

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

***Удосконалення технології та діляниці механічної
обробки заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001»***

Виконав: ст. гр. 1ПМ-17м з.ф.н.

Усердін О. М.

Керівник: к.т.н., доц. каф. ТАМ

Репінський С. В.

Мета і завдання дослідження

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є удосконалення технології та дільниці механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001» на основі застосування сучасних досягнень в галузі технології машинобудування, прогресивного обладнання, інструменту, що дозволить підвищити якість продукції, скоротити час її обробки, зменшити кількість обладнання, працюючих, виробничі площі, витрати електроенергії і відповідно технологічну собівартість виконання операцій механічної обробки, собівартість продукції.

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

- провести техніко-економічне обґрунтування удосконалення технології механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001»;
- на основі робочого креслення деталі виконати якісний та кількісний аналіз технологічності конструкції деталі;
- встановити тип виробництва та форму організації роботи;
- вибрати метод та оптимальний спосіб виготовлення заготовки, виконавши відповідне техніко-економічне обґрунтування;
- вибрати методи обробки поверхонь деталі «Корпус РВ.10.001»;
- обґрунтувати вибір чистових та чорнових технологічних баз;
- розробити удосконалені варіанти маршруту механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001»;
- вибрати кращий з розроблених маршрутів механічної обробки за мінімумом приведених витрат;
- провести розмірний аналіз технологічного процесу механічної обробки деталі;
- розрахувати режими різання;
- виконати нормування операцій технологічного процесу;
- виконати порівняльний аналіз результатів вибору припусків на обробку отвору в заготовці деталі типу «Корпус РВ.10.001» нормативним (дослідно-статистичним) та розрахунково-аналітичним методом;
- встановити приведену програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання та працюючих, що необхідні для забезпечення механічної обробки деталі на дільниці;
- провести розрахунок економічної доцільності впровадження удосконаленого ТП;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення корпусних деталей.

Предмет дослідження – удосконалений технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001».

Наукова новизна, практичне значення одержаних результатів

Наукова новизна одержаних результатів. Дістала подальший розвиток методика порівняльного аналізу та вибору оптимального методу вибору припусків на механічну обробку точних поверхонь деталі.

Практичне значення одержаних результатів полягає в удосконаленні технології та дільниці механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001» 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:

- варіантним вибором встановлено, що найбільш доцільними способами виготовлення заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001» є 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 1112,43 грн., що менше у порівнянні з литтям в піщано-глинисті форми з ручним формуванням суміші – 1266,7 грн.;

- розроблено удосконалений технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001» з використанням високопродуктивних багатоцільових верстатів з ЧПК; техніко-економічний аналіз показав, що впровадження удосконаленого технологічного процесу в виробництво є економічно доцільним;

- для удосконаленого маршруту механічної обробки розраховано дільницю механічної обробки; розраховано приведену програму для роботи дільниці в серійному виробництві, яка складає 5490 шт.; дільниця механічної обробки повинна містити 3 верстати, кількість основних робітників, що її обслуговують – 2 чол., кількість допоміжних працівників – 4 чол.

Апробація результатів роботи. Основні положення і результати роботи доповідалися й обговорювалися на конференції:

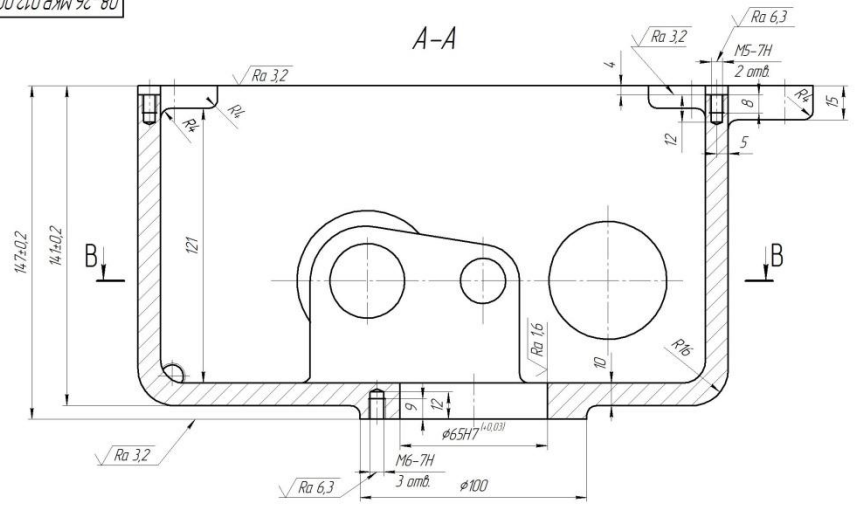
- XLVII науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ (м. Вінниця, ВНТУ, 14-23 березня 2018 р.).

