

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

***Удосконалення технології механічної обробки
заготовки деталі типу «Корпус БР.36.004»***

Виконав: ст. гр. 1ПМ-19м

Цекот М. В.

Керівник: к. т. н., доцент каф. ТАМ

Репінський С. В.

Мета і завдання дослідження

Метою роботи є удосконалення технології механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус БР.36.004».

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

- проведення огляду технології виготовлення деталі типу «Корпус»;
- виконання аналізу технологічності конструкції деталі «Корпус БР.36.004» на основі її робочого креслення;
- встановлення типу виробництва та форми організації роботи;
- вибір методу та оптимальних способів виготовлення заготовки та їх техніко-економічне обґрунтування;
- вибір методів обробки поверхонь деталі «Корпус БР.36.004»;
- обґрунтування вибору чистових та чорнових технологічних баз;
- розробка удосконалених маршрутів механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус БР.36.004»;
- вибір кращого з удосконалених ТП за мінімумом приведених витрат;
- розрахунок режимів різання;
- виконання нормування операцій технологічного процесу;
- встановлення приведеної програми виробів;
- розрахунок кількості обладнання та працівників на проектуємій ділянці;
- розробка комп'ютерної програми, призначеної для автоматизації розрахунку кількості працівників ділянці (цеху) механічної обробки за заданими початковими даними з врахуванням рекомендаційних норм;
- проведення економічних розрахунків по впровадженню запропонованих у роботі рішень;
- виконання розділу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

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

Предмет дослідження – удосконалена технологія механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус БР.36.004».

Наукова новизна, практичне значення одержаних результатів

Наукова новизна одержаних результатів. Дістали подальший розвиток алгоритм та блок-схема розрахунку кількості основних та допоміжних працівників на дільниці механічної обробки за заданими початковими даними серійності виробництва, кількості верстатів та коефіцієнтів завантаження верстатів по операціях технологічного процесу розрахункового представника з врахуванням рекомендаційних норм.

Практичне значення одержаних результатів Удосконалено технологію механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус БР.36.004». Запропоновані рішення:

- вибрано найбільш доцільні способи виготовлення заготовки деталі «Корпус БР.36.004» – лиття в кокіль та піщано-глинисті форми. Розрахунки собівартості заготовки показали, що дешевше виготовляти заготовку литтям в кокіль (собівартість заготовки – 522 грн.), при литті в піщано-глинисті форми собівартість заготовки – 636,8 грн.;
- удосконалено маршруту механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус БР.36.004» з використанням високопродуктивних верстатів з ЧПК;
- спроектовано дільницю механічної обробки деталі типу «Корпус БР.36.004»;
- розроблено комп'ютерну програму «Розрахунок кількості працівників дільниці (цеху) механічної обробки», яка призначена для розрахунку кількості основних та допоміжних працівників на дільниці механічної обробки за заданими початковими даними серійності виробництва, кількості верстатів та коефіцієнтів завантаження верстатів по операціях технологічного процесу розрахункового представника з врахуванням рекомендаційних норм.

Апробація результатів роботи. Прийнято участь у роботі 2 конференцій, по результатам яких опубліковано тези доповідей:

- Автоматизація розрахунку параметрів гідродвигуна / Ю. А. Буренников, С. В. Репінський, В. Ю. Андрусишен, А. О. Захарченко, М. В. Цекот // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Електрон. текст. дані. – 2018. – Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2018/paper/view/5319>.

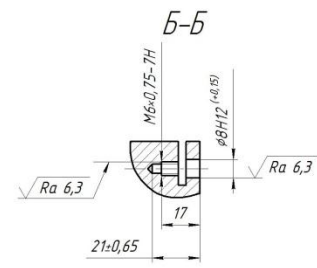
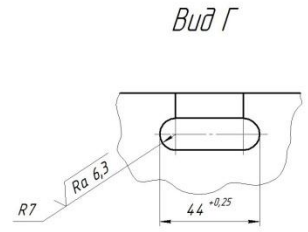
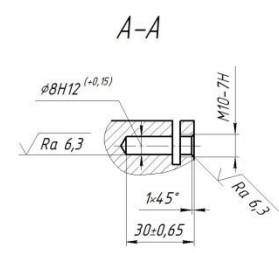
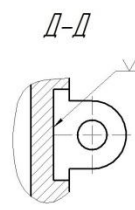
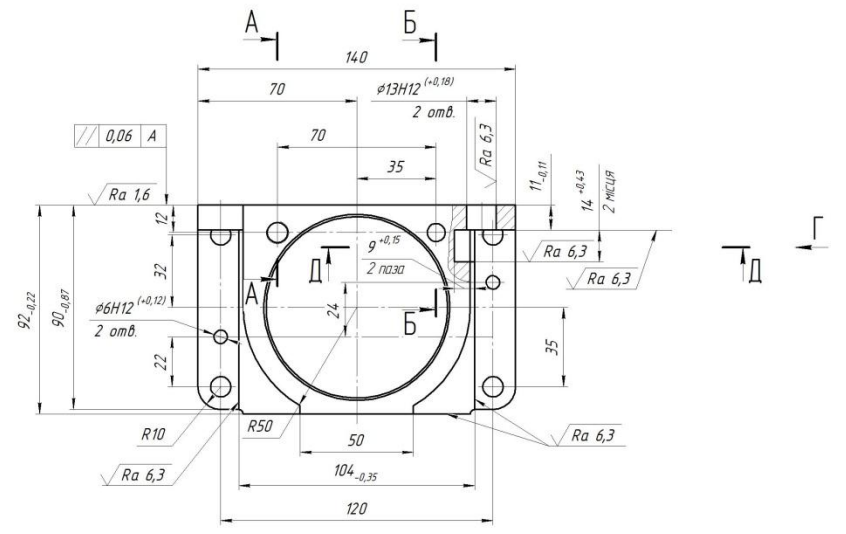
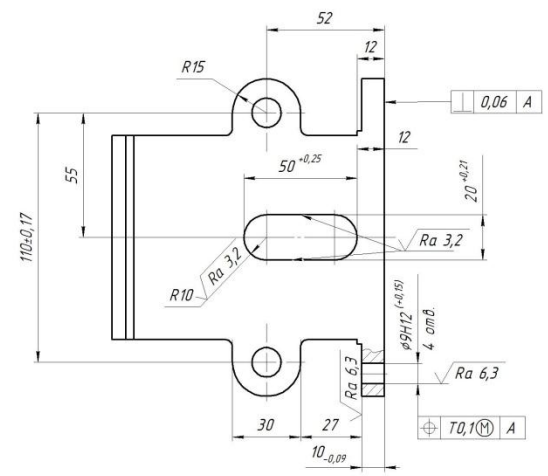
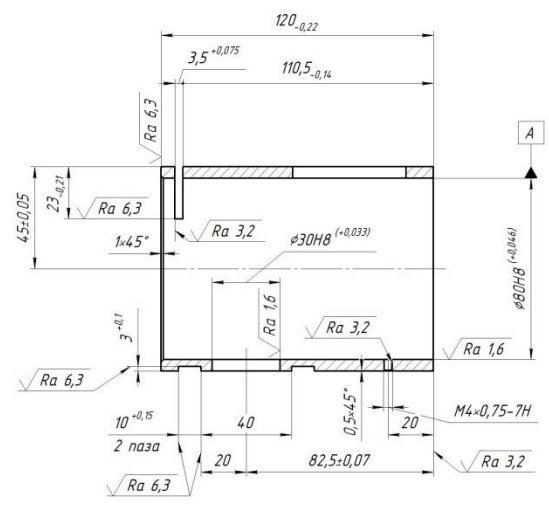
- Використання прикладної програми для розрахунку кількості працівників на дільниці (в цеху) механічної обробки заготовок деталей / Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, Я. А. Молчанов, М. В. Цекот // Збірник тез доповідей IV-ої Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Гідро- та пневмоприводи машин – сучасні досягнення та застосування», Вінниця, 16-27 грудня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу : http://ctam.vntu.edu.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=196:0-stijkist-mekhatronnoji-gidrosistemi-na-osnovi-regulovanogo-nasosa-23&catid=52&Itemid=760&lang=ua.

