

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «КОРПУС МУЛЬТИПЛІКАТОРА»

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

*Проведено порівняльний аналіз техніко-економічних показників механічної обробки заготовок партії деталей типу «Корпус мультиплікатора» на верстатах з ручним керуванням і на верстатах з числовим програмним керуванням. Доведено ефективність використання верстатів з числовим програмним керуванням, які знижують технологічну собівартість операцій механічної обробки та енерговитрати, підвищують продуктивність праці. Виявлено фактори, які найсуттєвіше впливають на ефективність технологічних процесів механічної обробки заготовок деталей з точки зору трудомісткості, енерговитрат, технологічної собівартості та продуктивності праці.*

### ВСТУП

Однією з важливих задач в економічній стратегії розвитку машинобудування є прискорення науково-технічного прогресу шляхом широкого впровадження сучасного обладнання, прогресивних технологічних процесів.

Розв'язання цієї задачі неможливе без широкого використання в усіх типах машинобудівного виробництва високоавтоматизованого металорізального обладнання. Подальший розвиток автоматизації виробництва базується на застосуванні металорізальних верстатів, оснащених системами числового програмного керування (ЧПК).

Ефективність верстатів з ЧПК пояснюється їх високою продуктивністю, підвищенням продуктивності праці обслуговуючого персоналу, скороченням потреб у спеціальних верстатних пристроях, різальному і допоміжному інструменті, вивільненням значних виробничих площ [1].

Впровадження верстатів з ЧПК для автоматизації технологічних процесів механічної обробки дозволяє обробляти з меншими витратами заготовки деталей такої ж широкої номенклатури, як і на верстатах з ручним керуванням. З точки зору авторів цієї статті аналіз ефективності використання верстатів з ЧПК, на прикладі конкретної деталі, складає певний інтерес. Таким чином, за *об'єкт дослідження* вибрано технологічний процес механічної обробки заготовки корпусної деталі. Деякі попередні результати роботи, що розглядається в цій статті, викладені в [2]. Подібна задача, але для деталі типу «Кришка циліндра», розглянута у статті [3].

Мета роботи – 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. Для досягнення мети розв'язувалися такі **задачі**:

- 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.

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

Проведення порівняльного аналізу ефективності механічної обробки за техніко-економічними показниками для двох варіантів маршруту проводилося для умов серійного виробництва. Ескіз деталі показано на рис. 1. Матеріал деталі – сталь 45Л. Спосіб виготовлення заготовки – лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші (клас розмірної точності 11т).

Розроблено два варіанти маршруту механічної обробки: перший варіант – з використанням верстатів з РК; другий варіант – переважно з використанням верстатів з ЧПК.

Перший варіант маршруту (таблиця 1) передбачає виконання восьми технологічних операцій. Оскільки верстати з ЧПК дозволяють застосування більшої концентрації операцій, то другий варіант маршруту (таблиця 2) передбачає виконання всієї обробки за п'ять технологічних операцій.

