Мета і завдання дослідження

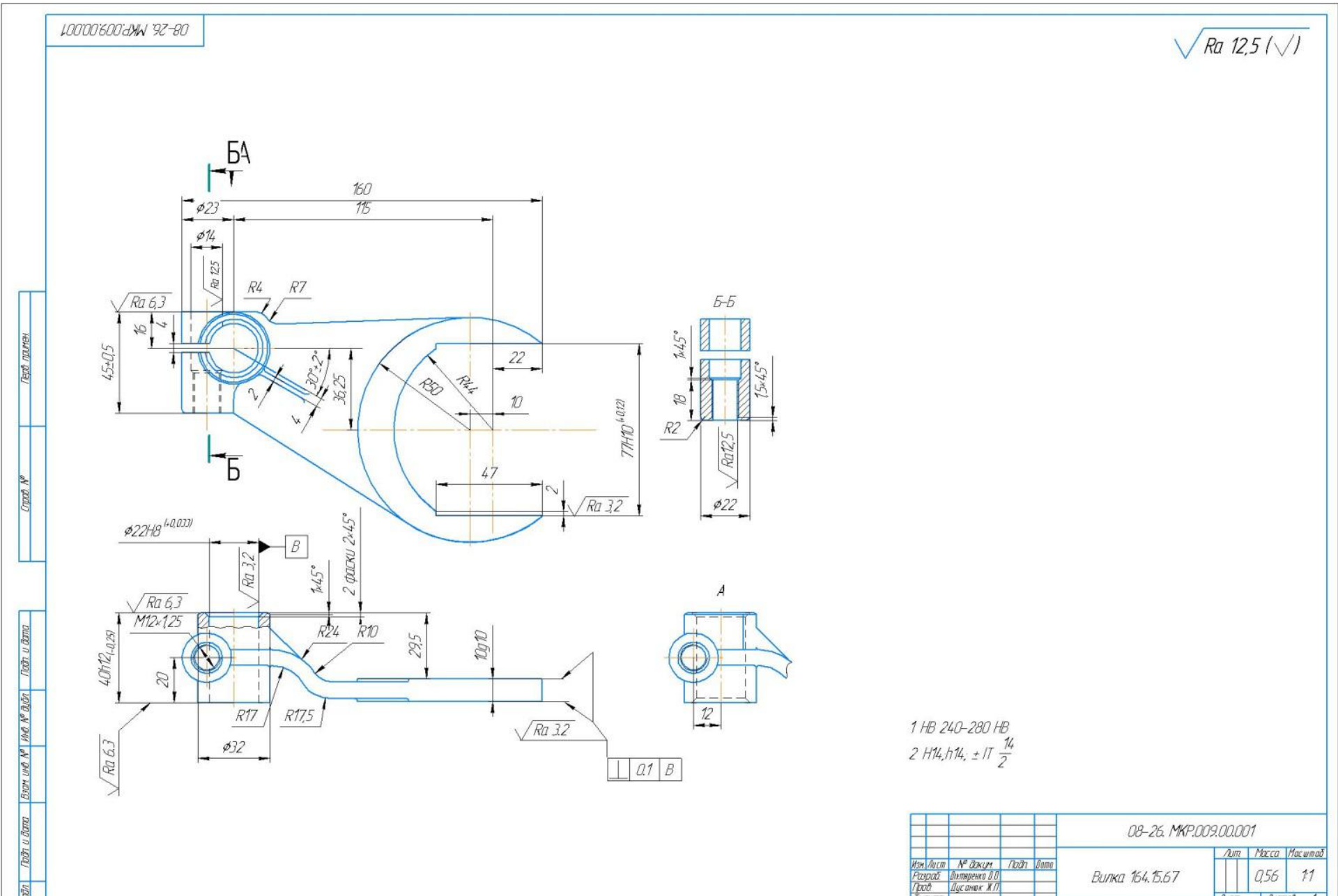
- **Метою магістерської кваліфікаційної роботи** є зниження трудомісткості, технологічної собівартості, витрат на електроенергію та підвищення продуктивності обробки за рахунок удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі з врахуванням сучасних досягнень в галузі машинобудування.

Завдання,що вирішуються:

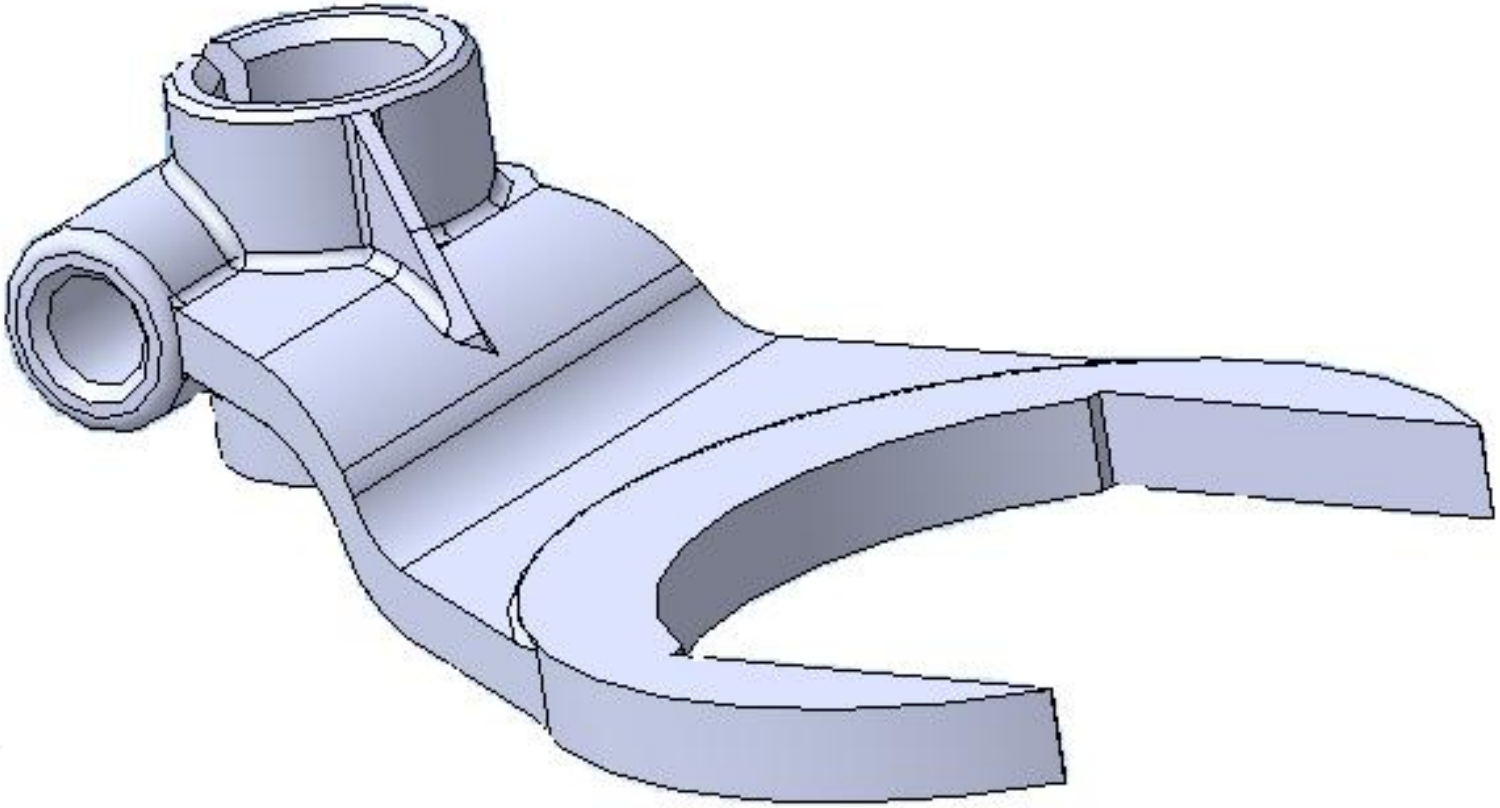
- вибір оптимального варіанту виготовлення заготовки;
- розробка маршруту механічної обробки з використанням верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК);
- розмірно-точнісне моделювання технологічного процесу механічної обробки;
- розрахунок та оптимізація режимів різання;
- нормування операцій механічної обробки;
- визначення трудомісткості,витрат на електроенергію та технологічної собівартості, продуктивності обробки згідно базового технологічного процесу та на верстатах ЧПК, що використовуються в удосконаленому варіанті механічної обробки деталі;
- розрахунок кількості обладнання;
- розрахунок кількості працівників;

- **Об’єкт дослідження** – технологічний процес виготовлення деталей типу “Вилка”.
- **Предмет дослідження** – технологічний процес (ТП) механічної обробки заготовки деталі типу “Вилка 164.15.67”
- **Наукова новизна одержаних результатів.** Дістала подальший розвиток методика вибору оптимального варіанту технологічного процесу механічної обробки деталі типу “Вилка 164.15.67”.
- **Апробація.**
- Доповідь на тему “Підвищення техніко-економічних показників механічної обробки заготовки деталі типу “Вилка”/ Ж.П. Дусанюк, О.В.Дерібо, Д.О. Діхтяренко, В.В. Кошовий// XLV1/ науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідницьких організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м.Вінниці та області (березень 2017р.).
- **Публікації.**
- Опубліковані тези: Підвищення техніко-економічних показників механічної обробки заготовки деталі типу “Вилка”/ Ж.П. Дусанюк, О.В.Дерібо, Д.О. Діхтяренко, В.В. Кошовий
- Електронний ресурс : http//conferences/vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2909/2158

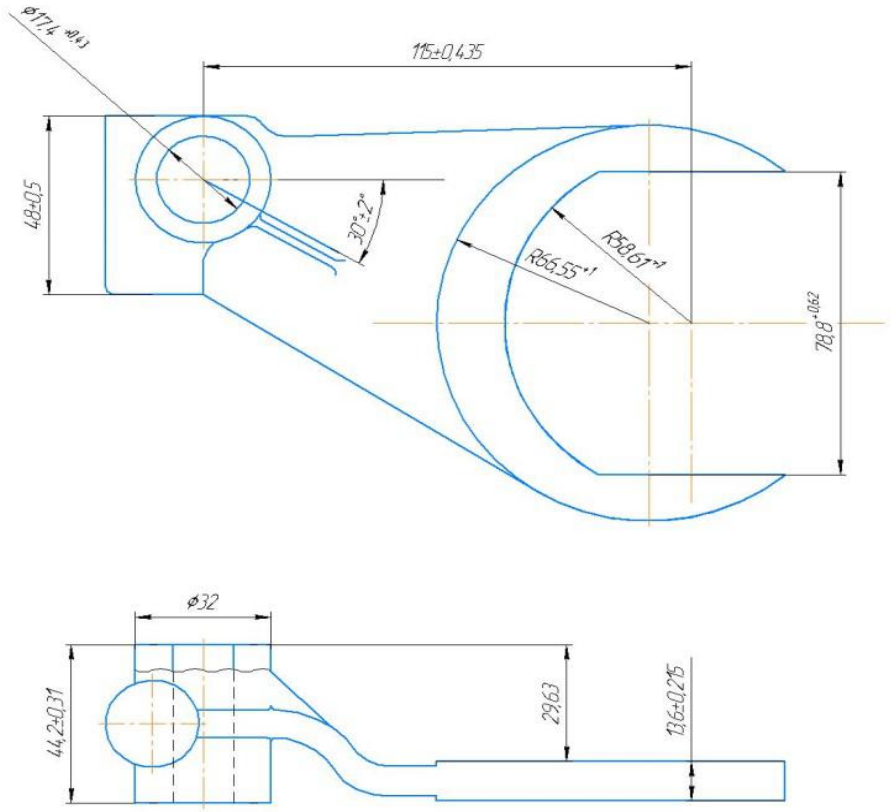
Креслення деталі типу “Вилка 164.15.67



3D-модель деталі типу
Вилка 164.15.67



Креслення заготовки деталі типу “Вилка 164.15.67”



Ra 32 (√)

1. Точність виливка 9т-9-9-9т 3т.0,56 ГОСТ 26645-85
2. Маса 0,790 ГОСТ 26645-85
3. Невказані ливарні радіуси 5 та 6 мм
4. Невказані ливарні нахили 0,15°
5. НВ 170...240