Подано документи до реєстрації авторського права на комп'ютерну програму:

- Комп'ютерна програма «Розрахунок кількості працівників дільниці (цеху) механічної обробки» / Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № ... // С. В. Репінський, Ж. П. Дусанюк, Я. А. Молчанов, М. В. Цекот. – К. : Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. – подано документи до реєстрації 2020 р.



08-26.МКР.020.00.001



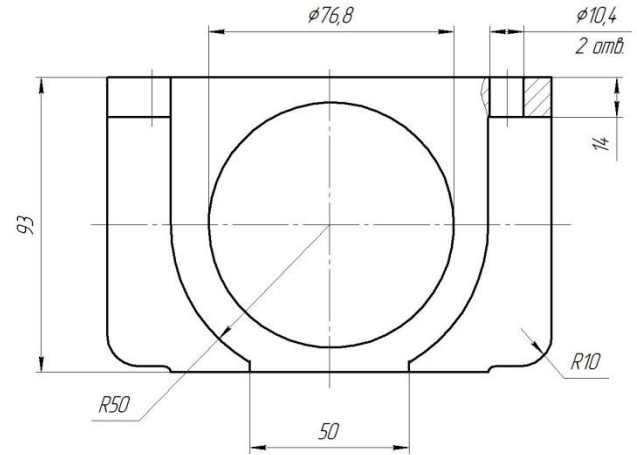
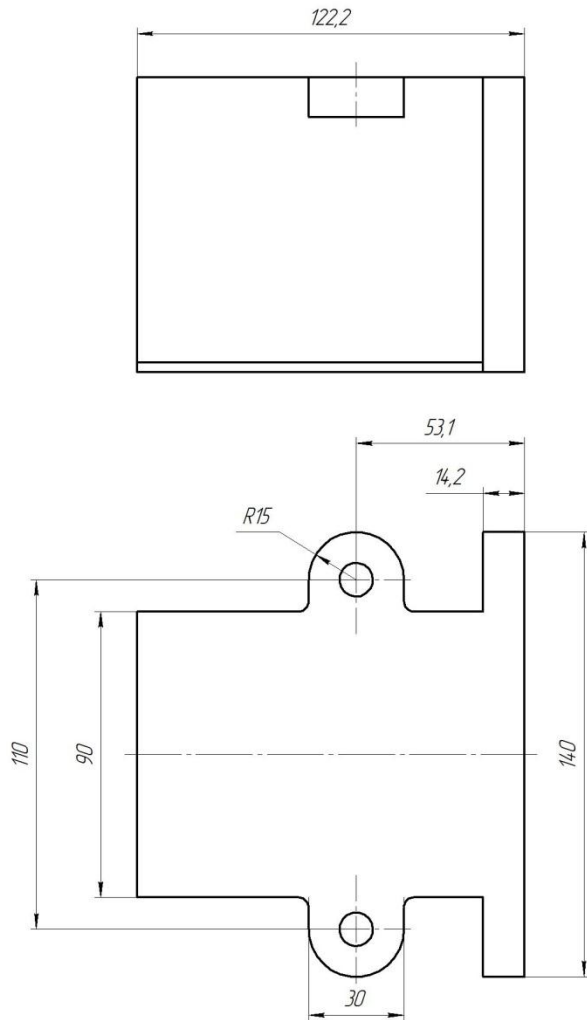
- 1. Покрытия необработанных поверхностей - эмаль ХВ-785 жобта ГОСТ 7313-75.
- 2. НЧ, h14, z/2.

