої надійності, втомної міцності та зносостійкості є першочерговим завданням.

На основі аналізу даних технологічних карт різання було запропоновано багатопозиційний комбінований технологічний маршрут.

Він поєднує високопродуктивні чорнові операції (токарно-револьверну, токарно-гідрокопіювальну) для швидкого видалення основного припуску з точними чистовими операціями (свердлильними, фрезерними, профіленакатними) для забезпечення допусків та шорсткості відповідальних поверхонь.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	6
1.1 Аналіз конструкції виробу	6
1.2. Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі	8
1.3. Опис удосконаленого маршруту обробки для масового виробництва.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1 Визначення типу та організація форми виробництва	13
2.2 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки	14
2.3 Вибір технологічних баз	16
2.4 Визначення допусків, припусків та операційних розмірів	19
2.5 Вибір різального і допоміжного інструменту, методів та засобів технічного контролю	20
2.6 Розрахунок режимів різання пл операціях.....	21
2.7 Технічне нормування розробленого технологічного процесу...	28
2.8 Обґрунтування вибору обладнання для реалізації технологічного процесу.....	35
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	50
3.1Розробка спеціального технологічного оснащення	39
3.2 Вибір установки деталі в пристрої та розрахунок похибки встановлення деталі в пристрої	40
3.3 Розрахунок сил затиску і визначення основних параметрів механізму захисту.....	42
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .	44
4.1 Захист населення від негативних наслідків надзвичайних ситуацій	44
4.2 Характеристика аварій на виробництвах із застосування хлору	46
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	50

ВСТУП

Машинобудування є однією з ключових галузей промисловості, яка значною мірою визначає рівень розвитку економіки держави та впливає на формування виробничих процесів у різних сферах господарства.

Саме ця галузь забезпечує створення машин, механізмів, обладнання та технічних засобів, необхідних для функціонування промисловості, транспорту, енергетики, будівництва та сільського господарства.

Особливістю машинобудування є використання складних технологічних процесів, різноманітних матеріалів і високоточного обладнання. Від інших галузей промисловості воно відрізняється характером продукції, що виготовляється, а також визначальною роллю у технічному переоснащенні виробництва.

Це обумовлює специфічну структуру галузі, розвиток спеціалізації підприємств та їх тісну взаємодію з іншими секторами економіки.

Головною метою сучасного машинобудування є випуск високоякісної продукції, яка за своїми технічними та економічними характеристиками відповідає найкращим світовим аналогам і здатна успішно конкурувати на міжнародному ринку.

Важливими напрямками розвитку галузі є прискорене впровадження нових технологій, скорочення термінів освоєння нових видів продукції, модернізація виробничих потужностей, а також підвищення рівня механізації, автоматизації та цифровізації виробничих процесів.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз конструкції виробу

Деталь є складовим елементом механізму паралелограмної підвіски блоку дообрізування коренеплодів коренезбиральної машини. Основним призначенням даної деталі є забезпечення шарнірного з'єднання тяг підвіски та передавання навантажень між елементами конструкції під час роботи машини.

Паралелограмна підвіска використовується для регулювання положення блоку дообрізувачів відносно поверхні ґрунту, що дозволяє підтримувати необхідну висоту обробки коренеплодів незалежно від нерівностей рельєфу поля.

Вал забезпечує надійне рухоме з'єднання ланок механізму та сприяє стабільній роботі всієї системи регулювання.

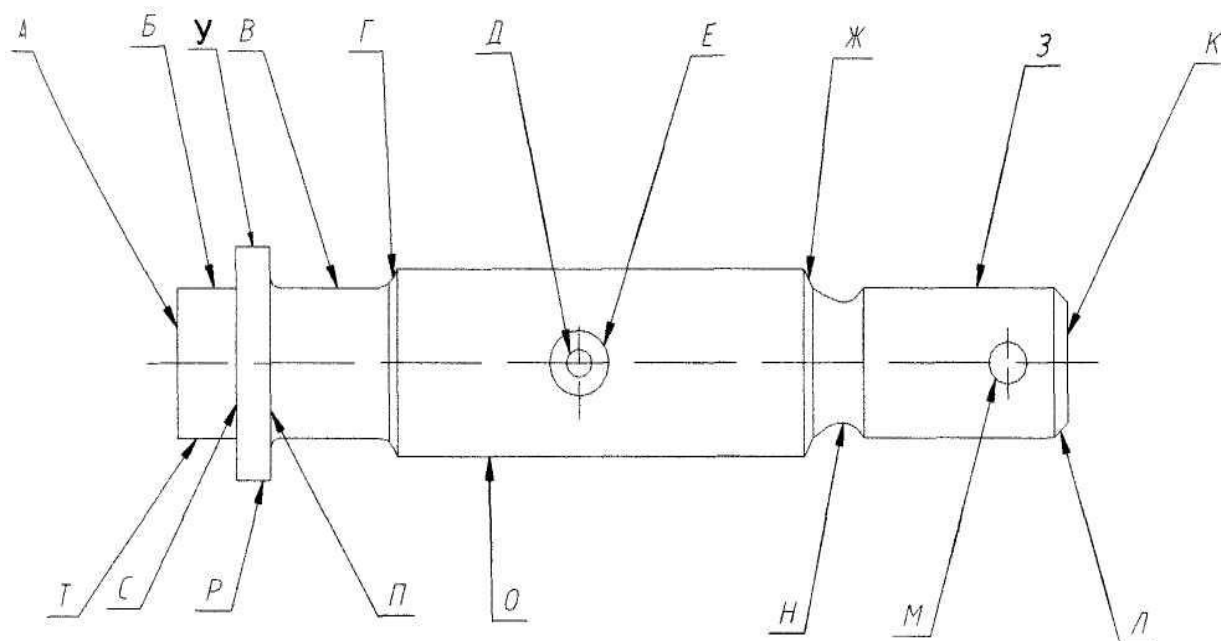


Рисунок 1.1 – Схема деталі з позначеними поверхнями

Поверхня *O* є основною посадковою поверхнею та призначена для встановлення і закріплення тяг паралелограмної підвіски.

Поверхні *П* виконують допоміжну функцію та використовуються для осової фіксації тяг, запобігаючи їх зміщенню під час експлуатації.

Інші поверхні деталі належать до вільних або допоміжних і не беруть безпосередньої участі у забезпеченні працездатності механізму.

Їх основне призначення полягає у формуванні конструкції деталі та забезпеченні технологічності її виготовлення.

Для виготовлення вала паралелограмного механізму використовується гарячекатаний круглий прокат зі сталі марки 45, що належить до конструкційних вуглецевих якісних сталей.

Цей матеріал характеризується високою міцністю, достатньою твердістю та підвищеною зносостійкістю, що дозволяє застосовувати його для виробництва деталей середнього ступеня навантаження, які працюють в умовах тертя та змінних навантажень.

Сталь 45 широко використовується для виготовлення валів, осей, пальців, втулок та інших деталей машин, до яких висуваються підвищені вимоги щодо механічної міцності та довговічності.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості вуглецевої сталі

Марка сталі	Механічні властивості		
	Тимчасовий опір розриву σ_B , Н/мм ²	Відносне видовження δ , %	Твердість по Брінеллю, НВ
	Не менше		Не більше
Сталь 45	600(75)	13	192-285

Таблиця 1.2 - Хімічний склад сталі

Марка сталі	Приблизний хімічний склад			
	Вуглець	Кремній	Марганець	Сірка
Сталь 45	0,42-0,470	0,2-0,4	0,40-0,80	0,045-0,06

Після вивчення робочого креслення та аналізу технічних вимог до деталі визначаються раціональні способи механічної обробки, необхідне технологічне обладнання, ріжучий інструмент та засоби контролю якості.

Таблиця 1.3 – Технічні вимоги, методи їх виконання і контролю

Поверхня	Технічна умова	Метод виконання	Метод контролю
А	Забезпечення необхідної точності розмірів та форми	Токарна обробка на токарно-револьверному верстаті	Штангенциркуль
К, Б, В, Г, Р, С, П	Забезпечення заданих розмірів і точності поверхонь	Токарна обробка на токарному верстаті	Штангенциркуль
О, Л, Ж, Н	Забезпечення точності посадкових поверхонь	Токарна обробка на токарно-гідрокопіювальному верстаті	Спеціальні контрольні скоби
Б, Т	Забезпечення точності плоских поверхонь	Фрезерування на горизонтально-фрезерному верстаті	Штангенциркуль
М, Д	Забезпечення точності розташування та розмірів отворів	Свердління на вертикально-свердильному верстаті	Штангенциркуль
Е	Забезпечення точності зенкованої поверхні	Зенкерування на вертикально-свердильному верстаті	Штангенциркуль
З	Забезпечення точності різьби	Накатування різьби на різьбонакатному верстаті	Різьбове кільце М16–8g
Всі поверхні	Забезпечення заданої шорсткості	Відповідна механічна обробка	Порівняння із зразками шорсткості

1.3 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

Для виготовлення деталі в умовах масового виробництва як вихідну заготовку доцільно використовувати гарячекатаний круглий прокат зі сталі марки 45.

Вибір даного матеріалу обумовлений його високими механічними характеристиками, достатньою міцністю, зносостійкістю та технологічністю при механічній обробці.

Використання стандартного прокату дозволяє знизити витрати на отримання заготовок і забезпечити стабільність їх геометричних параметрів у великосерійному та масовому виробництві.

Під час аналізу існуючого технологічного маршруту було встановлено, що свердлильні операції 035, 040, 045 та 050 виконуються на вертикально-свердлильних верстатах моделей 2Н135 та 2Н125.

З огляду на відносно невеликі розміри оброблюваних отворів і відсутність необхідності використання підвищеної потужності верстата 2Н135, доцільним є переведення всіх свердлильних операцій на верстат моделі 2Н125.

Таке рішення дозволяє:

- скоротити номенклатуру обладнання на виробничій дільниці;
- підвищити коефіцієнт завантаження верстатів;
- спростити організацію виробничого процесу;
- зменшити витрати на експлуатацію та обслуговування обладнання;
- підвищити ефективність потокового виробництва.

У результаті модернізації маршруту обробки всі свердлильні операції виконуються на одному типі обладнання, що є характерною ознакою масового виробництва та сприяє підвищенню рівня спеціалізації робочих місць.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі складається з послідовного виконання токарних, фрезерних, свердлильних та профіленкатних операцій, які забезпечують отримання необхідних геометричних параметрів, точності та якості поверхонь відповідно до вимог креслення.

Технологічний маршрут розпочинається з токарно-револьверної операції 005, під час якої обробляється поверхня *K*.

Базування заготовки здійснюється по поверхнях *A* та *O*.

Обробка виконується на токарно-револьверному верстаті моделі 1К341, що забезпечує високу продуктивність при обробці тіл обертання.

На операції 010 проводиться токарна обробка наведених поверхонь *A*, *B*, *G*, *C* та *П*.

Як технологічні бази використовуються поверхні *O* та *K*.

