

Магістерська кваліфікаційна робота
за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка»
на тему:

***Удосконалення технологічного процесу
механічної обробки заготовки деталі
типу «Корпус АЦ.60.01.010»***

Виконав: ст. гр. 1ПМ-19м

Нікітюк М. В.

Керівник: к.т.н., професор каф. ТАМ

Дерібо О. В.

Мета і завдання дослідження

Мета і завдання дослідження. Метою магістерської кваліфікаційної роботи (МКР) є удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус АЦ.60.01.010» шляхом застосування прогресивних технологічних процесів з використанням високопродуктивного обладнання, сучасного підходу до вибору верстатів, інструментів, оснащення, що забезпечить необхідну якість деталей при скороченні часу обробки, зменшенні необхідної кількості обладнання, працюючих, площ, енерговитрат, собівартості виробу.

Для досягнення поставленої мети повинні бути вирішені наступні **завдання**:

- провести аналітичний огляд технологій виготовлення деталей типу «Корпус»;
- на основі креслення деталі виконати якісний і кількісний аналіз технологічності;
- встановити тип виробництва та форму організації роботи;
- вибрати метод та найраціональніший спосіб виготовлення заготовки;
- вибрати способи обробки поверхонь заготовки деталі «Корпус АЦ.60.01.010»;
- обґрунтувати вибір технологічних баз;
- розробити варіанти маршруту удосконаленого технологічного процесу механічної обробки;
- вибрати кращий з розроблених маршрутів механічної обробки за мінімумом приведених витрат;
- вибрати режими різання;
- виконати нормування операцій;
- виявити і порівняти рівні впливу елементарних похибок на сумарну похибку розмірів, що поєднують осі головних отворів з базовими площинами корпусних деталей в процесі виготовлення цих деталей на багатоцільових верстатах з ЧПК;
 - встановити приведену програму виробів;
 - розрахувати кількість обладнання та працюючих, що необхідні для забезпечення механічної обробки заготовки деталі;
 - провести розрахунок економічної доцільності впровадження удосконаленого технологічного процесу;
 - розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення деталей типу «Корпус».

Предмет дослідження – удосконалений технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус АЦ.60.01.010».

Наукова новизна одержаних результатів. Дістала подальший розвиток методика визначення точності обробки на прикладі остаточного (тонкого) розточування головного отвору в заготовці корпусної деталі на багатоцільовому свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті, що дозволило виявити, проаналізувати і узагальнити рівень впливу технологічних факторів на точність розмірів, що поєднують вісь отвору з базовою площиною і визначити сумарну похибку обробки.

Практичне значення одержаних результатів полягає в удосконаленні технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус АЦ.60.01.010» на базі використання сучасних підходів до побудови технологічних процесів механічної обробки, впровадження прогресивного автоматизованого обладнання, що дозволяє підвищити якість оброблених деталей, зменшити їх собівартість, суттєво скоротити при цьому виробничі площі. При цьому запропоновані такі рішення:

- встановлено, що найдоцільнішими способами виготовлення заготовки є лиття в піщано-глинисті форми з ручним та машинним формуванням суміші. Техніко-економічні розрахунки показали, що економічно вигідніше виготовляти заготовку литтям в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші, оскільки вартість заготовки при цьому складає 311,44 грн., що менше у порівнянні з ручним формуванням – 330,31 грн.;

- розроблено удосконалений технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус АЦ.60.01.010» з використанням високопродуктивних верстатів з ЧПК; техніко-економічний аналіз показав, що впровадження удосконаленого технологічного процесу в виробництво є економічно доцільним;

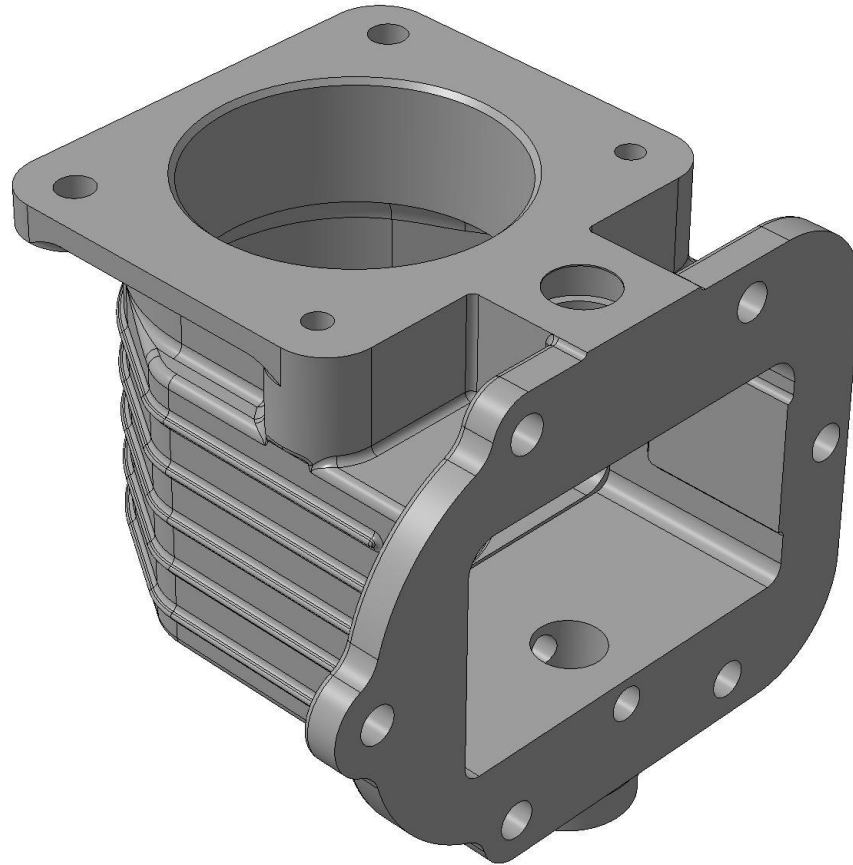
- виконано аналіз точності обробки на прикладі остаточного (тонкого) розточування головного отвору в заготовці корпусної деталі «Корпус АЦ.60.01.010» на багатоцільовому верстаті HAAS VF-2TR. Розглянуто найточніший розмір, що поєднує вісь отвору з базовою площиною. Це дозволило виявити, проаналізувати і узагальнити рівень впливу технологічних факторів на точність таких розмірів і визначити сумарну похибку обробки;