								08-26.МКР.020.00.001	
Исполнитель	Н.В.Савицкий	Лист	1	Изменено		Авт	1	Дата	11
Проверено	С.М.Васильев	Лист	36	Изменено		Лист	36	Дата	11
Утверждено	С.М.Васильев	Лист	1	Изменено		Лист	1	Дата	11
Исполнитель	Савицкий Н.В.	Корпус БР.36.004		Бр.А9Ж3/1 ГОСТ 493-79		ВНТЗ		ст. гр. ПМ-19н	
Проверено	Васильев С.М.	Корпус БР.36.004		Корпус БР.36.004		ВНТЗ		ст. гр. ПМ-19н	

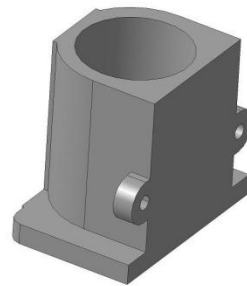
Лист 1 из 1
 08-26.МКР.020.00.001
 Бр.А9Ж3/1 ГОСТ 493-79
 Корпус БР.36.004

08-26.МКР.020.00.002

√ Ra 25 (√)



3D-модель заготовки



1. Точність вилівка 7т-5-7-7т 3м, 0,32 ГОСТ 26645-85.
2. Маса 3,6-0,2-0,27-4,07 ГОСТ 26645-85.
3. Невказанні на креслені радіуси заокруглень 16 мм.
4. Невказанні формувальні нахил 0°34'-1°36'.
5. На необроблених поверхнях допускаються раковини діаметром до 2 мм, глибиною не більше 0,7 мм.

				08-26.МКР.020.00.002		
				Корпус (вилівок)		Лист 1
				Бр.А9Ж3Л ГОСТ 493-79		ВНТУ ст. гр. 1ПМ-19м
				Копіюваль		Формат А2

Лист 1 з 1
Сторінка 1 з 1
Всього сторінок 1
Лист 1 з 1
Лист 1 з 1
Лист 1 з 1

ТП механічної обробки

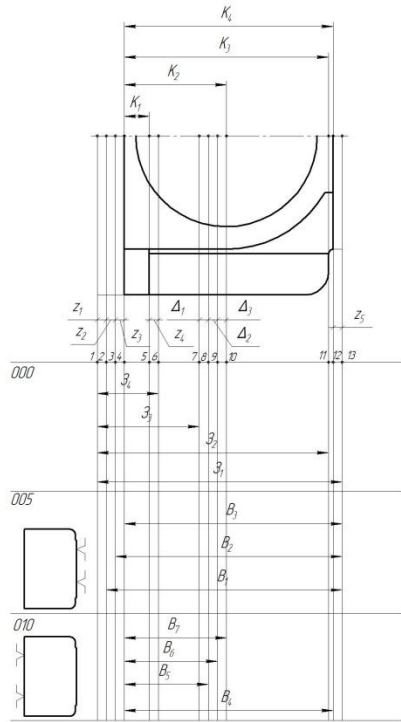
ТП механічної обробки (продовження)

№ операції	Назва і зміст операції	Схема установки і обробки	Модель верстака
005	<p>Вертикально-фрезерна з ЧПК:</p> <ol style="list-style-type: none"> Встановити, закріпити. Фрезерувати площину 1 попередньо в розмір 121,55^{+0,35}. Центрувати 4 отвори 2 та 2 отвори 3 в розмір $\phi 5$. Сверділити 4 отвори 2 в розмір $\phi 7,5$. Зенкерувати 4 отвори 2 в розмір згідно ескізу. Сверділити 2 отвори 3 в розмір згідно ескізу. Фрезерувати площину 1 остаточно в розмір згідно ескізу. Фрезерувати площини 4 та 5 однократно в розмір згідно ескізу. Зняти заготовку. 		<p>Вертикально-фрезерний з ЧПК 6A13PФ3</p>
010	<p>Вертикально-фрезерна з ЧПК:</p> <ol style="list-style-type: none"> Встановити, закріпити. Фрезерувати площину 7 попередньо в розмір 93,47^{+0,35}, площини 1 та 10 однократно в розмір згідно ескізу. Фрезерувати площину 7 попередньо в розмір 92,92^{+0,22}. Фрезерувати площину 7 остаточно в розмір згідно ескізу. Центрувати отвори 4, 5 та 12 в розмір $\phi 5$. Сверділити отвір 5 в згідно ескізу. Розсвердлювати отвір 5 в розмір $\phi 8,4$. Нарізати різь в отворі 5 в розмір згідно ескізу. Сверділити отвір 4 в розмір $\phi 4,95$^{+0,20}. Зенкерувати отвір 4 в розмір згідно ескізу. Нарізати різь в отворі 4 в розмір згідно ескізу. Розточувати отвір 3 попередньо в розмір $\phi 79,494$. 		<p>П'ятикоординатний однопольовий центр VF-21R</p>

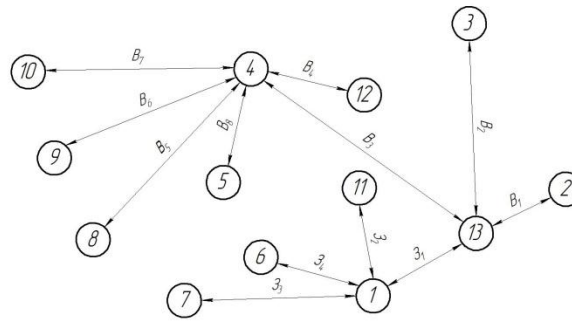
1	2	3	4
	<ol style="list-style-type: none"> Розточити отвір 3 попередньо в розмір $\phi 79,85$^{+0,074}. Розточити фаску 2 однократно в розмір згідно ескізу. Розточити отвір 3 остаточно в розмір згідно ескізу. Фрезерувати канавку 6 в розмір згідно ескізу. Зенкерувати 2 отвори 8 в розмір згідно ескізу. Фрезерувати паз 9 однократно в розмір згідно ескізу. Сверділити отвір 11 в розмір $\phi 3,33$^{+0,10}. Нарізати різь в отворі 11 в розмір згідно ескізу. Сверділити отвір 12 в розмір $\phi 29,631$^{+0,21}. Зенкерувати отвір 12 в розмір $\phi 29,883$^{+0,13}. Розвертати отвір 12 в розмір згідно ескізу. Фрезерувати 2 пази 13 в розмір згідно ескізу. Фрезерувати площини 14 та 16, пази 15 та 17 в розмір згідно ескізу. Зняти деталь. 		
		<p>1. Не фіксують граничні відхилення розмірів Н14, Н16, ±$\frac{H}{2}$</p>	
		<p>1. Не фіксують граничні відхилення розмірів Н14, Н16, ±$\frac{H}{2}$</p>	

