Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра ТАМ

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:

«Удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу “Корпус мультиплікатора”»

Виконав: *ст. гр. 1ПМ-16м*
Пархомчук Р. Р.
Керівник: *к.т.н., проф. каф. ТАМ*
Дерібо О. В.

Вінниця ВНТУ 2018

Мета і завдання роботи

Метою роботи є удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус мультиплікатора» та порівняльний аналіз техніко-економічних показників обробки заготовок партії деталей типу «Корпус мультиплікатора» на верстатах з ручним керуванням (РК) та верстатах з ЧПК для виявлення факторів, які найсуттєвіше впливають на ефективність технологічних процесів механічної обробки заготовок деталей з точки зору трудомісткості, енерговитрат, технологічної собівартості та продуктивності праці.

При цьому повинні бути вирішені такі ***завдання***:

варіантний вибір способу виготовлення заготовки та вибір кращого з них;

- розробка варіантів маршрутів механічної обробки на верстатах з ручним керуванням і на верстатах з ЧПК;
- визначення режимів різання і трудомісткості обробки;
- розрахунок технологічної собівартості обробки по операціях та сумарної собівартості обробки для кожного варіанта маршруту;
- визначення величини енерговитрат на операціях механічної обробки та сумарних витрат по варіантах маршруту;

встановлення продуктивності праці при виконанні операцій механічної обробки;

розмірно-точністне моделювання удосконаленого технологічного процесу механічної обробки;

визначення оптимальних режимів різання;

розрахунок кількості обладнання та працівників;

проектування дільниці механічної обробки;

розрахунок економічної доцільності впровадження удосконаленого ТП;

розробка заходів з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки заготовки корпусної деталі.

Предмет дослідження – технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус мультиплікатора».

Наукова новизна, практичне значення одержаних результатів

Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше визначено порівняльним аналізом техніко-економічні показники, а саме трудомісткість, енерговитрати, технологічна собівартість та продуктивність праці при механічній обробці заготовки деталі типу «Корпус мультиплікатора» на верстатах з РК та верстатах з ЧПК.

Практичне значення одержаних результатів полягає в удосконаленні технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус мультиплікатора» а також дільниці механічної обробки деталей типу «Корпус мультиплікатора»; при цьому запропоновані такі нові рішення:

- для двох альтернативних способів виготовлення заготовки – лиття в оболонкові форми та лиття в піщано-глинисті форми спроектовано заготовки та за собівартістю встановлено, що доцільним варіантом є виготовлення заготовки литтям в піщано-глинисті форми, оскільки вартість заготовки при цьому складає 249,17 грн., що менше у порівнянні з лиття в оболонкові форми – 338,94 грн.;

- розроблено удосконалений технологічний процес механічної обробки деталі типу «Корпус мультиплікатора»; розрахунки підтверджують доцільність впровадження удосконаленого технологічного процесу;

- для удосконаленого технологічного процесу заготовки деталі типу «Корпус мультиплікатора» розроблено план дільниці механічної обробки, яка по ходу технологічної оброки містить 6 верстатів, що обслуговуються 8 основними і 6 допоміжними працівниками.

Апробація результатів роботи. Основні положення й результати роботи доповідалися й обговорювалися на науково-технічній конференції:

- II Міжнародна науково-технічна конференція «Гідро- та пневмоприводи машин» (м. Вінниця, ВНТУ, 15-16 листопада 2016 р.).

Публікації. Опубліковано 1 тезу доповідей:

- Дусанюк Ж. П. Ефективність механічної обробки деталі типу «Корпус 46.90.001» при використанні верстатів з ЧПК / Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, Р. Р. Пархомчук // Тези доповідей II-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Гідро- та пневмоприводи машин», м. Вінниця, 15-16 листопада 2016 р. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – С. 249–252.

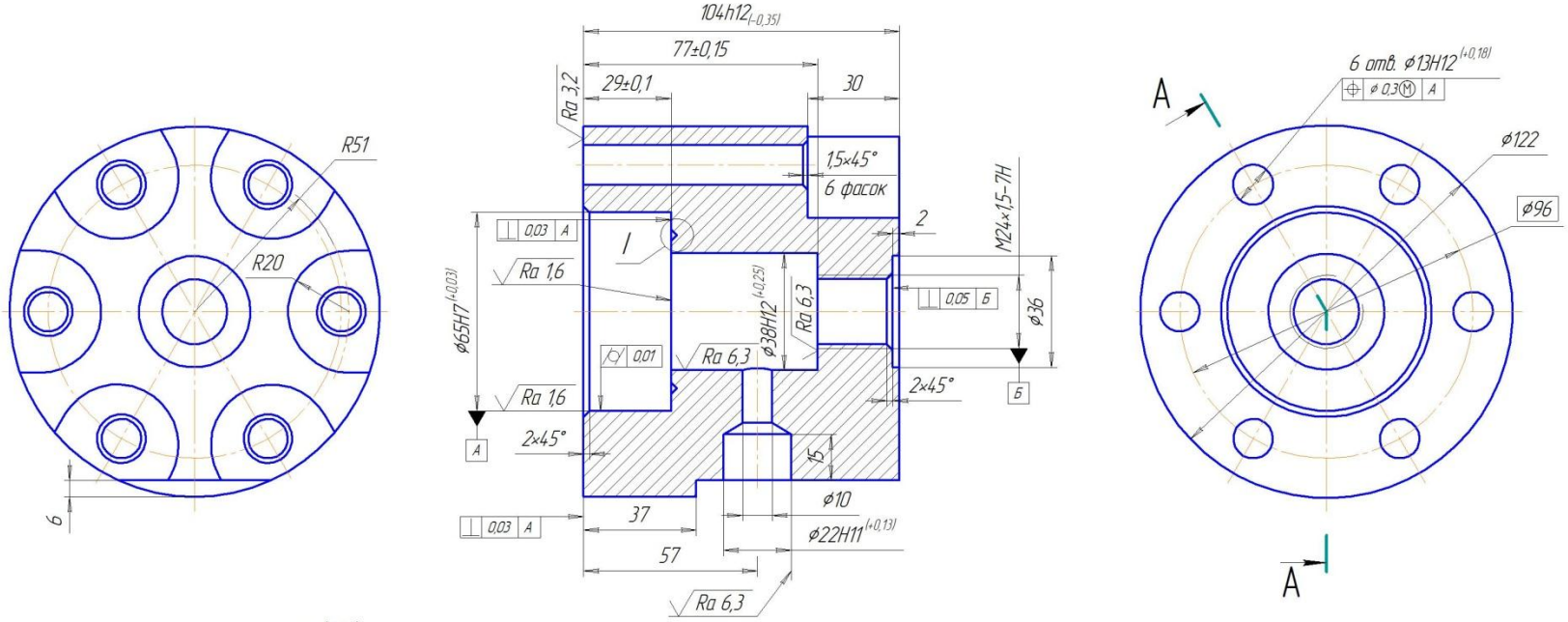
Опубліковано 1 статтю у фаховому виданні України:

- Підвищення ефективності механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус мультиплікатора» / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, С. В. Репінський, О. В. Паславська, Р. Р. Пархомчук // Вісник машинобудування та транспорту. – 2017. – № 1(5). – С. 28–38.