Операція виконується на токарному автоматі 1Б240П-6, що дозволяє отримати необхідну точність циліндричних та торцевих поверхонь.

Під час операції 015 на токарно-гідрокопіювальному верстаті моделі 1708 виконують обробку поверхонь *З*, *Ж*, *О*, *Л* та *Н*. Використання гідрокопіювання забезпечує точне відтворення складного профілю деталі та підвищує продуктивність обробки.

На операції 025 здійснюється фрезерування поверхонь *Б* і *Т* на горизонтально-фрезерному верстаті 6Р82Г.

Базування виконується по поверхнях *П* та *О*, що забезпечує необхідну точність взаємного розташування оброблюваних площин.

Наступним етапом є виконання свердлильних операцій. На операції 035 на вертикально-свердлильному верстаті 2Н135 обробляється поверхня *М* із базуванням по поверхнях *О*, *К* та *З*.

На операції 040 виконується свердління поверхні *Д* при базуванні по поверхнях *П* та *О*. Операція 045 передбачає зенкерування поверхні *Е* з установленням деталі по поверхні *О*.

Під час операції 050 повторно обробляється поверхня *М* із використанням поверхні *З* як базової.

Завершальним етапом є операція 055, на якій методом профіленакатування формується різьбова поверхня *З*.

Операція виконується на профіленакатному верстаті моделі 172528 із базуванням по поверхні *О*.

Накатування різьби забезпечує високу якість поверхні, підвищену міцність різьбового профілю та продуктивність порівняно з операцією різання різьби.

Таким чином, базовий технологічний процес забезпечує послідовне формування всіх конструктивних елементів деталі та отримання необхідних параметрів точності, шорсткості і взаємного розташування поверхонь.

Особливістю процесу є використання спеціалізованого обладнання для виконання окремих операцій та багаторазове базування по вже оброблених поверхнях, що дозволяє досягти високої точності виготовлення деталі.

1.4 Опис удосконаленого маршруту обробки для масового виробництва

Удосконалений технологічний процес виготовлення деталі розроблений з урахуванням вимог масового виробництва та спрямований на підвищення продуктивності праці, зниження собівартості продукції і більш раціональне використання виробничого обладнання.

Основна структура технологічного маршруту залишається незмінною, проте проведено оптимізацію окремих операцій шляхом уніфікації верстатного парку.

Технологічний процес починається з операції 005 – токарно-револьверної обробки, на якій формується поверхня *K*. Базування заготовки здійснюється по поверхнях *A* та *O*. Операція виконується на токарно-револьверному верстаті 1К341, який забезпечує високу продуктивність при виконанні підрізання торців, точіння та інших переходів за один установ.

На операції 010 виконується токарна обробка поверхонь *A*, *B*, *Г*, *С* та *П*. Базовими поверхнями є *O* та *K*. Обробка проводиться на токарному автоматі 1Б240П-6, що дозволяє забезпечити необхідну точність розмірів і взаємного розташування поверхонь.

Під час операції 015 на токарно-гідрокопіювальному верстаті 1708 здійснюється обробка поверхонь *З*, *Ж*, *O*, *Л* та *Н*.

Застосування гідрокопіювального обладнання дає можливість ефективно обробляти складні фасонні поверхні та забезпечувати їх стабільну якість при великому обсязі випуску.

На операції 025 виконують фрезерування площин *Б* і *Т* на горизонтально-фрезерному верстаті 6Р82Г.

Базування здійснюється по поверхнях *П* та *O*, що забезпечує необхідну точність розташування площин відносно осі деталі.

Подальша механічна обробка включає виконання свердлильних і зенкерувальних операцій.

На відміну від базового технологічного процесу, усі операції цієї групи виконуються на одному типі обладнання – вертикально-свердлильному верстаті 2Н125.

На операції 035 здійснюється свердління поверхні *М* з базуванням по поверхнях *О* та *З*.

На операції 040 виконується свердління поверхні *Д* з використанням поверхонь *П* та *О* як базових.

На операції 045 проводиться зенкерування поверхні *Е* з базуванням по поверхні *О*.

На операції 050 виконується повторне свердління або доробка поверхні *М* з базуванням по поверхні *З*.

Застосування одного типу свердлильного обладнання дозволяє значно спростити організацію виробничої ділянки, підвищити коефіцієнт завантаження верстатів та зменшити витрати на їх експлуатацію і обслуговування.

Завершальною є операція 055, на якій методом профіленакатування формується різьба на поверхні *З*.

Операція виконується на профіленакатному верстаті 172528.

Накатування різьби забезпечує високу точність профілю, підвищену міцність різьбового з'єднання та високу продуктивність, що особливо важливо для умов масового виробництва.

Таким чином, удосконалений маршрут обробки відрізняється від базового технологічного процесу переважно уніфікацією свердлильних операцій шляхом використання верстата 2Н125 замість більш потужного 2Н135.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Визначення типу та організація форми виробництва

Річна програма випуску $N = 100000$ шт.

Тип виробництва:

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}; \quad (2.1)$$

$$K_{з.о.} = \frac{101.5}{9} = 11,3.$$

Тип виробництва середньосерійний.

Визначаємо добовий випуск виробів:

$$N_g = N/254;$$

$$N_g = \frac{100000}{254} = 393,7 \text{ шт};$$

Приймаємо $N_g = 394$ шт.

Добова продуктивність потокової лінії.

Для двозмінної роботи

$$F_d = 2 \cdot 8 \cdot 60 = 960 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт використання обладнання: $\eta = 0,95$.

Ефективний фонд часу: $F_{еф} = 960 \cdot 0,95 = 912 \text{ хв.}$

Для масового виробництва приймаємо орієнтовний такт потоку:

$$r = 2,3 \text{ хв/шт.}$$

Тоді добова продуктивність потокової лінії:

$$Q_d = \frac{F_{еф}}{r}, \quad (2.2)$$

$$Q_d = \frac{912}{2,3} = 396,5 \text{ шт.}$$

Порівнюємо: $N_g = 394$ шт та $Q_d = 396,5$ шт, тоді то застосування потокової форми організації виробництва є доцільним, що відповідає умовам масового виробництва.

Такт випуску деталей:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_g}{N_p} \quad (2.3)$$

$$t_{\text{в}} = \frac{912}{394} = 2.31 \text{ хв/шт.}$$

2.2 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Для деталі типу вал зі сталі 45 можна розглянути такі способи отримання заготовки:

Варіант 1 – Гарячекатаний круглий прокат.

Переваги:

- низька вартість оснащення;
- простота отримання заготовок;
- доступність матеріалу.

Недоліки:

- великі припуски на механічну обробку;
- значні відходи металу;
- висока трудомісткість токарної обробки.

Варіант 2 – Гаряче об'ємне штампування.

Отримання заготовки на кривошипному гарячештампувальному пресі.

Переваги:

- висока точність;
- мінімальні припуски;
- висока продуктивність;
- хороші механічні властивості.

Недоліки:

- необхідність виготовлення штампів.

Порівнюємо:

- I варіант: гарячекатаний круглий прокат Ø30 зі сталі 45;
- II варіант: гаряче штампування на КГШП зі сталі 45.

Для умов масового виробництва найбільш раціональним способом отримання заготовки є гаряче об'ємне штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі.

Отримана заготовка має форму, максимально наближену до форми готової деталі, що дозволяє зменшити припуски на механічну обробку, скоротити витрати металу та знизити собівартість виготовлення виробу.

Таблиця 2.1 – Основні параметри для розрахунку технологічної собівартості заготовки по варіантах

Назва показників	I варіант	II варіант
Вид заготовки	Гарячекатаний прокат	Гарячекатаний прокат
Клас точності	2	4
Група складності	2	2
Група серійності	2	5
Маса заготовки, Q кг	0,3	0,24
Маса деталі q, кг	0,22	0,22
Річна програма N, шт	100000	100000

Вартість металопрокату: $C_{np} = 85$ грн/кг.

Тоді:

$$S_1 = Q \cdot C_{np}; \quad (2.4)$$

$$S_1 = 0,30 \cdot 85 = 25,5 \text{ грн.}$$

Для штампованих заготовок застосовується формула

$$S_{изг} = (C_i / 100 \times Q_i k_m \times k_c \times k_g \times k_m \times k_n) - (Q_i - q) \times S_{вдх} / 1000, \quad (2.5)$$

де $C_i = 90000$ грн/т; $Q = 0,24$ кг; $q = 0,22$ кг; $K_t = 1,0$; $K_c = 1,0$; $K_v = 0,9$; $K_m = 1,0$; $K_n = 0,8$; $S_{вдх} = 8000$ грн/т.

Вартість заготовки одержаної литвом в кокіль, (S_{31}):

$$S_{заг1} = \left(\frac{90000}{1000} \cdot 0,24 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1 \right) - (0,24 - 0,22) \cdot \frac{8000}{1000} = 15,39 \text{ грн.}$$

Економія на одній деталі:

$$\Delta S = S_1 - S_2 = 25,5 - 15,39 = 10,11 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект:

$$E = \Delta S \cdot N = 10,11 \cdot 100000 = 1011000 \text{ грн.}$$

Порівняння двох способів отримання заготовки показало, що використання гарячого об'ємного штампування на КГШП є більш економічно доцільним для масового виробництва порівняно із застосуванням гарячекатаного круглого прокату.