Розмірний аналіз технологічного процесу

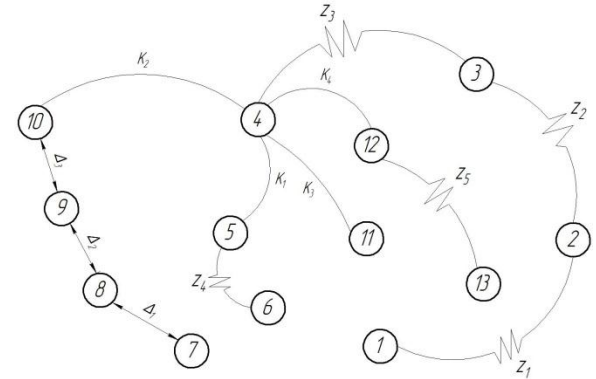
Розмірна схема технологічного процесу



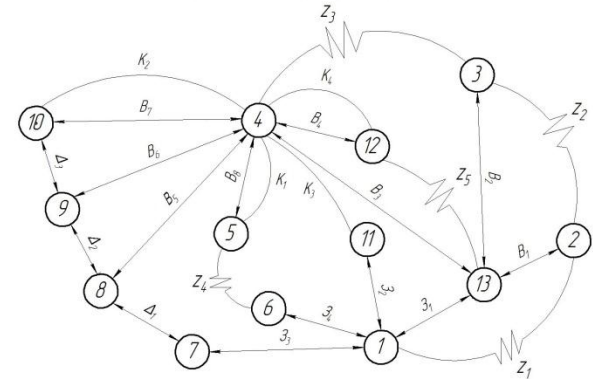
Похідний граф-дерево



Вихідний граф-дерево



Суміщений граф-дерево

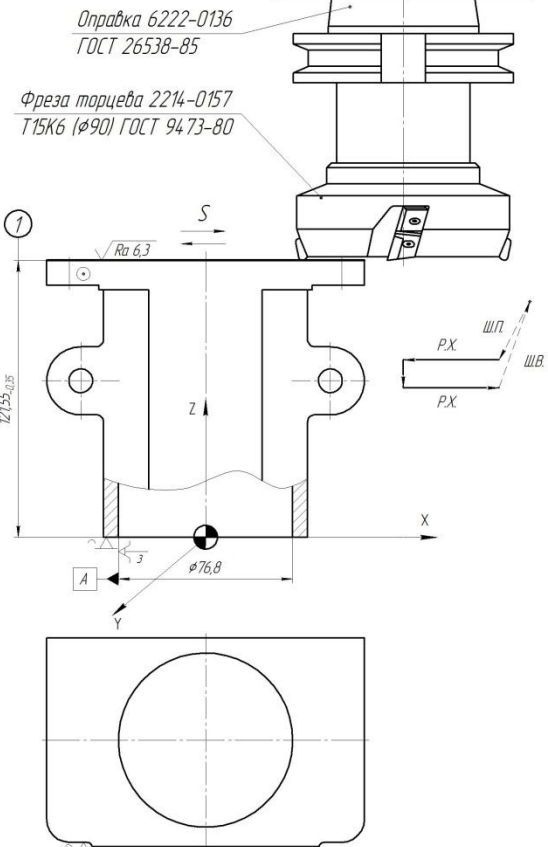


Значення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки та допуски цих розмірів

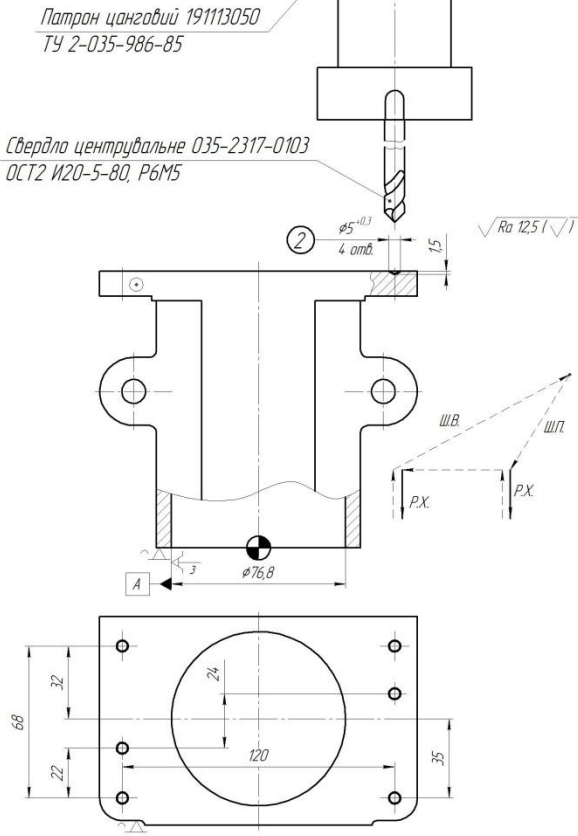
Позначення розміру	Граничні значення розміру		Допуск	Номинальний розмір	Значення розміру у техноло-гічному документі	Значення розміру на кресленні вихідної заготовки
	Мінімальний розмір	Максимальний розмір				
B_7	93,12	93,47	0,35	93,47	93,47 _{+0,35}	
B_6	92,7	92,92	0,22	92,92	92,92 _{+0,22}	
B_5	92,45	92,59	0,14	92,59	92,59 _{+0,14}	
B_4	91,78	92	0,22	92	92 _{+0,22}	
B_3	44,88	45,12	0,25	45	45 _{+0,12}	
B_2	44,92	45,08	0,16	45	45 _{+0,08}	
B_1	44,95	45,05	0,1	45	45 _{+0,05}	
B_0	10,89	11	0,11	11	11 _{+0,11}	
Z_1	93,97	94,84	0,87	94,4		94,4 _{+0,43}
Z_2	89,98	90,85	0,87	90,41		90,41 _{+0,43}
Z_3	46,58	47,2	0,62	46,89		
Z_4	126,2	13,05	0,42	12,83		12,83 _{+0,21}