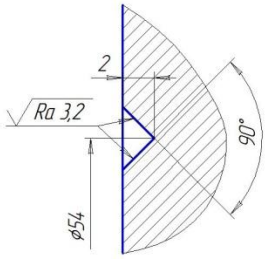
08-26.МКР.011.00.001

Ra 12,5 (√)

А–А



I (1:5)



1. Твердість 197...241 НВ.
2. H14; h14; ±IT14/2.

						08-26.МКР.011.00.001		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Харкомчук Р.Р.			Корпус мультиплікатора			6	1:1
Пров.		Дерібо О.В.					Лист	Листов
Т.контр.								
Н.контр.		Сабуляк В.В.			Сталь 45Л ГОСТ 1050-88		ВНТУ, ст. гр. 1ПМ-16м	
Утв.		Козлов Л.Г.						

Копировал

Формат А2

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

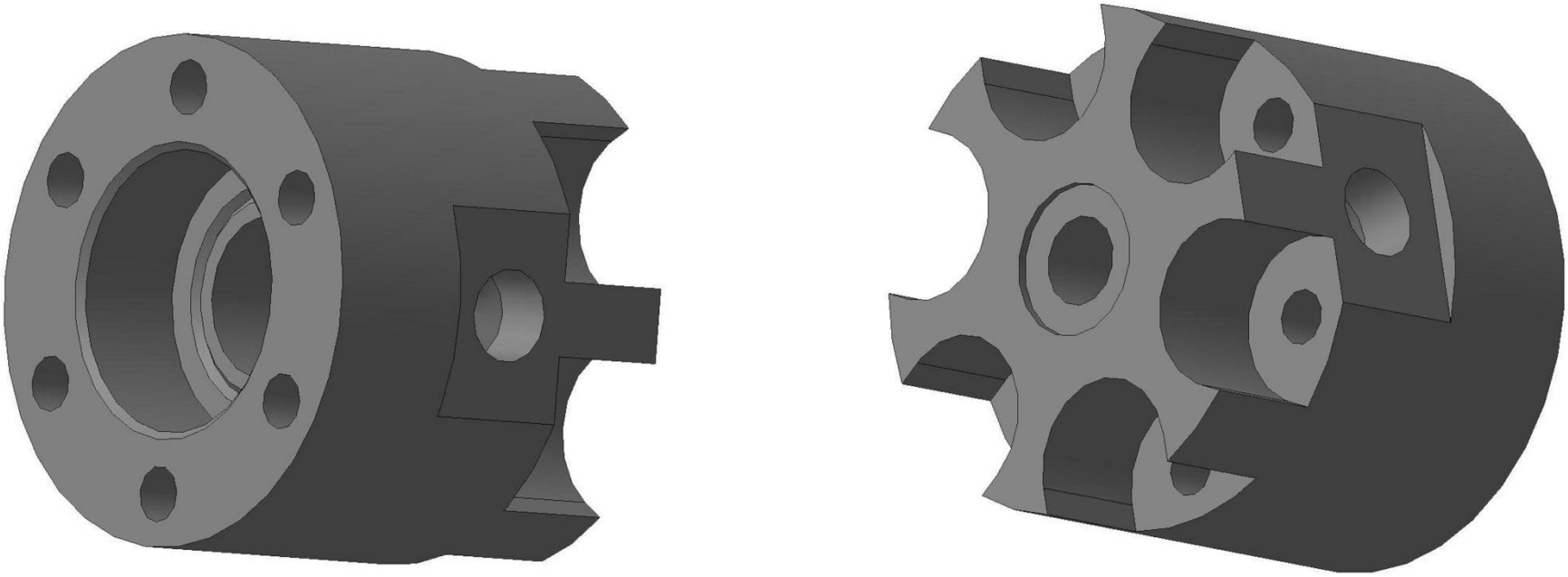
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

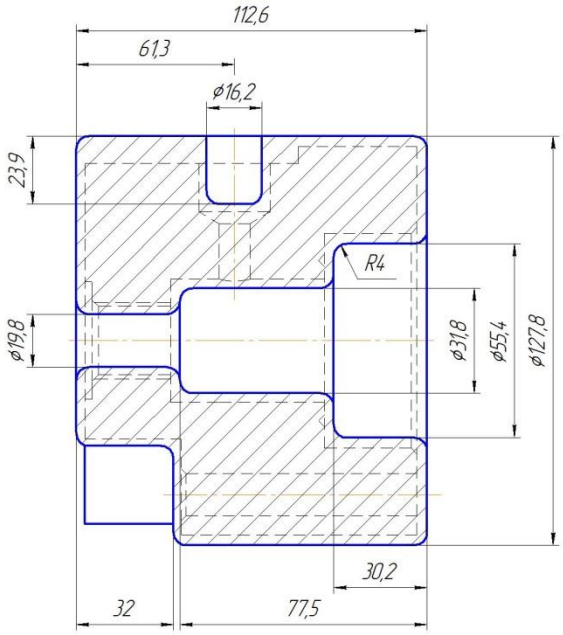
3D-модель деталі "Корпус мультиплікатора"

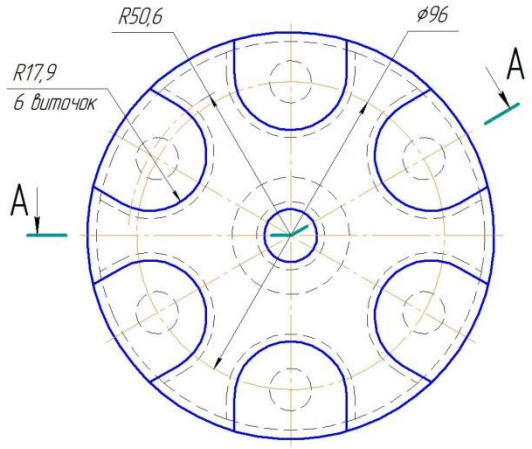


08-26.МКР.011.00.002

Ra 20 (√)

А–А





3D-модель заготовки "Корпус мультиплікатора"

1. Твердість 197...241 НВ.
2. Точність виливка 11т–8–14–11т ГОСТ 26645–85.
3. Маса 6,55–1,12–0,69–9,453 ГОСТ 26645–85.
4. Невказані ливарні радіуси R4...R6, нахили 1°26'.
5. На поверхні заготовки допускаються раковини і пустоти ø2 мм, глибиною 2,1 мм.
6. Заготовку піддати штучному старінню.
7. Маркувати: позначення деталі, товарний знак.