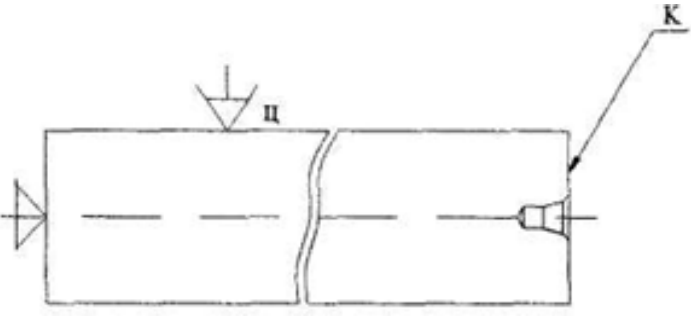
2.3 Вибір технологічних баз

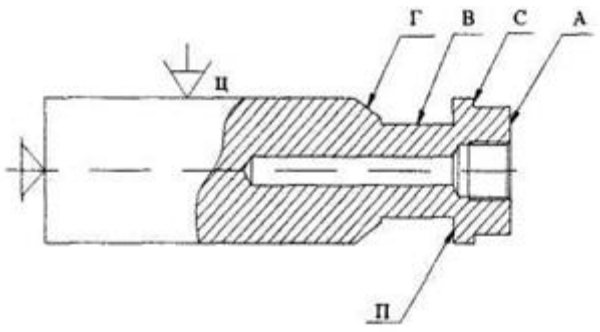
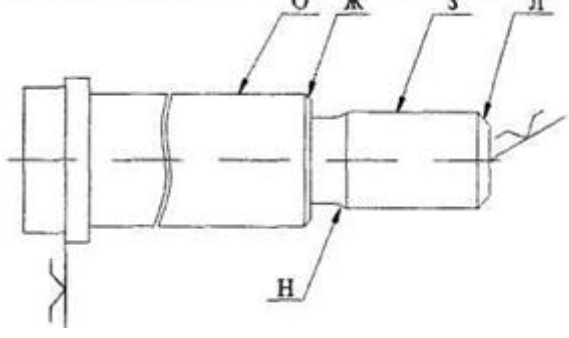
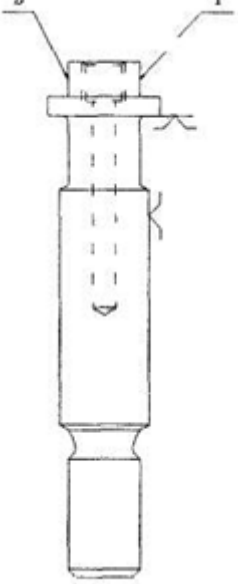
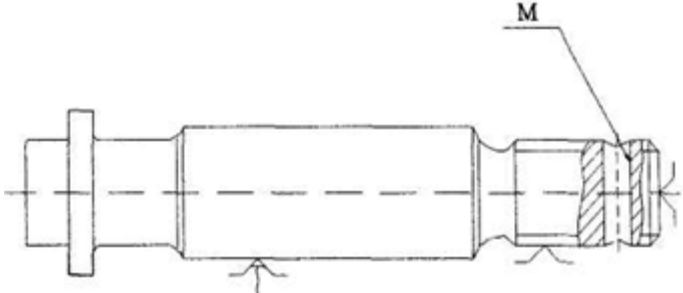
При автоматизації виробництва, засування верстатів з ЧПК, значення правильності вибору технологічних баз ще більше зростає, тому що всі ці види обробки базуються на принципі автоматичного отримання розмірів, в якому технологічна база є одним із основних складових елементів.

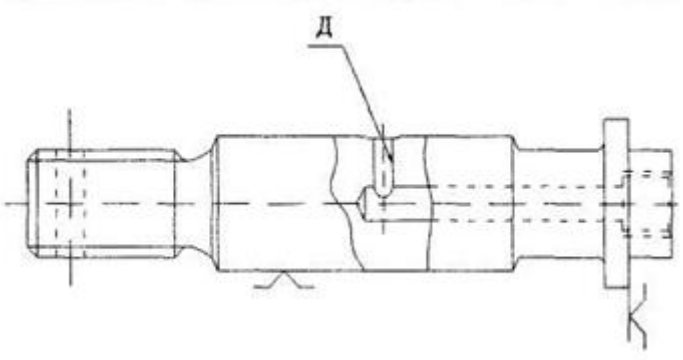
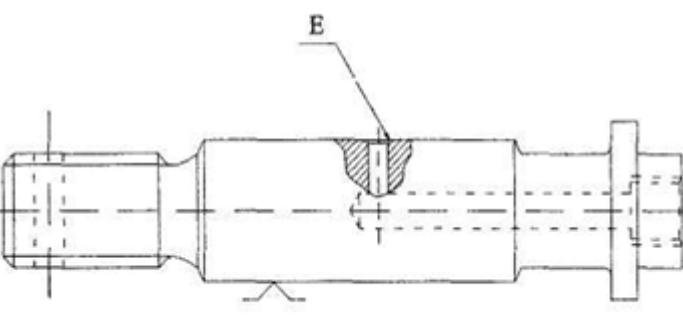
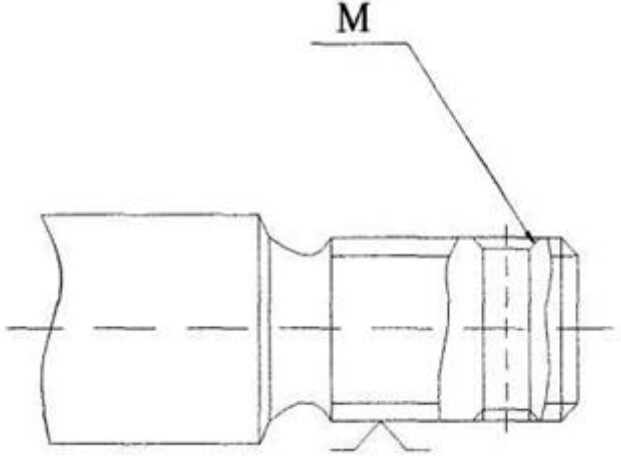
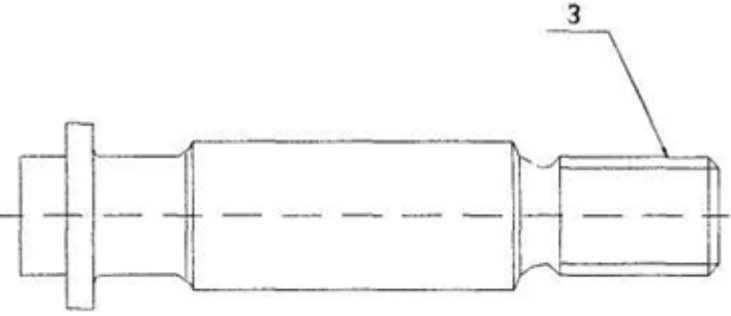
У зв'язку з цим питання про вибір технологічних баз вирішується технологом на самому початку проектування технологічного процесу одночасно з питанням про послідовність і види обробки окремих поверхонь заготовки.

При цьому призначення технологічних баз починається з вибору технологічної бази для виконання першої операції.

Таблиця 2.2 – Схеми базування деталі, та оброблювані при цьому поверхні

№ операції	Назва	Схема базування
005	Токарно-револьверна	

010	Токарна	
015	Токарно-гідрокопірувальна	
025	Горизонтально-фрезерна	
035	Вертикально-свердлильна	

040	Вертикально-свердлильна	
045	Вертикально-свердлильна	
050	Вертикально-свердлильна	
055	Профіленакатна	

2.4 Визначення припусків та міжопераційних розмірів проектованої заготовки

Для забезпечення необхідної точності та якості поверхонь деталі на стадії проектування технологічного процесу виконується призначення припусків на механічну обробку. Величина припусків повинна гарантувати повне видалення дефектного поверхневого шару заготовки, компенсацію похибок її виготовлення та створення необхідних умов для досягнення заданих параметрів точності й шорсткості.

Припуски на обробку визначаються відповідно до виду заготовки, способу її отримання, вимог до точності поверхонь і характеру подальшої механічної обробки. Для окремих поверхонь величини припусків приймаються за нормативними таблицями, а для найбільш відповідальних поверхонь можуть уточнюватися розрахунковим методом.

Результати вибору припусків та допусків для основних поверхонь деталі наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні пальця

Поверхні	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск
		табличний	розрахунковий	
К	107	1,1	-	- 1,0
А	105	1,9	-	- 0,8
В	14	1,2	-	$\pm 0,2$
П	$\varnothing 16$	1,7	-	- 0,4
О	$\varnothing 20$	1.1	0,630	- 0,013
Ж	30 ⁰	0,5	-	+ 0,3 ⁰
Б, Т	19	1,3	-	$\pm 0,5$

Аналіз отриманих значень показує, що найбільший припуск призначений для поверхні 3 ($\varnothing 16$), яка потребує значного обсягу механічної обробки та подальшого формування різьби.

Найменші припуски встановлені для поверхонь М та Д, що пояснюється їх незначними розмірами та способом обробки свердлінням.

Для найбільш відповідальної поверхні О (Ø20) величина припуску додатково уточнена розрахунковим методом і становить 0,63 мм, що забезпечує отримання необхідної точності та шорсткості після завершення всіх технологічних переходів.

Призначені припуски забезпечують надійне досягнення вимог креслення при мінімальних витратах металу та раціональній трудомісткості механічної обробки в умовах масового виробництва.

2.5 Вибір різального і допоміжного інструменту, методів та засобів технічного контролю

Виберемо ріжучий і вимірювальний інструмент для кожної операції, і дані занесемо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Вибір різального та вимірювального інструменту

№ п/п	Назва операції	Інструмент	
		Різальний	Вимірювальний
005	Токарно-револьверна	Прохідний різець 2116-0011 з пластиною Т15К6; свердло Ø3,15 мм 2317-0017	Контрольний шаблон 4,03±0,2 мм
010	Токарна	Прохідні та підрізні різці 2103-1005, 2100-0007, 2120-4049, 2128-4244 з твердого сплаву Т15К6; свердла Ø20, Ø9 та Ø5 мм; мітчик М10×1	Різьбова пробка М10×1 (8221-3046)
015	Токарно-гідрокопірувальна	Прохідний різець 2103-6003; фасонний різець 2128-6009	Граничні скоби для контролю діаметрів 20,3 мм та 14,6 мм
020	Слюсарна	Плоский слюсарний напилек 2820-0018	Контроль не передбачений
025	Горизонтально-фрезерна	Дискова фреза Ø125×12 мм	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1
030	Слюсарна	Плоский напилек 2820-0018	Контроль не

			виконується
035	Вертикально-свердлильна	Спиральне свердло Ø4,5 мм 2316-6193	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1
040	Вертикально-свердлильна	Спиральне свердло Ø3 мм 230 -6113	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1
045	Вертикально-свердлильна	Торцева фреза Ø180 мм з твердосплавними пластинами T15K6	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1
050	Вертикально-свердлильна	Зенківка 16 мм 2353-0011	Візуальний контроль
055	Профіленакатна	Накатний ролик для різьби M16 (1417-0967)	Контроль різьби калібром-кільцем M16

2.6 Розрахунок режимів різання по операціях

Проведемо визначення режимів різання використовуючи таблиці нормування режимів різання і всі одержані дані заносимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Режими різання по операціях

№ операції	Назва операції, переходу	Довжина різання L , мм.	Глибина різання t , мм.	Кількість проходів j	Подача S , мм/об	Число обертів n , об/хв	Швидкість різання V , м/хв	Основний час T_0 , хв.	Потужність різання N , кВт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Токарно-револьверна:	17	2	1	0,12	800	63	0,18	0,66
	1. Підрізати торець								
	2. Свердлити центровий отвір	10	1,5	1	Ручна	800	8	0,25	0,024
010	Токарна:	18	2	1	0,12	335	26	1,03	0,25
	Позиція I:								
	1. Підрізати торець								
	2. Зацентрувати торець	10	5	1	0,1	335	26	0,44	1,17
	3. Обточити деталь	12	1,5	1	0,1	335	26	0,45	0,16
	Позиція II:								
	1. Обточити деталь	7	2,5	1	0,1	335	21	0,3	0,22
	2. Свердлити отвір	16	5	1	0,1	335	9,5	0,54	0,18
	Позиція III:								
	1. Обточити деталь	7	2	1	0,1	335	21	0,26	0,17
	2. Свердлити отвір	28	2,5	1	0,1	335	5,3	0,9	0,067