08-26 МКР.020.00.300

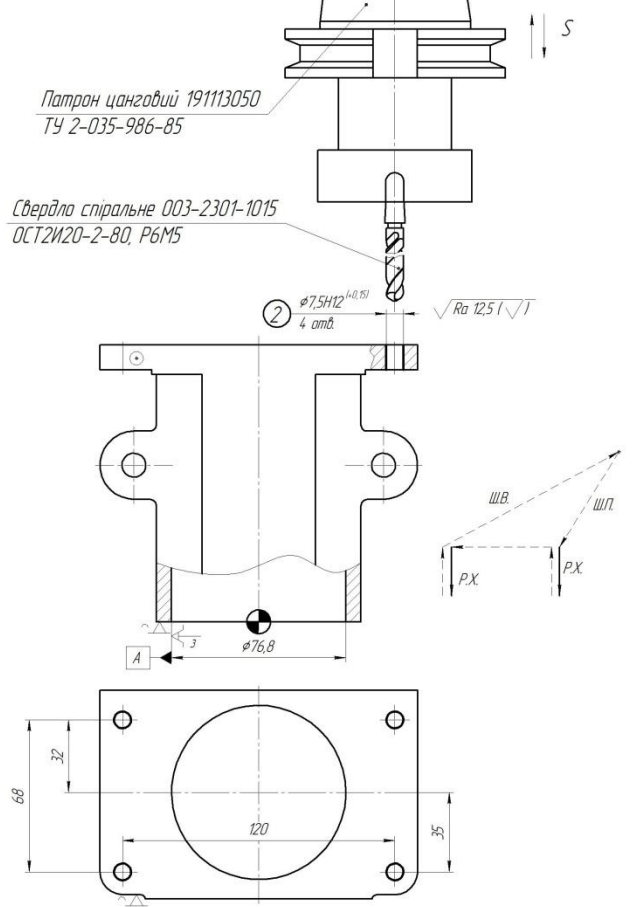
Перехід 2



Перехід 3



Перехід 4



003	8	Фрезерувати площину 4, 5 аднак	24,74	2,0	630	1,14
	7	Фрезерувати площину 1 остаточно	157	0,45	400	3,0
	6	Свердлити 2 отві 3	37,7	3,0	2000	0,22
	5	Зенкерувати 4 отві 2	56,5	0,75	2000	0,5
	4	Свердлити 4 отві 2	47,1	3,75	2000	0,3
	3	Центрувати 4 отві 2 та 2 отві 3	314	25	2000	0,22
2	Фрезерувати площину 1 попередньо	157	1,05	400	1,2	
1	Установити, закріпити заготовку	-	-	-	-	
№ опер	№ перех	Фрезерна з ЧПК	Обладнання			
		ВРЗМФЗ		V м/хв		f мм/об
		Обладнання		Режими різання		
08-26 МКР.020.00.300						
Мат. Мат.	Материал	Лист	Лист	Лист	Маса	Масив
Розроб	Цехот РІВ			Лист	-	11
Фред	Технічний ЛД			Лист	Листов	1
Інженер						
Інженер	Складок Об					
Інженер	Контроль					
Копія						
Формат А1						

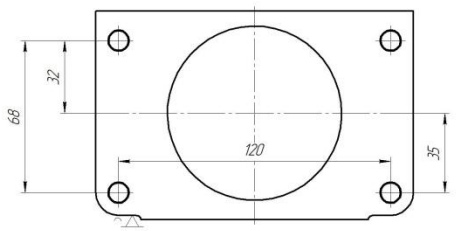
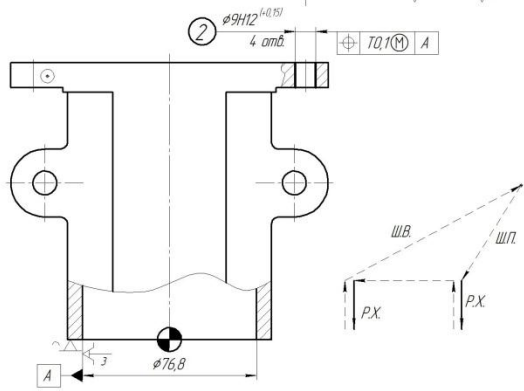
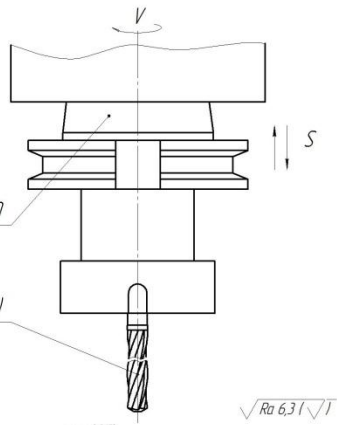
Карта налагоджень

