

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:

**«Удосконалення технологічного процесу механічної
обробки заготовки деталі
типу “Кришка ВС.80.01.020”»**

Виконав: ст. гр. 1ПМ-19м

Бенедик В. М.

Керівник: к.т.н., професор каф. ТАМ

Дерібо О. В.

Мета та завдання роботи

Мета магістерської кваліфікаційної роботи – удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка ВС.80.01.020» з урахуванням сучасних досягнень, передових технологій та нових методів обробки подібних заготовок, що забезпечує необхідну якість та знижує вартість продукції.

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

- проаналізувати наявні технології виготовлення деталі типу «Фланець з центральним отвором»;
- на основі креслення деталі типу «Кришка ВС.80.01.020» виконати якісний і кількісний аналіз технологічності її конструкції;
- виконати техніко-економічний аналіз можливих способів виготовлення вихідної заготовки деталі типу «Кришка ВС.80.01.020» з урахуванням подальшої механічної обробки та вибрати найдешевший;
- розробити варіантів удосконаленого маршруту механічної обробки та вибрати кращий з них за мінімумом приведених витрат;
- виконати розмірно-точнісне моделювання технологічного процесу механічної обробки;
- призначити режими різання;
- встановити технічні норми часу на операції;
- розрахувати елементи ділянки механічної обробки, кількість обладнання та працівників;
- розрахувати економічну доцільність впровадження удосконаленого технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка ВС.80.01.020»;
- розробити необхідні заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на ділянці механічної обробки.

Наукова новизна, практичне значення одержаних результатів

Наукова новизна одержаних результатів. Отримала подальший розвиток методика техніко-економічного порівняння способів виготовлення заготовки деталі типу «Кришка» з урахуванням собівартості виготовлення вихідної заготовки, кількості переходів механічної обробки точних поверхонь, трудомісткості механічної обробки, технологічної собівартості механічної обробки і цехової собівартості виготовлення деталі.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення роботи полягає в удосконаленні технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка ВС.80.01.020»; при цьому запропоновані такі рішення:

техніко-економічним порівнянням способів виготовлення заготовки деталі типу «Кришка ВС.80.01.020» для умов середньосерійного виробництва з урахуванням подальшої механічної обробки встановлено, що найраціональнішим способом виготовлення заготовки є лиття під тиском. Собівартість виготовлення вихідної заготовки при використанні лиття під тиском найменша і складає 23,8 грн. Запропонована методика може бути використана для аналізу наявних та проектування нових технологічних процесів у машинобудівному виробництві, а також у навчальному процесі;

розроблено удосконалений технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка ВС.80.01.020» з використанням високопродуктивних верстатів з ЧПК; техніко-економічний аналіз показав, що впровадження удосконаленого технологічного процесу в виробництво є економічно доцільним;

для удосконаленого маршруту механічної обробки спроектовано дільницю механічної обробки; розраховано приведену програму для роботи дільниці в середньосерійному виробництві, яка складає 20642 шт.; дільниця механічної обробки повинна містити 3 верстати, кількість основних робітників, що її обслуговують – 5 чол., всього працівників на дільниці – 9 чол.

Апробація результатів роботи. Результати роботи доповідалися й обговорювалися на конференції:

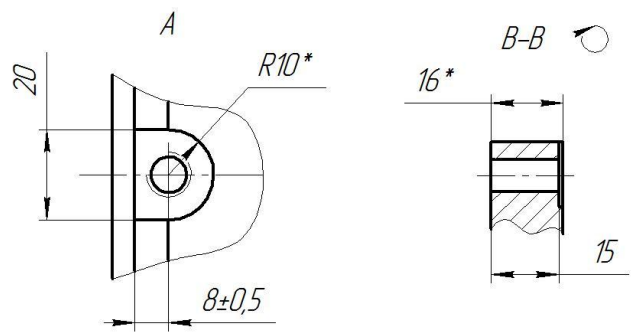
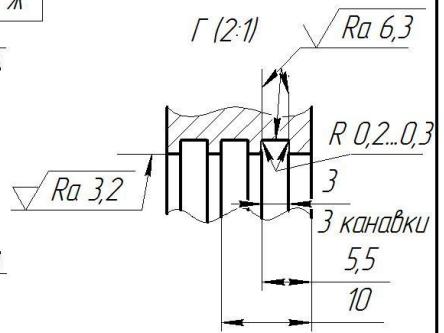
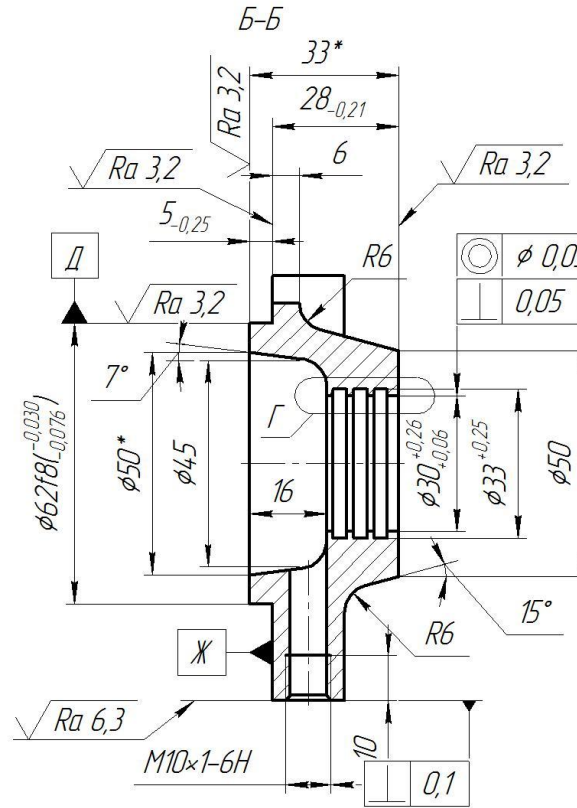
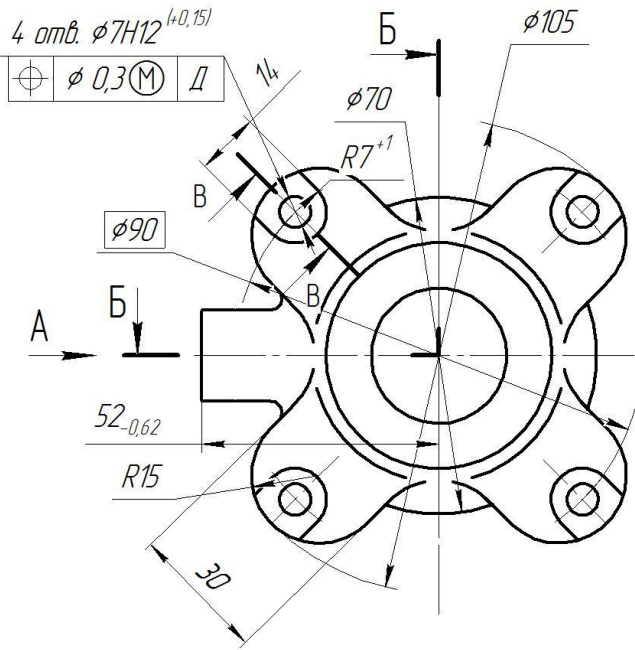
- XLIX науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ), Вінниця, 18-29 травня 2020 р.