Публікації. Оpubліковано тезу доповіді:

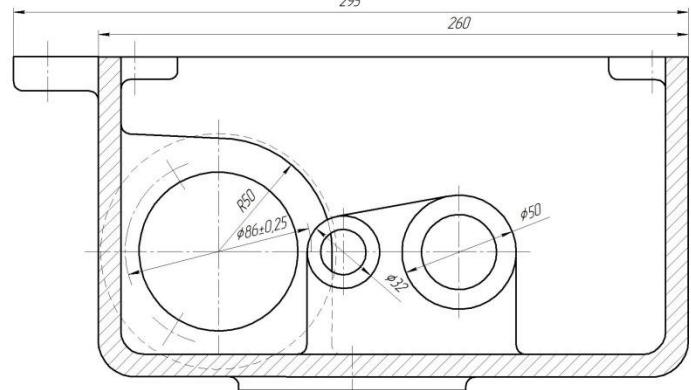
- Порівняльний аналіз результатів вибору припусків на обробку отворів в заготовках корпусних деталей за нормативами та розрахунково-аналітичним методом [Електронний ресурс] / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, С. О. Лабунський, О. М. Усердін // Матеріали XLVII науково-технічної конференції 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/4812>.

08-26.MKP.012.00.001

A-A

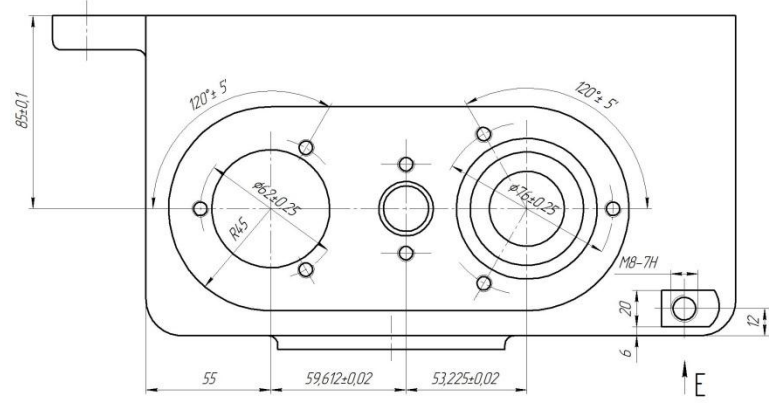


∠ 180°

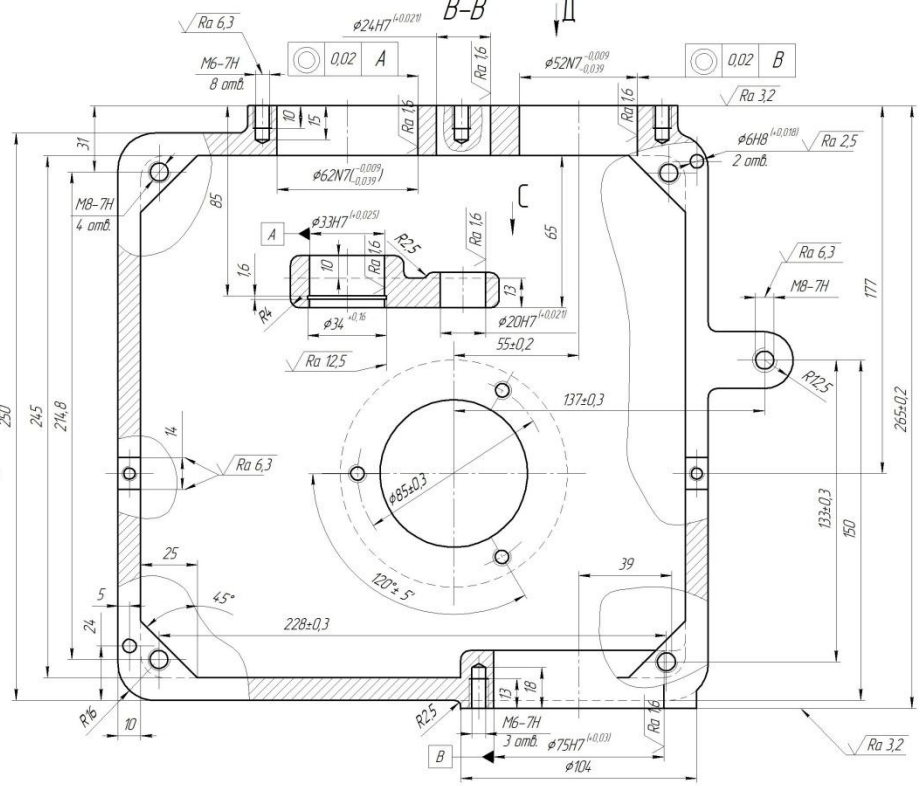


B-B

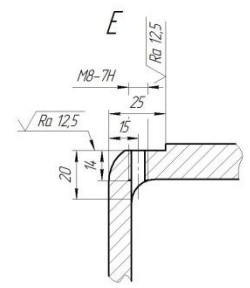
∠ 180°



A-A



A-A