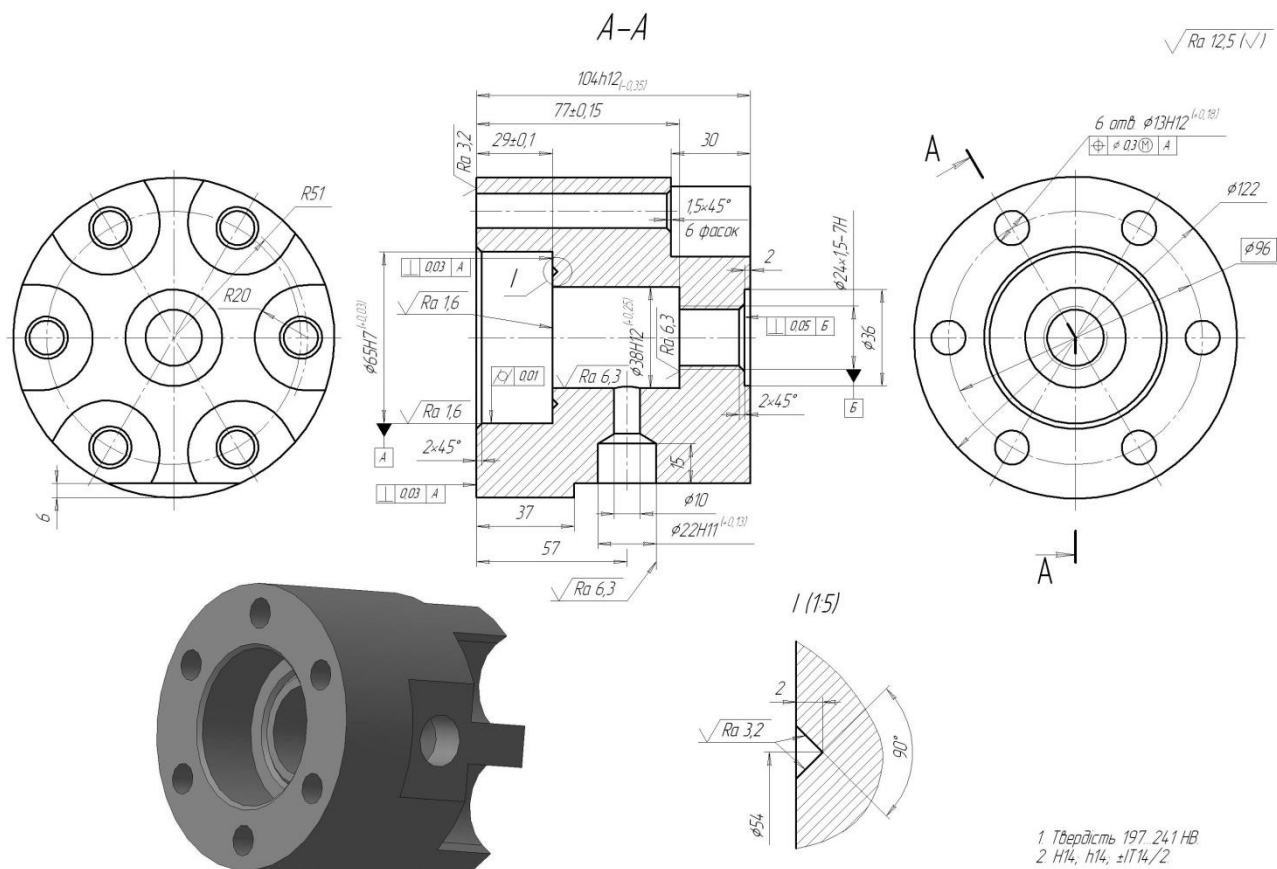


Рисунок 1 – Ескіз деталі «Корпус мультиплікатора»

Таблиця 1 – Маршрут механічної обробки заготовки деталі на верстатах з РК (варіант 1)

№ операції	Назва операції, модель верстата	Стислий зміст операції
005	Токарно-револьверна, 1П365	Двократне точіння торця в розмір 107,25 мм; точіння зовнішньої поверхні в розмір $\varnothing 122$ мм на довжину 60 мм; двократне розточування отворів в розміри 64,9 мм і $\varnothing 38$ мм з підрізанням торців в розміри, відповідно, 77 мм та 28,8 мм; точіння канавки $2 \times 90^\circ$ і фаски $2 \times 45^\circ$
010	Токарно-револьверна, 1П365	Однократне підрізання торця в розмір 104 мм; точіння зовнішньої поверхні в розмір $\varnothing 122$ мм; обробка головного отвору в розмір $\varnothing 22,6$ мм; розточування виточки, підрізання торця, розточування фаски; нарізання різи в розмір $M24 \times 1,5-7H$
015	Вертикально-фрезерна, 6P13	Фрезерування лиски в розмір 6 мм
020	Вертикально-фрезерна, 6P13	Фрезерування шести заглиблень R20 мм на глибину 30 мм
025	Радіально-свердлильна, 2K52	Свердління шести отворів $\varnothing 13$ мм
030	Радіально-свердлильна, 2K52	Зенкування шести фасок в отворах $\varnothing 13$ мм
035	Вертикально-свердлильна, 2Н135	Свердління отвору $\varnothing 10$ мм; розсвердлювання отвору в розмір $\varnothing 21$ мм; зенкування отвору в розмір $\varnothing 22$ мм
040	Внутрішньо-шліфувальна, 3A240	Шліфування торця в розмір $104h12$ , головного отвору в розмір $\varnothing 80H7$ і торця в розмір $29 \pm 0,1$ мм

Таблиця 2 – Маршрут механічної обробки заготовки деталі на верстатах з ЧПК (варіант 2)

№ операції	Назва операції, модель верстата	Стислий зміст операції
005	Токарно-револьверна з ЧПК, 1В340Ф30	Двократне точіння торця в розмір 107,25 мм; точіння зовнішньої поверхні в розмір Ø122 мм на довжину 60 мм; двократне розточування отворів в розміри 64,9 мм і Ø 38 мм з підрізанням торців в розміри, відповідно, 77 мм та 28,8 мм; точіння канавки 2×90° і фаски 2×45°
010	Токарно-револьверна з ЧПК, 1В340Ф30	Однократне підрізання торця в розмір 104 мм; точіння зовнішньої поверхні в розмір Ø122 мм; обробка головного отвору в розмір Ø22,6 мм; розточування виточки, підрізання торця, розточування фаски; нарізання різі в розмір M24×1,5-7H
015	Вертикально-фрезерна з ЧПК, ЛТ260МФ3	Фрезерування лиски в розмір 6 мм; центрування, свердління отвору 10 мм; розсвердлювання отвору в розмір Ø21 мм; зенкерування отвору в розмір Ø22 мм
020	Вертикально-фрезерна з ЧПК, ЛТ260МФ3	Фрезерування шести заглиблень R20 мм на глибину 30 мм; свердління шести отворів 13 мм; зенкування шести фасок в отворах Ø13 мм
025	Внутрішньо-шліфувальна, 3А240	Шліфування торця в розмір 104h12, головного отвору в розмір Ø80H7 і торця в розмір 29±0,1 мм.