- для удосконаленого маршруту механічної обробки спроектовано дільницю механічної обробки; розраховано приведену програму для роботи дільниці в великосерійному виробництві, яка складає 21092 шт.; дільниця механічної обробки повинна містити 3 верстати, кількість основних робітників-верстатників, що її обслуговують – 3 чол., всього працівників на дільниці – 7 чол.

Апробація результатів роботи. Основні положення і результати роботи доповідалися й обговорювалися на конференції, по результатах якої опубліковано тезу доповіді:

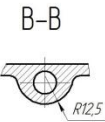
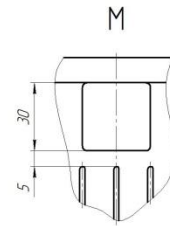
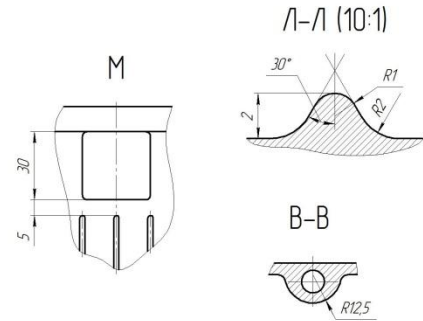
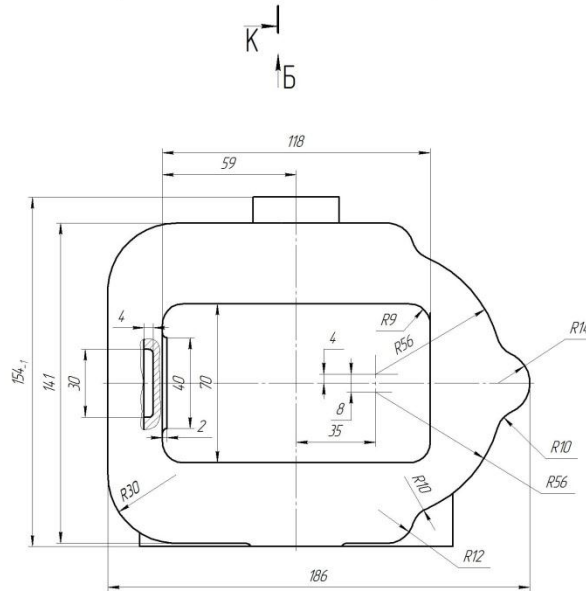
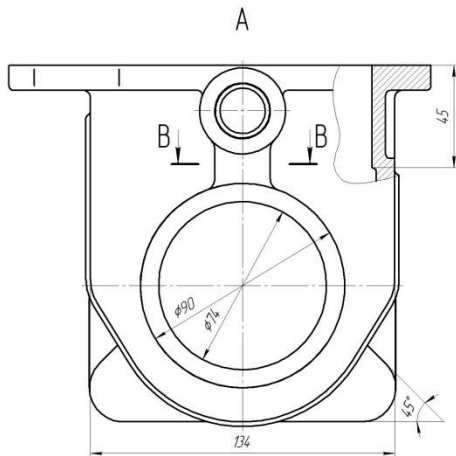
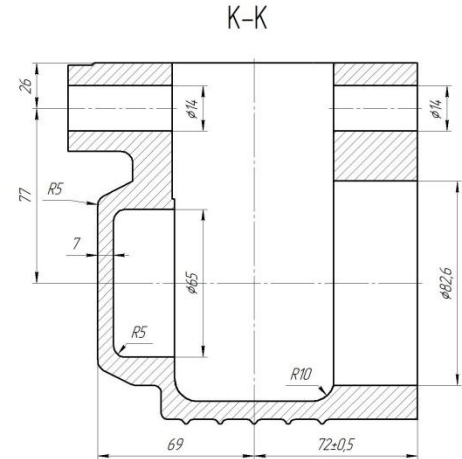
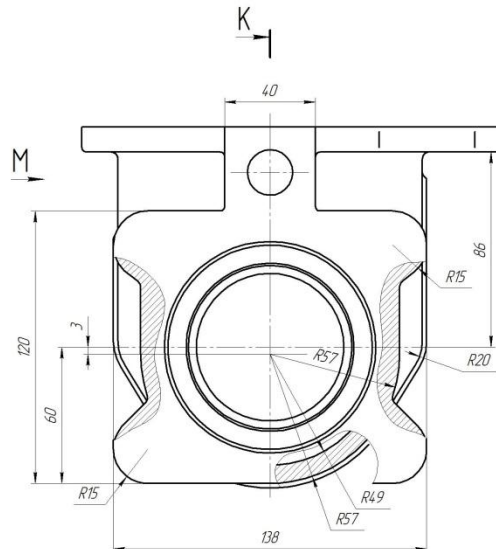
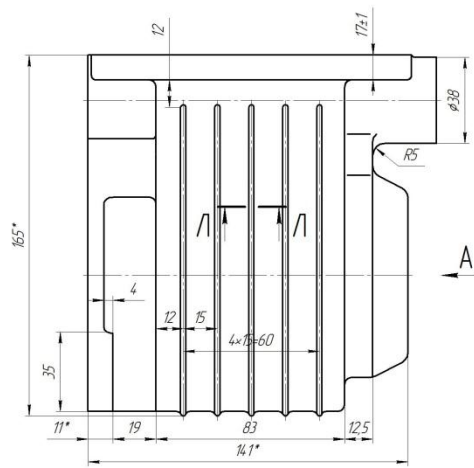
- Аналіз впливу технологічних факторів на точність розмірів між осями головних отворів корпусних деталей і базовими площинами, що забезпечуються розточуванням на багатоцільовому верстаті [Електронний ресурс] / О. В. Дерібо, М. В. Нікітюк // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2021)», м. Вінниця, 01-14 травня 2021 р. – 2021. – Режим доступу : – <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/paper/view/10958>.