1. HB 170..210.
2. H16, h16, ±IT16/2.
3. Невказані либарні радіуси R5 max.

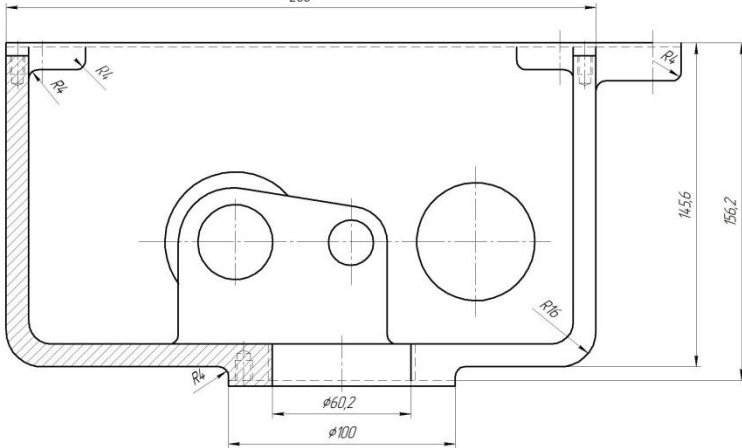
| | | | |
|----------------------|---------|-----------------|--------|
| 08-26.MKP.012.00.001 | | | |
| Корпус РВ.10.001 | | | |
| Лист | Матрица | Масштаб | 1:1 |
| Лист | Листов | Листов | Листов |
| С418 ГОСТ 14.12-84 | | ВНТЗ | |
| Копиров | | Ст. зр. ПТМ-17H | |

Шкала: 1:1
 Материал: Сталь 45
 Терм. обработка: закалка, отпуск
 Поверхностная обработка: шлифовка
 Проверка: по чертежу
 Изготовитель: ООО "МТЗ"

08-26.МКР.012.00.002

A-A

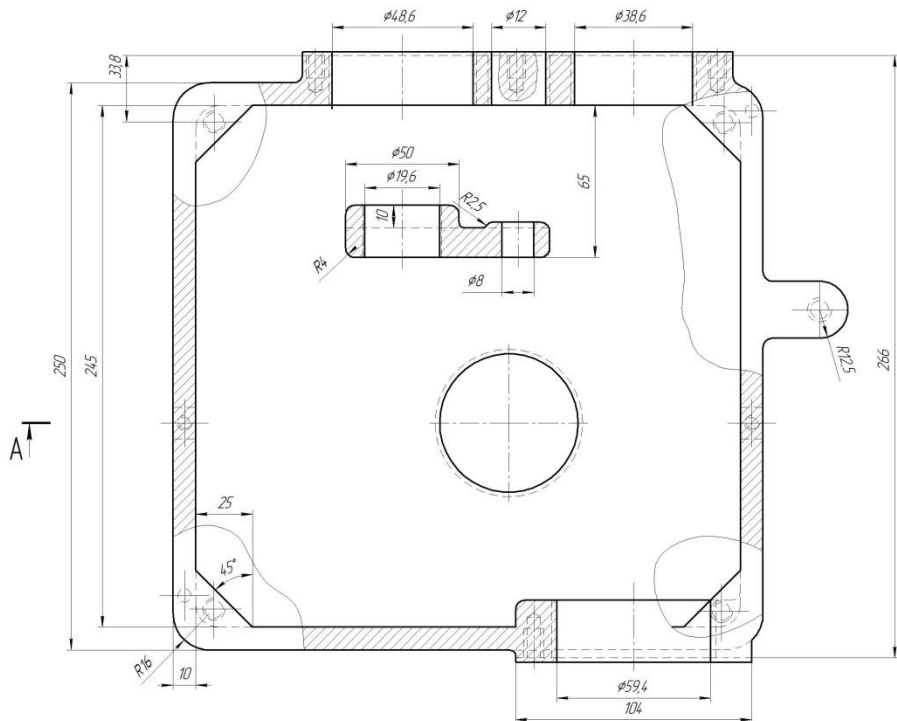
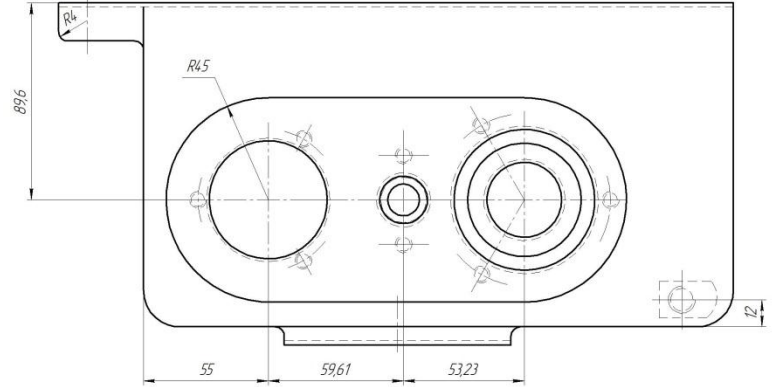
260