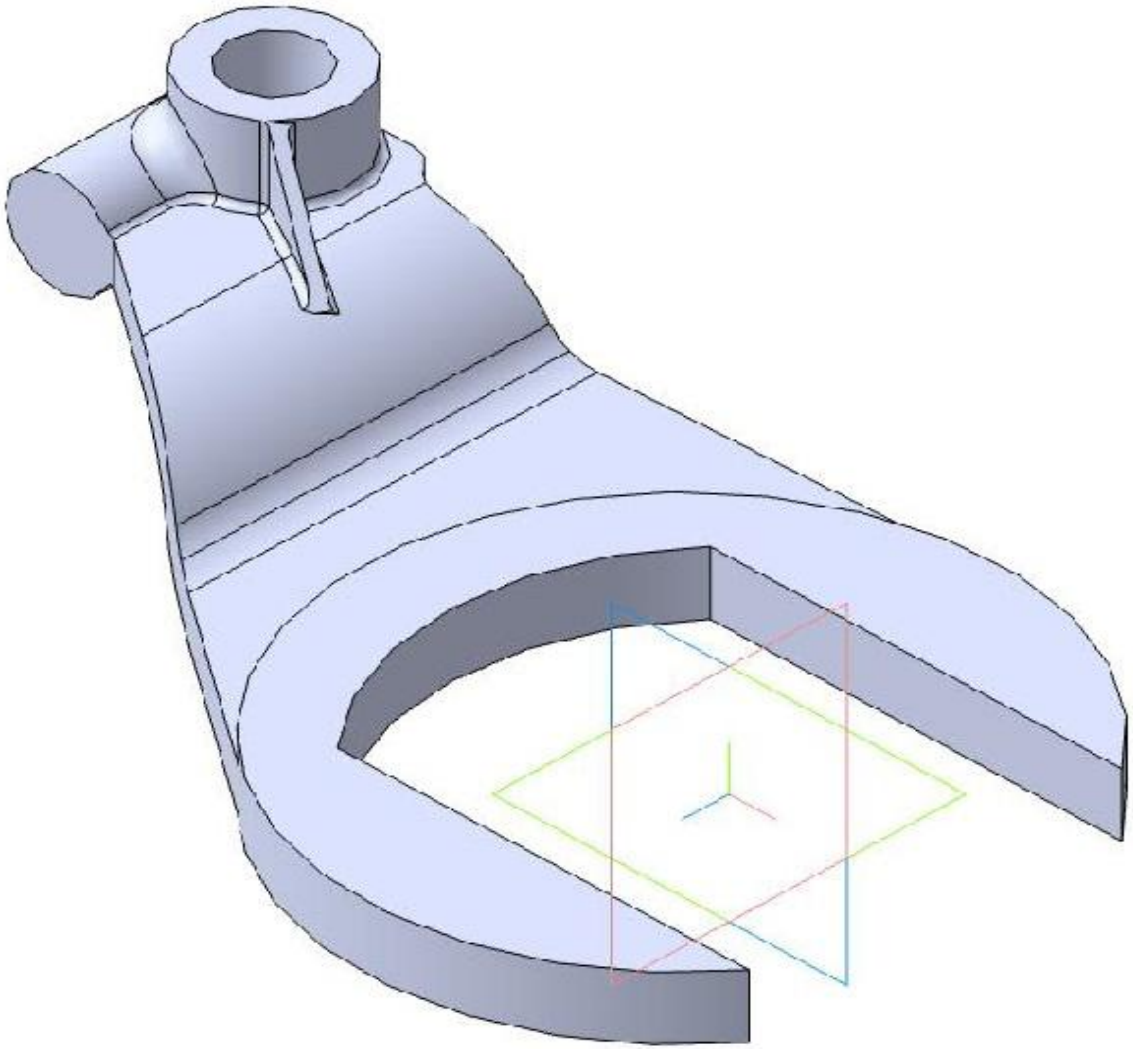
				08-26. МКР.009.00.002	
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Дмитренко О.О.			Креслення заготовки	Лит. / Масса 0,79 / Масштаб 1:1
Пров.	Дусанюк Ж.П.				Лист / Листов 1
Т.контр.				Сталь 45Л ГОСТ 1050-88	ВНТУ,ст.гр 1ПМ-17м.
Н.контр.	Савуляк В.В.				
Утв.					