Публікації. Оpubлікована теза доповіді:

- Дусанюк Ж. П. Техніко-економічний аналіз можливих способів виготовлення заготовки деталі типу «Кришка» / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, В. М. Бенедик // Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ), Вінниця, 18-29 травня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2020/paper/view/9826>.

08-26.МКР.004.00.001

$\sqrt{Ra\ 6,3}$ (✓)

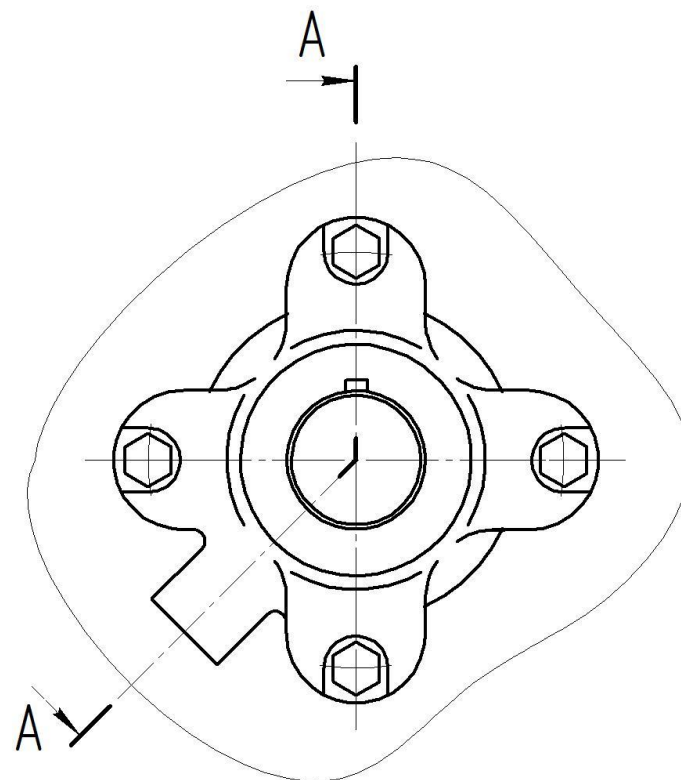
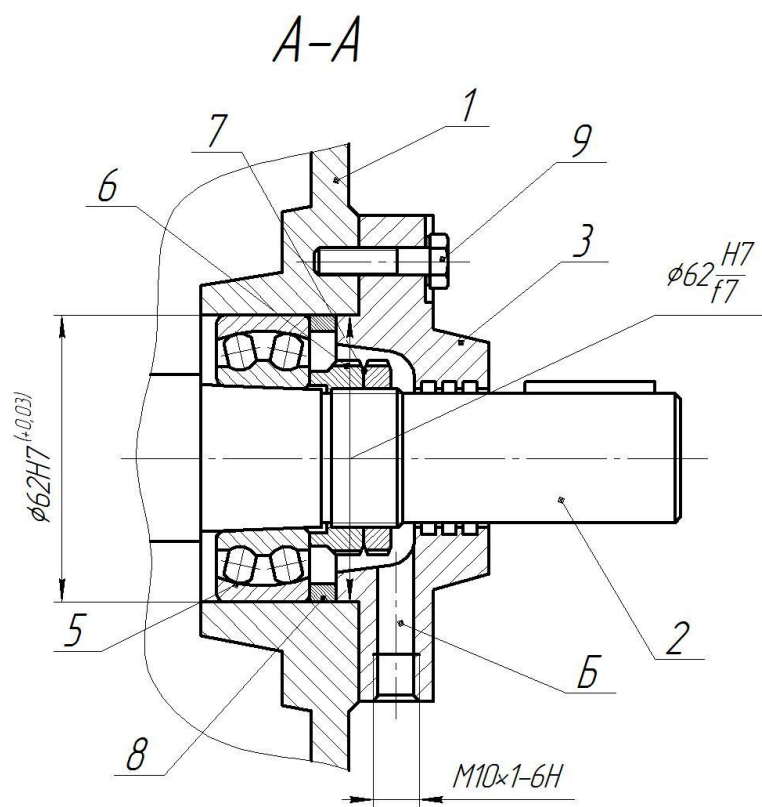


- 1 * Розміри для довідок.
- 2 Невказані фаски 1x45°, радіуси 2...3 мм.
- 3 H14; h14; ±1/2T14.

