

## Магістерська кваліфікаційна робота

на тему:

### **«Удосконалення технології механічної обробки деталі типу “Корпус АС-185”»**

**Виконав:** ст. гр. 1ТМ-15м

**Андрухов С.Р.**

**Керівник:** д.т.н., проф. каф. ТАМ

**Сивак І.О.**

**Мета і завдання дослідження.** Метою магістерської кваліфікаційної роботи (МКР) є удосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Корпус АС-185» з урахуванням передових технологій і нових методів обробки подібних заготовок.

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

- варіантний вибір способу виготовлення заготовки;
- проектування варіантів маршруту механічної обробки з використанням сучасних верстатів з ЧПК та вибір кращого з них за мінімумом приведених витрат;
- розмірно-точнісне моделювання технологічного процесу механічної обробки;
- визначення оптимальних режимів різання;
- розробка нової схеми та конструкції гідроімпульсного пристрою для вібраційного розкочування отворів з вбудованим генератором імпульсів тиску;
- розрахунок кількості обладнання;
- розрахунок кількості працівників;
- розрахунок економічної доцільності впровадження удосконаленого технологічного процесу;
- розробка заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

**Об'єкт дослідження** – технологічний процес виготовлення корпусних деталей.

**Предмет дослідження** – технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус АС-185».

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше розроблена та проаналізована динамічна та математична моделі гідроімпульсного пристрою для поверхневого зміцнення деталей машин з вбудованим ГПТ, в якій гідравлічна ланка гідроімпульсного пристрою представлена у вигляді в'язко-пружної моделі, що дозволяє максимально адекватно відтворити реальні динамічні процеси в приводі пристрою.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення й результати роботи доповідалися й обговорювалися на 2 науково-технічних конференціях: XLIV та XLVI науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету за участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області (Вінниця, 2015-2016 рр.)

**Публікації.** Оpubліковано тези:

1) Сивак І. О. Пристрій для деформаційного зміцнення отворів шляхом розкочування [Електронний ресурс] / І. О. Сивак, С. В. Репінський, С. Р. Андрухов // Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. – Електрон. текст. дані. – 2016. – Режим доступу : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2016/paper/view/1332>.

2) Андрухов С. Р. Пристрій для статичного та вібраційного розкочування отворів [Електронний ресурс] / С. Р. Андрухов, А. В. Слабкий // Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. – Електрон. текст. дані. – 2016. – Режим доступу : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2016/paper/view/1264>.

3) Сивак Р. І. Оцінка пластичності деформованого металу [Електронний ресурс] / Р. І. Сивак, О. С. Несімко, С. Р. Андрухов // Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. – Електрон. текст. дані. – 2016. – Режим доступу : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2016/paper/view/1138>.

Оpubліковані **патенти**:

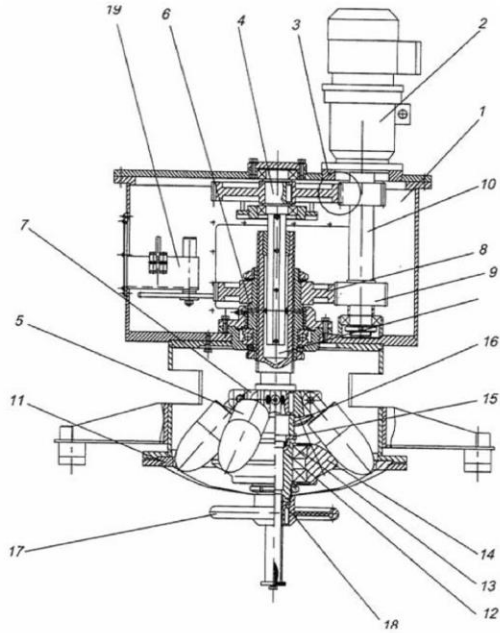
1) Пат. 111783 UA, МПК В24В 39/02. Гідроімпульсний пристрій для деформаційного зміцнення отворів / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий, С. В. Репінський, С. Р. Андрухов (Україна). – № u201604475 ; заявл. 22.04.2016 ; опубл. 25.11.2016, Бюл. № 22. – 8 с. : кресл.

2) Пат. 101065 UA, МПК В24В 39/02. Гідроімпульсний пристрій для вібраційного розкочування отворів з вбудованим генератором імпульсів тиску / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий, І. О. Сивак, С. Р. Андрухов (Україна). – № u201501852 ; заявл. 02.03.2015 ; опубл. 25.08.2015, Бюл. № 16. – 6 с. : кресл.