	Позиція IV: 1. Свердли́ти отвір	19	2,5	1	0,1	335	5,3	0,6	0,067
	Позиція V: 1. Точити фаску	8	0,5	1	0,1	335	26	0,3	0,08
	2. Нарізати різьбу	22	0,5	1	1,0	335	3	0,1	0,21
015	Токарногідрокопію вальна: 1. Обточити до $\varnothing 20h6_{(-0,13)}$	63	0,15	1	0,07	250	463	0,7	26
	2. Обточити фаску 2x45	1	0,5	1	0,1	810	26	0,1	0,08
	3. Обточити канавку до $\varnothing 13_{-0,43}$	32	1,5	1	0,1	810	71	0,4	0,45
025	Горизонтально- фрезерна: Фрезерувати одночасно 2 лиски	278	1,5	1	125	315	125	2,22	28,6
035	Вертикально- свердли́льна: Свердли́ти отвір	20	2,25	1	0,2	1000	14	0,4	0,1
040	Вертикально- свердли́льна: Свердли́ти отвір $\varnothing 3^{+0,25}$ до виходу в отвір $\varnothing 5^{+0,3}$	10	1,5	1	0,1	1000	9,5	0,1	0,05
045	Вертикально- свердли́льна: Зенкувати фаску $2^{+0,25} \times 90^\circ$	2	0,5	1	0,1	500	4,5	0,06	0,03
050	Вертикально- свердли́льна: Зенкувати фаску $2^{+0,5} \times 30^\circ$ з 2-ох сторін з перевстановленням	2	0,5	1	0,1	500	4,5	0,08	0,03
055	Профіленакатна: Накатати різь M16x8g	22	1	1		12	45	0,56	

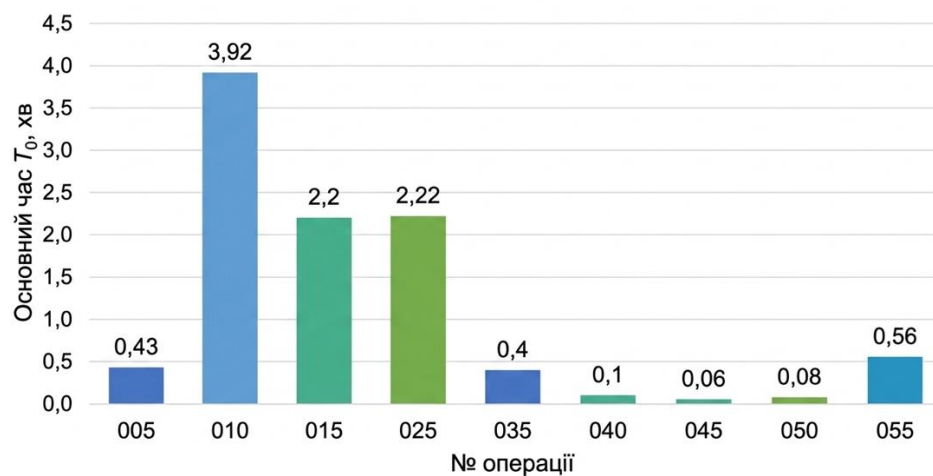


Рисунок 2.1 – Порівняння основного часу за операціями

Потужність різання (N), кВт для токарної операції визначимо за формулою:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P \cdot V}{6120}, \quad (2.6)$$

де P – сила різання, Н;

$$P = P_{\text{таб}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.7)$$

$P_{\text{таб}}$ – таблична величина сили різання, Н ;

K_1 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

K_2 – коефіцієнт, що залежить від швидкості різання;

V – швидкість різання, м/хв.

Для операції 005.

Для першого технологічного переходу:

$$P = 85 \cdot 0,71 \cdot 1 = 59,5 \text{ Н};$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{59,5 \cdot 63}{6120} = 0,61 \text{ кВт.}$$

Для операції 010, позиції 1.

Для першого технологічного переходу:

$$P = 85 \cdot 0,7 \cdot 1 = 59,5 \text{ Н};$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{59,5 \cdot 26}{6120} = 0,25 \text{ кВт.}$$

Для третього технологічного переходу:

$$P = 55 \cdot 0,7 \cdot 1 = 38,5 \text{ Н};$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{38,5 \cdot 26}{6120} = 0,16 \text{ кВт.}$$

Для операції 010, позиції 2.

Для першого технологічного переходу:

$$P = 90 \cdot 0,7 \cdot 1 = 63 \text{ Н};$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{38,5 \cdot 21}{6120} = 0,22 \text{ кВт.}$$

Для операції 010, позиції 3.

Для першого технологічного переходу:

$$P = 70 \cdot 0,7 \cdot 1 = 49 \text{ Н};$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{49 \cdot 21}{6120} = 0,17 \text{ кВт.}$$

Для операції 010, позиції 5.

Для першого технологічного переходу:

$$P = 18 \cdot 0,7 \cdot 1 = 12,6 \text{ Н};$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{12,6 \cdot 26}{6120} = 0,08 \text{ кВт.}$$

Для операції 015.

Для другого технологічного переходу:

$$P = 18 \cdot 0,7 \cdot 1 = 12,6 \text{ Н};$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{12,6 \cdot 26}{6120} = 0,08 \text{ кВт.}$$

Для третього технологічного переходу:

$$P = 5 \cdot 0,7 \cdot 1 = 3,5 \text{ Н};$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{38,5 \cdot 71}{6120} = 0,45 \text{ кВт.}$$

Потужність різання (N), кВт для свердлильної операції

$$N = N_{\text{таб}} \cdot K \cdot \frac{n}{100}, \quad (2.8)$$

де $N_{\text{таб}}$ – таблична величина потужності різання, кВт;

K – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

n – число обертів інструменту.

Для операції 005.

для другого технологічного переходу

$$N = N_{\text{таб}} \cdot K \cdot \frac{n}{1000} = 0,03 \cdot 1,0 \cdot \frac{800}{1000} = 0,024 \text{ кВт.}$$

Для операції 010.

Позиція 1 для другого технологічного переходу

$$N = N_{таб} \cdot K \cdot \frac{n}{1000} = 3,5 \cdot 1,0 \cdot \frac{335}{1000} = 1,17 \text{ кВт.}$$

Для операції 010.

Позиція 2 для другого технологічного переходу:

$$N = N_{таб} \cdot K \cdot \frac{n}{1000} = 0,55 \cdot 1,0 \cdot \frac{335}{1000} = 0,18 \text{ кВт.}$$

Для операції 010:

Позиція 3 для другого технологічного переходу

$$N = N_{таб} \cdot K \cdot \frac{n}{1000} = 0,2 \cdot 1,0 \cdot \frac{335}{1000} = 0,067 \text{ кВт.}$$

Для операції 010.

Позиція 4 для першого технологічного переходу

$$N = N_{таб} \cdot K \cdot \frac{n}{1000} = 0,2 \cdot 1,0 \cdot \frac{335}{1000} = 0,067 \text{ кВт.}$$

Для операції 035

$$N = N_{таб} \cdot K \cdot \frac{n}{1000} = 0,2 \cdot 1,0 \cdot \frac{335}{1000} = 0,067 \text{ кВт.}$$

Для операції 040

$$N = N_{таб} \cdot K \cdot \frac{n}{1000} = 0,05 \cdot 1,0 \cdot \frac{100}{1000} = 0,05 \text{ кВт.}$$

Потужність різання (N), кВт для операції zenкування

$$N = N_{таб} \cdot K \cdot \frac{V}{1000}, \quad (2.9)$$

де $N_{таб}$ – таблична величина потужності різання, кВт;

K – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

V – швидкість різання, м/хв.

Для операції 045

$$N = N_{таб} \cdot K \cdot \frac{V}{1000} = 0,7 \cdot 1,0 \cdot \frac{4,5}{1000} = 0,003 \text{ кВт.}$$

Для операції 050

$$N = N_{\text{таб}} \cdot K \cdot \frac{V}{1000} = 0,7 \cdot 1,0 \cdot \frac{4,5}{1000} = 0,003 \text{ кВт.}$$

Потужність різання (N), кВт для фрезерної операції визначимо:

$$N = E \cdot \frac{V \cdot t \cdot z_u}{1000} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.10)$$

де E – таблична величина;

t – глибина різання, мм;

z_u – число зубів фрези;

K_1 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

K_2 – коефіцієнт, що залежить від типу фрези і швидкості різання;

V – швидкість різання, м/хв.

Для операції 005.

Для першого технологічного переходу

$$N = E \cdot \frac{V \cdot t \cdot z_u}{1000} \cdot K_1 \cdot K_2 = 0,6 \cdot \frac{125 \cdot 7 \cdot 42}{1000} \cdot 1,3 \cdot 1 = 28,6 \text{ кВт.}$$

Потужність різання (N), кВт для різенарізної:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{97400}, \quad (2.11)$$

де $M_{\text{кр}}$ – крутний момент, кг м;

K_1 – коефіцієнт, що залежить від діаметра різьби:

K_2 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу:

n – число обертів інструменту, об/хв.;

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{97400} = \frac{63 \cdot 335}{97400} = 0,21 \text{ кВт.}$$

Зі збільшенням швидкості різання (V) потужність (N), як правило, зростає. Це логічно: щоб різати швидше, потрібно виконувати більше роботи за одиницю часу, що вимагає більшої потужності.