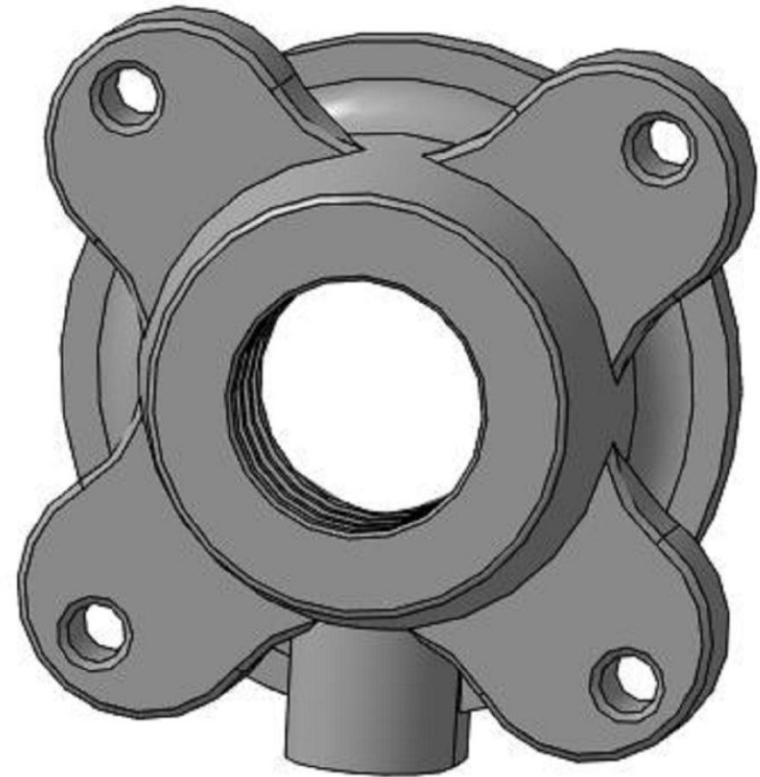
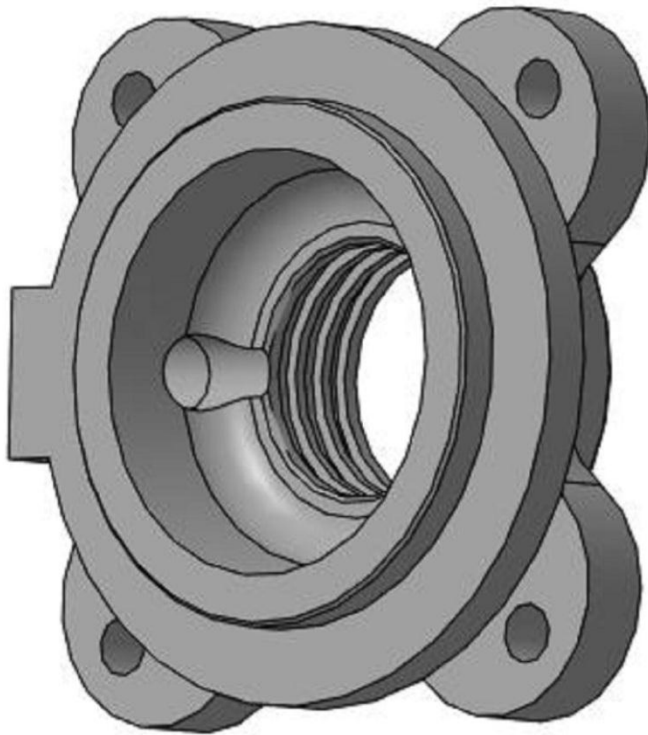
Перш. примієн. / Сторін. № / Назв. у дана / Взам. зіб. № / Інв. № дробн / Пабн. у дана / Інв. № публ.

				08-26.МКР.004.00.001			
				Кришка BC.80.01.020			
Мзм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разр.	Бенедик					0,26	1:1
Проб.	Дерібо				Лист	Листов	1
Т.контр.					ВНТУ, ст. зр. 1ПМ-19М		
Н.контр.	Сердюк				Формат А3		
Утв.	Козлоб				Копіювал		

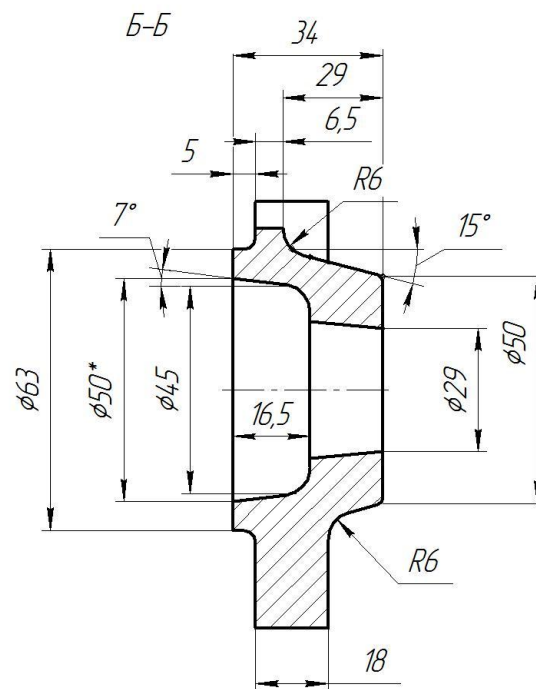
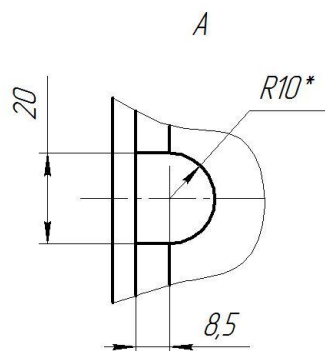
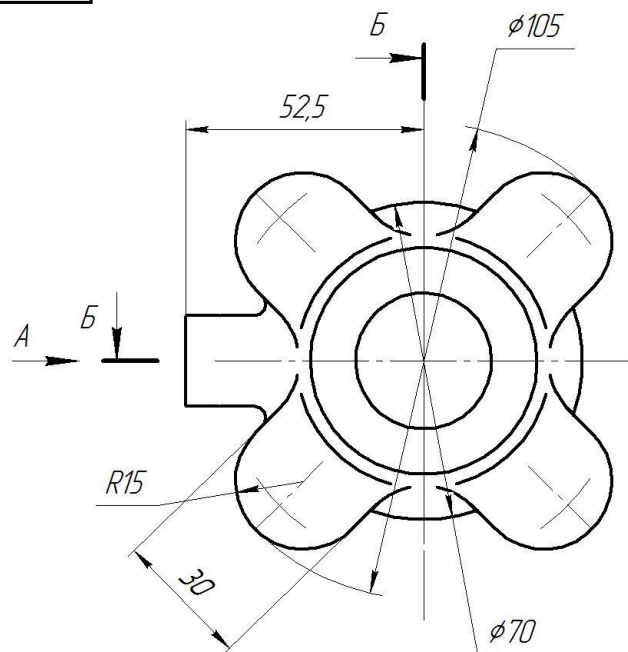
Вузол ущільнення підшипникової опори



*3D-модель деталі
"Кришка ВС.80.01.020"*



08-26.МКР.004.00.002


 $\sqrt{Ra\ 6,3}$

1. Точність виливка 5т-3-5-5т 3м. 0 ГОСТ 26645-85.
2. Маса 0,26-0,04-0,06-0,27 ГОСТ 26645-85.
3. Невказані ливарні радіуси 2..3 мм, нахили $0^\circ30'$ - $1^\circ30'$.
4. Допускаються раковини, пустоти $\phi 0,4$ мм на глибині 0,5 мм.

				08-26.МКР.004.00.002		
Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Лист	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Бенедик				0,27	1:1
Проб.	Дерибо					
Т.контр.						
Н.контр.	Сердюк					
Утв.	Козлов					
				Кришка (виливок)		Лист 1
				AK7 ГОСТ 1583-93		1
				ВНТУ, ст. 2р. 1ПМ-19М		

Копіював

Формат А3

Перв. примен.

Стор. №

Підп. і дата

Взам. инв. №

Підп. і дата

Инв. № подл.