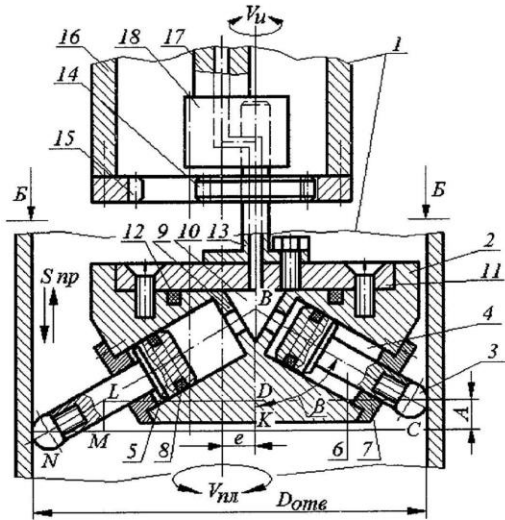
3) Пат. 110365 UA, МПК В24В 39/02. Привод пневмоімпульсного вібробункера / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий, С. Р. Андрухов (Україна). – № u201602702 ; заявл. 18.03.2016 ; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19. – 6 с. : кресл.

4) Пат. 97210 UA, МПК В60R 19/00. Енергопоглинаюча захисна конструкція кузова автобуса із бічними аварійними механізмами безпеки / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий, О. В. Поліщук, С. Р. Андрухов (Україна). – № u201406966 ; заявл. 15.09.2014 ; опубл. 10.03.2015, Бюл. № 5. – 6 с. : кресл.

5) Пат. 95700 UA, МПК F16J 3/00. Комбінований сільфон / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий, С. Р. Андрухов (Україна). – № a201408245 ; заявл. 21.07.2014 ; опубл. 12.01.2015, Бюл. № 1. – 4 с. : кресл.