08-26.МКР.020.00.300

Перехід 5

Патрон цанговий 191113050
ТУ 2-035-986-85

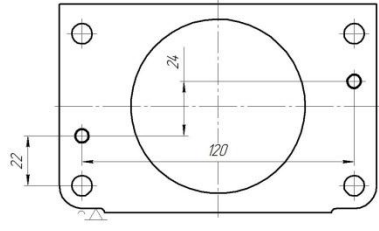
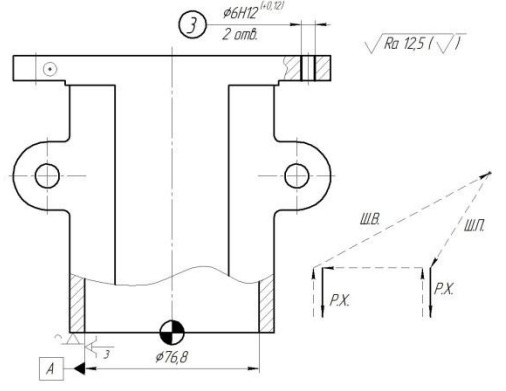
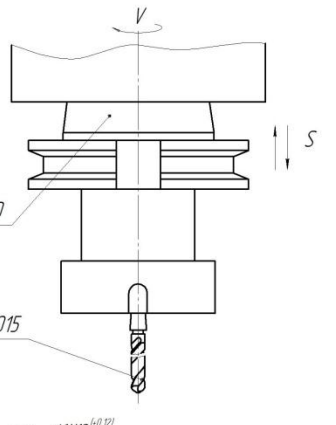
Зенкер 2320-2563 (φ9)
Р6М5 ГОСТ 19265-73



Перехід 6

Патрон цанговий 191113050
ТУ 2-035-986-85

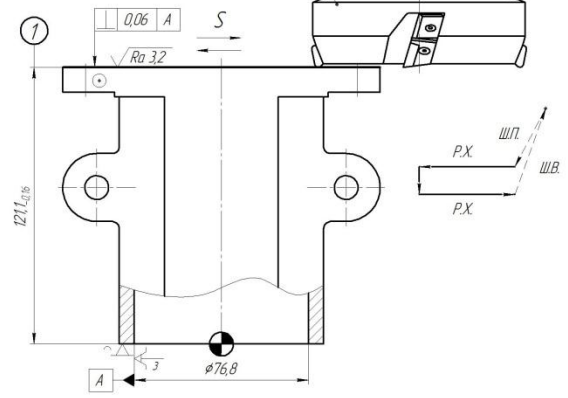
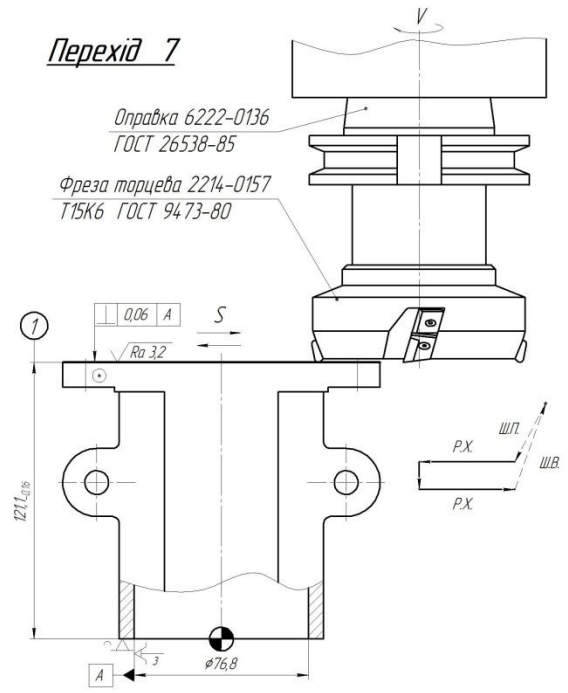
Свердло спіральне 003-2301-1015
ОСТ2И20-2-80, Р6М5



Перехід 7

Оправка 6222-0136
ГОСТ 26538-85

Фреза торцева 2214-0157
Т15К6 ГОСТ 9473-80



АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ КІЛЬКОСТІ ПРАЦІВНИКІВ ДІЛЬНИЦІ (ЦЕХУ) МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ

Мета роботи – розробка прикладної програми для розрахунку кількості працівників на дільниці (в цеху) механічної обробки заготовок деталей, що дозволяє автоматизувати процес розрахунку та скоротити його час.

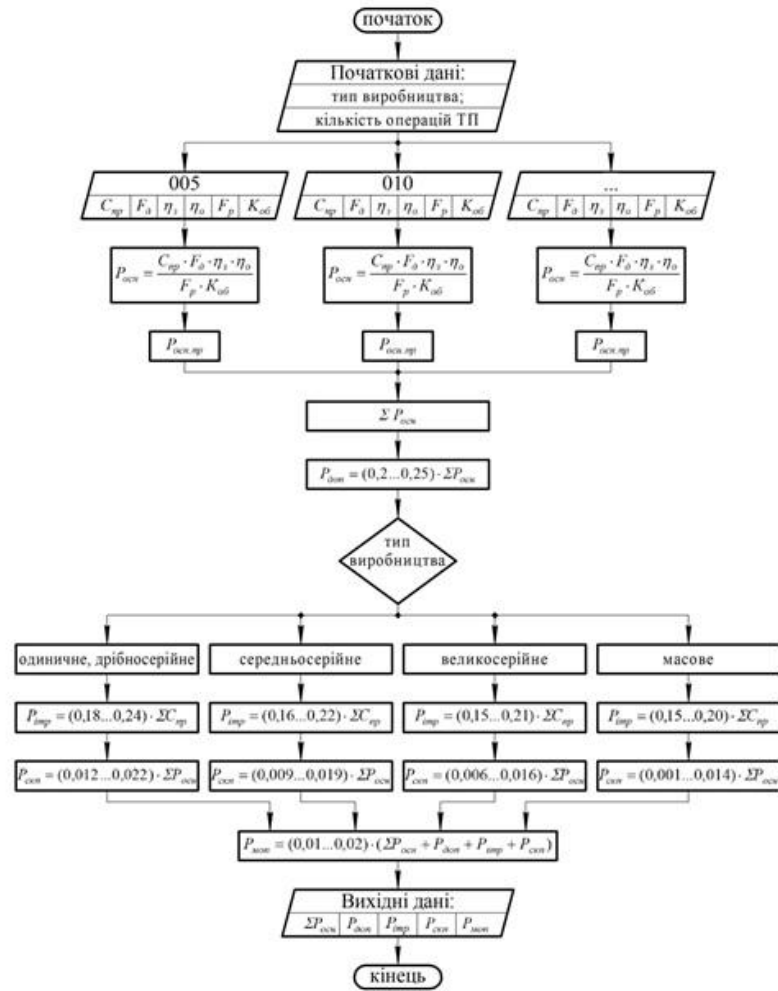


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму розрахунку кількості працівників на дільниці (в цеху) механічної обробки