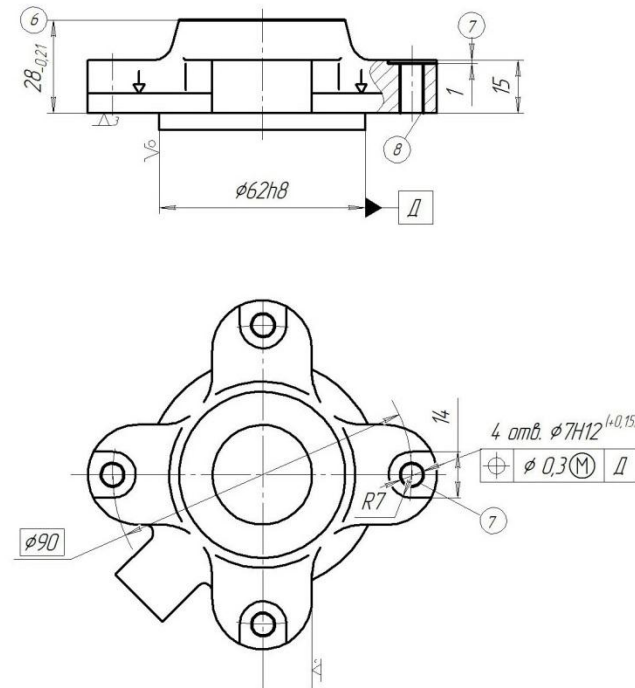
Маршрут механічної обробки деталі "Кришка ВС.80.01.020"

№ операції	Операції і переходи	Ескіз обробки та схеми установки	Тип обладнання
005	<p><u>Токарно-револьверна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити заготовку 2. Точити поверхні ①, ②, ③ попередньо 3. Точити поверхні ①, ③ остаточно, поверхню ② попередньо в розмір $\phi 62,2$ 4. Точити поверхню ② остаточно в розмір згідно ескіза 5. Розточити поверхню ④ попередньо в розмір $\phi 29.7$ 6. Розточити поверхню ④ остаточно в розмір згідно ескіза 7. Розточити канавки ⑤ однократно в розмір згідно ескіза 8. Зняти деталь 		Токарно-револьверний з ЧПК 1В34.0Ф30

010

Вертикально-фрезерна з ЧПК

1. Встановити і закріпити заготовку
2. Фрезерувати пов. ⑥ попередньо в розмір 28,6
3. Фрезерувати пов. ⑥ остаточно в розмір згідно ескіза
4. Фрезерувати 4 поверхні ⑦ в розмір згідно ескіза
5. Центрувати 4 отвори ⑧
6. Свердлити 4 отвори в розмірі згідно ескіза
7. Зняти заготовку

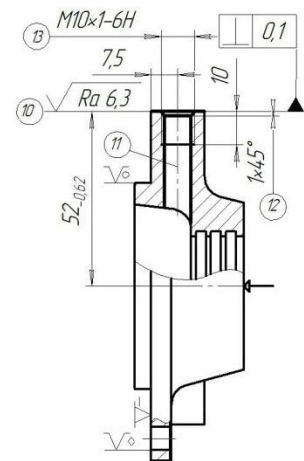
 $\sqrt{Ra 12,5}$ (✓)

Вертикально-фрезерний з ЧПК ГФ2171МФЗ

015

Вертикально-фрезерна з ЧПК

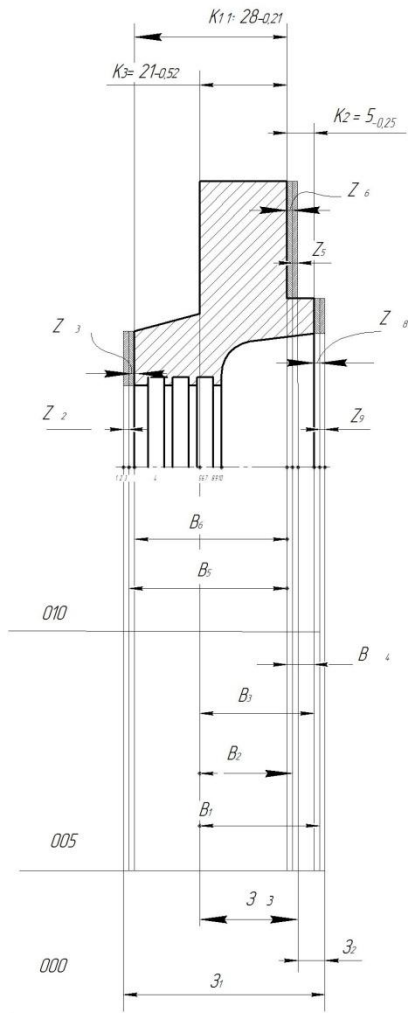
1. Встановити та закріпити заготовку
2. Фрезерувати поверхню ⑩ однакратно в розмір згідно ескізу. 52-08
3. Центрувати отвір ⑪
4. Свердлити отвір ⑪ в розмір $\phi 9$ мм під різь, на глибину 36,5 мм.
5. Зенкувати фаску ⑫ в розмір згідно ескізу
6. Нарізати різь ⑬ в розмір згідно ескізу
7. Зняти готову деталь.



Вертикально-фрезерний з ЧПК ГФ2171МФЗ

Розмірний розрахунок маршруту механічної обробки деталі "Кришка ВС.80.01.020"

Розрахункова схема розмірного розрахунку

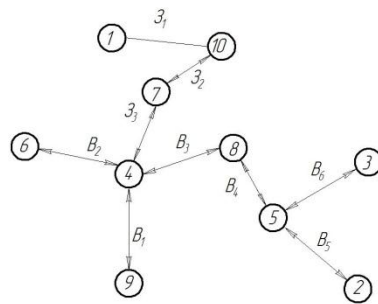


Позначення розміру	Граничні значення розмірів, мм		Допуск	Номинальний розмір, мм	Значення розміру у технологічному документі	Значення розміру на кресленні вихідної заготовки
	мінімальний розмір	максимальний розмір				
B_1	216	22,44	0,84	22,02	$22,02 \pm 0,42$	-
B_2	15,32	15,75	0,43	15,75	$15,75-0,43$	-
B_3	20,48	21	0,52	21	$20-0,52$	-
B_4	4,75	5	0,25	5	$5-0,52$	-
B_5	28,6	29,12	0,52	29,12	$29,19-0,52$	-
B_6	27,79	28	0,21	28	$28-0,21$	-
Z_1	39,6	40,5	0,9	40,5	-	$40,5 \pm 0,45$
Z_2	6,69	7,2	0,51	7	-	$7 \pm 0,25$
Z_3	16,85	17,65	0,8	17,25	-	$17,25 \pm 0,4$