D

$D \circ 180^\circ$

$\sqrt{Ra 50}$



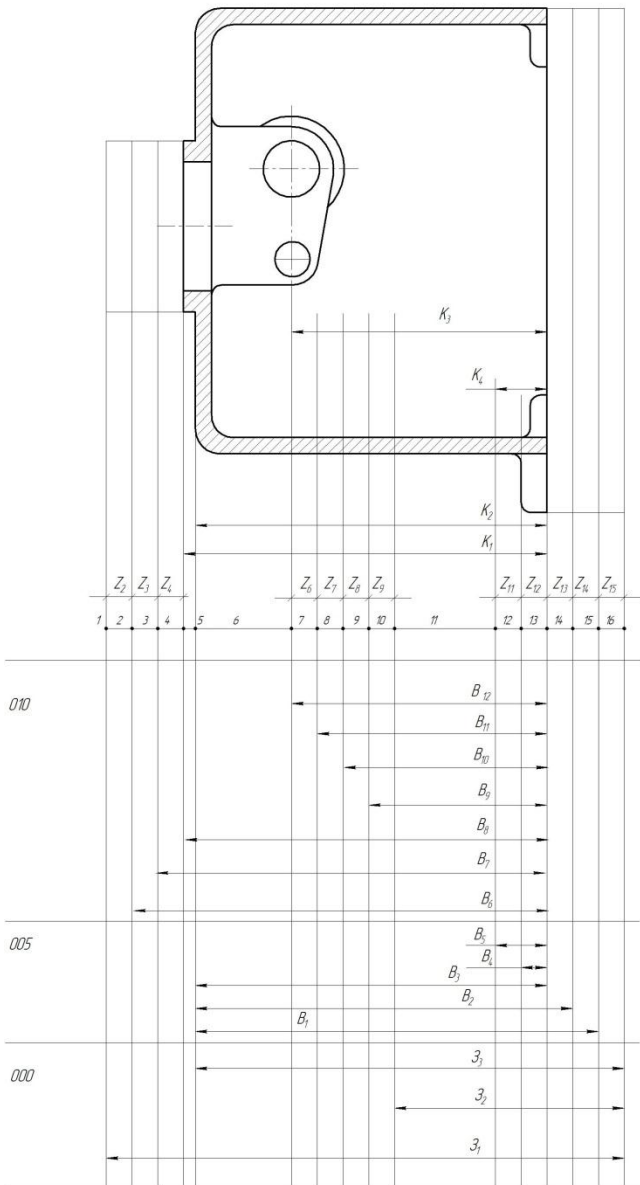
A

A

1. Точність виливка 12-8-15-12 зм.3.2 ГОСТ26645-85.
2. Маса 16,3-2,1-0,8-19,2 ГОСТ 26645-85.
3. Невказані радіуси заокруглень R,ітах, формувальні нахили до 0°50'.
4. Допускаються раковини, пустоти $\Phi 4$ мм на глибини 4,6 мм.

| | | | | | | |
|----------------------|-------------|------|------|----------------|-------|---------|
| 08-26.МКР.012.00.002 | | | | Лист | Масса | Масштаб |
| Корпус (заготовка) | | | | 19,2 | 1:1 | |
| Исполн | М.В.Шум | Лист | Лист | | | |
| Разраб | Безруков | | | | | |
| Проф | Резьковский | | | | | |
| Контр | | | | | | |
| Мастер | Соловьев | | | | | |
| Инж | Козлов | | | | | |
| СЧ18 ГОСТ 12-84 | | | | ВНТЧ | | |
| Копиробот | | | | ст. гр. ПМ-17н | | |
| | | | | Фармак АТ | | |

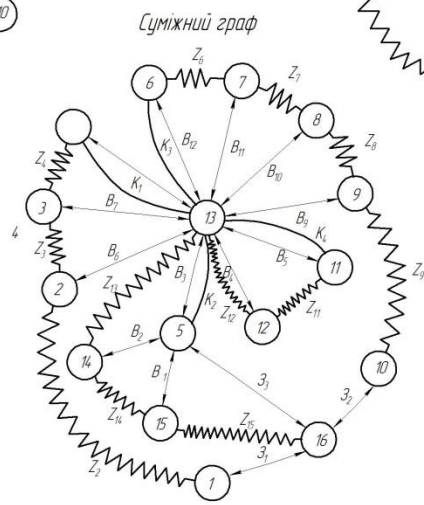
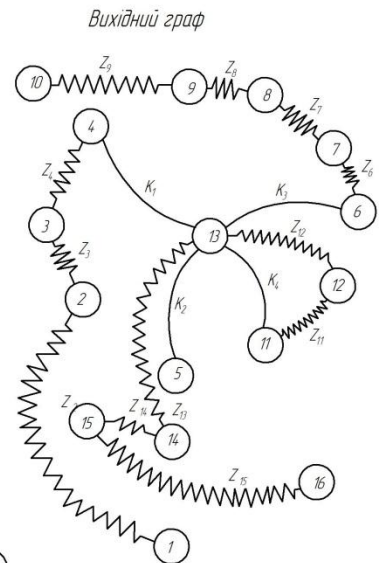
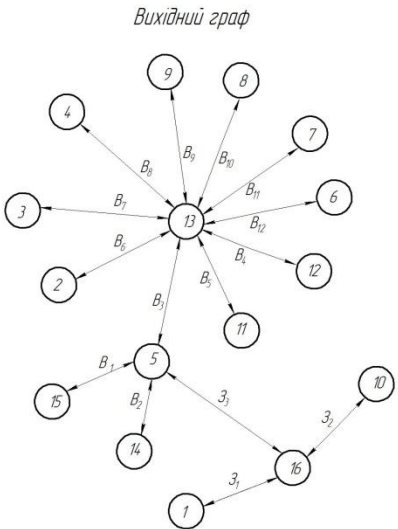
Розмірний аналіз технологічного процесу