3D-модель деталі «Корпус АЦ.60.01.010»



08-26.MKP.014.00.002

Rz 500



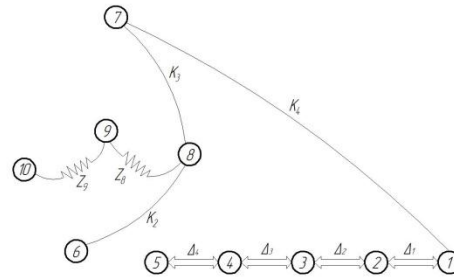
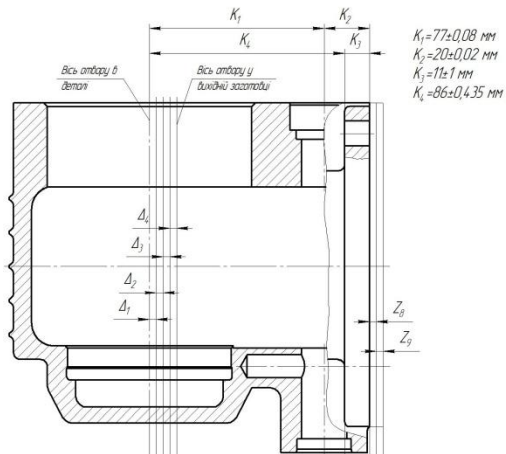
1. Точність виливка 9-6-11-9 ГОСТ 26645-85.
2. Незазначені либарні радіуси 2-3 мм.
3. Либарні ухили по ГОСТ 3212-92.
4. * Розміри для довілок.
5. Покриття внутрішніх необроблених поверхонь - емаль ВЛ-515 червоно-коричнева ТУ6-10-1052-75 V.6/1.
6. На поверхні внутрішніх розточок і прилачних площинах наявність раковин не допускається.

08-26.MKP.014.00.002				Лист	Масштаб	Масштаб
Карпус (виливок)				5,64	1:1	
СЧ20 ГОСТ 1412-85				Лист	Листов	1
Копія				ВНТУ		ст. гр. 1114-194
				Формат А1		

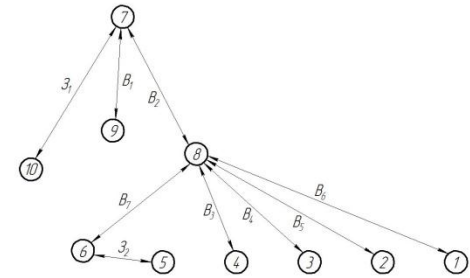
Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10
Лист 11 з 11
Лист 12 з 12
Лист 13 з 13
Лист 14 з 14
Лист 15 з 15
Лист 16 з 16
Лист 17 з 17
Лист 18 з 18
Лист 19 з 19
Лист 20 з 20
Лист 21 з 21
Лист 22 з 22
Лист 23 з 23
Лист 24 з 24
Лист 25 з 25
Лист 26 з 26
Лист 27 з 27
Лист 28 з 28
Лист 29 з 29
Лист 30 з 30
Лист 31 з 31
Лист 32 з 32
Лист 33 з 33
Лист 34 з 34
Лист 35 з 35
Лист 36 з 36
Лист 37 з 37
Лист 38 з 38
Лист 39 з 39
Лист 40 з 40
Лист 41 з 41
Лист 42 з 42
Лист 43 з 43
Лист 44 з 44
Лист 45 з 45
Лист 46 з 46
Лист 47 з 47
Лист 48 з 48
Лист 49 з 49
Лист 50 з 50
Лист 51 з 51
Лист 52 з 52
Лист 53 з 53
Лист 54 з 54
Лист 55 з 55
Лист 56 з 56
Лист 57 з 57
Лист 58 з 58
Лист 59 з 59
Лист 60 з 60
Лист 61 з 61
Лист 62 з 62
Лист 63 з 63
Лист 64 з 64
Лист 65 з 65
Лист 66 з 66
Лист 67 з 67
Лист 68 з 68
Лист 69 з 69
Лист 70 з 70
Лист 71 з 71
Лист 72 з 72
Лист 73 з 73
Лист 74 з 74
Лист 75 з 75
Лист 76 з 76
Лист 77 з 77
Лист 78 з 78
Лист 79 з 79
Лист 80 з 80
Лист 81 з 81
Лист 82 з 82
Лист 83 з 83
Лист 84 з 84
Лист 85 з 85
Лист 86 з 86
Лист 87 з 87
Лист 88 з 88
Лист 89 з 89
Лист 90 з 90
Лист 91 з 91
Лист 92 з 92
Лист 93 з 93
Лист 94 з 94
Лист 95 з 95
Лист 96 з 96
Лист 97 з 97
Лист 98 з 98
Лист 99 з 99
Лист 100 з 100