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ КІЛЬКОСТІ ПРАЦІВНИКІВ ДІЛЬНИЦІ (ЦЕХУ) МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ (продовження)

Розрахунок кількості працівників дільниці (цеху) механічної обробки

ПОЧАТКОВІ ДАНІ
Тип виробництва: Середньосерійне
Кількість операцій технологічного процесу: 2

Код	Тип	Кількість верстатів по операцях, шт.	Ефективний річний фонд часу роботи верстата, год.	Коефіцієнт завантаження обладнання	Коефіцієнт використання обладнання за основні години	Ефективний річний фонд часу роботи основного робітника, год.	Коефіцієнт багатоверстатного обслуговування
005	Спр	1	3890	0,289	0,56	1860	2
010	Спр	1	3890	0,909	0,71	1860	2

ΣСпр 2

ROZPAHUNKOBІ ДАНІ
Основні робітники

Розрахункова кількість	Прийнято, чол.
Росн.роз 0,169	Росн.лр 1
Росн.роз 0,575	Росн.лр 1

ΣРосн.лр 2

Допоміжні робітники

Рдоп.сер. 0,45	Рдоп.лр 1
MIN.доп 0,4	
MAX.доп 0,5	

Інженерно-технічні робітники (ІТР)

Рітр.сер. 0,38	Рітр.лр 1
MIN.ітр 0,32	
MAX.ітр 0,44	

Службово-канторський персонал (СКП)

Рокп.сер. 0,028	Рокп.лр 1
MIN.окп 0,018	
MAX.окп 0,038	

Молодший обслуговуючий персонал (МОП)

Рмоп.сер. 0,075	Рмоп.лр 1
MIN.моп 0,05	
MAX.моп 0,1	

Загальна кількість працівників дільниці (цеху)

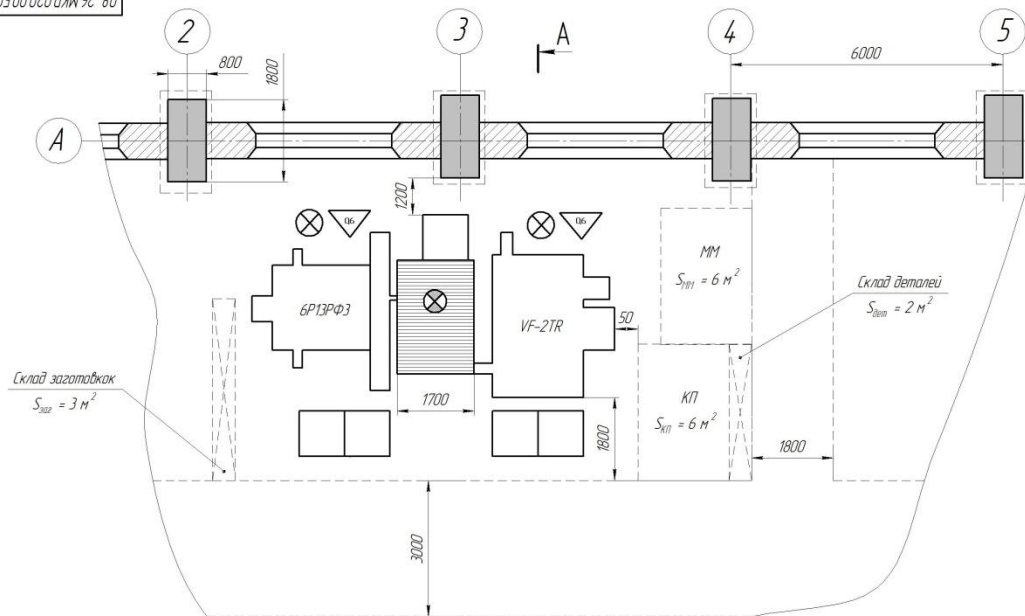
ΣРосн.лр 2 + Рдоп.лр 1 + Рітр.лр 1 + Рокп.лр 1 + Рмоп.лр 1 = ΣР 6

Розробити

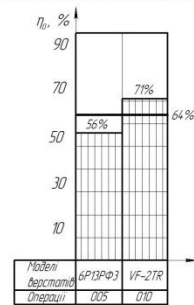
Рисунок 2 – Інтерфейс програми для розрахунку кількості працівників на дільниці (в цеху) механічної обробки

Висновок. Розроблено комп'ютерну програму «Розрахунок кількості працівників дільниці (цеху) механічної обробки», яка призначена для розрахунку кількості основних та допоміжних працівників на дільниці (в цеху) механічної обробки заготовок деталей машин за заданими початковими даними серійності виробництва, кількості верстатів та коефіцієнтів завантаження верстатів по операціях технологічного процесу розрахункового представника з врахуванням рекомендаційних норм. Програма має зручний інтерфейс, містить набір довідникових даних і може бути корисна студентам, що навчаються за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» та інженерам для розрахунків у сфері машинобудування.