					08–26.МКР.011.00.002		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус мультиплікатора (Виливок)	Лит.	Масса 9,453 / Масштаб 1:1
Разраб.		Пархомчук Р.Р.				Лист	Листов
Пров.		Дерібо О.В.					ВНТУ, ст. гр. 1ПМ–16м
Т.контр.							
Н.контр.		Савуляк В.В.			Сталь 45Л ГОСТ 1050–88		
Утв.		Козлов Л.Г.					

Копировал

Формат А2

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

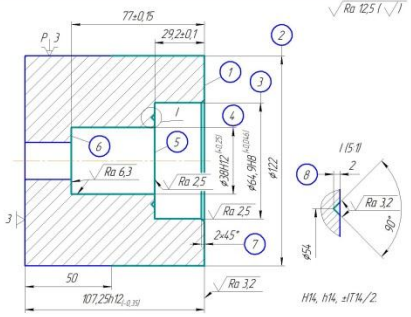
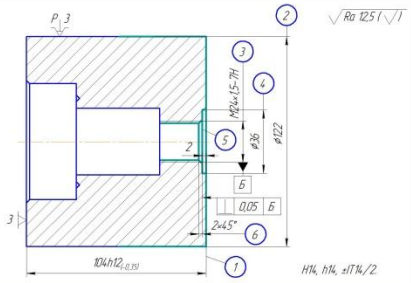
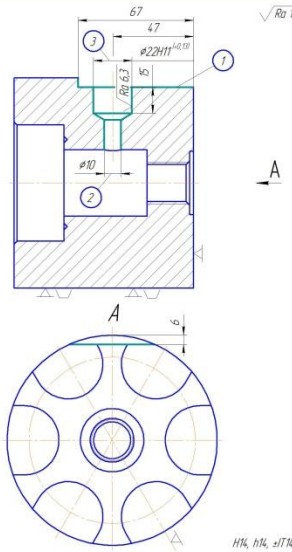
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

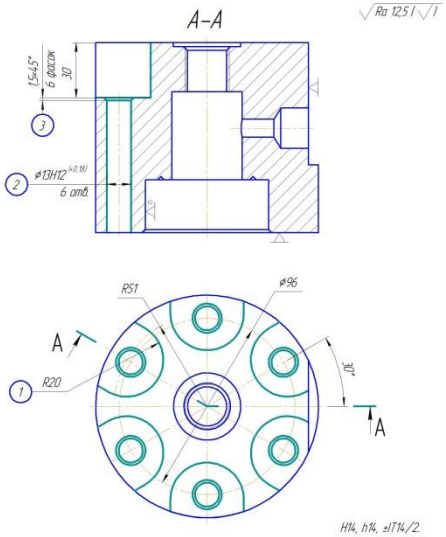
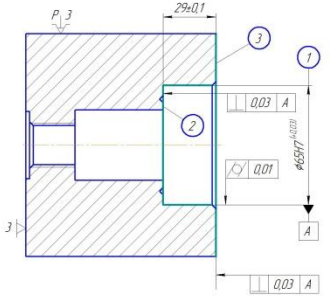
Инв. № дубл.

Подп. и дата

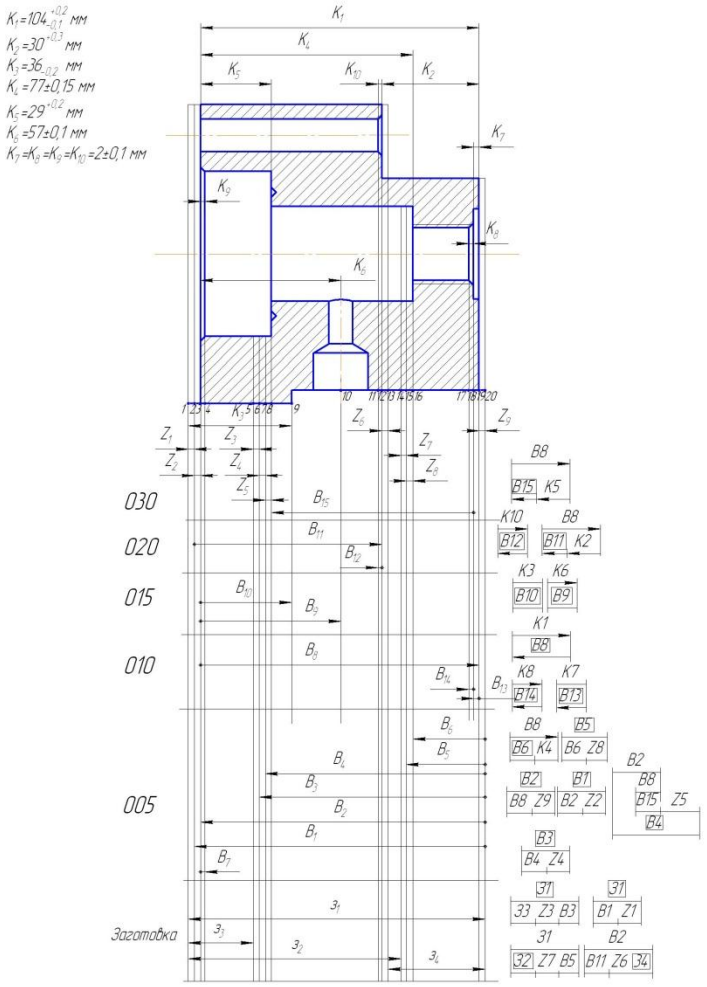
Маршрут механічної обробки заготовки деталі "Корпус мультиплікатора"