Розмірний аналіз технологічного процесу

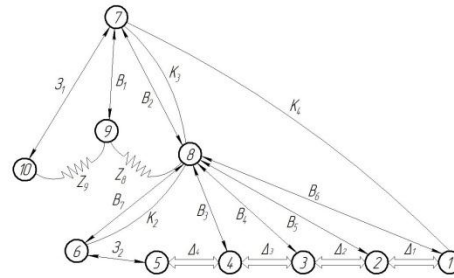
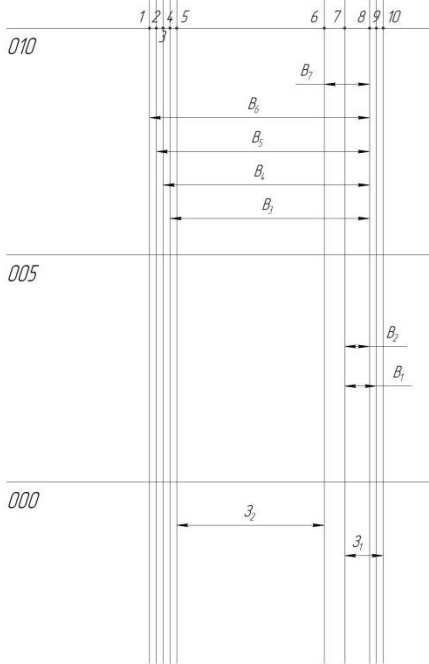
Розмірна схема технологічного процесу



Вихідний граф-дерево



Похідний граф-дерево



Суміщений граф

Значення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки та їх допуски, мм

Початковий розмір	Граничні значення розмірів		Допуск	Номинальний розмір	Значення розміру в технологічному документі	Значення розміру на кресленні вихідної заготовки
	тіл розмір	тах розмір				
B_1	10,25	10,68	0,43	10,68	$10,68_{-0,43}$	-
B_2	10	11	2,0	11	11 ± 1	-
B_3	95,2	96,07	0,87	95,635	$95,635 \pm 0,435$	-
B_4	95,46	95,81	0,35	95,635	$95,635 \pm 0,175$	-
B_5	95,525	95,745	0,22	95,635	$95,635 \pm 0,11$	-
B_6	95,565	95,705	0,14	95,635	$95,635 \pm 0,07$	-
B_7	19,98	20,02	0,04	20	$20 \pm 0,02$	-
Z_1	11,25	13,15	1,9	12,2	-	$12,2 \pm 0,95$
Z_2	75,085	76,185	1,1	75,635	-	$75,635 \pm 0,55$

Значення припусків, мм

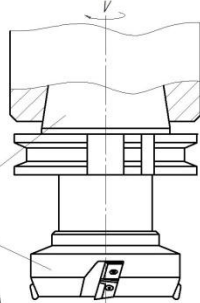
Припуски		Z_0	Z_1
Граничні значення	$Z_{\text{тил}}$	0,25	1,0
	$Z_{\text{тах}}$	0,68	2,9

08-26-МКР.014.00.400

Перехід 2, 3

Оправка перехідна 191831062
ТУ2-035-975-85

Фреза торцева 2214-0157
ВК8 (φ65) ГОСТ 9473-80



Перехід 4, 5

Оправка перехідна 191831062
ТУ2-035-975-85

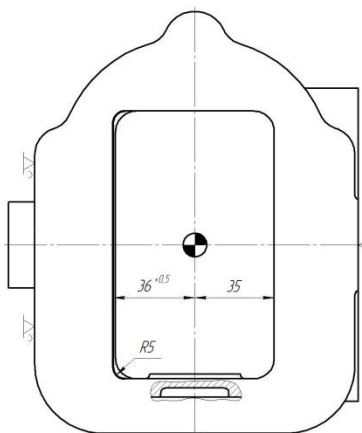
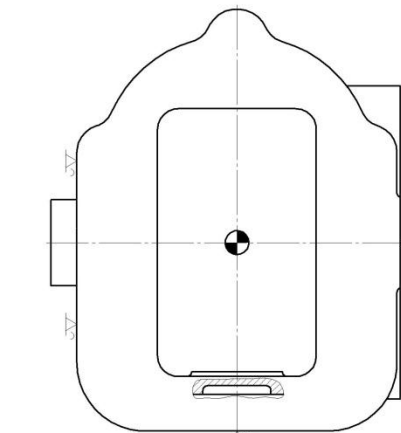
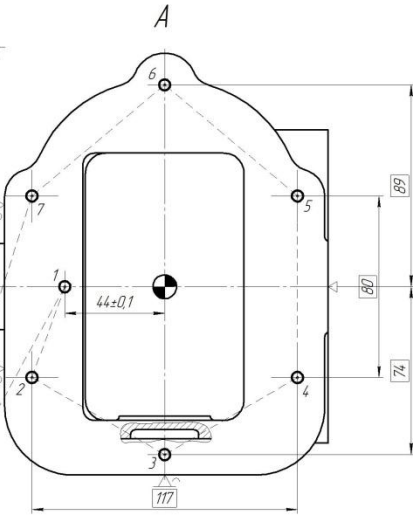
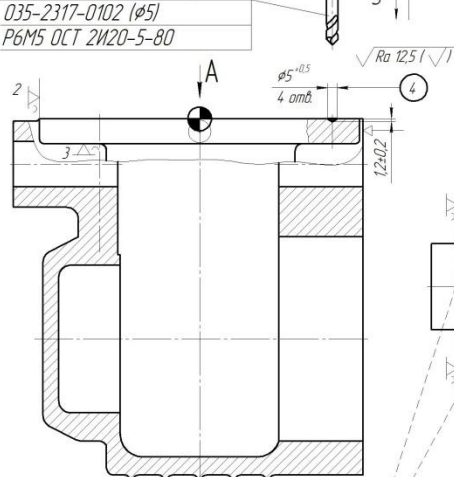
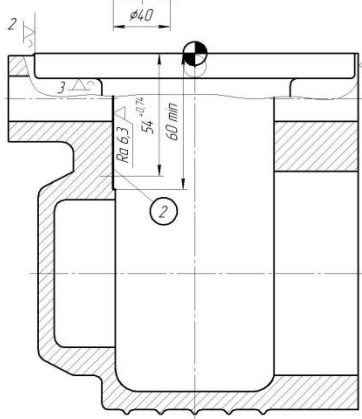
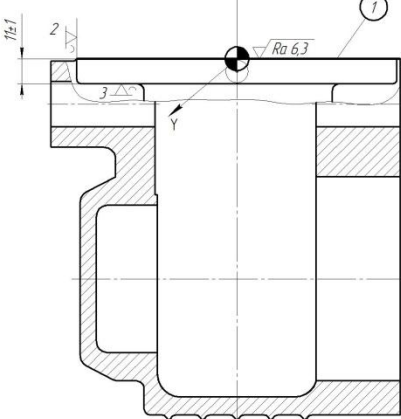
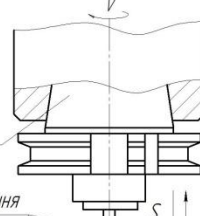
Фреза кінцева ВК8
ГОСТ 18372-73