Оскільки обидва варіанти маршруту містять внутрішньо-шліфувальні операції, що виконуються на однакових верстатах і за одних і тих же режимів різання, то в подальшому аналізі ці операції не розглядалися.

Режими різання вибирались за нормативами [4–6].

З урахуванням вибраних режимів різання виконано нормування технологічних операцій. Основний час визначався за формулами [7], решта складових штучно-калькуляційний часу – за нормативами [8–9]. Результати показані у таблиці 3.

Таблиця 3 – Результати визначення норм часу і загальної трудомісткості, хв

№ операції	$T_o$	Складові $T_{доп}$			$T_{доп}$	$T_{обс} + T_{відп}$	$T_{шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт-к}$
		$T_{вст} + T_{закр}$	$T_{упр}$	$T_{вим}$					
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

У табл. 3 прийняті такі позначення:  $T_{шт-к}$ ,  $T_{шт}$ ,  $T_{п-з}$ ,  $T_o$ ,  $T_{доп}$ ,  $T_{обс}$ ,  $T_{відп}$ ,  $T_{вст}$ ,  $T_{закр}$ ,  $T_{упр}$ ,  $T_{вим}$  – відповідно штучно-калькуляційний час, штучний час, підготовчо-завершальний час, основний час, допоміжний час, час на обслуговування робочого місця, час на відпочинок, час на встановлення і

знімання заготовки, час на закріплення і розкріплення заготовки, час на прийоми управління верстатом, час на контрольні вимірювання заготовки

Для обох варіантів маршруту побудовано діаграми розподілу штучно-калькуляційного часу по технологічних операціях (рис. 2).

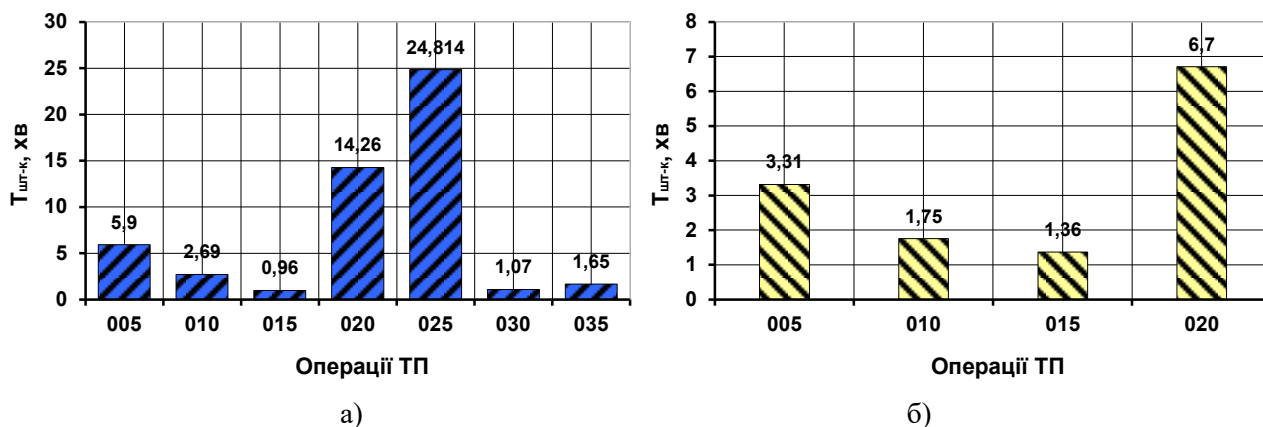


Рисунок 2 – Діаграма штучно-калькуляційного часу по операціях варіантів маршруту:  
а – за використання верстатів з РК; б – за використання верстатів з ЧПК

На основі визначеного  $T_{шт-к}$  розраховано технологічну собівартість механічної обробки на операціях обох варіантів маршруту (табл. 4) і побудовано відповідні діаграми (рис. 3). Розрахунки собівартості операцій виконувалися за формулою [10]

$$C_o = \frac{C_{п-в} \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot k_e} \text{ (грн)}, \quad (1)$$

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

Наближені значення цехових приведених годинних витрат  $C_{п-в}$  визначались за [7].