№ опер.	Операційні переходи	Ескіз обробки, схема установки	Моделі верстатів
005	**Токарно-револьверна з ЧПК** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Підрізати торець 1 попередньо в розмір 108,25h14$_{(-0,87)}$. 3. Підрізати торець 1 остаточно в розмір згідно ескіза. 4. Точити поверхню 2 однократно в розмір згідно ескіза. 5. Розточити отвір 3 в розмір ⌀63,8H13$^{(+0,46)}$, підрізати торець 5 в розмір 27±0,26, розточити отвір 4 в розмір ⌀36,2H13$^{(+0,39)}$, підрізати торець 6 в розмір 76,6±0,37 попередньо. 6. Розточити отвір 3 в розмір ⌀64,7H10$^{(+0,12)}$, підрізати торець 5 в розмір 28±0,165 попередньо, розточити отвір 4, підрізати торець 6 остаточно, витримуючи розміри згідно ескіза. 7. Точити канавку в попередньо в розмір 15. 8. Точити канавку в остаточно в розмірі згідно ескіза. 9. Розточити фаску 7 однократно в розмір згідно ескіза, розточити отвір 3, підрізати торець 5 остаточно, витримуючи розміри згідно ескіза. 10. Зняти заготовку.		Токарно-револьверний з ЧПК 1В340Ф30 3-х кулачковий патрон
010	**Токарно-револьверна з ЧПК** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Підрізати торець 1 однократно в розмірі згідно ескіза. 3. Точити поверхню 2 однократно в розмір згідно ескіза. 4. Розточити отвір 3 однократно в розмір ⌀22,5. 5. Розточити виточку 4, підрізати торець 5 однократно, витримуючи розміри згідно ескіза. 6. Розточити фаску 6 в отворі 3 однократно в розмір згідно ескіза. 7. Нарізати різьбу в отворі 3 в розмір згідно ескіза. 8. Зняти заготовку.		Токарно-револьверний з ЧПК 1В340Ф30 3-х кулачковий патрон
015	**Вертикально-свердлильна з ЧПК** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Фрезерувати лиску 1 однократно в розмірі згідно ескіза. 3. Центрувати отв. 2 в розмірі ⌀5, L=6±0,15. 4. Свердлити отв. 2 в розмір згідно ескіза. 5. Розсвердлити отв. 3 в розмір ⌀21,6$^{(+0,18)}$. 6. Зенкерувати отв. 3 в розмір згідно ескіза. 7. Зняти заготовку.		Вертикально-свердлильний з ЧПК 2Р135Ф2

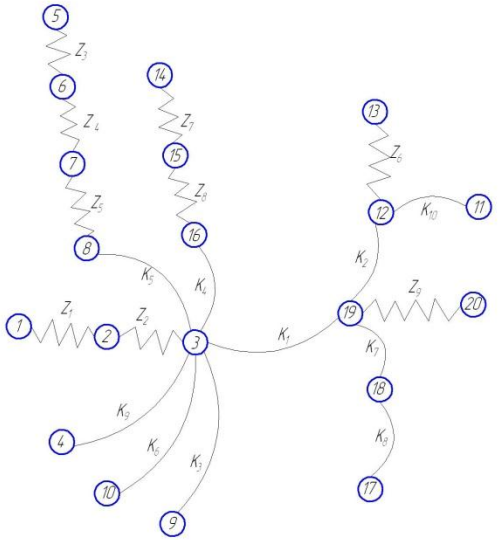
Маршрут механічної обробки заготовки деталі "Корпус мультиплікатора" (продовження)

№ опер.	Операційні переходи	Ескіз обробки, схема установки	Моделі верстатів
020	**Вертикально-фрезерна з ЧПК** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Фрезерувати 6 виточок 1 в розміри згідно ескіза. 3. Центрувати 6 отв. 2 в розмір ⌀4 на глибину 6 мм. 4. Свердлити 6 отв. 2 в розміри згідно ескіза. 5. Зенкувати 6 фасок 3 в розмір згідно ескіза. 6. Зняти заготовку.		Вертикально-фрезерний з ЧПК із магазином на 14 інструментів ЛТ260МФ3 Спец. присп.
025	**Термічна**		
030	**Внутрішньошліфувальна** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Шліфувати отв. 1, шліфувати торець 2, витримуючи розміри згідно ескіза. 3. Шліфувати торець 3. 4. Зняти деталь.		Внутрішньо-шліфувальний 3К227 3-х кулачковий патрон
035	**Контрольна**		

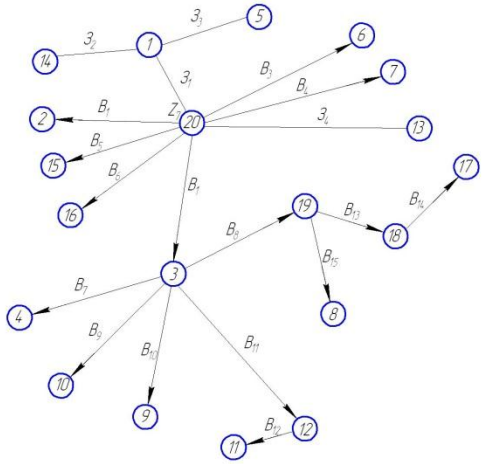
Розмірний аналіз технологічного процесу



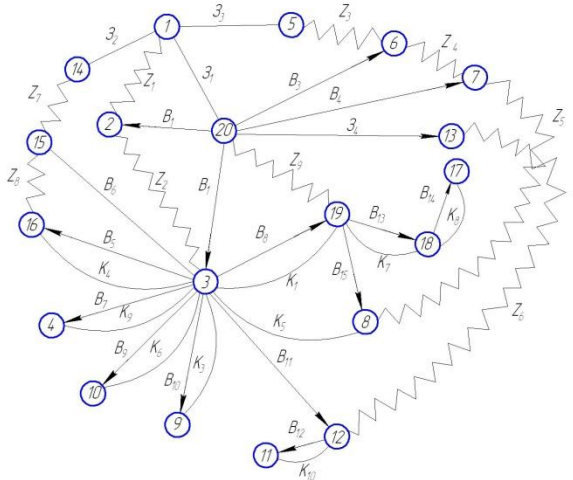
Розмірна схема технологічного процесу



Вихідне граф-дерево



Похідне граф-дерево



Суміщене граф-дерево

Таблиця 1 – Технологічні розміри, розміри вихідної заготовки

Розміри заготовки, технологічні розміри	$З_1$	$З_2$	$З_3$	$З_4$	$В_1$	$В_2$	$В_3$	$В_4$	$В_5$	$В_6$
Попередні значення допусків	1,8	1,7	1,4	1,4	0,4	0,45	0,35	0,40	0,3	0,25
Квалітет точності	15	15	15	15	12	12	12	12	12	12
Остаточні значення допусків	1,8	1,7	1,4	1,4	0,35	0,4	0,25	0,35	0,24	0,1
Номінальний розмір	111,5	79,86	27,55	30,3	107,75	106,8	79,3	78,55	27,89	27,05