Перехід 6

Оправка перехідна 191831062
ТУ2-035-975-85

Свердло для зацентрування
035-2317-0102 (φ5)
Р6М5 ОСТ 2И20-5-80



005	9	Свердлили 6 отб. 4	28	5,5	800	0,25
	8	Развернули отб. 3	26	0,15	800	0,25
	7	Свердлили отб. 3	25	4,9	800	0,25
	6	Центрували отб. 3 та 6 отб. 4	13	2,5	800	0,25
	5	Фрезерували поверхню 2 остаточно в розмір 35,4 ±0,02 мм	32	0,4	1000	0,3 м/зуб
	4	Фрезерували поверхню 2 попередньо в розмір 35,4 ±0,02 мм	25	0,6	800	0,3 м/зуб
	3	Фрезерували площину 1 остаточно	204	0,5	1000	0,3 м/зуб
	2	Фрезерували площину 1 попередньо в розмір 11,5 ±0,03 мм	164	5,5	800	0,3 м/зуб

№ операції	№ вертикально-фрезеро з ЧПК	ЛТ260МФ3	V, м/хв	f, мм	n, об/хв	S, мм/об	Режими різання		
							Авт	Розр	Ускладн
08-26-МКР.014.00.400							Карта налагоджень		
							Лист	1	з 11
							Лист	1	з 11
							ВНТУ ст. гр. ПМ-19м		