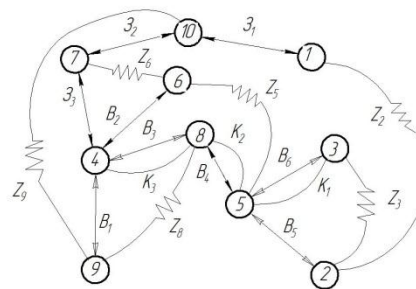
Значення мінімальних припусків на окремі поверхні

Позначення припуску	Спосіб обробки	Величина припуску в мм
Z_2	Чорнове фрезерування	1,1
Z_3	Чистове фрезерування	0,6
Z_5	Чистове точіння	0,6
Z_6	Чорнове точіння	1,1
Z_8	Чистове точіння	0,6
Z_9	Чорнове точіння	1,1

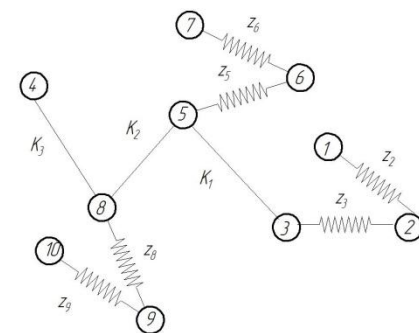
Похідний граф-дерево



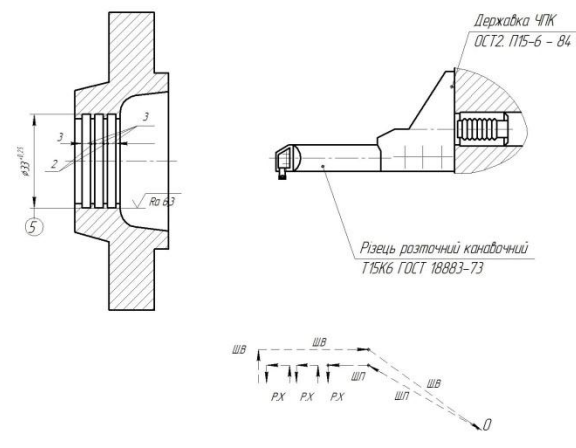
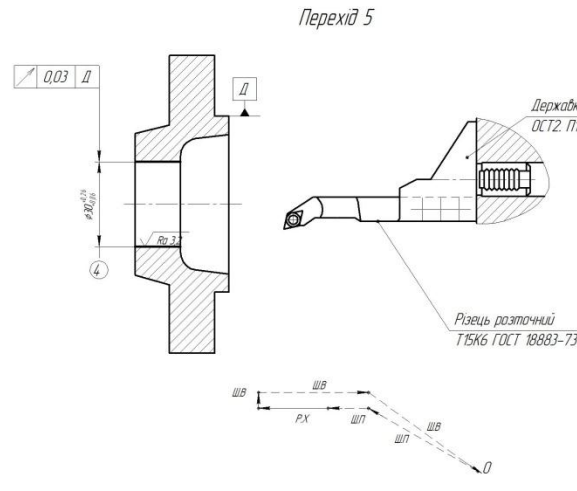
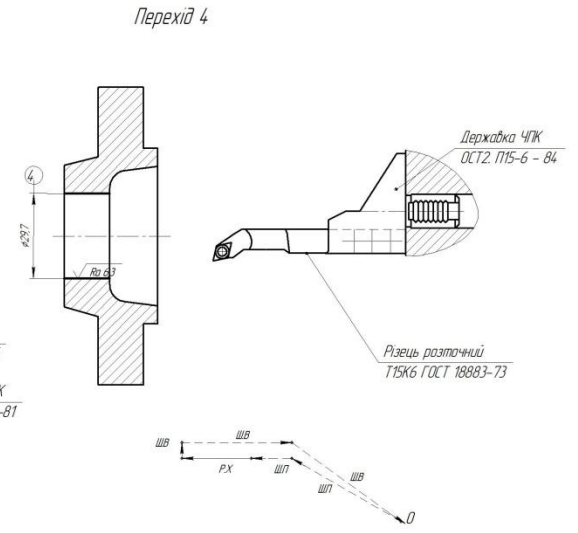
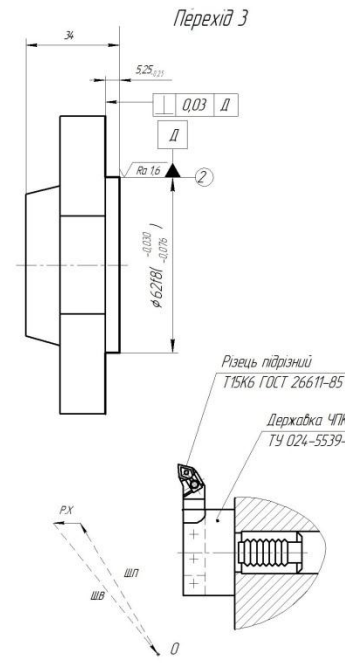
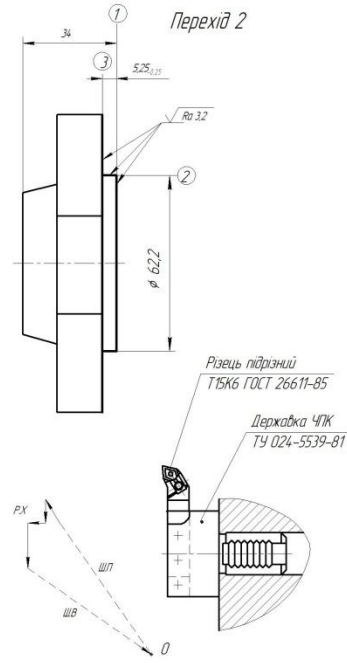
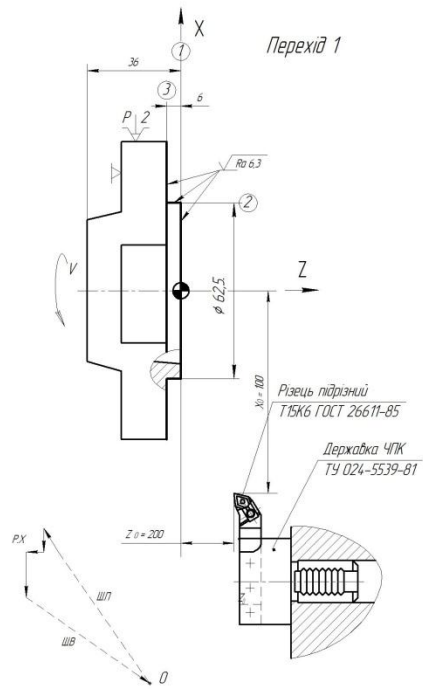
Суміщений граф