Копировал

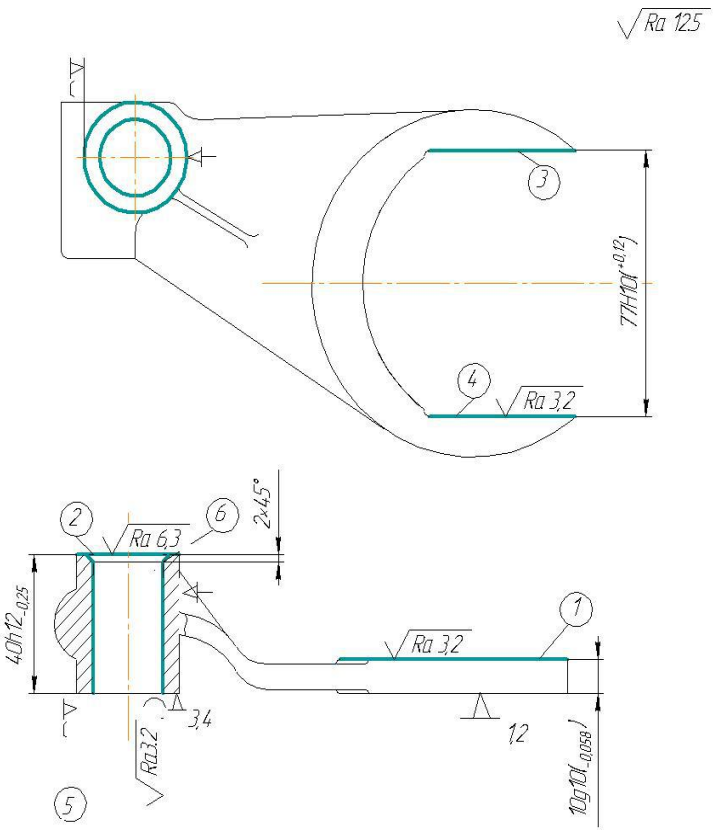
Формат А2

Перв. примен. | Справ. № | Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

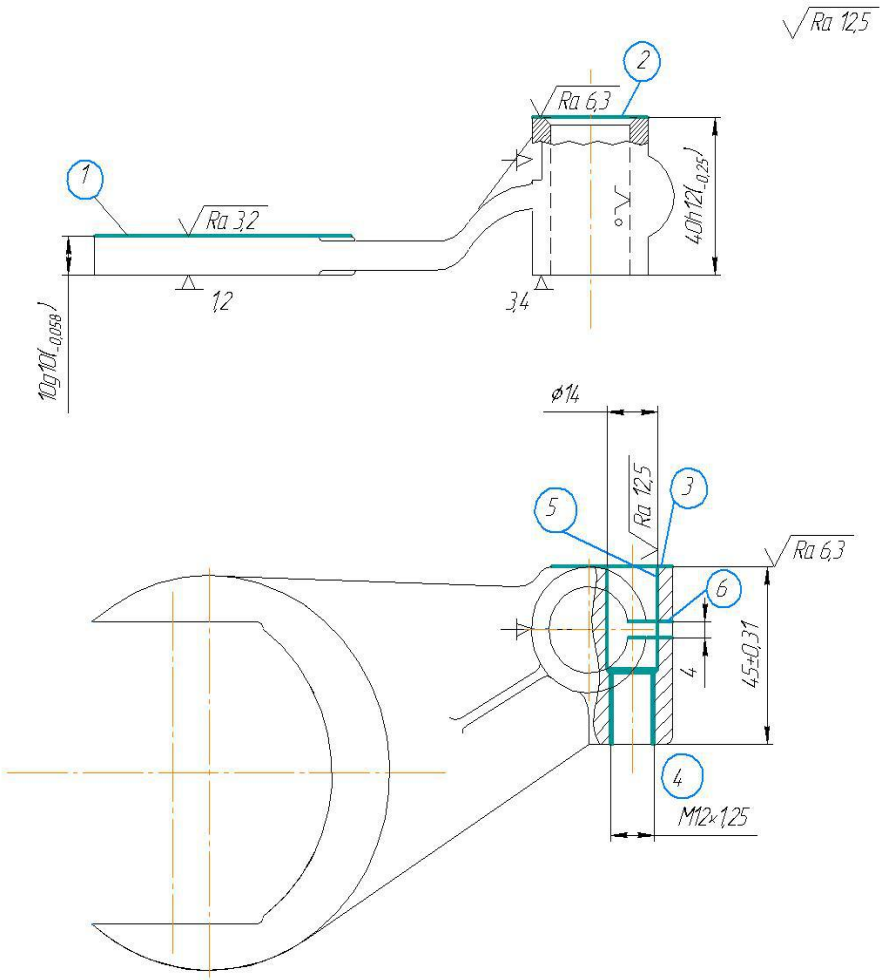
3D-модель заготовки деталі типу "Вилка 164.15.67"



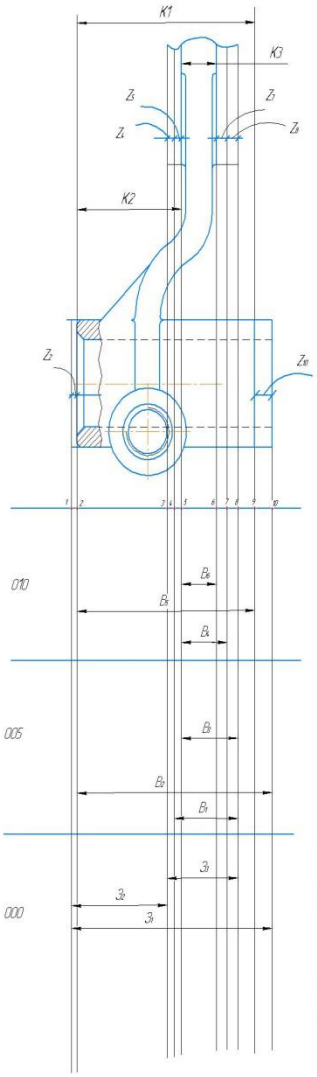
Маршрут механічної обробки заготовки деталі типу “Вилка 164.15.67”

№ Операції	Назва операції та зміст переходів	Операційний ескіз	Тип і модель обладнання
005	***Вертикально фрезерна з ЧПК*** 1.Установити і закріпити деталь. 2.Фрезерувати поверхню 1 попередньо в розмір $11,75_{-0,43}$, поверхню 2 однократно в розмір $40,92_{-0,62}$. 3.Фрезерувати фаску 6 4.Фрезерувати поверхні 3,4 попередньо в розмір $78,8^{+0,62}$. 5.Фрезерувати поверхні 3,4 остаточно в розмір згідно ескізу. 6. Фрезерувати поверхню 1 остаточно в розмір $10,92_{-0,18}$ 7.Розточити отвір 5 попередньо в розмір $20,67^{+0,13}$. 8.Розточити отвір 5 попередньо в розмір $21,94^{+0,052}$. 9.Зенкувати фаску в отворі 5 в розмір згідно ескізу. 10.Розвернути отвір 5 в розмір $22H8^{+0,033}$..		Вертикально фрезерний з ЧПК ЛТ260МФ3

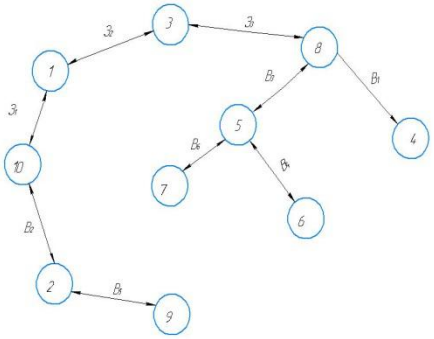
Маршрут механічної обробки заготовки деталі типу “Вилка 164.15.67”

№ Операції	Назва операції та зміст переходів	Операційний ескіз	Тип і модель обладнання
010	***Вертикально фрезерна з ЧПК*** *1.Установити і закріпити деталь.* *2.Фрезерувати площину 1 попередньо в розмір 10,34 -0,18 ,2 однократно в розмір згідно ескізу.* *3.Фрезерувати площину 1 остаточно в розмір 10g10 згідно ескізу.* *4.Повернути деталь на 90.* *5. Фрезерувати площину 3 однократно згідно ескізу.* *6.Центрувати отвір 4 ϕ5 на глибину 6мм.* *7. Свердлити отвір 4 діаметром 10,75.* *8.Розсвердлити отвір 5 в розмір згідно ескізу.* *9.Нарізати різьбу М12х1,25 в отворі 4 в розмір згідно ескізу.* *10.Фрезерувати паз 6 в розмір 4 однократно.*		*Вертикально фрезерний з ЧПК ЛТ260МФ3*