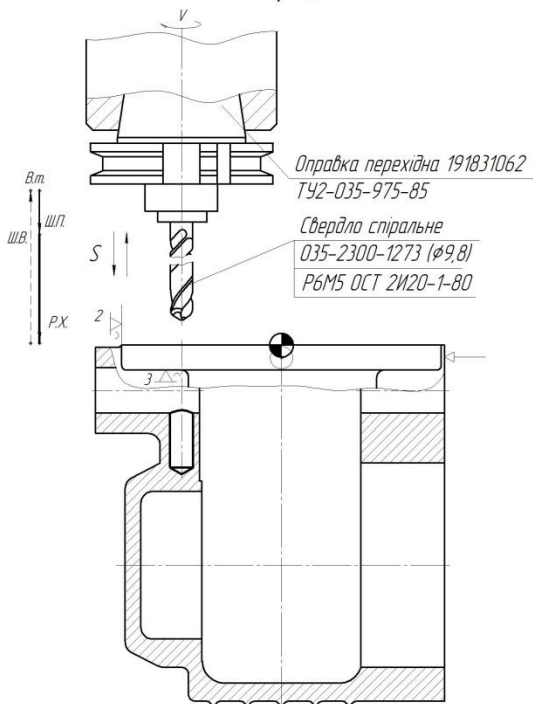
Лист 1 з 11

Лист 1 з 11

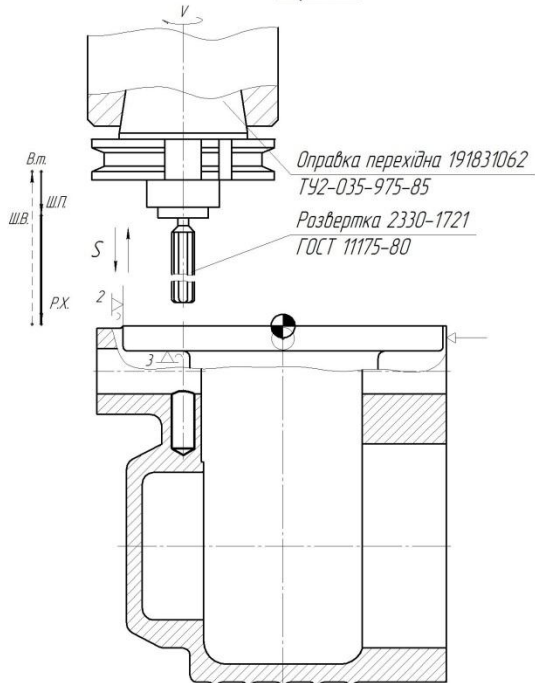
Лист 1 з 11

08-26.МКР.014.00.400

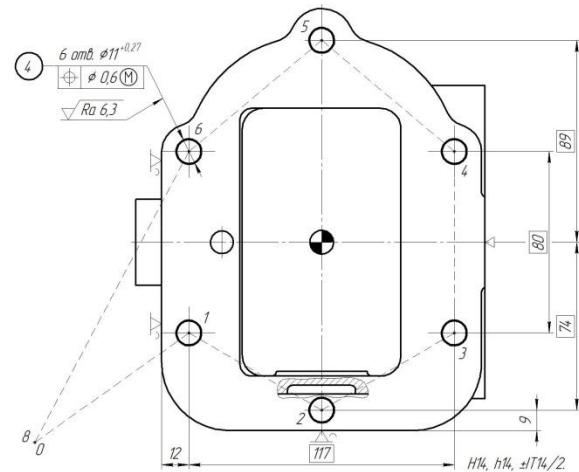
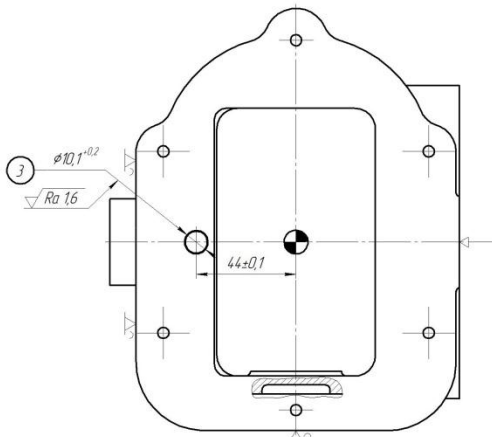
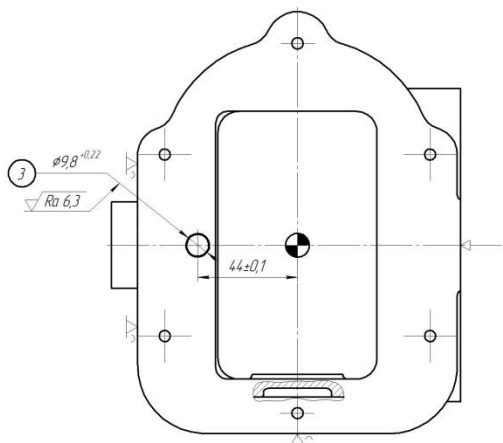
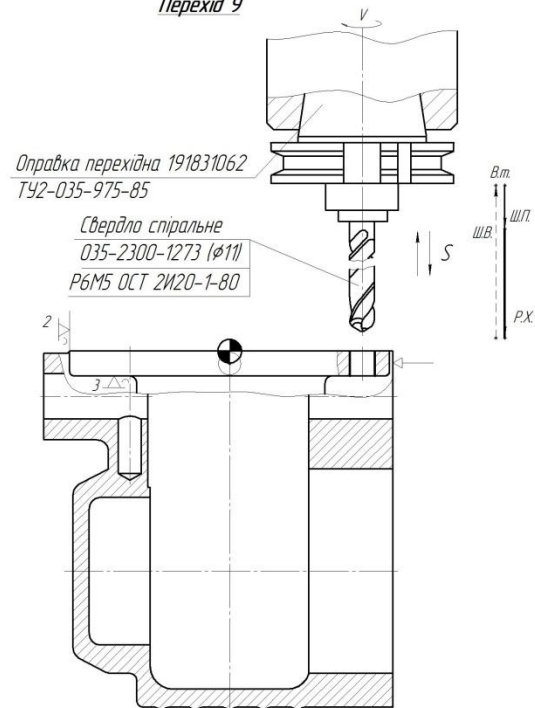
Перехід 7



Перехід 8



Перехід 9



АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ РОЗМІРІВ МІЖ ОСЯМИ ГОЛОВНИХ ОТВОРІВ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ І БАЗОВИМИ ПЛОЩИНАМИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬСЯ РОЗТОЧУВАННЯМ НА БАГАТОЦІЛЬОВОМУ ВЕРСТАТІ

Мета роботи – виявлення і порівняння рівнів впливу елементарних похибок на сумарну похибку розмірів, що поєднують осі головних отворів з базовими площинами корпусних деталей в процесі виготовлення цих деталей на багатоцільових верстатах з ЧПК.

Досліджувався вплив на точність розміру $20 \pm 0,02$ мм, що поєднує отвір $\varnothing 20H8$ мм з базовою площиною.

Необхідною умовою роботи без браку під час виконання певного технологічного переходу механічної обробки партії заготовок деталей на настроєному верстаті є забезпечення співвідношення

$$\varepsilon_{\Sigma} \leq T \text{ [МКМ]}. \quad (1)$$

Сумарна похибка визначається за формулою

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{1}{K} \sqrt{(K_1 \varepsilon_y)^2 + (K_2 \varepsilon_{\text{пд}})^2 + (K_3 \varepsilon_{\text{н}})^2 + (K_4 \varepsilon_{\text{п.і}})^2 + (K_5 \varepsilon_i)^2 + (K_6 \varepsilon_{\text{в}})^2 + (K_7 \varepsilon_{\text{т}})^2} \text{ [МКМ]}. \quad (2)$$

Похибку установлення визначено за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2} \text{ [МКМ]}. \quad (3)$$