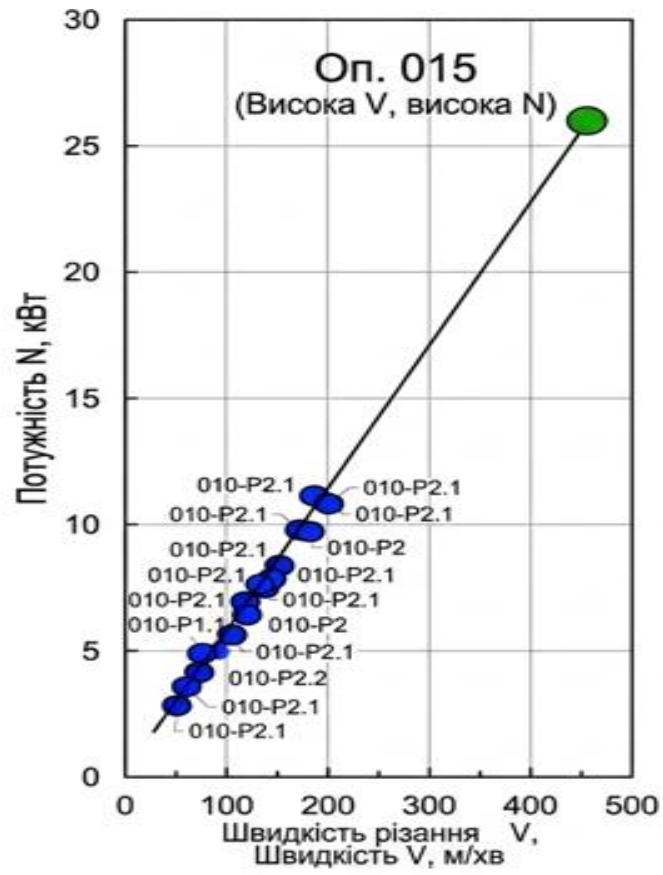


Рисунок 2.2 – Залежність потужності N від швидкості різання V

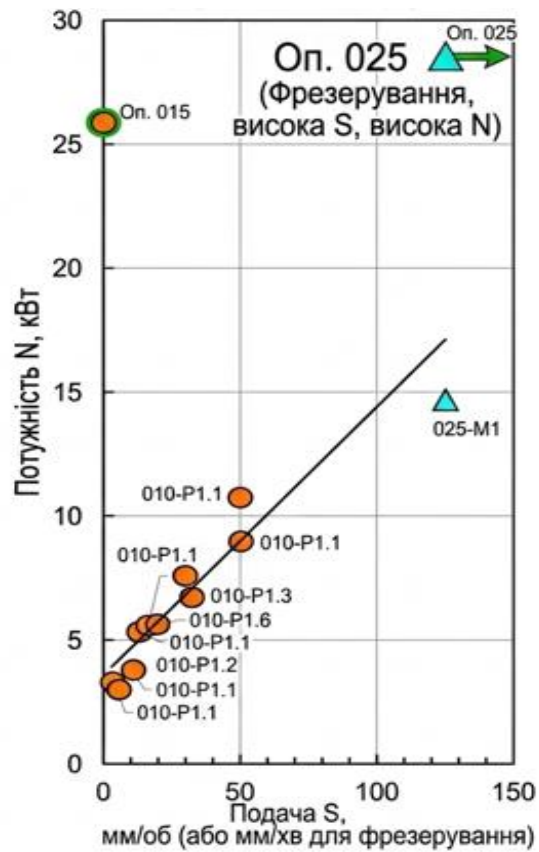


Рисунок 2.3 – Залежність потужності N від подачі S

Більша подача означає, що за один оберт знімається товстіший шар металу, що збільшує силу різання і, відповідно, необхідну потужність.

Потужність різання прямо залежить як від швидкості різання (V), так і від подачі (S). Збільшення будь-якого з цих параметрів призводить до зростання споживаної потужності.

Дані графіки дозволяють швидко ідентифікувати найбільш енергоємні етапи процесу та приймати рішення щодо оптимізації режимів різання або вибору більш потужного обладнання для конкретних операцій.

2.7 Технічне нормування розробленого технологічного процесу

При проектуванні технологічного процесу в проекті виконують нормування технологічних операцій механічної обробки.

Опишемо процедуру нормування операцій розробленого технологічного процесу.

В серійному виробництві норма штучно-калькуляційного часу на операцію ($T_{шк}$), хв. розраховується за формулою

$$T_{шк} = \frac{T_{нз}}{n} + T_{нз}, \quad (2.12)$$

де $T_{нз}$ – підготовчо-заключний час на партію;

n – число деталей в партії, $n = 383$ шт.;

$T_{шк}$ – штучний час на операцію, хв.;

$$T_{шк} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{від}, \quad (2.13)$$

де T_o – основний (технологічний) час, хв.;

T_{ϵ} – допоміжний час, хв.;

$$T_{\epsilon} = (T_{вст} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K, \quad (2.14)$$

де $T_{вст}$ – час на встановлення і зняття деталі, хв.;

$T_{кер}$ – час на керування верстатом, хв.;

$T_{вим}$ – час на вимірювання деталі, хв.;

K – поправочний коефіцієнт на допоміжний час;

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, хв.

Задається у відсотках від оперативного часу ($T_{он}$).

Для наших умов $T_{обсл} = 3,5\%T_{он}$;

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon}, \quad (2.15)$$

де $T_{від}$ – час на перерви, відпочинок та особисті потреби, хв.

Задається у відсотках від оперативного часу ($T_{он}$).

Для наших умов $T_{від} = 4\%T_{он}$;

Операція 005 токарно-револьверна:

$T_{нз} = 14 + 7 = 21$ хв (наладка верстату, інструменту і пристосування 14 хв.

утримання інструменту до початку роботи і його здача після роботи);

$$T_{он} = 0,18 + 0,25 = 0,43 \text{ хв.};$$

$$T_{вст} = 0,85 + 0,19 = 1,04 \text{ хв.};$$

$T_{кер} = 0,06 + 0,51 = 0,57$ хв. (включення, виключення шпинделя верстату, заміна
ріжучого інструменту);

$$T_{вим} = 0;$$

$$T_{\epsilon} = (T_{вст} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K = (1,04 + 0,57 + 0) \cdot 1 = 1,61 \text{ хв.};$$

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} = 0,43 + 1,61 = 2,04 \text{ хв.};$$

$$T_{обс} = 3,5\% \cdot T_{он} = 0,035 \cdot 2,04 = 0,07 \text{ хв.};$$

$$T_{від} = 4\% \cdot T_{он} = 0,04 \cdot 2,04 = 0,08 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{від} = 0,43 + 1,61 + 0,07 + 0,08 = 2,19 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = \frac{T_{нз}}{n} + T_{шк} = \frac{21}{383} + 2,19 = 2,24 \text{ хв.}$$

Операція 010 токарна:

$T_{нз} = 14 + 7 = 21$ хв (наладка верстату, інструменту і пристосування 14 хв.

утримання інструменту до початку роботи і його здача після роботи);

$$T_{oc} = 1,03 + 0,44 + 0,45 + 0,54 + 0,25 + 0,9 + 0,6 + 0,3 + 0,1 = 4,62 \text{ хв.};$$

$$T_{вст} = 0,85 + 0,08 + 0,05 + 6 \cdot 0,03 = 1,16 \text{ хв.};$$

$T_{кер} = 0,06 + 1,1 = 1,16 \text{ хв.}$ (включення, виключення шпинделя верстату, заміна
ріжучого інструменту);

$$T_{вим} = 0,48 \cdot 0,25 = 0,12 \text{ хв.};$$

$$T_{\epsilon} = (T_{вст} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K = (1,16 + 1,16 + 0,12) \cdot 1 = 2,44 \text{ хв.};$$

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} = 4,62 + 2,44 = 7,06 \text{ хв.};$$

$$T_{обс} = 3,5\% \cdot T_{он} = 0,035 \cdot 7,06 = 0,25 \text{ хв.};$$

$$T_{від} = 4\% \cdot T_{он} = 0,04 \cdot 7,06 = 0,28 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{від} = 4,62 + 2,44 + 0,25 + 0,28 = 7,59 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = \frac{T_{нз}}{n} + T_{нз} = \frac{21}{383} + 7,59 = 7,64 \text{ хв.}$$

Операція 015 токарногідрокопіювальна:

$T_{нз} = 14 + 7 = 21 \text{ хв}$ (наладка верстату, інструменту і пристосування 14 хв.
утримання інструменту до початку роботи і його здача після роботи);

$$T_{oc} = 0,07 + 0,1 + 0,4 = 0,57 \text{ хв.};$$

$$T_{вст} = 0,85 + 0,08 + 0,05 = 0,98 \text{ хв.};$$

$T_{кер} = 0,06 + 0,6 = 0,66 \text{ хв.}$ (включення, виключення шпинделя верстату, заміна
ріжучого інструменту);

$$T_{вим} = 0,42 \cdot 0,25 = 0,05 \text{ хв.};$$

$$T_{\epsilon} = (T_{вст} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K = (0,98 + 0,66 + 0,05) \cdot 1 = 1,69 \text{ хв.};$$

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} = 0,57 + 1,69 = 2,26 \text{ хв.};$$

$$T_{обс} = 3,5\% \cdot T_{он} = 0,035 \cdot 2,26 = 0,079 \text{ хв.};$$

$$T_{від} = 4\% \cdot T_{он} = 0,04 \cdot 2,26 = 0,09 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{від} = 0,57 + 1,69 + 0,079 + 0,09 = 2,43 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = \frac{T_{нз}}{n} + T_{нз} = \frac{21}{383} + 2,43 = 2,48 \text{ хв.}$$

Операція 020 слюсарна:

$$T_{n3} = 7 \text{ хв.};$$

$$T_{oc} = 0,2 \text{ хв.};$$

$$T_{вст} = 0,34 \text{ хв.};$$

$$T_{кер} = 0;$$

$$T_{вим} = 0;$$

$$T_{\epsilon} = (T_{вст} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K = (0,34 + 0 + 0) \cdot 1 = 0,34 \text{ хв.};$$

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} = 0,2 + 0,34 = 0,54 \text{ хв.};$$

$$T_{обс} = 3,5\% \cdot T_{об} = 0,035 \cdot 0,54 = 0,019 \text{ хв.};$$

$$T_{вiд} = 4\% \cdot T_{он} = 0,04 \cdot 0,54 = 0,022 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{вiд} = 0,2 + 0,34 + 0,019 + 0,022 = 0,581 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = \frac{T_{n3}}{n} + T_{n3} = \frac{21}{383} + 0,581 = 0,6 \text{ хв.}$$

Операція 025 горизонтально-фрезерна:

$$T_{n3} = 21 \text{ хв.};$$

$$T_{oc} = 2,22 \text{ хв.};$$

$$T_{вст} = 0,98 \text{ хв.};$$

$$T_{кер} = 0,66 \text{ хв.};$$

$$T_{вим} = 0;$$

$$T_{\epsilon} = (T_{вст} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K = (0,96 + 0,66 + 0) \cdot 1 = 1,64 \text{ хв.};$$

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} = 2,22 + 1,64 = 3,86 \text{ хв.};$$

$$T_{обс} = 3,5\% \cdot T_{об} = 0,035 \cdot 3,86 = 0,135 \text{ хв.};$$

$$T_{вiд} = 4\% \cdot T_{он} = 0,04 \cdot 3,86 = 0,154 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{вiд} = 2,22 + 1,64 + 0,135 + 0,154 = 4,15 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = \frac{T_{n3}}{n} + T_{n3} = \frac{21}{383} + 4,15 = 4,2 \text{ хв.}$$

Операція 030 слюсарна:

$$T_{nз} = 7 \text{ хв.};$$

$$T_{oc} = 0,2 \text{ хв.};$$

$$T_{вст} = 0,34 \text{ хв.};$$

$$T_{кер} = 0;$$

$$T_{вим} = 0;$$

$$T_{\epsilon} = (T_{вст} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K = (0,34 + 0 + 0) \cdot 1 = 0,34 \text{ хв.};$$

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} = 0,2 + 0,34 = 0,54 \text{ хв.};$$

$$T_{обс} = 3,5\% \cdot T_{об} = 0,035 \cdot 0,54 = 0,022 \text{ хв.};$$

$$T_{вiд} = 4\% \cdot T_{он} = 0,04 \cdot 0,54 = 0,019 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{вiд} = 0,2 + 0,34 + 0,019 + 0,022 = 0,581 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = \frac{T_{nз}}{n} + T_{nз} = \frac{21}{383} + 0,581 = 0,6 \text{ хв.}$$

Операція 035 вертикально-свердлильна:

$$T_{nз} = 21 \text{ хв.};$$

$$T_{oc} = 0,4 \text{ хв.};$$

$$T_{вст} = 0,98 \text{ хв.};$$

$$T_{кер} = 0,66 \text{ хв.};$$

$$T_{вим} = 0;$$

$$T_{\epsilon} = (T_{вст} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K = (0,96 + 0,66 + 0) \cdot 1 = 1,64 \text{ хв.};$$