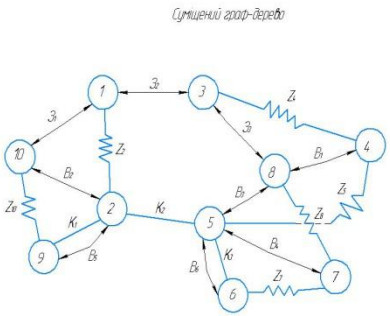
Розмірний аналіз технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу “Вилка 164.15.67”



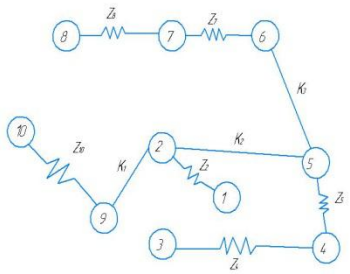
Похідний граф-дерево



Сумішений граф-дерево



Вихідний граф-дерево



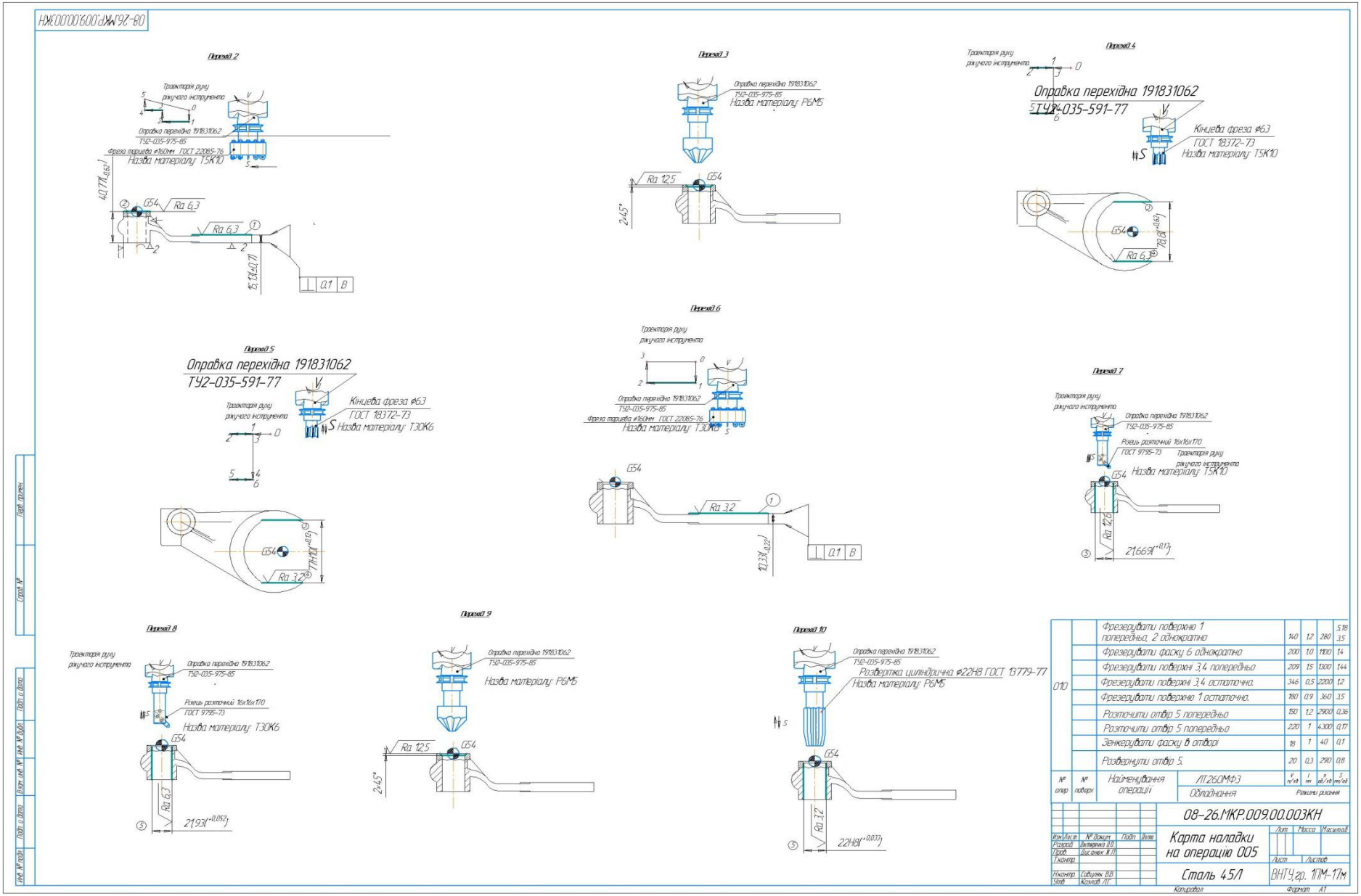
Таблиця максимальних та мінімальних припусків

Позначення припуску	*Z2max*	*Z4max*	*Z5max*	*Z7max*	*Z8max*	*Z10max*
Значення мінімального припуску	*0,3*	*0,25*	*0,4*	*0,16*	*0,4*	*0,3*
Значення максимального припуску	*2,72*	*1,22*	*1,01*	*0,738*	*0,76*	*1,17*

Таблиця 2.23 - Значення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки та допуски цих розмірів, мм

Позначення розміру	Граничні значення розмірів,мм		Допуск,мм	Номінальний розмір,мм	Значення розміру у технологічному документі,мм
	мінімальний розмір	максимальний розмір			
B_1	11,32	11,75	0,43	11,75	$11,75_{-0,43}$
B_2	40,3	40,92	0,62	40,92	$40,92_{-0,62}$
B_3	10,74	10,92	0,18	10,92	$10,92_{-0,18}$
B_4	10,16	10,34	0,18	10,34	$10,34_{-0,18}$
B_5	39,75	40	0,25	40	$40_{-0,25}$
B_6	9,942	10	0,058	10	$10_{-0,058}$
$З_1$	41,22	43,02	1,8	43,02	$43,02 \pm 0,9$
$З_2$	25,52	26,72	1,2	26,72	$26,72 \pm 0,6$
$З_3$	12	13,4	1,4	13,4	$13,4 \pm 0,7$