Розмірна схема технологічного процесу

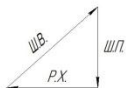
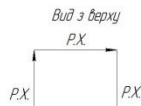
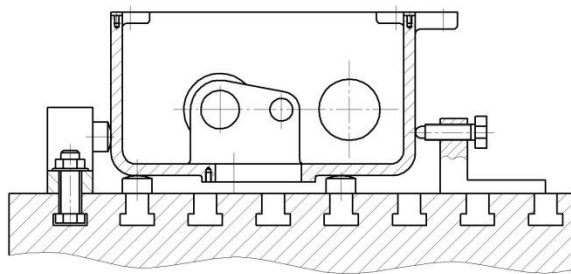
| Розмір | V_1 | V_2 | V_3 | V_4 | V_5 | V_6 | V_7 | V_8 | V_9 | V_{10} | V_{11} | V_{12} | Z_1 | Z_2 | Z_3 |
|----------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|----------|----------|----------|--------|-------|--------|
| Значення допуску | 10 | 0.4 | 0.25 | 0.12 | 0.075 | 10 | 0.4 | 0.25 | 0.22 | 0.15 | 0.087 | 0.054 | 2.5 | 2.2 | 2.5 |
| Значення розміру $V_{ит}$ | 142.16 | 14.16 | 14.08 | 3.7 | 4 | 148.06 | 14.736 | 146.8 | 81465 | 83.155 | 84.116 | 84.9 | 155.25 | 78.79 | 145.33 |
| Значення розміру V_{max} | 142.58 | 14.156 | 14.12 | 3.7 | 4 | 149.06 | 14.776 | 14.72 | 81615 | 83.23 | 83.305 | 84.196 | 157.75 | 80.99 | 147.83 |

| Полуски | Z_1 | Z_2 | Z_3 | Z_4 | Z_5 | Z_6 | Z_7 | Z_8 | Z_9 | Z_{10} | |
|-------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|------|
| Граничні значення | Z_{min} | 164 | 1.7 | 0.96 | 0.38 | 105 | 1.87 | 2.9 | 0.76 | 1.7 | 6.24 |