Похибка закріплення ε_s визначається за формулою

$$\varepsilon_s = y_{\text{max}} - y_{\text{min}} \text{ [МКМ]}, \quad (4)$$

$$\varepsilon_s = 35 - 22 = 13 \text{ (МКМ)}.$$

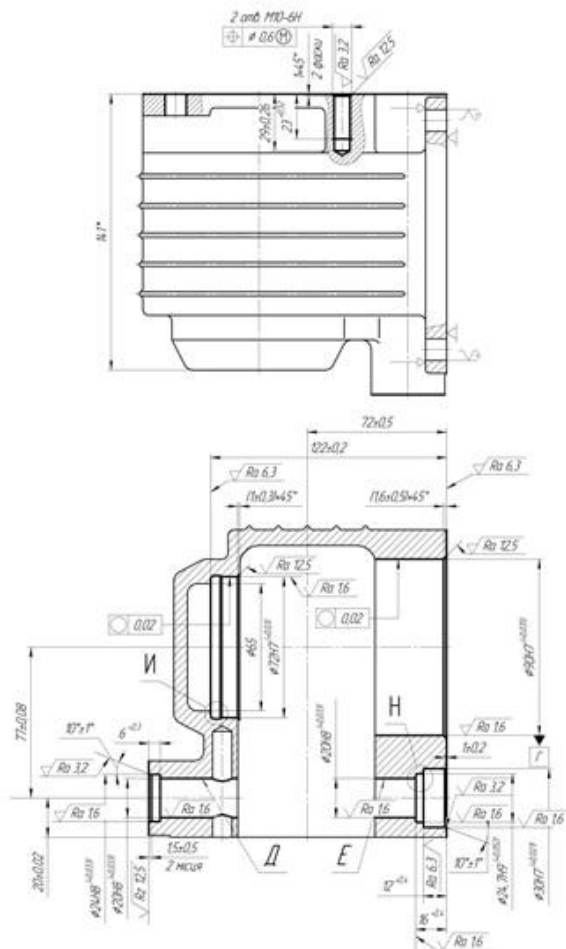


Рисунок 1 – Ескіз обробки

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ РОЗМІРІВ МІЖ ОСЯМИ ГОЛОВНИХ ОТВОРІВ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ І БАЗОВИМИ ПЛОЩИНАМИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬСЯ РОЗТОЧУВАННЯМ НА БАГАТОЦІЛЬОВОМУ ВЕРСТАТІ

(продовження)

Похибка $\varepsilon_{\text{пр}}$ визначалась за формулою

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{yc}}^2 + \varepsilon_{\text{sy}}^2 + \varepsilon_{\text{пв}}^2} \text{ [МКМ]}, \quad (5)$$

Вважалась, що похибка ε_{yc} у випадку, який розглядається, відсутня оскільки вона може бути зкомпенсована під час настроювання на розмір обробки розташування осі обертання розточувальної оправки.

Похибку ε_{sy} визначено за емпіричною формулою

$$\varepsilon_{\text{sy}} = \beta \sqrt{N} = 2 \text{ (МКМ)}. \quad (6)$$

Оскільки зазор у напрямку отриманого розміру між основними конструкторськими базами пристрою і допоміжними конструкторськими базами верстата відсутній, то у випадку, що розглядається $\varepsilon_{\text{пв}} = 0$. Таким чином, $\varepsilon_{\text{пр}} = \varepsilon_{\text{sy}} = 2$ МКМ.

Підставивши визначені значення складових похибки установаження в (3), отримаємо $\varepsilon_{\text{y}} = 14$ МКМ.

Похибка $\varepsilon_{\text{н}}$ визначалась визначалась за формулою

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{н}} &= 1,2 \sqrt{(\varepsilon_{\text{р}})^2 + (\varepsilon_{\text{вм}})^2 + (\varepsilon_{\text{зм}})^2} \text{ [МКМ]}; \\ \varepsilon_{\text{н}} &= 5 \text{ МКМ}. \end{aligned} \quad (7)$$

Прийнято, що похибка позиціювання $\varepsilon_{\text{п.і.}}$ = 5 МКМ.

Похибка, що зумовлена розмірним зносом різального інструмента $\varepsilon_{\text{з}} = 0$.

Похибку $\varepsilon_{\text{в}}$ за даних технологічних умов спричиняє непаралельність площини столу до напрямку руху шпіндельної головки. Ця похибка визначена за формулою

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{в}} &= Cl/L_{\text{б}} \text{ [МКМ]}; \\ \varepsilon_{\text{в}} &\approx 1 \text{ МКМ}. \end{aligned} \quad (8)$$

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ РОЗМІРІВ МІЖ ОСЯМИ ГОЛОВНИХ ОТВОРІВ
КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ І БАЗОВИМИ ПЛОЩИНАМИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬСЯ РОЗТОЧУВАННЯМ НА
БАГАТОЦІЛЬОВОМУ ВЕРСТАТІ**
(продовження)

Похибка, що зумовлена тепловими деформаціями технологічної системи складає близько 15% від суми інших похибок, тобто

$$\varepsilon_T = 0,15(\varepsilon_y + \varepsilon_{п.д} + \varepsilon_H + \varepsilon_{п.і} + \varepsilon_i + \varepsilon_B) \text{ [мкм];} \quad (9)$$

$$\varepsilon_T = 3 \text{ мкм.}$$

Сумарна похибка обробки

$$\varepsilon_{\Sigma} = 17 \text{ мкм;}$$

$\varepsilon_{\Sigma} < T = 40 \text{ мкм}$ – необхідна точність обробки забезпечуватиметься.

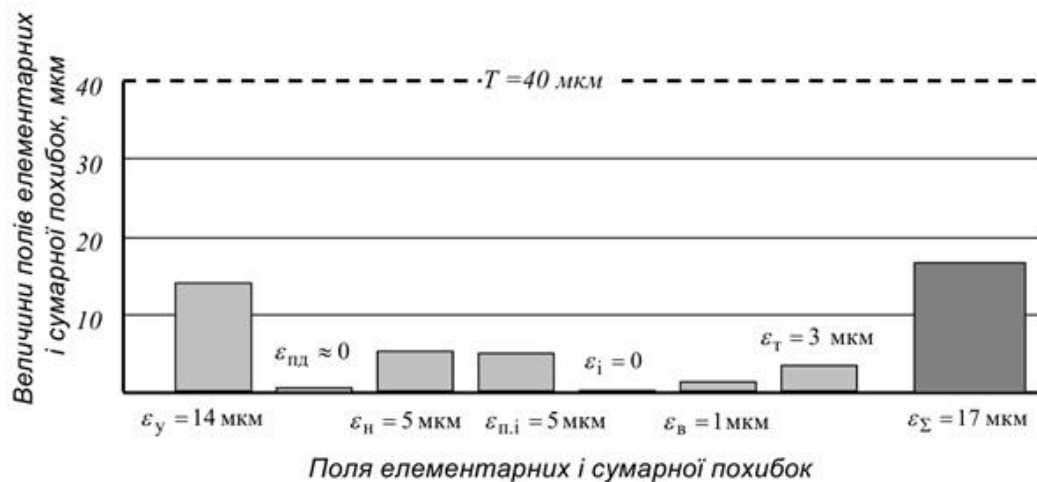


Рисунок 2 – Поля елементарних похибок і сумарної похибки, що виникають під час тонкого розточування отвору $\varnothing 20H8$ мм стосовно розміру $20 \pm 0,02$ мм між віссю цього отвору і базовою площиною