Вихідний граф-дерево



009004.004.00.600



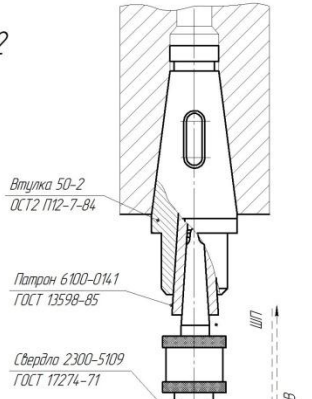
№	Зміст					
8	З'яту згатовку					
7	Розточили 3 канавки (5)	4,23	1,2	250	0,15	
6	Розточили поверхню (4) остаточно в розмір заходів екска	811	0,8	400	0,2	
5	Розточили поверхню (1) попередньо	62,3	2,2	315	0,25	
4	Точили поверхню (2) остаточно в розмір заходів екска	120	2,8	315	0,25	
3	Точили поверхню (1) (3) остаточно поверхню (2) попередньо	16,11	0,8	400	0,2	
2	Точили поверхню (1) (2) (3) попередньо	127	2,2	315	0,25	
1	Встановили і закрили згатовку					
№ операції	№ операції	1834.0Ф.30	V, н/хв	t, мм	п. об/хв	S, мм/об
	Обладнання	Резини різання				
08-26.МКР.004.00.600						
Карта налагодження на операцію 005						
Ілюстратор	Інженер	Лейб	Машиніст	Лист	Масштаб	
Розробник	Програміст	Державка	Листок	Лист	Листок	
Проверка	Контроль	Середок	Контроль	ВНТЗ	ст. зр. ППМ-19м	
Варіант А1						

08-26.МКР.004.00.700

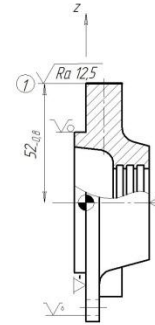
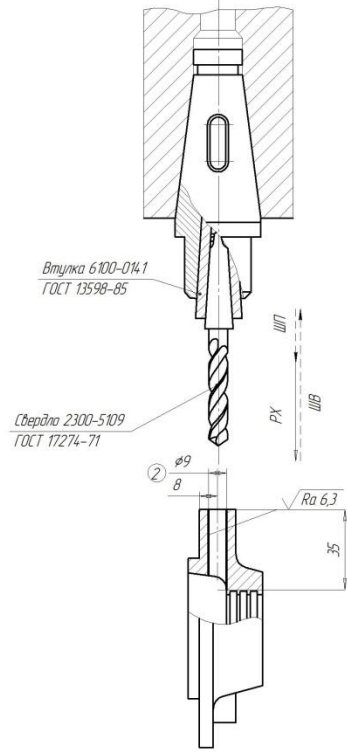
Перехід 1



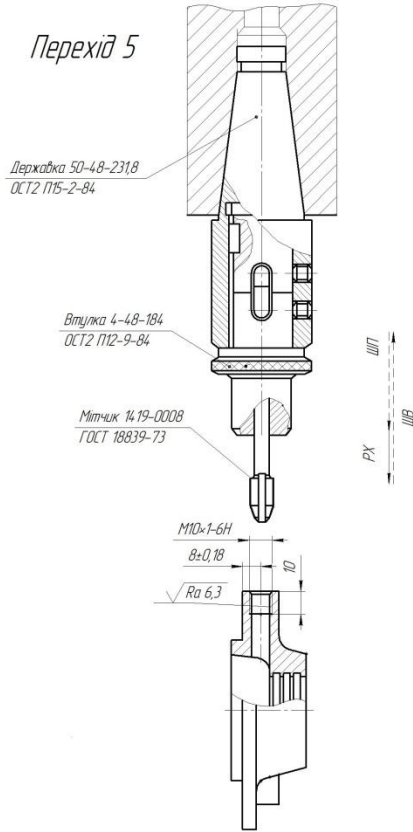
Перехід 2



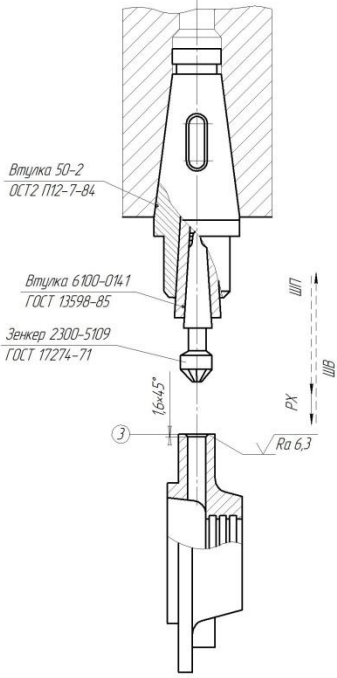
Перехід 3



Перехід 5



Перехід 4



015	5	Нарізати різь в отворі 2	0,5	1	120	3
	4	Зенкувати фаски 3	1	0,5	630	18
	3	Свердлими отвір 2	1	0,3	630	18
	2	Центрувати отвір 1	5	0,3	630	14
1	Фрезерувати поверхню 1 однократно	2,5	0,2	14,00	15	
№ операції	Матеріал		Вертикально фрезерно-сверлильно з ЧЗ		БР13РФ3	1, мм S _{max} / V _{max} / V _{min}
Найменування операції		Обладнання		Режими різання		

08-26.МКР.004.00.700

Карта налазки на операцію 015

Лист	Маса	Масштаб
11		
Лист	Листов	
ВНТ4		
ст. гр. ПМ-194		

Копія

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ СПОСОБІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «КРИШКА»

Метою роботи є виконання аналізу можливих способів виготовлення литої заготовки деталі типу «Кришка» і виявлення найраціональнішого за техніко-економічними показниками.

Для досягнення мети роботи поставлені такі *завдання*:

- вибір методу виготовлення вихідної заготовки згідно з кресленням деталі;
- вибір можливих способів виготовлення заготовки;
- вибір норм точності для вибраних способів;
- визначення коефіцієнтів точності мас та маси заготовок при різних способах їх виготовлення;
- розрахунок собівартості виготовлення заготовок;
- визначення найточніших поверхонь деталі;
- вибір допусків розмірів поверхонь заготовки та визначення кількості ступенів їх обробки;
- нормування операцій механічної обробки;
- визначення сумарної собівартості механічної обробки;
- розрахунок витрат на виготовлення вихідних заготовок та механічну обробку для різних способів їх виготовлення;
- встановлення найраціональнішого способу виготовлення вихідної заготовки і розробка її конструкції.