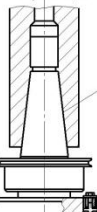


08-26.МКР.012.00.300

Перехід 1



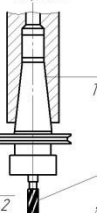
Перехід 2, 3



Оправка 6222 - 0134
ГОСТ 26538 - 85

Фреза 012.0234.000 - 00
ТУ 2 - 035 - 910 - 83

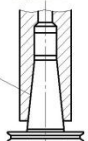
Перехід 4



Патрон 19113050
ТУ 2 - 035 - 986 - 85

Фреза 2223-0296
ГОСТ 14.026-71

Перехід 6

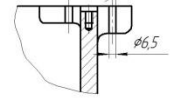


Патрон 19113050
ТУ 2 - 035 - 986 - 85

Свердло 19113050
ГОСТ 22735-77

Ra 3,2

φ6,3



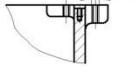
Перехід 11



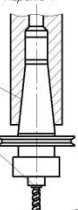
Патрон 19113050
ТУ 2 - 035 - 986 - 85

Мітчик 2640-0081
ГОСТ 1604-71

МБ-7Н



Перехід 7

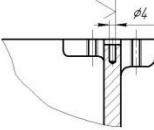


Патрон 19113050
ТУ 2 - 035 - 986 - 85

Свердло 2300-7358
ГОСТ 22735-77

Ra 6,3

φ4



Перехід 8

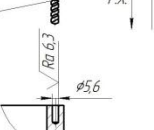


Патрон 19113050
ТУ 2 - 035 - 986 - 85

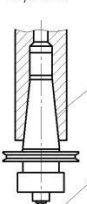
Свердло 2300-8318
ГОСТ 22735-77

Ra 6,3

φ5,6



Перехід 9

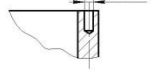


Патрон 19113050
ТУ 2 - 035 - 986 - 85

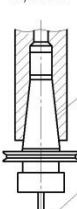
Зенкер 2320 - 2551
ГОСТ 12489-71

Ra 3,2

φ5,9



Перехід 10

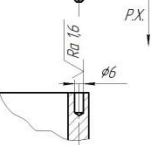


Патрон 19113050
ТУ 2 - 035 - 986 - 85

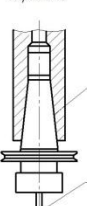
Развертка 2363 - 0070
ГОСТ 1672-80

Ra 1,6

φ6



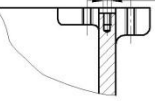
Перехід 12



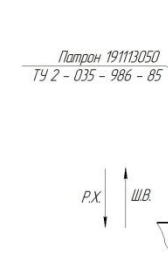
Патрон 19113050
ТУ 2 - 035 - 986 - 85

Мітчик 2640-0081
ГОСТ 1604-71

МБ-7Н



Перехід 5

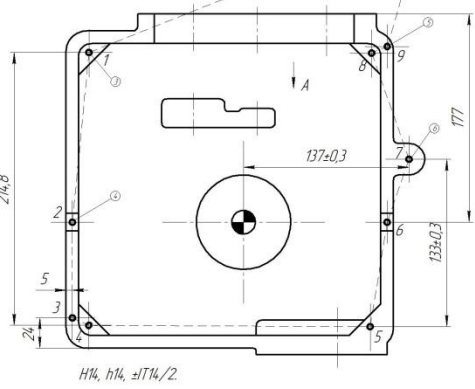


Патрон 19113050
ТУ 2 - 035 - 986 - 85

Свердло 035 - 2317 0102
ГОСТ 2120-5-80

φ5

z



H14, h14, ±IT14/2.

| № | № | Комбінація з ЧПК | В, м/хв | f, мм | п. об/хв | S, мм/об |
|----|----|--|---------|-------|----------|----------|
| 12 | 11 | Нарізати різьбу в 2 отвори 4. | 7,65 | 0,5 | 500 | 0,1 |
| 11 | 11 | Нарізати різьбу в 4 отвори 3 отвори 6. | 12,56 | 0,5 | 500 | 0,1 |
| 10 | 11 | Розвернути 2 отвори 5. | 4,19 | 0,25 | 750 | 0,05 |
| 9 | 9 | Зенкерувати 2 отвори 5. | 10,362 | 0,75 | 600 | 0,1 |
| 8 | 6 | Свердлити 2 отвори 5. | 6,28 | 2,0 | 500 | 0,15 |
| 7 | 6 | Свердлити 2 отвори 4. | 6,28 | 2,0 | 500 | 0,15 |
| 6 | 6 | Свердлити 4 отвори 3 отвори 6. | 10,99 | 3,5 | 500 | 0,15 |
| 5 | 5 | Свердлити 4 отвори 3 отвори 4. | 6,28 | 2,0 | 500 | 0,1 |
| 4 | 4 | Фрезерувати поверхню 2 однократно. | 4,396 | 4,0 | 1000 | 0,1 |
| 3 | 3 | Фрезерувати поверхню 1 остаточно. | 1,57 | 0,6 | 1250 | 0,1 |
| 2 | 2 | Фрезерувати поверхню 1 попередньо. | 12,56 | 4,0 | 1000 | 0,2 |
| 1 | 1 | Встановити і закрити заготовку. | | | | |

08-26.МКР.012.00.300

Карта налагоджень

| | | | | |
|---|---|------|---|------|
| № | № | Лист | № | Лист |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

ВНТУ
ст. гр. ПМ-17н

Шкала: 1:1
 Матеріал: Сталь 45
 Обробка: Шліфування
 Висота: 12

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИБОРУ ПРИПУСКІВ НА ОБРОБКУ ОТВОРУ В ЗАГОТОВЦІ ДЕТАЛІ ТИПУ «КОРПУС РВ.10.001» НОРМАТИВНИМ (ДОСЛІДНО-СТАТИСТИЧНИМ) ТА РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНИМ МЕТОДОМ

Мета роботи – порівняльний аналіз величини припусків для обробки отворів під підшипники корпусних деталей, визначених розрахунково-аналітичним та нормативним (дослідно-статистичним) методами.

Завдання, які вирішуються при дослідженні:

- вибір методу, способу виготовлення заготовки деталі;
- визначення припусків на обробку отвору нормативним (дослідно-статистичним) методом;
- вибір технологічних баз для виконання обробки заготовки деталі;
- вибір методів та технологічних переходів механічної обробки отвору;
- визначення проміжних, загальних припусків на обробку отвору розрахунково-аналітичним методом;
- аналіз одержаних результатів.