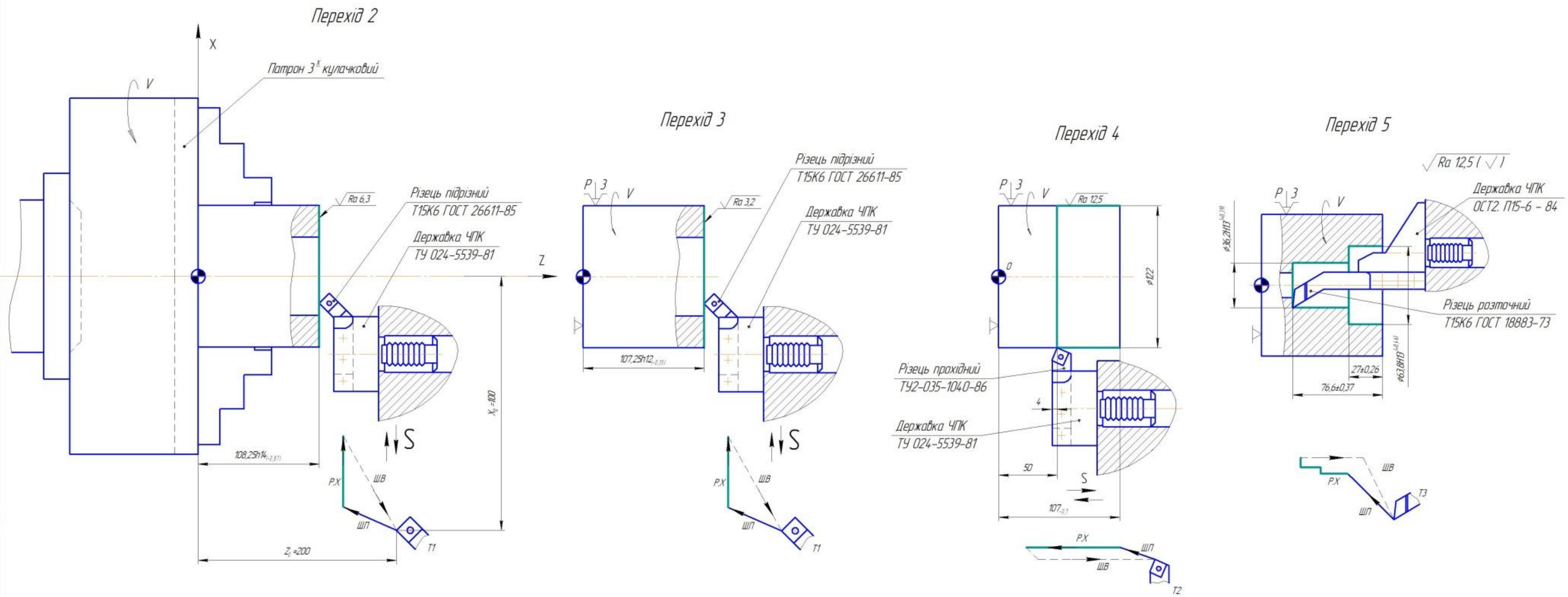
Продовження таблиці 1

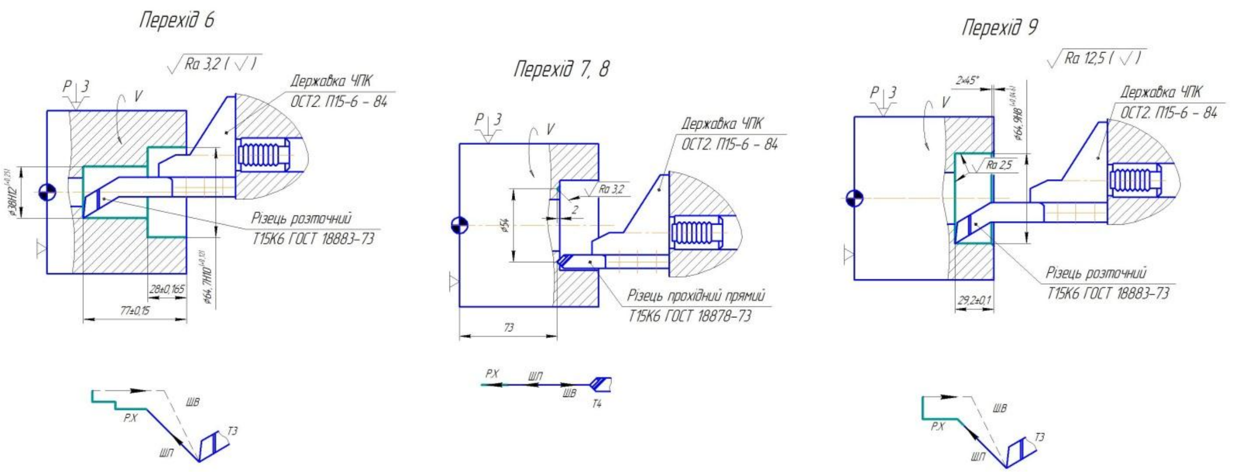
Розміри заготовки, технологічні розміри	$В_7$	$В_8$	$В_9$	$В_{10}$	$В_{11}$	$В_{12}$	$В_{13}$	$В_{14}$	$В_{15}$
Попередні значення допусків	0,2	0,3	0,2	0,2	0,35	0,2	0,2	0,2	0,3
Квалітет точності	14	12	10	12	12	14	14	14	12
Остаточні значення допусків	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
Номінальний розмір	2	104	57	36	73,9	2	2	2	75

Таблиця 2 – Розрахунок припусків

Припуски		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9
Граничні значення	Z_{min}	1,6	0,6	1,5	0,5	0,4	2,2	1,6	0,6	2,2
	Z_{max}	3,75	1,35	4,55	1,1	1,45	4,1	5,34	0,84	3,9

08-26.МКР.011.00.400





№ операції	№ пер.					
005	9	Розточити фаску 7 однократно в розмір згідно ескізу, розточити отвір 3, підрізати торець 5 остаточно, витримуючи розміри згідно ескізу	163,3	2,0 0,1 0,8	800	0,05
	8	Точити канавку 8 остаточно в розміри згідно ескізу	62,3	0,5	400	0,15
	7	Точити канавку 8 попередньо в розмір 1,5.	42,3	1,5	315	0,25
	6	Розточити отвір 3 в розмір ф64,7Н10$^{(+0,12)}$, підрізати торець 5 в розмір 28±0,165 попередньо, розточити отвір 4, підрізати торець 6 остаточно, витримуючи розміри згідно ескізу	81,1	0,45 1,0 0,9 0,4	400	0,15
	5	Розточити отвір 3 в розмір ф63,8Н13$^{(+0,46)}$, підрізати торець 5 в розмір 27±0,26, розточити отвір 4 в розмір ф36,2Н13$^{(+0,39)}$, підрізати торець 6 в розмір 76,6±0,37 попередньо	62,3	4,0 3,7 2,2 1,0	315	0,25
	4	Точити поверхню 2 однократно в розмір згідно ескізу	120	2,9	315	0,25
	3	Підрізати торець 1 остаточно в розмір згідно ескізу	161,2	1,0	400	0,15
	2	Підрізати торець 1попередньо в розмір 108,25h14$_{(-0,87)}$	127	3,25	315	0,25
№ операції	№ пер.	Токарно-револьверна з ЧПК	1В340Ф30	V, м/хв	t, мм	n, об/хв	S, мм/об
			Обладнання	Режими різання			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Пархомчук Р.Р.			
Пров.	Дерібо О.В.			
Т.контр.				
Н.контр.	Савуляк В.В.			
Утв.	Козлов Л.Г.			