Дослідження виконувались на прикладі деталі «Кришка ВС.80.01.020», що виготовляється в умовах середньосерійного виробництва. Матеріал заготовки – ливарний алюмінієвий сплав АК7 (ГОСТ 1583-93, ДСТУ 2839-94). Маса деталі – 0,26 кг. Річна програма випуску – 8000 шт.

Розглянуті такі можливі для використання у середньосерійному виробництві способи лиття:

- в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші (ПГФМФ);
- в оболонкові форми (ОФ);
- за виплавними моделями (ВМ);
- в кокіль (К);
- під тиском (Т).

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ СПОСОБІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «КРИШКА» (продовження)

Таблиця 1 – Норми точності для можливих способів лиття (згідно з [7])

Способи лиття Норми точності	В піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші		В оболонкові форми		За виплавними моделями		В кокіль		Під тиском	
	згідно з [7]	прийнято	згідно з [7]	прийнято	згідно з [7]	прийнято	згідно з [7]	прийнято	згідно з [7]	прийнято
Клас розмірної точності	7Г – 11	9Г	7Г – 12	9	5Г – 9Г	7Г	5 – 9	7	3 – 7Г	5Г
Ступінь жолоблення	4 – 7	6	4 – 7	6	4 – 7	5	2 – 5	4	2 – 5	3
Ступінь точності поверхонь	9 – 16	12	7 – 13	10	4 – 9	6	5 – 10	7	3 – 7	5
Шорсткість поверхонь вилівки (R_a , мкм)	25		16		6,3		8		5	
Клас точності маси	5Г – 12	9Г	5 – 12Г	9	3Г – 9	5	4 – 11Г	7	1 – 7	5Г
Ряд припусків	4 – 7	5	3 – 6	4	1 – 4	3	2 – 5	3	1 – 4	2

Таблиця 2 – Прийняті значення показників і коефіцієнтів, які входять у собівартість виготовлення вихідної заготовки для розглянутих способів лиття

Способи лиття Показники	В піщано-глинисті форми з машинним форм. суміші	В оболонкові форми	За виплавними моделями	В кокіль	Під тиском
K_z	1,05	1,05	1,0	1,0	1,0
K_M	5,94	2,67	2,4	4,23	1,0
K_c	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
K_b	1,05	1,16	1,02	0,83	0,9
K_d	1,0	1,07	1,23	1,15	1,09
Коефіцієнта точності маси	0,625	0,875	0,9	0,813	0,965
Маса вихідної заготовки, кг	0,42	0,3	0,29	0,32	0,27
Базова вартість однієї тонни заготовок, грн	46800	73200	96000	57600	80400
Собівартість виготовлення вихідної заготовки, грн	127,8	76,14	83,65	74,05	21,24

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ СПОСОБІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «КРИШКА» (продовження)

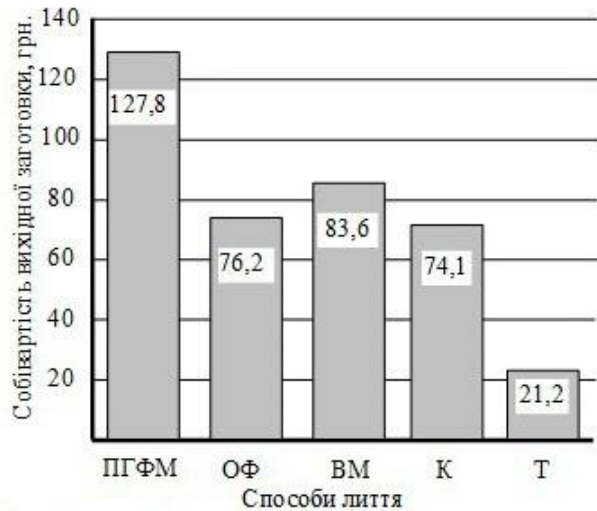


Рисунок 1 – Залежність собівартості виготовлення вихідної заготовки від способу лиття

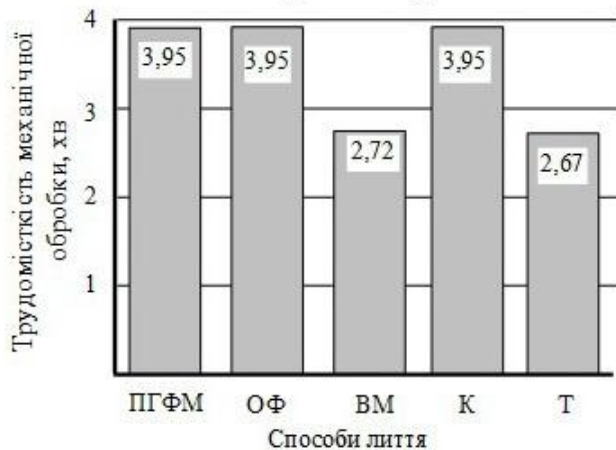


Рисунок 3 – Залежність трудомісткості механічної обробки від способу лиття

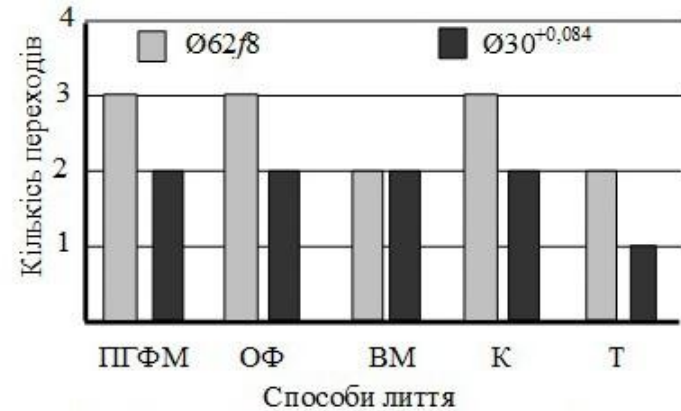


Рисунок 2 – Залежність кількості переходів механічної обробки найточніших поверхонь від способу лиття

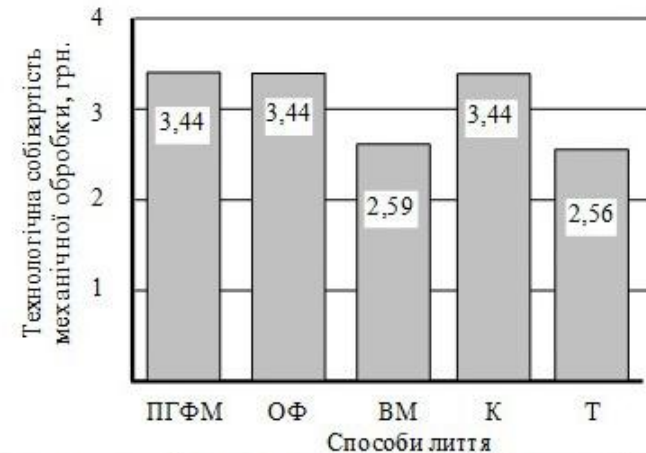


Рисунок 4 – Залежність технологічної собівартості механічної обробки від способу лиття