Таблиця 4 – Технологічна собівартість виконання операцій

№ операцій	$T_{шт-к}, \text{хв}$	Верстат	Цехові приведені годинні витрати, грн/год	Собівартість виконання операції $C_o$ , 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	6P13	43,5	0,54
020	14,26	6P13	43,5	6,73
025	24,814	2K52	62,7	19,95
030	1,07	2K52	62,7	0,86
035	1,65	2H135	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	1B340Ф30	39,0	1,66
010	1,75	1B340Ф30	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	

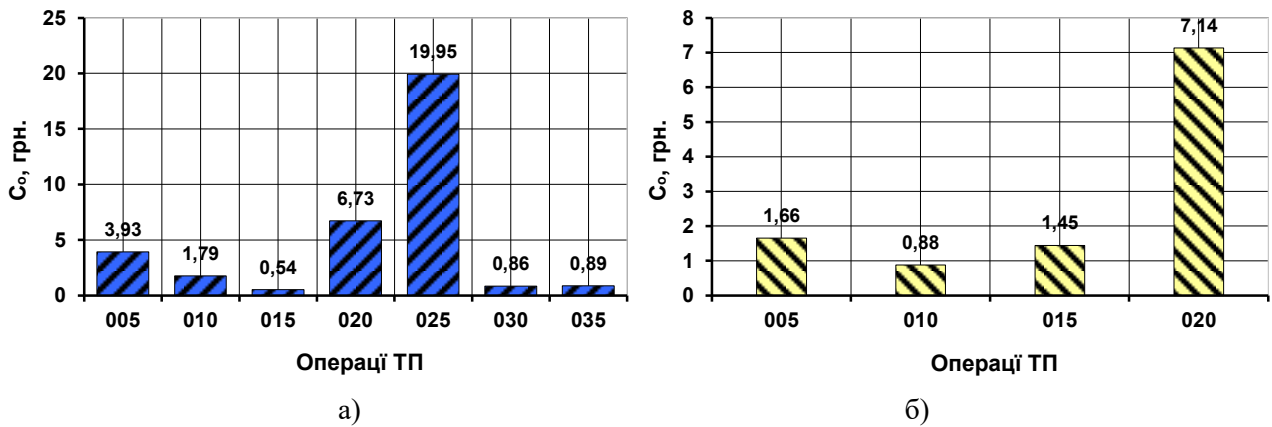


Рисунок 3 – Діаграма технологічної собівартості по операціях варіантів маршруту:  
 а – за використання верстатів з РК (варіант 1); б – за використання верстатів з ЧПК (варіант 2)

Нормування операцій технологічних процесів дозволило визначити величину витрат на силову електроенергію (табл. 5), діаграма (рис. 4). Витрати на силову електроенергію визначалися за формулою [11]

$$E = S_K \cdot W = S_K \cdot \frac{N_y \cdot \eta_m \cdot T_o}{60 \cdot \eta_c \cdot \eta} \text{ (грн)}, \quad (2)$$

де  $S_K$  – ціна за 1 кВт-год силовій електроенергії, грн (за даними ПАТ «Вінницяобленерго» [12]  $S_K = 2,49$  грн за 1 кВт-год);  $W$  – потреба в електроенергії на дану операцію, кВт-год;  $N_y$  і  $\eta$  – встановлена потужність (кВт) і ККД ( $\eta \approx 0,9$ ) електродвигуна приводу головного руху верстата;  $\eta_m = N_{piz} / N_y$  – коефіцієнт завантаження за потужністю електродвигуна приводу головного руху;  $\eta_c$  – коефіцієнт, що враховує втрати в мережі ( $\eta_c = 0,96$ ).

Таблиця 5 – Розрахунок витрат на силову електроенергію

№ операції	$T_o$ , хв	$S_K$ , грн	$N_y$ , кВт	$N_{piz}$ , кВт	$\eta$	$\eta_m$	$\eta_c$	$E$ , 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