08-26.МКР.011.00.400

Карта налагоджень

Лит.	Масса	Масштаб
	–	1:2

Лист | Листов

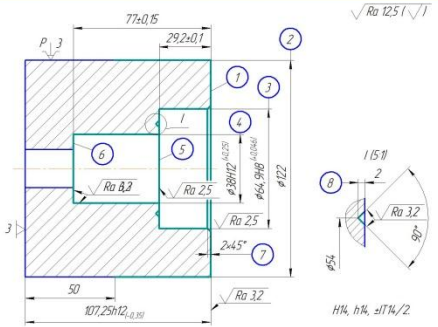
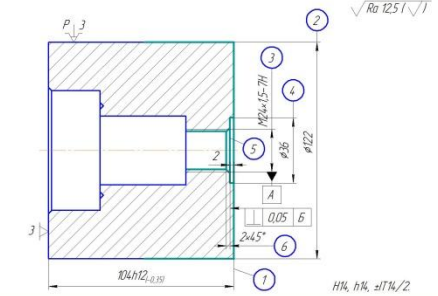
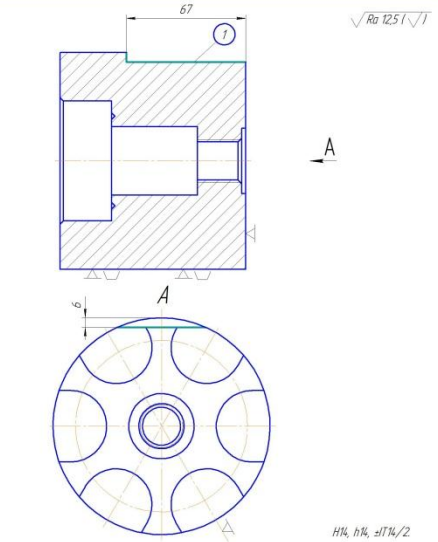
–

ВНТУ, ст. гр. 1ПМ-16м

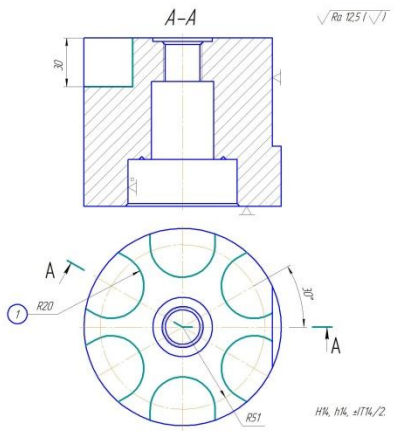
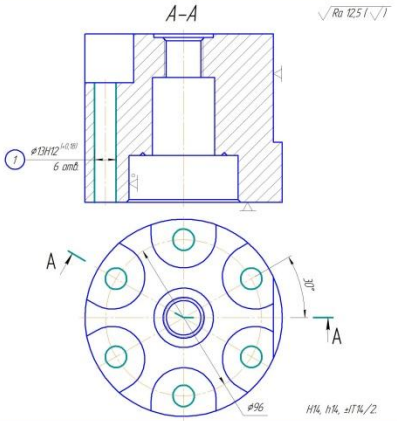
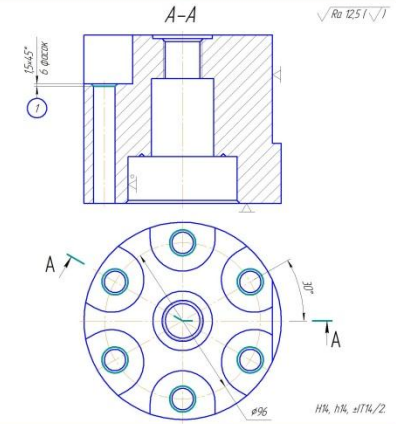
Копировал | Формат А1

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

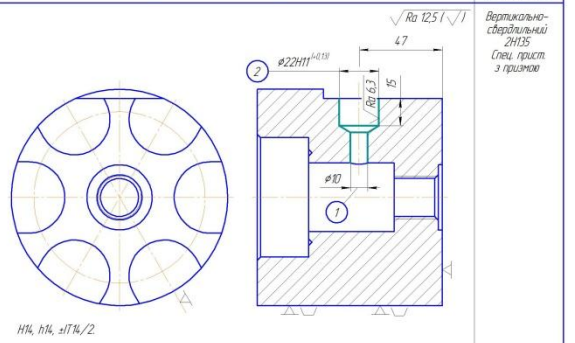
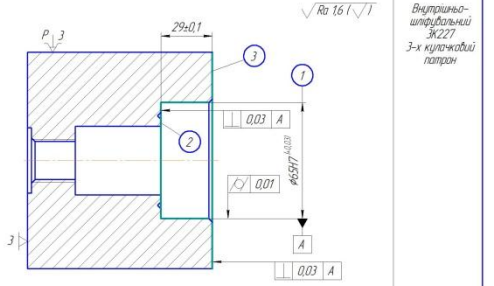
Маршрут механічної обробки заготовки деталі "Корпус мультиплікатора" на верстатах з ручним керуванням

№ опер.	Операційні переходи	Ескіз обробки, схема установки	Моделі верстатів
005	**Токарно-револьверна** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Підрізати торець 1 попередньо. 3. Підрізати торець 1 остаточно. 4. Точити поверхню 2 однократно. 5. Розточити отвір 3 попередньо. 6. Підрізати торець 5 попередньо. 7. Розточити отвір 4 попередньо. 8. Підрізати торець 6 попередньо. 9. Розточити отвір 3 попередньо. 10. Підрізати торець 5 попередньо. 11. Розточити отвір 4 остаточно. 12. Підрізати торець 6 остаточно. 13. Точити канавку 8 попередньо. 14. Точити канавку 8 остаточно. 15. Розточити фаску 7 однократно. 16. Розточити отвір 3 остаточно. 17. Підрізати торець 5 остаточно. 18. Зняти заготовку.		Токарно-револьверний 1Г365 3-х кулачковий патрон
010	**Токарно-револьверна** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Підрізати торець 1 однократно. 3. Точити поверхню 2 однократно. 4. Розточити отвір 3 однократно. 5. Розточити виточку 4, підрізати торець 5 однократно. 6. Розточити фаску 6 в отворі 3 однократно. 7. Нарізати різьбу в отворі 3. 8. Зняти заготовку.		Токарно-револьверний 1Г365 3-х кулачковий патрон
015	**Вертикально-фрезерна** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Фрезерувати лиску 1 однократно. 3. Зняти заготовку.		Вертикально-фрезерний 6Р12 Спец. присп. з призмою

Маршрут механічної обробки заготовки деталі "Корпус мультиплікатора" на верстатах з ручним керуванням (продовження)

№ опер.	Операційні переходи	Ескіз обробки, схема установки	Моделі верстатів
020	**Вертикально-фрезерна** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Фрезерувати 6 виточок 1. 3. Зняти заготовку.		Вертикально-фрезерний 6Р13. Спец. прист.
025	**Вертикально-свердлильна** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Свердлити 6 отв. 1. 3. Зняти заготовку.		Вертикально-свердлильний 2К52 Спец. прист.
030	**Вертикально-свердлильна** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Зенкувати 6 фасок 1 в 6 отв. ⌀13H12. 3. Зняти заготовку.		Вертикально-свердлильний 2К52 Спец. прист.