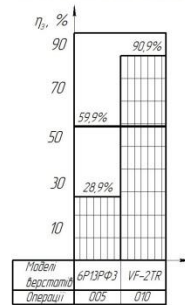
08-26.МКР.020.00.500 ВЗ



Графік використання обладнання за основним часом

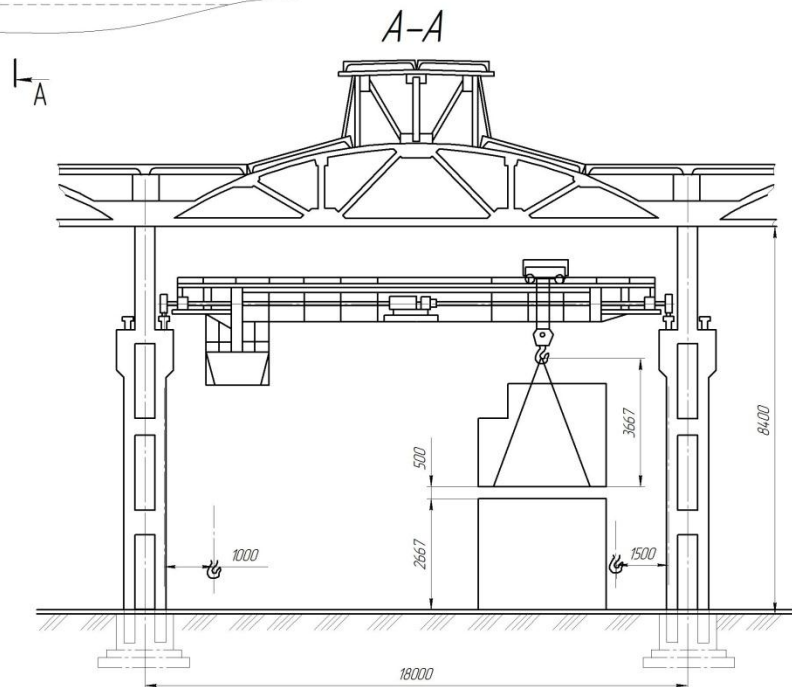


Графік завантаження обладнання



Б

2



Технічна характеристика дільниці

- Площа дільниці (м^2)
 - загальна - 133,4
 - виробнича - 120
 - допоміжна - 13,4
- Кількість працюючих (чол.)
 - робітників основних - 1
 - допоміжних - 1
 - і т.р. - 1
 - МОП - 1
 - службовців - 1
- Верстатів, шт. - 2
- Транспортні засоби, шт.
 - Мостовий кран
 - вантажопідйомністю 10 т - 1
 - Візки гідравлічні - 1

08-26.МКР.020.00.500 ВЗ				Лист	Масштаб	Масштаб
Розроб.	М.В.М.	В.В.М.	Л.В.М.	Цейхман П.В.	-	150
Вір.				Ванжуків Г.О.		
Контроль						
Відом.	Середок	В.В.	Копицький			
				План дільниці механічної обробки		
				ВНТУ		
				ст. гр. ПМ-19м		

Копія

Формат А1

Показник	Базовий ТП	Удосконалений ТП
1. Річний випуск виробів, шт.	4000	
2. Приведена програма, шт.	-	13204
3. Спосіб виготовлення заготовки	Лиття в піщано-глинсті форми (з ручним формуванням)	Лиття в кокіль
4. Маса заготовки, кг	4,7	4,07
5. Собівартість виготовлення заготовки, грн.	636,8	522
6. Коефіцієнт точності маси заготовки	0,76	0,88
7. Економічний ефект при виготовленні заготовки, грн.	-	459200
8. Кількість операцій	7	2
9. Кількість верстатів, шт.	6	2
10. Кількість ставок працюючих	10,36	1,57
11. Виробнича площа, м ²	451,3	120
12. Загальна площа, м ²	511,6	133,4
13. Капітальні витрати, грн.	-	2063676,76
14. Собівартість продукції, грн.	806,54	560,1
15. Прибуток, грн.	-	1548270,53
16. Термін окупності, років	-	1,33

В МКР удосконалено технологію механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус БР.36.004». В результаті виконання роботи можна зробити наступні висновки.

1. Розглянуто технології виготовлення деталі типу «Корпус», проведено аналіз типових ТП, базового ТП механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус БР.36.004», оцінені їх позитивні сторони, внесені пропозиції щодо удосконалення технології механічної обробки розглядуваної заготовки деталі.

2. Запропоновано два найбільш доцільні варіанти виготовлення заготовки деталі типу «Корпус БР.36.004» – лиття в кокіль та лиття в піщано-глинисті форми. Розрахунки собівартості заготовки показали, що дешевша заготовка при литті в кокіль (522 грн.), при литті в піщано-глинисті форми вартість заготовки – 636,8 грн.

3. Спроектовано варіанти удосконаленого ТП механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус БР.36.004» з використанням верстатів з ЧПК. Їх порівняння за мінімумом приведених витрат дозволило вибрати дешевший варіант. Виконано розрахунки припусків, режимів різання, норм часу по операціям ТП.

4. Для удосконаленого ТП механічної обробки спроектовано ділянку; встановлено приведену програму (13204 шт.) для роботи в середньосерійному виробництві; розраховано необхідну кількість верстатів – 2 верстати, кількість основних робітників (1 чол.).

5. В науковій частині роботи розроблено комп'ютерну програму «Розрахунок кількості працівників ділянки (цеху) механічної обробки», яка призначена для розрахунку кількості основних та допоміжних працівників на ділянку (в цеху) механічної обробки заготовок деталей машин за заданими початковими даними серійності виробництва, кількості верстатів та коефіцієнтів завантаження верстатів по операціях технологічного процесу розрахункового представника з врахуванням рекомендаційних норм.

6. Економічні розрахунки підтвердили доцільність впровадження запропонованих рішень, визначено капітальні вкладення – 2063676,76 грн., одержаний прибуток – 1548270,53 грн., термін окупності вкладень – 1,33 року.

7. Розроблені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на ділянці механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус БР.36.004».

Дякую за увагу!