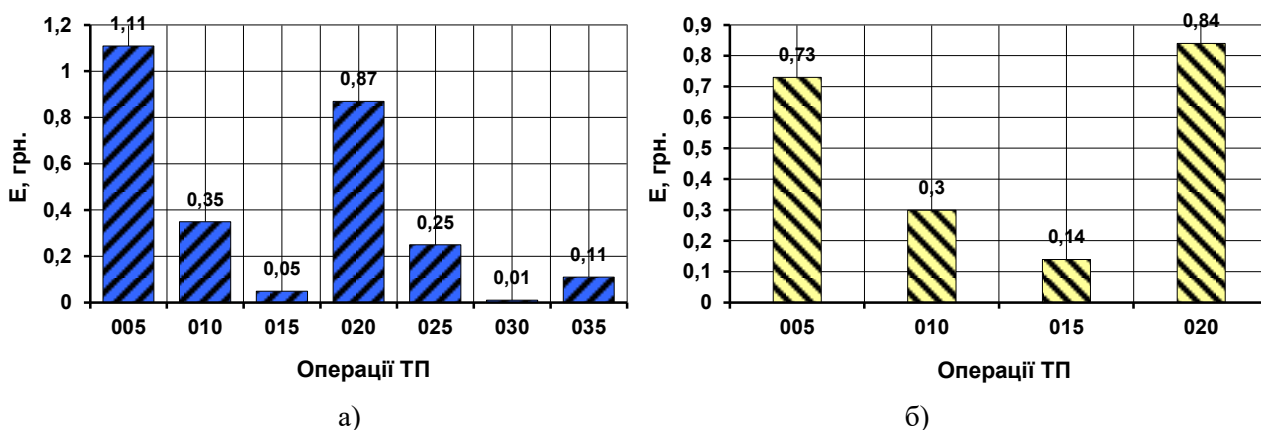


Рисунок 4 – Діаграма витрат на силову електроенергію по операціях варіантів ТП:  
а – за використання верстатів з РК; б – за використання верстатів з ЧПК

Проведені розрахунки продуктивності роботи (за зміну, місяць, рік) на верстатах з ручним керуванням та верстатах з ЧПК (табл. 6). Діаграми продуктивності роботи верстатів за рік для двох варіантів маршрутів показані на рис. 5. Продуктивність за зміну, місяць, рік розраховувалася за формулами

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

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

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

Таблиця 6 – Загальна продуктивність праці по технологічних процесах механічної обробки деталі «Корпус мультиплікатора»