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} = 0,4 + 1,64 = 2,04 \text{ хв.};$$

$$T_{обс} = 3,5\% \cdot T_{об} = 0,035 \cdot 2,04 = 0,07 \text{ хв.};$$

$$T_{вiд} = 4\% \cdot T_{он} = 0,04 \cdot 3,86 = 0,154 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{вiд} = 0,4 + 1,64 + 0,07 + 0,08 = 2,19 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = \frac{T_{nз}}{n} + T_{nз} = \frac{21}{383} + 2,19 = 2,24 \text{ хв.}$$

Операція 040 вертикально-свердлильна:

$$T_{nз} = 21 \text{ хв.};$$

$$T_{oc} = 0,1 \text{ хв.};$$

$$T_{вст} = 0,73 \text{ хв.};$$

$$T_{кер} = 0,36 \text{ хв.};$$

$$T_{вим} = 0;$$

$$T_{\epsilon} = (T_{вст} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K = (0,73 + 0,36 + 0) \cdot 1 = 1,09 \text{ хв.};$$

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} = 0,1 + 1,09 = 1,19 \text{ хв.};$$

$$T_{обс} = 3,5\% \cdot T_{об} = 0,035 \cdot 1,19 = 0,04 \text{ хв.};$$

$$T_{вд} = 4\% \cdot T_{он} = 0,04 \cdot 1,19 = 0,47 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{вд} = 0,1 + 1,09 + 0,04 + 0,47 = 1,7 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = \frac{T_{нз}}{n} + T_{нз} = \frac{21}{383} + 1,7 = 1,71 \text{ хв.}$$

Операція 045 вертикально-свердлильна:

$$T_{нз} = 21 \text{ хв.};$$

$$T_{oc} = 0,06 \text{ хв.};$$

$$T_{вст} = 0,73 \text{ хв.};$$

$$T_{кер} = 0,36 \text{ хв.};$$

$$T_{вим} = 0 \text{ хв.};$$

$$T_{\epsilon} = (T_{вст} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K = (0,73 + 0,36 + 0) \cdot 1 = 1,09 \text{ хв.};$$

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} = 0,4 + 1,64 = 1,15 \text{ хв.};$$

$$T_{обс} = 3,5\% \cdot T_{об} = 0,035 \cdot 1,09 = 1,15 \text{ хв.};$$

$$T_{вд} = 4\% \cdot T_{он} = 0,04 \cdot 1,15 = 0,46 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{вд} = 0,06 + 1,09 + 0,04 + 0,46 = 1,65 \text{ хв.};$$

$$T_{шк} = \frac{T_{нз}}{n} + T_{нз} = \frac{21}{383} + 1,65 = 1,7 \text{ хв.}$$

Операція 050 вертикально-свердлильна:

$$T_{нз} = 21 \text{ хв.};$$

$$T_{oc} = 0,08 \text{ хв.};$$

$$T_{всм} = 0,73 \text{ хв.};$$

$$T_{кер} = 0,36 \text{ хв.};$$

$$T_{вим} = 0;$$

$$T_{\epsilon} = (T_{всм} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K = (0,73 + 0,36 + 0) \cdot 1 = 1,09 \text{ хв.};$$

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} = 0,08 + 1,09 = 1,17 \text{ хв.};$$

$$T_{обс} = 3,5\% \cdot T_{об} = 0,035 \cdot 1,17 = 0,04 \text{ хв.};$$

$$T_{eid} = 4\% \cdot T_{он} = 0,04 \cdot 1,17 = 0,468 \text{ хв.};$$

$$T_{ук} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{eid} = 0,08 + 1,09 + 0,04 + 0,46 = 1,678 \text{ хв.};$$

$$T_{ук} = \frac{T_{нз}}{n} + T_{нз} = \frac{21}{383} + 1,678 = 2,17 \text{ хв.}$$

Операція 055 профіленакатна:

$$T_{нз} = 21 \text{ хв.};$$

$$T_{ос} = 0,56 \text{ хв.};$$

$$T_{всм} = 0,75 \text{ хв.};$$

$$T_{кер} = 0,36 \text{ хв.};$$

$$T_{вим} = 0;$$

$$T_{\epsilon} = (T_{всм} + T_{кер} + T_{вим}) \cdot K = (0,75 + 0,36 + 0) \cdot 1 = 1,11 \text{ хв.};$$

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon} = 0,56 + 1,11 = 1,67 \text{ хв.};$$

$$T_{обс} = 3,5\% \cdot T_{об} = 0,035 \cdot 1,67 = 0,058 \text{ хв.};$$

$$T_{eid} = 4\% \cdot T_{он} = 0,04 \cdot 1,67 = 0,067 \text{ хв.};$$

$$T_{ук} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{eid} = 0,56 + 1,11 + 0,058 + 0,067 = 1,79 \text{ хв.};$$

$$T_{ук} = \frac{T_{нз}}{n} + T_{нз} = \frac{21}{383} + 1,79 = 1,84 \text{ хв.}$$

Значення складових норми часу і власне норми часу для всіх операцій зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Розрахунок норм часу за операціями ТП

№ операції	Назва операції	T _о , хв.	T _в , хв.			T _{оп} , хв.	T _{обсл} , хв.	T _{від} , хв.	T _{шт} , хв.	T _{пз} , хв.	n, шт	T _{шк} , хв.
			T _{вст}	T _{кер}	T _{вим}							
005	Токарно-револьверна	0,43	1,04	0,57	0	2,04	0,07	0,08	1,33	21	383	1,38
			1,61									
010	Токарна	4,62	1,16	1,16	0,12	7,06	0,25	0,28	7,59	21	383	7,04
			2,44									
015	Токарногідрокопювальна	0,57	0,98	0,66	0,05	2,26	0,079	0,09	2,43	21	383	2,48
			0,91									
020	Слюсарна	0,2	0,34	0	0	0,54	0,019	0,022	0,581	7	383	0,6
			0,34									
025	Горизонтально-фрезерна	2,22	0,98	0,66	0	3,86	0,135	0,154	4,15	21	383	4,2
			1,64									
030	Слюсарна	0,2	0,34	0	0	0,54	0,019	0,022	0,581	7	383	0,6
			0,34									
035	Вертикально-свердлильна	0,4	0,34	0	0	2,04	0,07	0,08	2,19	21	383	2,24
			0,34									
040	Вертикально-свердлильна	0,1	0,73	0,36	0,11	1,19	0,04	0,47	1,76	21	383	1,75
			1,09									
045	Вертикально-свердлильна	0,06	0,73	0,36	0	1,15	0,04	0,46	1,65	21	383	1,7
			1,09									
050	Вертикально-свердлильна	0,08	0,73	0,36	0	1,17	0,04	0,168	1,678	21	383	2,17
			1,09									
055	Профиле-накатна	0,56	0,75	0,36	0	1,67	0,058	0,067	1,79	21	383	1,84
			1,11									

2.8 Обґрунтування вибору обладнання для реалізації технологічного Процесу

Розрахуємо коефіцієнт завантаженості верстату:

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n}; \quad (2.16)$$

$$m_p = \frac{T_{um}}{t_g}. \quad (2.17)$$

Кількість верстатів, яка припадає на операцію:

Операція 005 токарно-револьверна

$$m_p^{005} = \frac{T_{um}^{005}}{t_{\epsilon}} = \frac{1.33}{5,748} = 0,23 \text{ шт.}$$

Операція 010 токарна

$$m_p^{010} = \frac{T_{um}^{010}}{t_{\epsilon}} = \frac{7.59}{5,748} = 1,32 \text{ шт.}$$

Операція 015 токарно-гідрокопірувальна

$$m_p^{015} = \frac{T_{um}^{015}}{t_{\epsilon}} = \frac{2.43}{5,748} = 0,42 \text{ шт.}$$

Операція 020 слюсарна

$$m_p^{020} = \frac{T_{um}^{020}}{t_{\epsilon}} = \frac{0.581}{5,748} = 0,1 \text{ шт.}$$

Операція 025 горизонтально-фрезерна

$$m_p^{025} = \frac{T_{um}^{025}}{t_{\epsilon}} = \frac{4.15}{5,748} = 0,72 \text{ шт.}$$

Операція 030 слюсарна

$$m_p^{030} = \frac{T_{um}^{030}}{t_{\epsilon}} = \frac{2.19}{5,748} = 0,38 \text{ шт.}$$

Операція 035 вертикально-свердлильна:

$$m_p^{035} = \frac{T_{um}^{035}}{t_{\epsilon}} = \frac{2.19}{5,748} = 0,3$$

Операція 040 вертикально-свердлильна

$$m_p^{040} = \frac{T_{um}^{040}}{t_{\epsilon}} = \frac{1.76}{5,748} = 0,38 \text{ шт.}$$

Операція 045 вертикально-свердлильна

$$m_p^{045} = \frac{T_{um}^{045}}{t_{\epsilon}} = \frac{1.765}{5,748} = 0,28 \text{ шт.}$$

Операція 050 вертикально-свердлильна

$$m_p^{050} = \frac{T_{um}^{050}}{t_6} = \frac{1.678}{5,748} = 0,29 \text{ шт.}$$

Операція 055 профиленакатна

$$m_p^{055} = \frac{T_{um}^{055}}{t_6} = \frac{1.79}{5,748} = 0,31 \text{ шт.}$$

m_n – прийнята кількість верстатів, шт.

Відповідно до результатів розрахунку виробничої програми та завантаження робочих місць для виконання технологічного процесу приймається наступний склад обладнання:

- для виконання операції 005 (токарно-револьверної) передбачається використання 1 верстату;
- для операції 010 (токарної) встановлюється 2 верстат;
- обробка на операції 015 (токарно-гідрокопіювальній) здійснюється на 1 верстаті;
- виконання операції 020 (слюсарної) забезпечується 1 робочим місцем;
- для операції 025 (горизонтально-фрезерної) приймається 1 верстат;
- роботи за операцією 030 (слюсарною) виконуються на 1 робочому місці;
- вертикально-свердлильні 035, 040, 045, 050 – 2 верстати;
- операція 055 – 1 верстат;
- різнарізна 070 – 2 верстати.

Прийнята кількість обладнання забезпечує виконання річної програми випуску деталей, рівномірне завантаження робочих місць та безперервність виробничого процесу в умовах масового виробництва.

$$m_n^{св} = m_p^{035} + m_p^{040} + m_p^{045} + m_p^{050} = 0,38 + 0,3 + 0,28 + 0,29 = 1,25 \text{ шт.}$$

Визначимо коефіцієнт завантаженості.