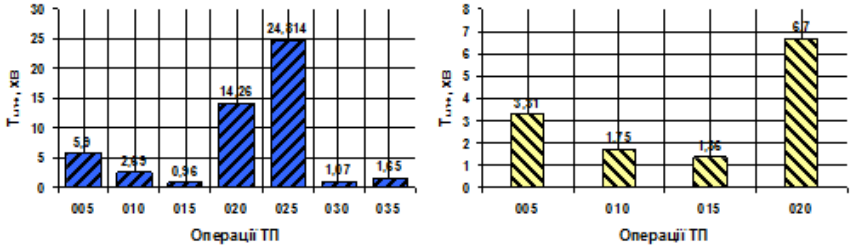
Маршрут механічної обробки заготовки деталі "Корпус мультиплікатора" на верстатах з ручним керуванням (продовження)

№ опер.	Операційні переходи	Ескіз обробки, схема установки	Моделі верстатів
035	**Вертикально-свердлильна** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Свердлити отв. 1. 3. Розсвердлити отв. 2. 4. Зенкерувати отв. 2. 5. Зняти заготовку.		Вертикально-свердлильний 2Н135 Спец. прист. з призмою
040	**Термічна**		
045	**Внутрішньошліфувальна** 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Шліфувати отв. 1, шліфувати торець 2. 3. Шліфувати торець 3. 4. Зняти деталь.		Внутрішньо-шліфувальний 3К227 3-х кулачковий патрон
050	**Контрольна**		

Нормування технологічних операцій маршруту механічної обробки на верстатах з РК та верстатах з ЧПК

Таблиця 1 – Результати визначення норм часу і загальної трудомісткості, хв

№ опер.	T_o	Складові $T_{доп}$			$T_{доп}$	$T_{обс}+T_{від}$	$T_{шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт-к}$
		$T_{вст}+T_{закр}$	$T_{упр}$	$T_{вим}$					
Перший варіант маршруту (верстати з РК)									
005	2,97	0,28	1,845	0,195	2,32	0,34	5,63	18	5,9
010	1,107	0,28	0,775	0,115	1,17	0,15	2,43	18	2,62
015	0,194	0,054	0,1	0,08	0,234	0,03	0,5	32	0,96
020	12,06	0,068	0,75	0,105	0,923	0,78	13,76	35	14,26
025	7,03	0,068	16,115	0,009	16,192	1,39	24,614	14	24,814
030	0,43	0,068	0,215	0,105	0,388	0,05	0,87	14	1,07
035	0,99	0,054	0,29	0,03	0,374	0,082	1,45	14	1,65
Загальна трудомісткість ТП									Σ 51,274
Другий варіант маршруту (верстати з ЧПК)									
005	1,83	0,13	0,75	0,195	1,075	0,23	3,14	12	3,31
010	0,84	0,13	0,375	0,115	0,62	0,12	1,58	12	1,75
015	0,747	0,024	0,26	0,065	0,35	0,09	1,19	12	1,36
020	5,28	0,024	0,56	0,195	0,779	0,48	6,54	12	6,7
Загальна трудомісткість ТП									Σ 12,49



а) б)

Рисунок 1 – Діаграма штучно-калькуляційного часу по операціях варіантів маршруту:
а – за використання верстатів з РК;
б – за використання верстатів з ЧПК

Технологічна собівартість механічної обробки на верстатах з РК та верстатах з ЧПК

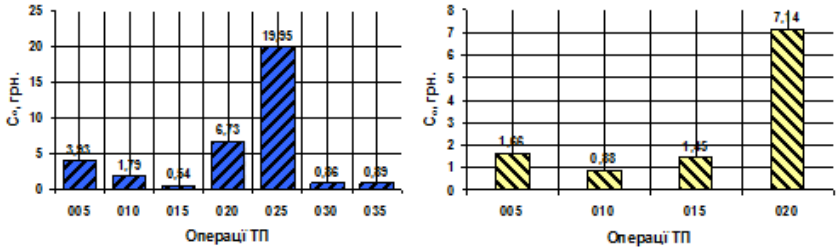
Розрахунки собівартості операцій виконувалися за формулою

$$C_o = \frac{C_{п-з} \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot k_в} \text{ [грн]}, \quad (1)$$

де $C_{п-з}$ – цехові приведені годинні витрати, грн/год; $k_в$ – коефіцієнт виконання норм (в машинобудуванні $k_в = 1,3$).

Таблиця 1 – Технологічна собівартість виконання операцій

№ операцій	$T_{шт-к}$, хв	Верстат	$C_{п-з}$, грн/год	C_o, грн
Перший варіант маршруту (верстати з РК)				
005	5,9	1П365	51,9	3,93
010	2,69	1П365	51,9	1,79
015	0,96	6Р13	43,5	0,54
020	14,26	6Р13	43,5	6,73
025	24,814	2К52	62,7	19,95
030	1,07	2К52	62,7	0,86
035	1,65	2Н135	42,3	0,89
040	не аналізувалась			
Загальна технологічна собівартість			$\Sigma C_o = 34,69$ грн	
Другий варіант маршруту (верстати з ЧПК)				
005	3,31	1В340Ф30	39,0	1,66
010	1,75	1В340Ф30	39,0	0,88
015	1,36	ЛТ260МФ3	83,1	1,45
020	6,7	ЛТ260МФ3	83,1	7,14
025	не аналізувалась			
Загальна технологічна собівартість			$\Sigma C_o = 11,13$ грн	



а) б)

Рисунок 1 – Діаграма технологічної собівартості по операціях варіантів маршруту:
а – за використання верстатів з РК;
б – за використання верстатів з ЧПК

Витрати на силову електроенергію при виконанні механічної обробки на верстатах з РК та верстатах з ЧПК

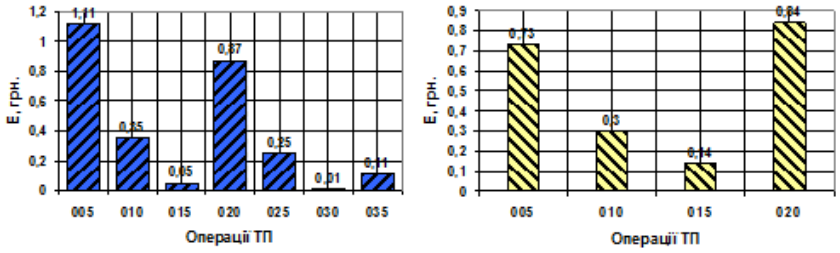
Витрати на силову електроенергію визначалися за формулою

$$E = S_к \cdot W = S_к \cdot \frac{N_у \cdot \eta_н \cdot T_в}{60 \cdot \eta_е \cdot \eta} \text{ [грн.]}, \quad (1)$$