Таблиця 1 – Припуски на механічну обробку отвору $\varnothing 33H7^{(+0,025)}$ визначені нормативним (дослідно-статистичним) методом

| Переходи механічної обробки | Припуски, мм | |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Мінімальний Z_{\min} | Максимальний Z_{\max} |
| 1 перехід | 0,7 | 5,1 |
| 2 перехід | 0,2 | 1,46 |
| 3 перехід | 0,08 | 0,59 |
| 4 перехід | 0,02 | 0,15 |
| | Сумарний припуск | |
| | 1,0 | 7,3 |

Таблиця 2 – Припуски на механічну обробку отвору $\varnothing 33H7^{(+0,025)}$ визначені розрахунково-аналітичним методом

| Переходи механічної обробки | Припуски, мм | |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Мінімальний Z_{\min} | Максимальний Z_{\max} |
| 1 перехід | 3,014 | 4,9 |
| 2 перехід | 0,121 | 0,35 |
| 3 перехід | 0,035 | 0,096 |
| 4 перехід | 0,02 | 0,027 |
| | Сумарний припуск | |
| | 3,19 | 5,373 |

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИБОРУ ПРИПУСКІВ НА ОБРОБКУ ОТВОРУ В ЗАГОТОВЦІ ДЕТАЛІ
ТИПУ «КОРПУС РВ.10.001» НОРМАТИВНИМ (ДОСЛІДНО-СТАТИСТИЧНИМ) ТА РОЗРАХУНКОВО-
АНАЛІТИЧНИМ МЕТОДОМ**

(продовження)

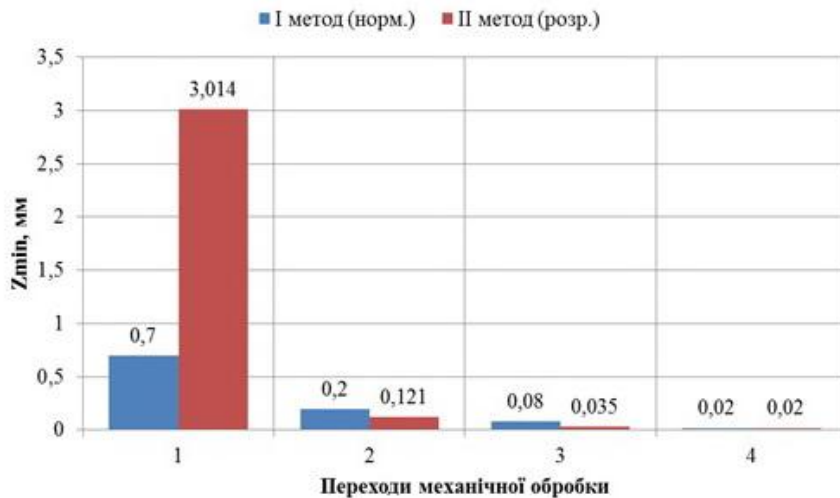


Рисунок 1 – Мінімальні припуски на механічну обробку отвору $\varnothing 33H7^{(+0,025)}$ при методах їх визначення:

I – нормативний (дослідно-статистичний); II – розрахунково-аналітичний

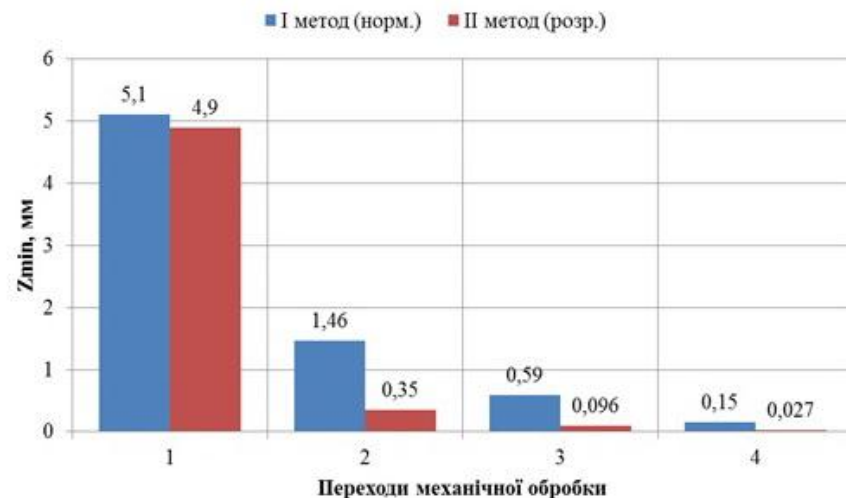


Рисунок 2 – Максимальні припуски на механічну обробку отвору $\varnothing 33H7^{(+0,025)}$ при методах їх визначення:

I – нормативний (дослідно-статистичний); II – розрахунково-аналітичний

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИБОРУ ПРИПУСКІВ НА ОБРОБКУ ОТВОРУ В ЗАГОТОВЦІ ДЕТАЛІ
ТИПУ «КОРПУС РВ.10.001» НОРМАТИВНИМ (ДОСЛІДНО-СТАТИСТИЧНИМ) ТА РОЗРАХУНКОВО-
АНАЛІТИЧНИМ МЕТОДОМ
(продовження)**

Висновки. Порівняльний аналіз припусків, визначених розрахунково-аналітичним та нормативним (дослідно-статистичним) методами дозволяє зробити наступні висновки.

1. Припуски, що визначені розрахунково-аналітичним методом є меншими, ніж ті, що вибрані згідно нормативних таблиць. Це пояснюється тим, що при використанні нормативних даних не враховано схеми базування заготовки деталі при обробці отвору, просторові відхилення оброблюваної поверхні відносно технологічних баз, похибки встановлення заготовки у верстатний пристрій, тобто конкретних умов виконання технологічного процесу.