Карта наладки на операцію 005



Фактори зменшення трудомісткості, енерговитрат та технологічної собівартості обробки на верстатах з ЧПК

Розрахунок технічних норм часу для базового та модернізованого маршрутів механічної обробки

Таблиця 1 – Зведена таблиця технічних норм часу для базового та модернізованого технологічного процесу

Номер і назва операції	T_O, хв	$\varphi_к$	$T_{шт}$	$T_{шт-к}$, хв
Базовий ТП				
005	0,79	1,7	1,2264	1,343
010	0,186		1,441	1,757
015	5,44		8,97	9,248
020	0,168		1,441	1,726
025	0,15		0,8098	1,64
030	0,92		1,0445	1,564
				$T_{шт-к}$ = 17,278
Модернізований ТП				
005	1,99	1,4(табличний) 1,55(фактичний)	-	3,08
010	2,18	1,55	-	3,38
				$T_{шт-к}$ = 6,46

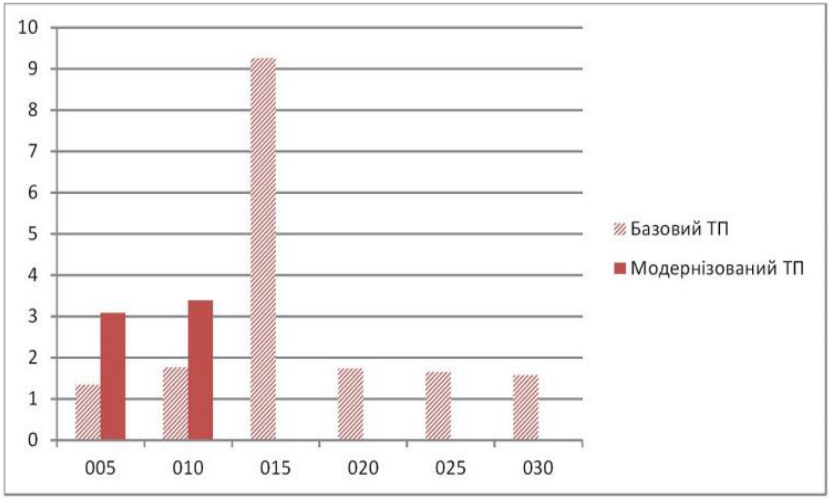


Рисунок 1 – Діаграма штучно-калькуляційного часу для операцій

Розрахунок собівартості обробки за базовим та модернізованим маршрутом механічної обробки

Таблиця 2 – Технологічна собівартість виконання операцій

№ операцій	$T_{шт-к}$	Верстат	Вартість однієї верстатогодини, грн./год	Собівартість виконання операцій C_0,Грн.
Верстати з ручним керуванням				
005	1,343	6Р82Г	47	0,8
010	1,757	3Е756	40,3	0,91
015	9,248	4А446	62,6	7,39
020	1,726	3Е756	40,3	0,89
025	1,64	2А135	42,3	0,89
030	1,564	6Р82Г	47	0,94
Загальна технологічна собівартість				C_0=11,82
Верстати з ЧПК				
005	3,08	ЛТ260МФ3	80,7	3,16
010	3,38	ЛТ260МФ3	80,7	3,5
Загальна технологічна собівартість				C_0=6,66

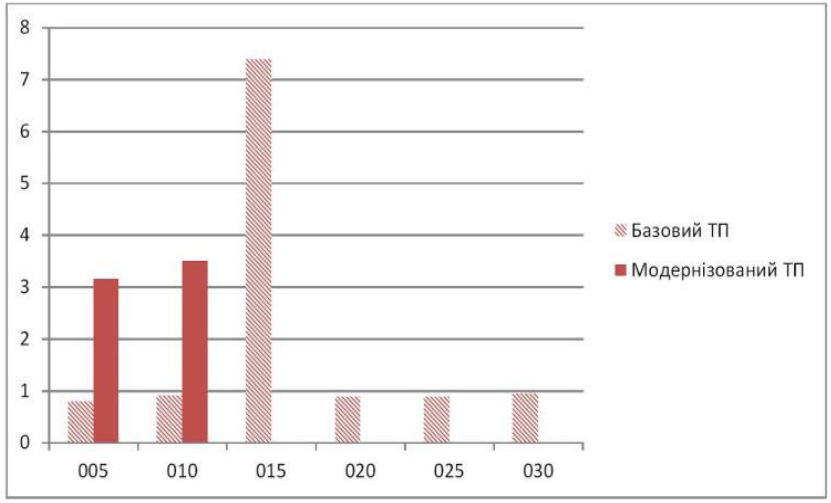


Рисунок 2 – Діаграма собівартості механічної обробки для операції

Розрахунок енерговитрат для базового та модернізованого маршруту механічної обробки

Таблиця 1 – Розрахунок витрат на силову електроенергію

№ операції	T_O, хв	S_K, грн	N_y, кВт	η	$\eta_м$	η_c	E, грн
Перший варіант маршруту (верстати з РК)							
005	0,79	2,4	7,5	0,9	0,46	0,96	0,052
010	0,186	2,4	7,5	0,9	0,6	0,96	0,016
015	5,44	2,4	8	0,9	0,3	0,96	0,6
020	0,186	2,4	5,5	0,9	0,5	0,96	0,023
025	0,15	2,4	4	0,9	0,35	0,96	0,04
030	0,92	2,4	7,5	0,9	0,4	0,96	0,053
Загальні витрати на силову електроенергію							Σ 0,784
Другий варіант маршруту (верстати з ЧПК)							
005	1,99	2,4	6	0,9	0,65	0,96	0,36
010	2,18	2,4	6	0,9	0,65	0,96	0,31
Загальні витрати на силову електроенергію							Σ 0,67