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ РОЗМІРІВ МІЖ ОСЯМИ ГОЛОВНИХ ОТВОРІВ
КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ І БАЗОВИМИ ПЛОЩИНАМИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬСЯ РОЗТОЧУВАННЯМ НА
БАГАТОЦІЛЬОВОМУ ВЕРСТАТІ**

(продовження)

Висновок

1. На прикладі обробки заготовки корпусної деталі на багатоцільовому свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті з ЧПК моделі HAAS VF-2TR виконано кількісний аналіз впливу технологічних факторів на сумарну похибку (поле розсіювання) розміру, що поєднує вісь одного з головних отворів з базовою площиною.

2. Встановлено, що найсуттєвіший вплив на точність обробки мають похибка установа, похибка настроєння і похибка, що зумовлена неточністю позиціонування при підведенні різального інструмента (розточувальної оправки) до початкової точки.

3. Обробка на верстаті з ЧПК моделі HAAS VF-2TR гарантовано забезпечує задану точність розміру $20 \pm 0,02$ мм, оскільки сумарна похибка обробки склала 17 мкм.

4. Результати дослідження можуть бути використані для аналізу наявних та проектування нових технологічних процесів механічної обробки і у навчальному процесі.

Техніко-економічні показники

<i>Техніко-економічні показники</i>	<i>Базовий маршрут</i>	<i>Удосконалений маршрут</i>
<i>Маса деталі, кг</i>	3,9	3,9
<i>Річна програма випуску, шт.</i>	4500	4500
<i>Приведена програма випуску, шт.</i>	21092	21092
<i>Маса заготовки, кг</i>	5,99	5,64
<i>Коефіцієнт точності маси заготовки</i>	0,65	0,69
<i>Содієвартість заготовки, грн.</i>	330,31	311,44
<i>Кількість верстатів, шт.</i>	5	3
<i>Середній коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_{зсер}$</i>	54%	66%
<i>Середній коефіцієнт використання за основним часом, $\eta_{зосер}$</i>	52%	76,5%
<i>Кількість основних робітників</i>	6	3
<i>Середній розряд робітників</i>	4	3
<i>Виробнича площа, м²</i>	158	86
<i>Содієвартість одиниці продукції, грн.</i>	575,08	399,36
<i>Капітальні вкладання, грн.</i>	–	1795728,01
<i>Економічний ефект, грн.</i>	–	1588330,4
<i>Термін окупності, років</i>	–	1,13

В роботі удосконалено технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус АЦ.60.01.010». За результатами роботи можна зробити такі висновки.

1. В розділі огляду технології виготовлення деталі типу «Корпус» проведено аналіз типових технологічних процесів, базового технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус АЦ.60.01.010», оцінені їх позитивні сторони, внесені пропозиції щодо удосконалення технологічного процесу механічної обробки.

2. Запропоновано два варіанти виготовлення заготовки деталі типу «Корпус АЦ.60.01.010», а саме лиття в піщано-глинисті форми з ручним та машинним формуванням суміші. Техніко-економічні розрахунки показали, що економічно доцільніше виготовляти заготовку литтям в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші, оскільки вартість заготовки при цьому складає 311,44 грн., що менше у порівнянні з ручним формуванням – 330,31 грн.

3. Розроблено два варіанта удосконаленого технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус АЦ.60.01.010» з використанням високопродуктивних верстатів з ЧПК. Проведено їх техніко-економічне порівняння, вибрано за мінімумом приведених витрат кращий варіант. Проведені розрахунки припусків, режимів різання, норм часу на операції.

4. В науковій частині роботи виконано аналіз точності обробки на прикладі остаточного (тонкого) розточування головного отвору в заготовці корпусної деталі «Корпус АЦ.60.01.010» на багатоцільовому свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті HAAS VF-2TR. Розглянуто розмір, що поєднує вісь отвору з базовою площиною. Це дозволило виявити, проаналізувати і узагальнити рівень впливу технологічних факторів на точність таких розмірів і визначити сумарну похибку обробки. Встановлено, що найсуттєвіший вплив на точність обробки мають похибка установа, похибка настроєння і похибка, що зумовлена неточністю позиціювання при підведенні різального інструмента (розточувальної оправки) до початкової точки. Обробка на верстаті з ЧПК моделі HAAS VF-2TR гарантовано забезпечує задану точність розміру $20 \pm 0,02$ мм, оскільки сумарна похибка обробки склала 17 мкм.

5. Спроектовано дільницю механічної обробки; приведена програма для роботи дільниці в середньосерійному виробництві складає = 21092 шт.

6. Економічні розрахунки підтвердили доцільність удосконалення ТП та дільниці механічної обробки заготовки деталі «Корпус АЦ.60.01.010», визначені капітальні вкладення – 1795728,01 грн., одержаний прибуток – 1588330,4 грн., термін окупності вкладень – 1,13 року.

7. Розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на дільниці механічної обробки.

Дякую за увагу!