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

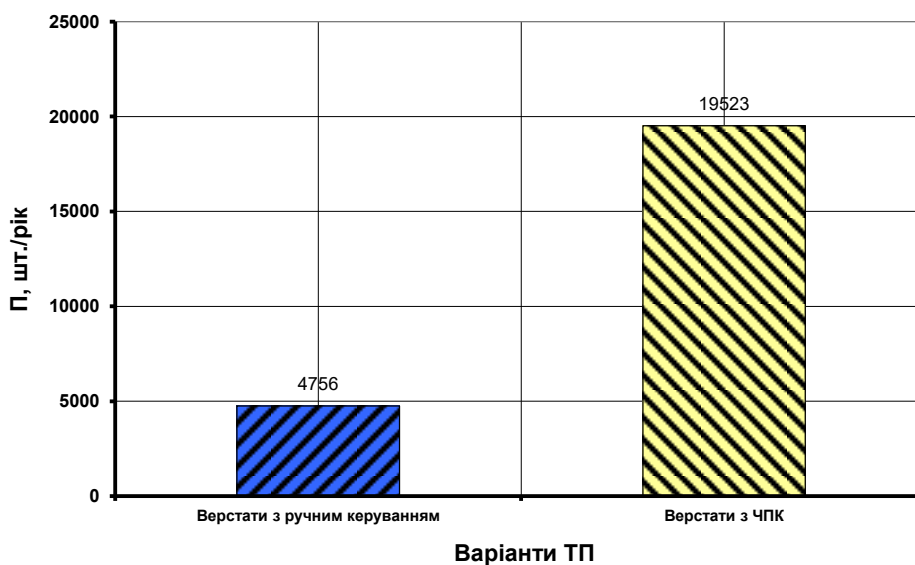


Рисунок 5 – Діаграма продуктивності роботи за рік по варіантах маршруту

## ВИСНОВКИ

1. Вибір режимів різання показав, що обробка на верстатах ЧПК виконується при більших подачах та частотах обертання шпинделя.
2. Визначено штучно-калькуляційний час кожної з операцій технологічних маршрутів, що розглядаються. Встановлено, що для операцій, виконуваних на верстатах з ЧПК, витрати часу є значно меншими і відповідно сумарний час обробки майже в 4 рази менший.
3. Розраховано технологічну собівартість обробки деталі «Корпус мультиплікатора» по операціях механічної обробки та сумарну технологічну собівартість обробки. Технологічна собівартість обробки на верстатах з ЧПК є нижчою і, відповідно, сумарна технологічна собівартість є також меншою приблизно в 3 рази.
4. Проаналізовано витрати на оплату силової електроенергії за виконання обробки деталі «Корпус мультиплікатора» на верстатах з РК та верстатах з ЧПК. Оскільки на операціях технологічного процесу механічної обробки на верстатах з ЧПК вони є меншими, то і сумарні витрати також в 1,4 рази менші.
5. Встановлено, що продуктивність виконання операцій механічної обробки заготовки деталі «Корпус мультиплікатора» на верстатах з ЧПК є значно вищою. В загальному, продуктивність обробки за технологічним процесом, що виконується на верстатах з ЧПК в 4 рази вища, ніж на верстатах з РК. Зменшення трудомісткості і підвищення продуктивності обробки досягнуто завдяки скороченню основного, допоміжного та підготовчо-завершального часу.
6. За використання верстатів з ЧПК зменшено кількість операцій, час їх виконання, кількість основних робітників, заробітну плату, що привело до зменшення собівартості обробки. Зменшується також площа, яку займають верстати.
7. Виконані дослідження підтверджують ефективність використання верстатів з ЧПК, оскільки техніко-економічні показники механічної обробки з їх використанням є вищими, ніж за обробки на верстатах з РК.
8. Результати роботи можуть бути використані для аналізу наявних та проектування нових технологічних процесів механічної обробки у машинобудівному виробництві та у навчальному процесі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чесноков А. В. Факторы эффективности применения оборудования с ЧПУ / А. В. Чесноков // Открытые информационные и компьютерные технологии. – 2013. – № 58. – С. 21–26.
2. 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 // Гідро- та пневмоприводи машин : тези доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 15–16 листопада 2016 р. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – С. 249–252.
3. Дерібо О. В. Фактори зменшення трудомісткості, енерговитрат та технологічної собівартості обробки на верстатах з ЧПК / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, Д. А. Ангельський // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія «Технічні науки». – 2015. – Т. 1, № 1(89). – С. 10–16.
4. Общемашиностроительные нормативы режимов резания : Справочник. В 2-х т. : Т. 1. / А. Д. Локтев, И. Ф. Гушин, В. А. Батуев [и др.] – М. : Машиностроение, 1991. – 640 с.
5. Каштальян И. А. Обработка на станках с числовым программным управлением : справ. пособие / И. А. Каштальян, В. И. Клевзович. – Минск : Вышэйшая школа, 1989. – 271 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. – М. : Экономика, 1990. – 473 с.
7. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительные работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство. – М. : НИИ труда, 1984. – 470 с.

9. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с программным управлением. Часть I. Нормативы времени. – М. : Экономика, 1990. – 206 с.
10. Расчеты экономической эффективности новой техники : Справочник / Под общ. ред. К. М. Великанова. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 448 с.
11. Руденко П. А. Проектирование технологических процессов в машиностроении / П. А. Руденко. – К : Вища школа, 1985. – 255 с.
12. Тарифи. ПАТ Вінницяобленерго [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим дрступу: [http://www.voe.com.ua/consumers/legal\\_entities/fees?year=2017&month=2](http://www.voe.com.ua/consumers/legal_entities/fees?year=2017&month=2).

#### REFERENCES

1. Chesnokov A. V. Faktoryi effektivnosti primeneniya oborudovaniya s ChPU / A. V. Chesnokov // Otkryitiye informatsionnyie i kompyuternyye tehnologii. – 2013. – № 58. – S. 21–26.
2. Dusaniuk Zh. P. Efektyvnist' mekhanichnoyi obrobky detali typu «Korpus 46.90.001» pry vykorystanni verstativ z ChPK / Zh. P. Dusaniuk, S. V. Repinskyi, R. R. Parkhomchuk // Tezy dopovidey II-oyi Mizhnarodnoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Hidro- ta pnevmopryvody mashyn», m. Vinnytsia, 15-16 lystopada 2016 r. – Vinnytsia : VNTU, 2016. – S. 249–252.
3. Deribo O. V. Faktory zmeshchennya trudomistkosti, enerhovytrat ta tekhnolohichnoyi sobivartosti obrobky na verstatakh z ChPK / O. V. Deribo, Zh. P. Dusaniuk, D. A. Anhel's'kyu // Zbirnyk naukovykh prats' Vinnyts'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya «Tekhnichni nauky». – 2015. – № 1(89), t. 1. – S. 10–16.
4. Obschemashinostroitelnyie normativyi rezhimov rezaniya : Spravochnik. V 2-h t. : T. 1. / A. D. Loktev, I. F. Guschin, V. A. Batuev [i dr.] – М. : Mashinostroenie, 1991. – 640 s.
5. Kashtalyan I. A. Obrabotka na stankah s chislovyim programmnyim upravleniem : sprav. posobie / I. A. Kashtalyan, V. I. Klevzovich. – Minsk : Vvisheyshaya shkola, 1989. – 271 s.
6. Obschemashinostroitelnyie normativyi vremeni i rezhimov rezaniya dlya normirovaniya rabot, vyipolnyaemyih na universalnyih i mnogotselevyih stankah s programmnyim upravleniem. Chast II. Normativyi rezhimov rezaniya. – М. : Ekonomika, 1990. – 473 s.
7. Deribo O. V. Tekhnolohiya mashynobuduvannya. Kursove proektuvannya : navchal'nyu posibnyk / O. V. Deribo, Zh. P. Dusaniuk, V. P. Purdyk. – Vinnytsia : VNTU, 2013. – 123 s.
8. Obschemashinostroitelnyie normativyi vremeni vspomogatelnogo, na obsluzhivanie rabocheho mesta i podgotovitelno-zaklyuchitelnyie raboty, vyipolnyaemyie na metallorzhushchih stankah. Sredneseriyne i krupnoseriyne proizvodstvo. – М. : NII truda, 1984. – 470 s.
9. Obschemashinostroitelnyie normativyi vremeni i rezhimov rezaniya dlya normirovaniya rabot, vyipolnyaemyih na universalnyih i mnogotselevyih stankah s programmnyim upravleniem. Chast I. Normativyi vremeni. – М. : Ekonomika, 1990. – 206 s.
10. Raschetyi ekonomicheskoy effektivnosti novoy tehniki : Spravochnik / Pod obsch. red. K. M. Velikanova. – Л. : Mashinostroenie. Leningr. otd-nie, 1990. – 448 s.
11. Rudenko P. A. Proektirovanie tehnologicheskikh protsessov v mashinostroenii / P. A. Rudenko. – К : Vischa shkola, 1985. – 255 s.
12. [http://www.voe.com.ua/consumers/legal\\_entities/fees?year=2017&month=2](http://www.voe.com.ua/consumers/legal_entities/fees?year=2017&month=2).