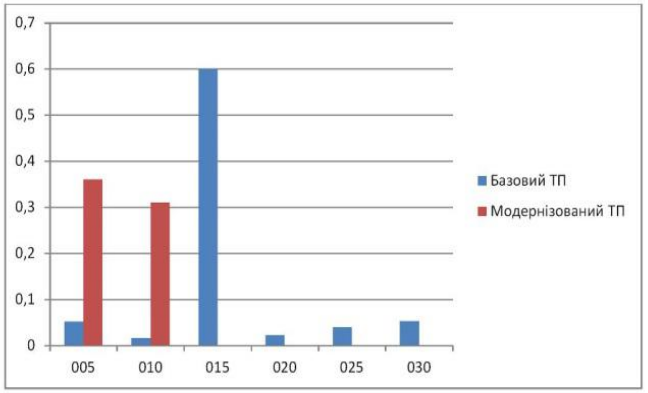


Рисунок 1 – Діаграма енерговитрат для операцій маршрутів механічної обробки

Витрати на оплату силової електроенергії $E_{сп}$, можна розрахувати за формулою :

$$E = S_к \cdot N = S_к \cdot \frac{N_y \eta_м \cdot T_0}{60 \cdot \eta_c \cdot \eta} \quad [кВт]$$

де $S_к$- ціна за 1 кВт-год силової електроенергії, грн.;

W – потреба в електроенергії на дану операцію, кВт-год.;

η- к.к.д. електродвигунів (η=0,9-0,95);

N_y- встановлена потужність електродвигунів верстата, кВт.;

$\eta_м$- коефіцієнт завантаження електродвигунів по потужності ($\eta_м$=0,5-0,9);

η_c- коефіцієнт, що враховує втрати в мережі (η_c=0,96);

t_o- основний час на дану операцію, хв.;

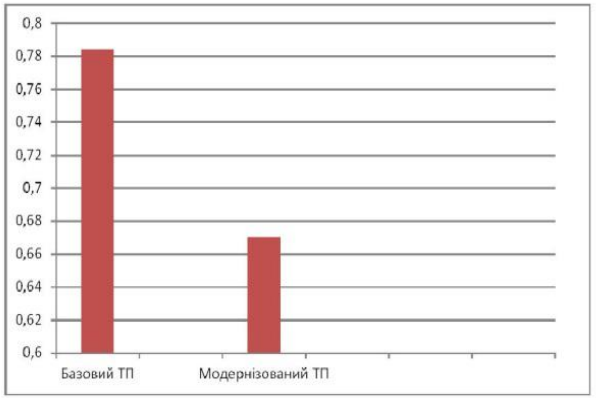


Рисунок 2 – Діаграма загальних енерговитрат на базовому та модернізованому маршруту механічної обробки

Продуктивність праці по базовому і модернізованому технологічному процесі

Таблиця 2 – Зведена таблиця розрахунку продуктивності праці по базовому та модернізованому ТП

№ операцій	$T_{шт-к}$	Продуктивність праці		
		$П_{зм,}$,шт./ зм	$П_{міс}$,шт./ міс	$П_{рік}$,шт./ рік
Верстати з ручним керуванням				
005	1,343	357,4	15726	181563,6
010	1,757	273,2	12020,4	138782
015	9,248	51,9	2283,7	26366,7
020	1,726	278,1	12236,4	141274,6
025	1,64	292,7	12878	148683
030	1,564	306,9	13503,8	155907,9
Верстати з ЧПК				
005	3,08	155,8	6857,1	79168,8
010	3,38	142	6248,5	72142

Таблиця 3 - Загальна продуктивність праці по технологічним процесах механічної обробки деталі “Вилка”

Варіант ТП	$T_{шт-к}$	Продуктивність праці		
		$П_{зм,}$,шт./ зм	$П_{міс}$,шт./ міс	$П_{рік}$,шт./ рік
Базовий ТП	17,278	27,8	1222.3	14112,7
Модернізований ТП	6,46	74,3	3269.3	37746,1