де $S_к$ – ціна за 1 кВт-год силової електроенергії, грн. (за даними ПАТ «Вінницяобленерго» $S_к$ = 2,49 грн. за 1 кВт-год); W – потреба в електроенергії на дану операцію, кВт-год; $N_у$ і η – встановлена потужність (кВт) і ККД ($\eta \approx 0,9$) електродвигуна приводу головного руху верстата; $\eta_н = N_{рш} / N_у$ – коефіцієнт завантаження за потужністю електродвигуна приводу головного руху; $\eta_е$ – коефіцієнт, що враховує втрати в мережі ($\eta_е$ = 0,96).

Таблиця 1 – Розрахунок витрат на силову електроенергію

№ операції	$T_в$, хв	$S_к$, грн	$N_у$, кВт	$N_{рш}$, кВт	η	$\eta_н$	$\eta_е$	E, грн
Перший варіант маршруту (верстати з РК)								
005	2,97	2,49	13,0	7,8	0,9	0,6	0,96	1,11
010	1,107	2,49	13,0	6,5	0,9	0,5	0,96	0,35
015	0,194	2,49	7,5	5,25	0,9	0,7	0,96	0,05
020	12,06	2,49	7,5	1,5	0,9	0,2	0,96	0,87
025	7,03	2,49	1,5	0,75	0,9	0,5	0,96	0,25
030	0,43	2,49	1,5	0,3	0,9	0,2	0,96	0,01
035	0,99	2,49	4,0	2,4	0,9	0,6	0,96	0,11
Загальні витрати на силову електроенергію								Σ 2,75
Другий варіант маршруту (верстати з ЧПК)								
005	1,83	2,49	15,0	8,25	0,9	0,55	0,96	0,73
010	0,84	2,49	15,0	7,5	0,9	0,5	0,96	0,3
015	0,747	2,49	5,5	3,85	0,9	0,7	0,96	0,14
020	5,28	2,49	5,5	3,3	0,9	0,6	0,96	0,84
Загальні витрати на силову електроенергію								Σ 2,01



а) б)

Рисунок 1 – Діаграма витрат на силову електроенергію по операціях варіантів ТП: а – за використання верстатів з РК; б – за використання верстатів з ЧПК

Продуктивність роботи на верстатах з РК та верстатах з ЧПК

Продуктивність за зміну, місяць, рік розраховувалася за формулами

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 60}{T_{шт-к}} \text{ [шт./зм]}, \quad (3)$$

$$П_{міс} = \frac{22 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 60}{T_{шт-к}} \text{ [шт./міс]}, \quad (4)$$

$$П_{рік} = \frac{254 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 60}{T_{шт-к}} \text{ [шт./рік]}. \quad (5)$$

Таблиця 1 – Загальна продуктивність праці по технологічних процесах механічної обробки деталі «Корпус мультиплікатора»

Варіант маршруту	$T_{шт-к}$, хв	Продуктивність праці		
		$П_{зм}$, шт./зм	$П_{міс}$, шт./міс	$П_{рік}$, шт./рік
Обробка на верстатах з ручним керуванням	51,274	9	412	4756
Обробка на верстатах з ЧПК	12,49	38	1691	19523

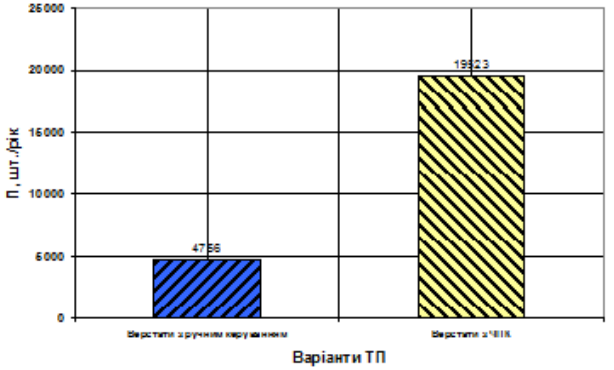


Рисунок 1 – Діаграма продуктивності роботи за рік по варіантах маршруту

Техніко-економічне порівняння варіантів технологічного процесу

Базовий технологічний процес	Удосконалений технологічний процес
Техніко-економічні показники	
Матеріал	
Сталь 45л ГОСТ 1050-88	Сталь 45л ГОСТ 1050-88
Спосіб виготовлення заготовки	
Лиття в оболонкові форми	Лиття в пщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші
Собівартість заготовки	
338,94 грн.	249,17 грн.
Коефіцієнт точності маси заготовки	
0,72	0,69
Кількість операцій	
8 операцій	5 операції
Кількість верстатів	
12 верстатів	7 верстатів
Кількість працюючих	
20 основних робітників	8 основних робітників
Виробнича площа дільниці, $м^2$	
255	160
Виробнича собівартість одиниці продукції	
494,73 грн.	263,56 грн.
Капітальні вкладення	
-	5835704,8 грн.
Економічний ефект	
-	3376604,2 грн.
Термін окупності	
-	1,73 року

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі на тему «Удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу ”Корпус мультиплікатора”» проведено аналіз типових технологічних процесів, базового технологічного процесу, оцінені їх позитивні сторони, внесені пропозиції щодо удосконалення технологічного процесу механічної обробки розглядуваної заготовки деталі.

Запропоновано два варіанта виготовлення заготовки деталі «Корпус мультиплікатора» та два варіанти технології її механічної обробки, проведено їх техніко-економічне порівняння, вибрано оптимальні варіанти. Проведені розрахунки припусків, режимів, різання, норм часу, встановлені розряди робітників-верстатників. Виконано дослідження ефективності використання верстатів з числовим програмним керуванням за трудомісткістю, технологічною собівартістю, енерговитратами, продуктивністю праці при виконанні операцій механічної обробки.

Для визначення необхідної кількості верстатів для виконання механічної обробки та забезпечення їх нормального завантаження підібрані аналогічні (за технологією обробки) деталі та розраховано приведену програму. Розраховані основні елементи дільниці механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус мультиплікатора», яка включає 7 верстатів та 14 працюючих.

Проведені економічні розрахунки, які підтвердили доцільність впровадження удосконаленого технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі «Корпус мультиплікатора», визначені капітальні вкладення, одержаний прибуток, термін окупності вкладень.

Розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на дільниці механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус мультиплікатора».

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!