**Ж. П. Дусанюк<sup>1</sup>, О. В. Дерібо<sup>1</sup>, С. В. Репінський<sup>1</sup>, О. В. Паславська<sup>1</sup>, Р. Р. Пархомчук<sup>1</sup>**

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «КОРПУС МУЛЬТИПЛІКАТОРА»**

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

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

Мета роботи – порівняльний аналіз техніко-економічних показників обробки заготовок партії деталей типу «Корпус мультиплікатора» на верстатах з ручним керуванням 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.

Проведено аналіз техніко-економічних показників механічної обробки заготовок партії деталей типу «Корпус мультиплікатора» на верстатах з ручним керуванням і на верстатах з числовим програмним керуванням. Доведено ефективність використання верстатів з числовим програмним керуванням, які знижують технологічну собівартість операцій механічної обробки та енерговитрати, підвищують продуктивність праці. Виявлено фактори, які найсуттєвіше впливають на ефективність технологічних процесів механічної обробки заготовок деталей з точки зору трудомісткості, енерговитрат, технологічної собівартості та продуктивності праці. Зокрема, вибір режимів різання показав, що обробка на верстатах ЧПК виконується при більших подачах та частотах обертання шпинделя. Встановлено, що для операцій, виконуваних на верстатах з ЧПК, витрати часу є значно меншими і, відповідно, сумарний час обробки суттєво менший. Технологічна собівартість обробки на верстатах з ЧПК є нижчою і, відповідно, сумарна технологічна собівартість є також меншою приблизно в 3 рази. Аналіз витрат на силову електроенергію показав, що за виконання обробки на верстатах з ЧПК вони є меншими. Встановлено, що продуктивність виконання операцій механічної обробки заготовки деталі «Корпус мультиплікатора» на верстатах з ЧПК є вищою в 4 рази. Виконані дослідження підтверджують ефективність використання верстатів з ЧПК, оскільки техніко-економічні показники механічної обробки з їх використанням є вищими, ніж за обробки на верстатах з ручним керуванням.

Результати роботи можуть бути використані для аналізу наявних та проектування нових технологічних процесів механічної обробки у машинобудівному виробництві та у навчальному процесі.

**Ключові слова:** технологічний процес, режими різання, норми часу, енерговитрати, технологічна собівартість, продуктивність праці.

*Дусанюк Жанна Павлівна*, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет

*Дерібо Олександр Володимирович*, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: DeriboOV@ukr.net

*Репінський Сергій Володимирович*, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: repinskyisv@gmail.com

*Паславська Оксана Віталіївна*, старший лаборант кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет

*Пархомчук Роман Романович*, студент факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

**Zh. Dusaniuk<sup>1</sup>, O. Deribo<sup>1</sup>, S. Repinskyi<sup>1</sup>, O. Paslavaska<sup>1</sup>, R. Parhomchuk<sup>1</sup>**

## **IMPROVING EFFICIENCY OF MACHINING THE BLANK OF THE MULTIPLIER BODY COMPONENT**

<sup>1</sup>Vinnitsia National Technical University

Research object – manufacturing process of machining the blank of the multiplier body component.

Research aim – comparative analysis of the technical and economic indicators of machining the blanks of the multiplier body component on manually-controlled and CNC machine-tools in order to determine the factors, having the most significant influence on the efficiency of manufacturing processes of machining the component blanks in terms of complexity, energy consumption, technological cost and labor productivity.