Операції 005 токарно-револьверна

$$\eta_3^{005} = \frac{m_p^{005}}{m_n} = \frac{0,23}{1} = 0,23.$$

Операції 010 токарна

$$\eta_z^{010} = \frac{m_p^{010}}{m_n} = \frac{1,32}{2} = 0,16.$$

Операція 015 токарно-гідрокопіювальна

$$\eta_z^{015} = \frac{m_p^{015}}{m_n} = \frac{0,42}{1} = 0,42.$$

Операція 020, 030 слюсарна

$$\eta_z^{слюс} = \frac{m_p^{010}}{m_n} = \frac{0,2}{1} = 0,2.$$

Операція 025 горизонтально-фрезерна

$$\eta_z^{025} = \frac{m_p^{025}}{m_n} = \frac{0,72}{1} = 0,72.$$

На вертикально-свердлильні 035, 040, 045, 050, операції

$$\eta_z^{св} = \frac{m_p^{св}}{m_n^{св}} = \frac{1,25}{2} = 0,625.$$

Операція 055 профиленакатна

$$\eta_z^{055} = \frac{m_p^{055}}{m_n} = \frac{0,31}{1} = 0,31.$$

Визначимо середнє завантаження верстатів

$$\eta_z = \frac{\eta_p^{005} + \eta_p^{010} + \eta_p^{015} + \eta_p^{025} + \eta_p^{св} + \eta_p^{055}}{6} = 0,49.$$

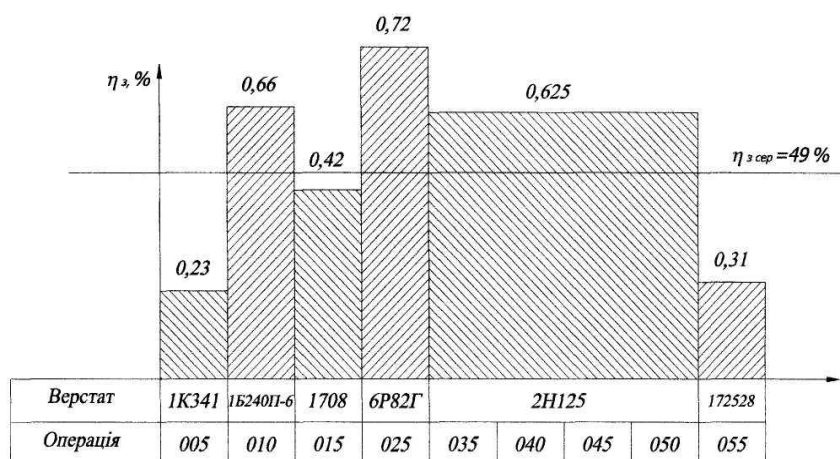


Рисунок 2.4 – Графік завантаженості обладнання

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розробка спеціального технологічного оснащення

Для забезпечення необхідної точності обробки та підвищення продуктивності технологічного процесу розроблено спеціальне пристосування для виконання операції 010 – токарної обробки. Пристосування призначене для швидкого та надійного базування і закріплення заготовки під час обробки відповідальних поверхонь деталі.

Конструкція пристосування включає корпус, на якому розміщені базувальні та затискні елементи. Орієнтація деталі здійснюється за попередньо обробленими базовими поверхнями, що забезпечує стабільне положення заготовки відносно осі шпинделя верстата. Закріплення виконується за допомогою механізму швидкодіючого затиску, який гарантує надійну фіксацію деталі протягом усього циклу обробки.

Для усунення можливих зміщень заготовки під дією сил різання в конструкції передбачені опорні та напрямні елементи. Вони забезпечують точне взаємне розташування базових поверхонь деталі та різального інструменту, що особливо важливо при виготовленні деталей у масовому виробництві.

Застосування спеціального пристосування дозволяє:

- скоротити допоміжний час на встановлення та зняття деталі;
- підвищити точність базування;
- забезпечити взаємозамінність виробів;
- знизити вплив людського фактора на якість обробки;
- підвищити продуктивність праці та ефективність роботи обладнання.

Контроль правильності встановлення деталі здійснюється за допомогою базувальних елементів пристосування та вимірювального інструменту, передбаченого технологічним процесом.

Використання даного оснащення є доцільним в умовах масового виробництва, оскільки забезпечує стабільність технологічного процесу та високу якість готової продукції.

3.2 Вибір схеми установки деталі в пристрої та розрахунок похибки встановлення деталі в пристрої

Для повної орієнтації заготовки в пристрої її необхідно позбавити шести степенів вільності, для часткової - трьох - п'яти степенів вільності.

З цією метою застосовують опори число яких повинно бути рівне числу степенів вільності, що позбавляємо. Для підвищення жорсткості і вібростійкості додатково використовують допоміжні регульовані і самовстановлюючі опори, тому сумарне число степенів вільності може бути більше шести. Однак чим менша кількість опор, тим простіше і дешевше пристосування. В нашому випадку деталь, при фрезеруванні встановлюють у вертикальному положенні в призми. Покажемо схему базування деталі в пристосуванні для фрезерування лисок (рисунок 3.1).

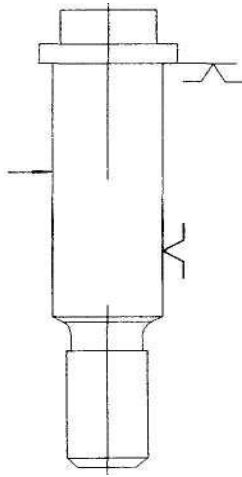


Рисунок 3.1 – схема базування деталі в пристосуванні для фрезерування лисок

В умовах серійного виробництва при використанні універсальних і спеціальних пристосувань, проводять розрахунок похибки встановлення деталі в пристосуванні, δ мм. Розрахунок проведемо по формулі

$$\sum \varepsilon_{об} \leq \delta, \quad (3.1)$$

де δ – допуск на відповідний заданий розмір заготовки, з креслення деталі, $\delta = 0,42$ мм.

Похибку встановлення деталі в приспособленні визначимо

$$\sum \varepsilon_{об} = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_z + \varepsilon_{вст} + \varepsilon_{пр} + \varepsilon_n + \varepsilon_{знош} + \Delta_y + \Delta_u + \Delta_n + \sum \Delta_{\phi} + \Delta_T, \quad (3.2)$$

де ε_{δ} – похибка базування заготовки в приспособленні,

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

ε_z – похибка, яка виникає в результаті деформації заготовки і приспособлення при закріпленні,

$$\varepsilon_z = 0,06 \text{ мм};$$

$\varepsilon_{вст}$ – похибка встановлення приспособлення на верстаті.

Оскільки приспособлення безпосередньо зв'язане з свердлильною головкою, і елемент приспособлення - кільце вивірене до неї, то похибку встановлення приспособлення на верстаті можемо прийняти рівну нулю, $\varepsilon_{вст} = 0$.

Так, як аналітичним методом визначити перелічені складові важко, то визначимо їх сумарну величину ($\Delta_{заг}$)

$$\Delta_{заг} = k_2 \cdot \omega, \quad (3.3)$$

Прийmemo $k_2 = 0,6$.

$$\Delta_{заг} = k_2 \cdot \omega = 0,6 \cdot 0,1 = 0,006 \text{ мм}.$$

Визначимо похибку встановлення деталі в приспособленні

$$\begin{aligned} \sum \varepsilon_{об} &= \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_z + \varepsilon_{вст} + \varepsilon_{пр} + \varepsilon_n + \varepsilon_{знош} + \Delta_y + \Delta_u + \Delta_n + \sum \Delta_{\phi} + \Delta_T = \\ &= 0 + 0,06 + 0 + 0,05 + 0,01 + 0,04 + 0,06 = 0,22 \text{ мм}. \end{aligned}$$

$$\sum \varepsilon_{об} = 0,22 \leq \delta = 0,42 \text{ мм}.$$

Отже в результаті проведених розрахунків встановлено, що похибка виготовлення деталі в приспособленні задовольняє необхідну точність виготовлення деталі.

3.3 Розрахунок сил затиску і визначення основних параметрів механізму затиску

Для визначення необхідного зусилля затиску заготовки слід попередньо розглянути схему її базування та закріплення у пристосуванні, а також врахувати точки прикладання сил різання і моменти, які виникають під час обробки (рисунок 3.2).

Під час фрезерування торцевою фрезою деталь встановлюється на опорну площину, орієнтується по бічній поверхні та додатково фіксується торцевим упором. У процесі різання на заготовку діє горизонтальна складова сили різання P_H , яка прагне змістити деталь відносно базових елементів пристосування.

Для запобігання такому зміщенню затискний механізм повинен створювати достатню силу затиску. Закріплення деталі здійснюється двома прихватами, тому можна прийняти, що сили затиску Q_1 та Q_2 однакові. За цієї умови сили тертя, які виникають між деталлю та опорними поверхнями, також будуть рівними між собою.

Величина сили тертя визначається як добуток сили затиску на коефіцієнт тертя між контактуючими поверхнями

$$T = Q \cdot f, \quad (3.4)$$

де T – сила тертя, Н;

f – коефіцієнт тертя;

Q – сила затиску, Н.

Сумарна сила тертя, що створюється обома прихватами, повинна бути не меншою за горизонтальну складову сили різання, яка діє на деталь під час фрезерування. Це забезпечує надійне утримання заготовки та виключає можливість її зміщення в процесі обробки.

Надійний затиск деталі забезпечується при умові, якщо

$$2 \cdot f \cdot Q \geq k \cdot P_H, \quad (3.5)$$

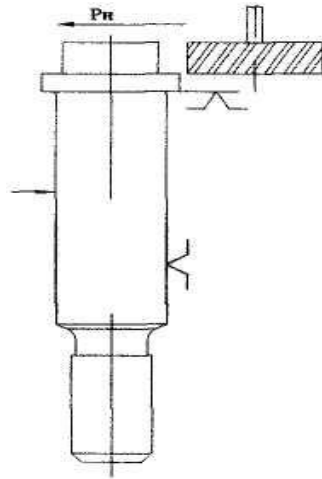


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема сил при фрезеруванні в пристосібленні
або

$$Q = \frac{k \cdot P_H}{2 \cdot f}, \quad (3.6)$$

де k – коефіцієнт запасу, $k = 1,2$, f – коефіцієнт тертя, $f = 0,15$;

$$P = \frac{9,81 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S_z^{yp} \cdot B^{Upz}}{D^{qp} \cdot n^{\omega p}} \cdot K_p, \quad (3.7)$$

$$P = \frac{9,81 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S_z^{yp} \cdot B^{Upz}}{D^{qp} \cdot n^{\omega p}} \cdot K_p = \frac{9,81 \cdot 30 \cdot 1,5^{0,83} \cdot 0,11^{0,65} \cdot 65 \cdot 14}{125^{0,83}} \cdot 0,94 = 1439 \text{ Н.}$$

$$Q = \frac{k \cdot P_H}{2 \cdot f} = \frac{1,2 \cdot 1439}{2 \cdot 0,15} = 5756 \text{ Н.}$$

Таким чином, розрахована сила затиску повністю компенсує дію сил різання, що виникають під час фрезерування.