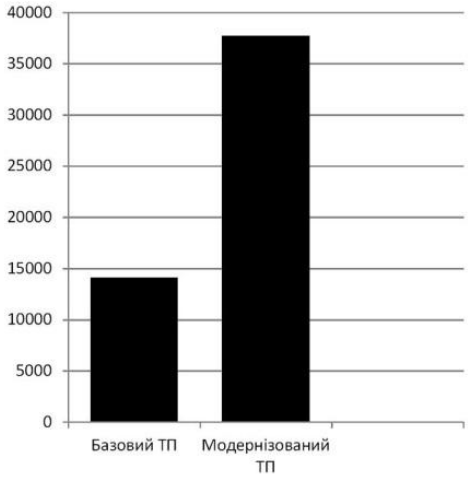


Рисунок 3 – Діаграма загальної продуктивності праці за рік для обох варіантів ТП

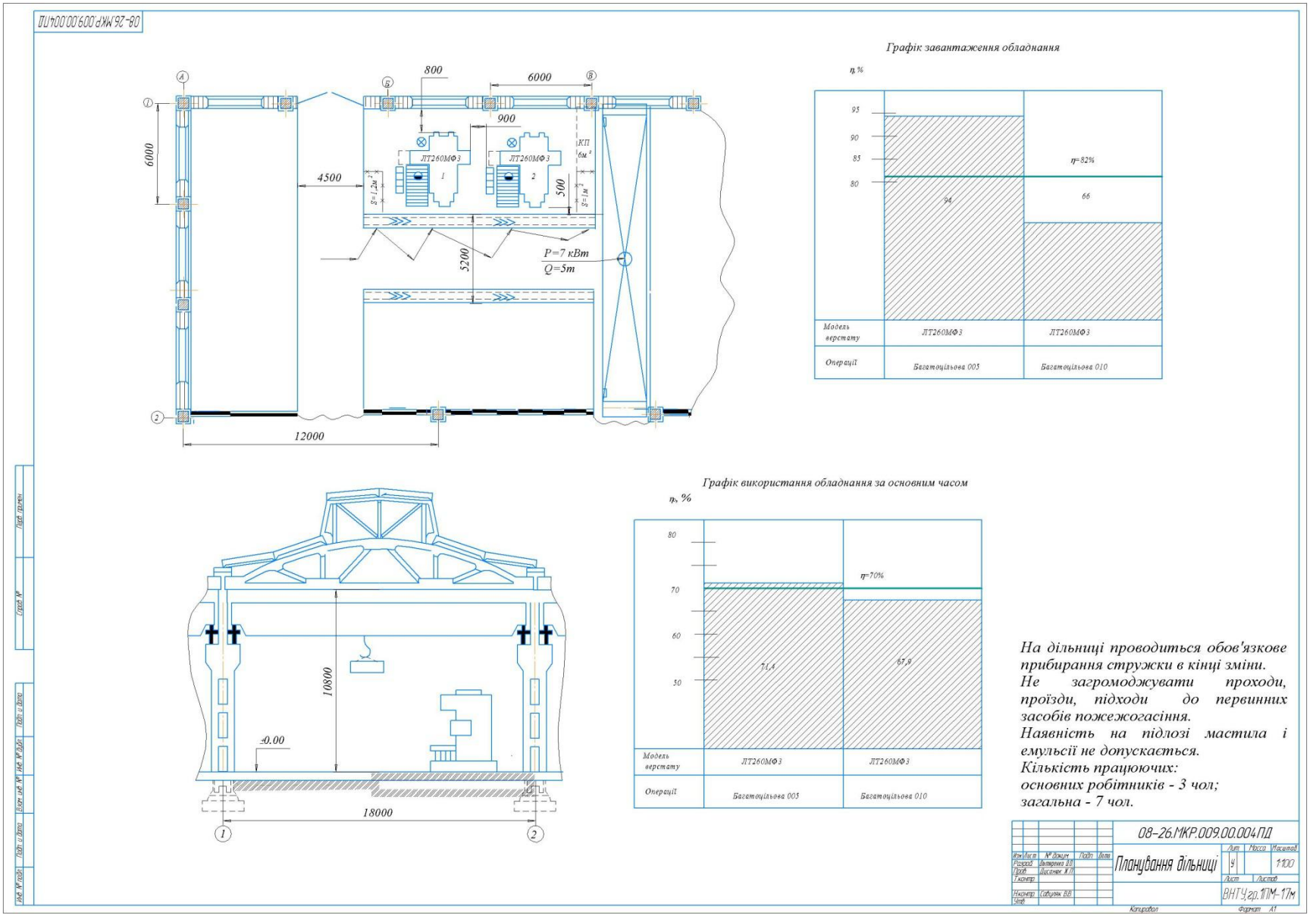
Продуктивність праці розраховувалась за формулами:

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 60}{T_{шт-к}} \quad [\text{ шт./ зм }];$$

$$П_{міс} = \frac{22 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 60}{T_{шт-к}} \quad [\text{ шт./ міс }]$$

$$П_{рік} = \frac{254 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 60}{T_{шт-к}} \quad [\text{ шт./ рік }]$$

Дільниця для реалізації удосконаленого технологічного процесу



Техніко-економічні показники

Показник	Базовий ТП	Модернізований ТП
Річний випуск виробів,шт.	5000	5000
Приведена програма, шт.	60000	60000
Спосіб виготовлення заготовки	Лиття в піщ. глин.форми	Лиття за випл. моделями
Маса заготовки, кг.	0,916	0,79
Собівартість виготовлення заготовки, грн.	40,5	38,37
Коефіцієнт точності маси заготовки	0,616	0,71
Кількість операцій	6	2
Кількість верстатів, шт.	6	2
Кількість ставок працюючих	12	3
Виробнича площа,, $м^2$	150	60
Загальна площа, $м^2$	170	75
Капітальні витрати, грн.	–	1175356,91
Собівартість продукції, грн.	110	56,64
Дохід, грн.	–	593155
Термін окупності, років	–	1,98

Висновки

- В магістерській кваліфікаційній роботі розроблено та економічно обґрунтовано удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Вилка 164.15.67». При цьому поставлено і виконано такі завдання:
- 1. Визначено тип виробництва і форма організації роботи, виконано аналіз технологічності конструкції деталі, вибрано спосіб виготовлення заготовки з урахуванням техніко-економічного порівняння доцільних варіантів – лиття в піщано-глинисті форми (з машинним формуванням) і лиття за виплавними моделями. Для цих способів спроектовано заготовки та техніко-економічним порівнянням встановлено, що економічно доцільнішим варіантом є виготовлення заготовки литтям за виплавними моделями, оскільки вартість заготовки при цьому складає 40,5 грн., що менше у порівнянні з литтям за виплавними моделями – 38,37 грн.
- 2. Вибрано чистові і чорнові технологічні бази, спроектовано технологічний процес, виконано розмірний аналіз технологічного процесу, вибрано припуски на механічну обробку, встановлено режими різання та норми часу на виконання переходів і операцій.
- 3. Технологічний маршрут механічної обробки заготовки розроблений на основі типових технологічних процесів виготовлення подібних деталей, що дало змогу прискорити процес проектування і покращити якість розробки. Обладнання вибрано з урахуванням нових тенденцій обробки різанням, з урахуванням можливості використання високопродуктивних методів. Саме тому акцент було зроблено на виборі верстатів з ЧПК. Вибір моделей верстатів, способів виготовлення заготовки виконано на основі техніко-економічних розрахунків, що дало можливість вибрати оптимальний варіант.
- 4. Кількість операцій механічної обробки заготовки деталі «Вилка» в результаті запропонованої модернізації зменшилася з шести до двох, а отже зменшилася кількість верстатів, працюючих, виробнича площа, витрати на заробітну плату основних робітників, собівартість обробки.

- трудомісткість механічної обробки базового ТП склала 17,278 хв., в модернізованому 6,46 хв., тобто вона зменшилася майже в три рази.
- собівартість виконання операцій механічної обробки базового ТП близько 12 грн., в модернізованому відповідно 6,67 грн., тобто вона зменшилася майже в 2 рази;
- витрати на електроенергію при виконанні операцій механічної обробки деталі «Вилка» в базовому ТП склали 0,784 грн., а в модернізованому відповідно 0,64 грн.
- продуктивність процесу обробки (за рік) в базовому ТП 14112 деталі, в модернізованому відповідно 37746 деталей, тобто вона збільшилася в 2 рази;
- підвищення техніко-економічних показників механічної обробки заготовки деталі типу «Вилка» стало можливим в результаті заміни верстатів з ручним керуванням на верстати з ЧПК та використання концентрації операцій.
- 5. Впровадження удосконаленого технологічного процесу потребує від інвестора 1175356,91 грн. капітальних вкладень. Прибуток за рік виробника складе 593155 грн. термін окупності 1,98 року.
- 6. У розділі «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» доведено відповідність впроваджених розробок вимогам безпеки та проаналізовано умови праці на розробленій дільниці механічної обробки, а також виконано розрахунок загального освітлення за методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Доповідь закінчено, дякую за увагу!