Analysis of the technical and economic indicators of machining the blank of the multiplier body component batch on manually-controlled and CNC machine-tools has been performed. The efficiency of CNC machine-tools was confirmed in terms of the reduced technological cost of machining operations and energy consumption as well as higher labor productivity. The most influential factors have been determined as to the efficiency of manufacturing processes of machining the component blanks in terms of complexity, energy consumption, technological cost and labor productivity. Particularly, the choice of cutting modes has shown that CNC machining is performed at higher feed rates and rotation speeds of the spindle. It has been determined that for performing CNC machine-tools operations much less time is required with corresponding significant reduction of total machining time. Technological cost of CNC machining operations is reduced with corresponding three-time reduction of the total technological cost. Analysis has shown the reduction of electric power consumption for performing CNC machine tool operations. It was determined that the productivity of operations of machining the blank of the multiplier body component on CNC machine-tools is four-time higher.

The research results can be used for analyzing the existing and designing new machining processes in machine-building production and in the educational process.

**Key words:** manufacturing process, cutting modes, time standards, energy consumption, technological cost, labor productivity.

*Dusaniuk Zhanna*, Ph. D., Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University

*Deribo Oleksandr*, Ph. D., Assistant Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, e-mail: DeriboOV@ukr.net

*Repinskyi Sergii*, Ph. D., Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, e-mail: repinskyisv@gmail.com

*Paslavska Oksana*, Senior Laboratory of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University

*Parkhomchuk Roman*, Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University

**Ж. П. Дусанюк<sup>1</sup>, А. В. Дерибо<sup>1</sup>, С. В. Репинский<sup>1</sup>, О. В. Паславская<sup>1</sup>, Р. Р. Пархомчук<sup>1</sup>**

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛИ ТИПА «КОРПУС МУЛЬТИПЛИКАТОРА»**

<sup>1</sup>Винницкий национальный технический университет

Объект исследования – технологический процесс механической обработки заготовки корпусной детали.

Цель работы – сравнительный анализ технико-экономических показателей обработки заготовок партии деталей типа «Корпус мультипликатора» на станках с ручным управлением и станках с ЧПУ для выявления факторов, которые существенно влияют на эффективность технологических процессов механической обработки заготовок деталей с точки зрения трудоемкости, энергозатрат, технологической себестоимости и производительности труда.

Проведен анализ технико-экономических показателей механической обработки заготовок партии деталей типа «Корпус мультипликатора» на станках с ручным управлением и на станках с числовым программным управлением. Доказана эффективность использования станков с числовым программным управлением, которые снижают технологическую себестоимость операций механической обработки и энергозатраты, повышают производительность труда. Выявлены факторы, которые существенно влияют на эффективность технологических процессов механической обработки заготовок деталей с точки зрения трудоемкости, энергозатрат, технологической себестоимости и

производительности труда. В частности, выбор режимов резания показал, что обработка на станках ЧПУ выполняется при больших подачах и частотах вращения шпинделя. Установлено, что для операций, выполняемых на станках с ЧПУ, затраты времени значительно меньше и соответственно суммарное время обработки существенно меньше. Технологическая себестоимость обработки на станках с ЧПУ ниже и, соответственно, суммарная технологическая себестоимость также меньше примерно в 3 раза. Анализ затрат на силовую электроэнергию показал, что при выполнении обработки на станках с ЧПУ они меньше. Установлено, что производительность при выполнении операций механической обработки заготовки детали «Корпус мультипликатора» на станках с ЧПУ выше в 4 раза. Выполненные исследования подтверждают эффективность использования станков с ЧПУ, поскольку технико-экономические показатели механической обработки с их использованием выше, чем при обработке на станках с ручным управлением.

Результаты работы могут быть использованы для анализа имеющихся и проектирования новых технологических процессов механической обработки в машиностроительном производстве и в учебном процессе.

**Ключевые слова:** технологический процесс, режимы резания, нормы времени, энергозатраты, технологическая себестоимость, производительность труда.

*Дусанюк Жанна Павловна*, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологий и автоматизации машиностроения, Винницкий национальный технический университет

*Дерибо Александр Владимирович*, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологий и автоматизации машиностроения, Винницкий национальный технический университет, e-mail: DeriboOV@ukr.net

*Ретинский Сергей Владимирович*, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологий и автоматизации машиностроения, Винницкий национальный технический университет, e-mail: repinskyisv@gmail.com

*Паславская Оксана Витальевна*, старший лаборант кафедры технологий и автоматизации машиностроения, Винницкий национальный технический университет

*Пархомчук Роман Романович*, студент факультета машиностроения и транспорта, Винницкий национальный технический университет