2. Припуски, що вибрані за нормативами є лише 2 видів – мінімальний та загальний. Для визначення проміжних припусків загальний припуск потрібно розділити наближено по переходах механічної обробки згідно рекомендацій [18, 19], тобто граничні розміри будуть встановлені наближено.

3. Збільшені значення припусків, визначених дослідно-статистичним методом за нормативними таблицями при їх використанні призведуть до зростання витрат матеріалу.

4. Враховуючи виконане порівняння і аналіз застосування розрахунково-аналітичного і нормативного (дослідно-статистичного) методів розрахунку припусків на обробку отворів корпусних деталей перший варіант розрахунку рекомендується використовувати в умовах серійного, масового виробництва, другий – одиничного, дрібносерійного з метою економії часу розробників технологій виготовлення деталі, а значить зниження собівартості продукції.

5. Враховуючи виконані дослідження для обробки точних поверхонь рекомендується визначати припуски розрахунково-аналітичним методом (крім умов одиничного виробництва).

Техніко-економічні показники

| <i>Техніко-економічні показники</i> | <i>Базовий маршрут</i> | <i>Модернізований маршрут</i> |
|--|------------------------|-------------------------------|
| <i>Маса деталі, кг</i> | 16,3 | 16,3 |
| <i>Програма випуску, шт.</i> | 1400 | 1400 |
| <i>Маса заготовки, кг</i> | 29,64 | 19,2 |
| <i>Коефіцієнт точності маси заготовки</i> | 0,55 | 0,85 |
| <i>Собівартість заготовки, грн.</i> | 1266,7 | 1112,43 |
| <i>Кількість верстатів, шт.</i> | 3 | 3 |
| <i>Середня потужність верстатів, кВт</i> | 13,25 | 16,75 |
| <i>Середній коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_{зсер}$</i> | 52% | 75% |
| <i>Середній коефіцієнт завантаження за основним часом, $\eta_{зосер}$</i> | 44% | 79,5% |
| <i>Кількість основних робітників</i> | 3 | 2 |
| <i>Середній розряд робітників</i> | 4 | 3 |
| <i>Виробнича площа, м²</i> | 100 | 95 |
| <i>Собівартість одиниці продукції, грн</i> | 1898,92 | 1460,74 |
| <i>Капітальні вкладання, грн.</i> | – | 1631594 |
| <i>Економічний ефект, грн.</i> | – | 1492148,6 |
| <i>Термін окупності, років</i> | – | 1,1 |

Висновки

В магістерській кваліфікаційній роботі удосконалено технологію та дільницю механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001». Для удосконалення використано сучасне автоматизоване обладнання – багатоцільові верстати з ЧПК, що дозволило скоротити кількість операцій технологічного процесу механічної обробки до двох, скоротити кількість необхідних верстатів, працюючих, виробничі площі, забезпечивши при цьому необхідну якість деталі, суттєво зменшивши час обробки, а значить і собівартість обробки.

В розділі техніко-економічного обґрунтування доцільності удосконалення технології та дільниці механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001» проведено аналіз типових технологічних процесів, базового технологічного процесу, оцінені їх позитивні сторони, внесені пропозиції щодо удосконалення технологічного процесу механічної обробки розглядуваної заготовки деталі.

Запропоновано два варіанта виготовлення заготовки деталі «Корпус РВ.10.001», 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 1112,43 грн., що менше у порівнянні з литтям в піщано-глинисті форми з ручним формуванням суміші – 1266,7 грн.

Розроблено два варіанта удосконаленого технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001» з використанням високопродуктивних багатоцільових верстатів з ЧПК. Проведено їх техніко-економічне порівняння, вибрано за мінімумом приведених витрат кращий варіант. Проведені розрахунки припусків, режимів, різання, норм часу на операції.

Для удосконаленого маршруту механічної обробки розраховано дільницю механічної обробки; розраховано приведену програму для роботи дільниці в серійному виробництві, яка складає 5490 шт.; дільниця механічної обробки повинна містити 3 верстати, кількість основних робітників, що її обслуговують – 2 чол., всього працюючих на дільниці – 6 чол.

В науковій частині роботи проведено порівняльний аналіз результатів вибору припусків на механічну обробку точного отвору в заготовці за двома методами: нормативним (дослідно-статистичним) та розрахунково-аналітичним. Проведені дослідження дозволили зробити висновок, що більш доцільним є розрахунково-аналітичний метод, який гарантовано забезпечить одержання необхідних розмірів, тобто роботу без браку.

Проведені економічні розрахунки, які підтвердили доцільність впровадження удосконаленої технології та дільниці механічної обробки заготовки деталі «Корпус РВ.10.001», визначені капітальні вкладення – 1631594 грн., одержаний прибуток – 1492148,6 грн., термін окупності вкладень – 1,1 року.

В МКР також розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на дільниці механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус РВ.10.001».

Дякую за увагу!