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ СПОСОБІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «КРИШКА» (продовження)

Висновки

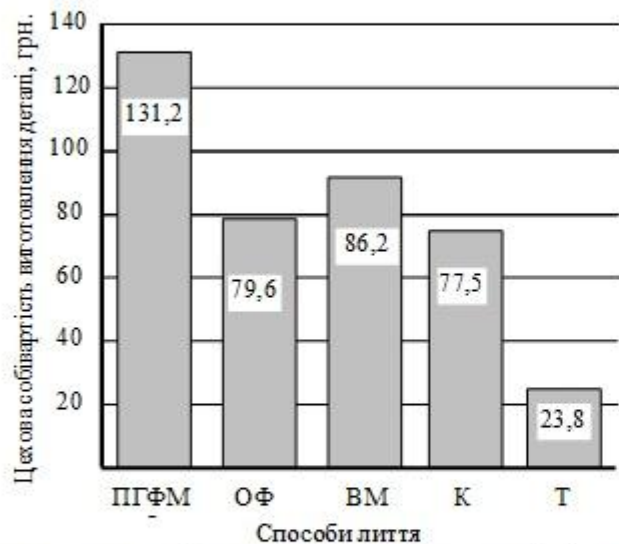


Рисунок 5 – Залежність цехової собівартості від способу лиття

1. В результаті проведених досліджень встановлено, що:
 - найменша собівартість виготовлення вихідної заготовки деталі «Кришка ВС.80.01.020» за прийнятих технологічних умов забезпечується литтям під тиском;
 - найвищі показники точності заготовки деталі, що розглядається, досягаються литтям під тиском і литтям за виплавними моделями;
 - найменша трудомісткість механічної обробки заготовки деталі, що розглядається, забезпечується використанням литтям під тиском і литтям за виплавними моделями;
 - найменша технологічна собівартість забезпечується використанням лиття під тиском і литтям за виплавними моделями;
 - розрахунки цехової собівартості виготовлення деталі показали, що для заданих виробничих умов найраціональнішими способами є лиття в кокіль і лиття під тиском.
2. З використанням отриманих розмірів розроблене креслення вилівка.
3. Результати роботи можуть бути використані для аналізу наявних та проектування нових технологічних процесів у машинобудівному виробництві, а також у навчальному процесі.

<i>Базовий технологічний процес</i>	<i>Удосконалений технологічний процес</i>
<i>Техніко-економічні показники</i>	
<i>Матеріал</i>	
<i>AK7</i>	<i>AK7</i>
<i>Спосіб одержання заготовки</i>	
<i>Лиття в кокіль</i>	<i>Лиття під тиском</i>
<i>Собівартість заготовки</i>	
<i>77,5 грн.</i>	<i>23,8 грн.</i>
<i>Коефіцієнт точності маси заготовки</i>	
<i>0,813</i>	<i>0,965</i>
<i>Кількість операцій</i>	
<i>4 операції</i>	<i>3 операції</i>
<i>Кількість верстатів</i>	
<i>5 верстатів</i>	<i>3 верстати</i>
<i>Кількість працюючих</i>	
<i>9 основних робітників</i>	<i>5 основних робітників</i>
<i>Виробнича площа ділянки, м²</i>	
<i>175</i>	<i>92</i>
<i>Виробнича собівартість одиниці продукції</i>	
<i>68,34 грн.</i>	<i>47,46 грн.</i>
<i>Капітальні вкладення</i>	
<i>-</i>	<i>4 14 115,1 грн.</i>
<i>Економічний ефект</i>	
<i>-</i>	<i>212378,78 грн.</i>
<i>Термін окупності</i>	
<i>-</i>	<i>1,95 року</i>

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі удосконалено технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка ВС.80.01.020». Для удосконалення ТП використано сучасне автоматизоване обладнання – верстати з ЧПК, що дозволило скоротити кількість операцій технологічного процесу механічної обробки до трьох, скоротити кількість необхідних верстатів, працюючих, виробничі площі, забезпечивши при цьому необхідну якість деталі, суттєво зменшивши час обробки, а значить і собівартість обробки. В результаті виконання роботи можна зробити такі висновки.

1. В розділі огляду технології виготовлення деталі типу «Кришка» проведено аналіз типових технологічних процесів, базового технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка ВС.80.01.020», оцінені їх позитивні сторони, внесені пропозиції щодо удосконалення технологічного процесу механічної обробки розглядуваної заготовки деталі.

2. Розроблено два варіанта удосконаленого технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка ВС.80.01.020» з використанням високопродуктивних верстатів з ЧПК. Проведено їх техніко-економічне порівняння, вибрано за мінімумом приведених витрат кращий варіант. Виконане розмірно-точнісне моделювання технологічного процесу. Проведені розрахунки припусків, режимів різання, норм часу на операції.

3. В науковій частині роботи виконане техніко-економічного порівняння способів виготовлення заготовки деталі типу «Кришка» для умов середньосерійного виробництва з урахуванням собівартості виготовлення вихідної заготовки, кількості переходів механічної обробки точних поверхонь, трудомісткості механічної обробки, технологічної собівартості механічної обробки та цехової собівартості виготовлення деталі. Встановлено, що для деталі «Кришка ВС.80.01.020» найраціональнішим способом виготовлення заготовки є лиття під тиском, оскільки собівартість виготовлення заготовки при цьому найменша і складає 23,8 грн.

Запропонована методика може бути використана для аналізу наявних та проектування нових технологічних процесів у машинобудівному виробництві, а також у навчальному процесі.

ВИСНОВКИ

(продовження)

4. Для удосконаленого маршруту механічної обробки спроектовано дільницю механічної обробки; розраховано приведену програму для роботи дільниці в середньосерійному виробництві, яка складає 20642 шт.; дільниця механічної обробки повинна містити 3 верстати, кількість основних робітників, що її обслуговують – 5 чол., всього працівників на дільниці – 9 чол.

5. Проведені економічні розрахунки, які підтвердили доцільність впровадження удосконаленої технології та дільниці механічної обробки заготовки деталі «Кришка ВС.80.01.020», визначені капітальні вкладення – 414115,1 грн., одержаний прибуток – 385668,33 грн., термін окупності вкладень – 1,07 року.

6. В МКР розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на дільниці механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка ВС.80.01.020».

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!