Застосоване пристосування забезпечує надійне закріплення деталі, запобігає її зміщенню в процесі обробки та створює необхідні умови для отримання заданої точності й шорсткості оброблюваних поверхонь.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Захист населення від негативних наслідків надзвичайних ситуацій

Науково-технічний прогрес, з одного боку, покращував життя людей, з другого - підвищував ризик виникнення аварій та катастроф, і цивільній обороні все частіше доводилось вдаватися (брати участь) до ліквідації їх наслідків.

Але, перебуваючи фактично у стані мобілізаційної готовності, орієнтуючись у підготовці до дій під час війни, цивільна оборона не завжди з очікуваною оперативністю і необхідною кваліфікацією вирішувала завдання, які перед нею поставали.

Актуальність проблеми забезпечення природно-техногенної безпеки населення і територій, зумовлена тенденціями зростання втрат людей і шкоди територіям, що спричиняються небезпечними природними явищами, промисловими аваріями і катастрофами.

Ризики надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру невпинно зростають.

Забезпечення захисту населення та територій у разі загрози й виникнення НС, як одне із найважливіших завдань держави, здійснюється згідно із законами України.

Комплекс підготовчих захисних заходів однаковий як для мирного, так і для воєнного часу, оскільки враховує поєднання впливу уражальних факторів НС і можливого застосування агресором сучасних засобів ураження. Захист населення та територій від НС здійснюється за відповідними принципами, що забезпечують максимально ефективне розв'язання проблеми, а саме:

- пріоритетність завдань, спрямованих на захист людей, збереження їхнього здоров'я, а також на захист довкілля;
- обов'язковість завчасного планування та реалізації заходів щодо захисту населення та територій з урахуванням економічних, природних та інших особливостей регіону, а також імовірності виникнення НС;

- комплексне використання способів і засобів захисту та вибір найбільш раціональних;

- вільний доступ населення до інформації про захист від НС;

- особиста відповідальність керівників органів ЦЗ та піклування громадян про власну безпеку, неухильне дотримання ними правил поведінки та дій у НС.

Основні способи захисту населення від вражаючої дії факторів, що виникають у НС мирного та воєнного часу, такі:

- використання засобів індивідуального захисту,

- укриття людей у захисних спорудах,

- здійснення заходів з евакуації населення.

Використання засобів індивідуального захисту.

Цей спосіб полягає у своєчасному використанні спеціальних індивідуальних засобів, що забезпечують захист органів дихання, шкіри, підвищує захисні властивості організму від дії СДОР, РР та бактеріальних засобів (БЗ).

Для повного та ефективного захисту потрібне виконання таких умов:

- заздалегідь забезпечити населення засобами індивідуального захисту;

- своєчасно видати людям засоби захисту (у разі виникнення НС);

- своєчасно оповістити населення про небезпеку та постійно інформувати його про стан радіоактивної, хімічної та біологічної обстановки.

Укриття людей у захисних спорудах (ЗС) полягає у своєчасному укритті людей у спеціальних інженерних спорудах, що здатні захистити людей від дії вражаючих факторів або послабити їх дію.

До захисних споруд цивільного захисту належать:

1. Сховище – герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів.

2. Протирадіаційне укриття – негерметична споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення

у разі радіоактивного зараження місцевості. Протирадіаційне укриття забезпечує захист від зовнішнього радіаційного опромінення та послаблює дію деяких інших уражальних факторів.

3. Швидкоспоруджувана захисна споруда цивільного захисту – захисна споруда, що зводиться із спеціальних конструкцій за короткий час для захисту людей від дії засобів ураження в особливий період. Для захисту людей від деяких факторів небезпеки, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, та дії засобів ураження в особливий період також використовуються споруди подвійного призначення та найпростіші укриття.

4. Споруда подвійного призначення – це наземна, або підземна споруда, що може бути використана за основним функціональним призначенням і для захисту населення. Найпростіше укриття – це фортифікаційна споруда, цокольне або підвальне приміщення, що знижує комбіноване ураження людей від небезпечних наслідків надзвичайних ситуацій, а також від дії засобів ураження в особливий період.

Здійснення заходів з евакуації населення полягає в завчасному (до початку виникнення НС, у період загрози) вивезенні (виведенні) населення з місць можливого ураження, зони катастрофічного затоплення (зараження) у безпечні райони на тимчасове або постійне проживання.

В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, а також на випадок війни евакуація – це основний спосіб захисту населення, і проведення її планують і готують заздалегідь. Евакуація проводиться на державному, регіональному, місцевому, або об'єктовому рівні.

4.2 Характеристика аварій на виробництвах із застосуванням хлору

Аварії на виробництвах із застосуванням хлору можна поділити на дві категорії. До першої категорії відносяться аварії, які призвели до повної або часткової зупинки виробництва з великим матеріальним збитком і загибеллю

людей, аварії з можливим викидом в навколишнє середовище отруйних випарів хлору, розповсюдженням хлору за межі промислової території і виникнення загрози для життя і здоров'я людей, а також аварії на залізниці.

Для ліквідації наслідків аварії необхідно використовувати військово цивільної оборони, підрозділи армії України, Національної гвардії, формування цивільної оборони, спеціалізовані відомчі формування.

До другої категорії відносяться аварії, внаслідок яких сталися руйнування або пошкодження окремих виробничих споруд з можливою загибеллю виробничого персоналу, викидом хлору і розповсюдження його в межах території промислового підприємства, а також аварії на залізницях.

Для ліквідації наслідків аварій другої категорії достатньо сил формувань цивільної оборони, спеціальних відомчих формувань, які є на місцях.

Як кількісну характеристику уражаючої дії хлору та його сполук на людей і тварин використовують поняття токсодози.

Токсодози - кількість речовин (в одиницях ваги), віднесена до об'єму і до одиниці часу. Токсодоза характеризує кількість токсичної речовини, поглинутої організмом за певний інтервал часу.

Території, які потрапили під вплив сильно діючих отруйних речовин (СДОР) в результаті аварії на хімічно небезпечному об'єкті, поділяються на зони:

- зона смертельних токсодоз (надзвичайно небезпечного зараження) - зона, зовнішній межі якої 50 % людей одержують смертельні ураження.

- зона уражаючих токсодоз (небезпечного ураження) - зона, на зовнішній межі якої 50% людей втрачають працездатність, їм потрібна медична допомога навіть госпіталізація.

- дискомфортна (гранична) зона - зона, на зовнішній межі якої люди відчувають дискомфорт, у них починаються загострення хронічних захворювань, або з'являються перші ознаки інтоксикації.

Тривалість хімічного зараження приземного шару повітря парами і тонкодисперсними аерозолями хлору, при його відсутності на місцевості в рідкому чи твердому стані, може коливатися від десятків хвилин до декількох діб.

Тривалість зараження місцевості, техніки та інших матеріальних засобів хлором у грубодисперсному аерозольному, краплиннорідкому, рідкому станах може виявитися в межах від декількох годин до декількох місяців.

Ураження людей і тварин відбувається внаслідок вдихання зараженого повітря (інгаляційно), контакту із зараженими поверхнями (контактно-резорбтивно), через шлунково-кишковий тракт (перорально) в результаті вживання заражених продуктів харчування, через шкіряні покриви, слизові оболонки і поверхні ран та іншими шляхами. В результаті впливу хлору на організм людини, крім безпосередніх уражень, можуть спостерігатися віддалені генетичні наслідки.

При руйнуваннях і аваріях на об'єктах, що мають хлор, утворюються зони хімічного ураження, всередині яких можуть виникнути вогнища хімічного ураження.

Зона хімічного ураження включає місце безпосереднього розливу отруйних речовин і територію, над якою розповсюджуються пари отруйних речовин в уражаючих концентраціях.

Основною характеристикою зони хімічного ураження є глибина розповсюдження хмари зараженого повітря. Ця глибина пропорційна концентрації хлору і швидкості вітру.

Проте при значній швидкості вітри в приземному шарі повітря (6...7 м/с і більше) ця пропорційність порушується, тому що проходить швидке розсіювання хмари.

Підвищення температури ґрунту і повітря прискорює випаровування хлору, а отже, збільшує концентрацію його над ураженою місцевістю. На глибину розповсюдження хлору і його концентрацію в повітрі значно впливають вертикальні потоки повітря. їх напрям характеризується ступенем вертикальної стійкості атмосфери: інверсією, термією і конвекцією.

Евакуація або тимчасове відселення є одним із найбільш дієвих заходів захисту робітників хімічно небезпечного об'єкту і населення, яке мешкає біля нього, від ураження хлором при аваріях на об'єктах з викидом останнього.

Евакуація полягає у вивезенні або виведенні робітників і населення за межу осередку хімічного ураження. Зволікання з евакуацією при аваріях на хімічно небезпечних підприємствах може призвести до отруєння і загибелі людей. Якщо є захисні споруди з фільтровентиляційним обладнанням, то потрібно негайно укрити в них робітників, службовців підприємства і населення.

ВИСНОВКИ

В КРБ було проведено ретельний аналіз конструктивно-технологічних особливостей вала та умов його експлуатації.

Обґрунтовано вибір сучасного металообробного обладнання (універсальних та копіювальних токарних верстатів, свердлильних та фрезерних верстатів відповідної потужності), а також раціонального різального інструменту з твердосплавними пластинами.

За допомогою графічних методів було ідентифіковано найбільш тривалі та енергоємні операції.

Це дозволило надати конкретні рекомендації щодо оптимізації найбільш критичних переходів шляхом коригування режимів різання, а саме зменшення швидкості при незмінній подачі, використання багатошпindelної обробки), що підвищує загальну продуктивність та знижує собівартість виготовлення.

Розроблений технологічний процес дозволяє забезпечити серійне виробництво валів підвіски з необхідними технічними характеристиками за мінімальних витрат часу та енергії.

Впровадження запропонованих рекомендацій підвищить ресурс та надійність блоку обрізання коренезбиральної машини, що має пряме економічне значення для агропромислового комплексу.

ПЕРЕЛІК ПОСЛАНЬ

1. Рудь В.Д. Курсове проектування з технології машинобудування: Навч. посібник – К.:ІСДО, 1996 – 300 с.
2. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
3. Грабченко А.І., Узунян М.Д., Зубкова Н.В та ін. Розрахунок найвигідніших режимів різання при точінні. Харків НТУ «ХПІ» 2014. 87 с.
4. Григурко І. О., Брендюля М. Ф., Доценко С. М. Технологія машинобудування. Дипломне проектування : навч. посіб. Львів : Новий світ, 2011. 768 с.
5. Джигерей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. Вид. 2-ге, стер. Київ : Знання, 2002. 203 с.
6. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В., Дячун А. Є. Механоскладальні дільниці та цехи : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 40 с.
7. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.
8. Паливода Ю. Є. Технологія оброблення корпусних деталей : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. — Тернопіль : ТНТУ , 2016. — 156 с.
9. Паливода Ю. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Ю. Паливода, А. Дячун, Р. Лещук. – Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулля, 2019. – 240с.
10. Міренський І.Г. Основи технології машинобудування: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 207. 275 с.
11. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навч. посіб. / Ж. П. Дусанюк та ін. Вінниця, 2009. 199 с.

ДОДАТКИ