Пристрій для відбортівки і розкочування круглих отворів



Пристрій для вібророзкочування отворів

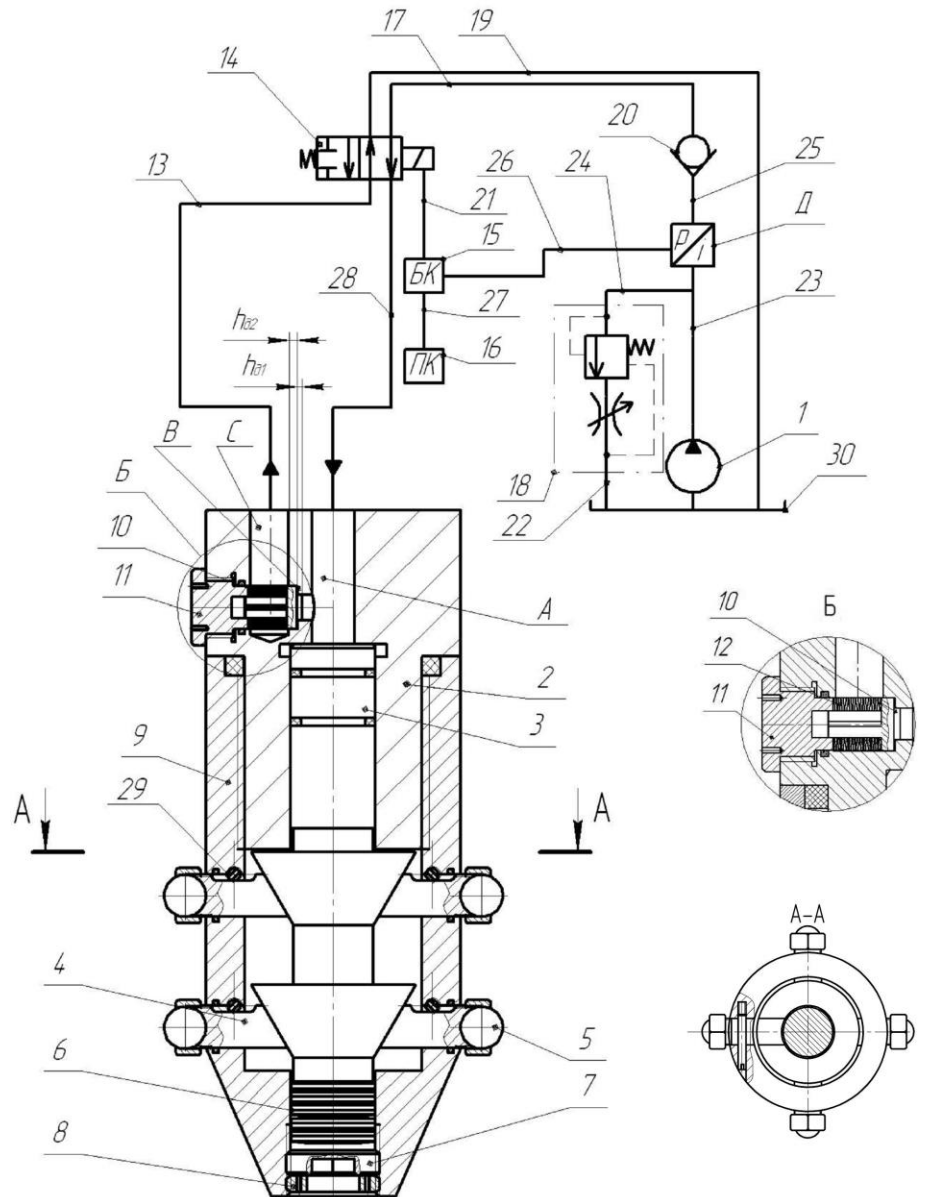
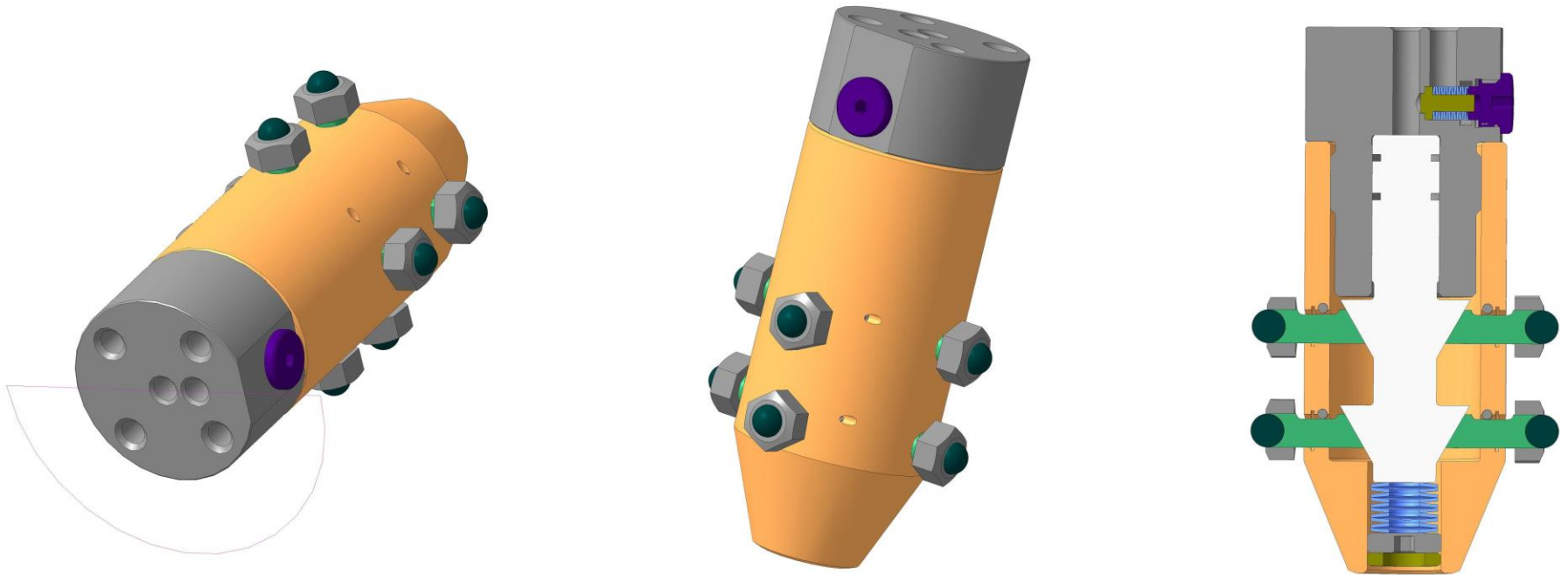


Схема гідроімпульсного пристрою для вібраційного розкочування отворів з вбудованим генератором імпульсів тиску (патенти №111783, №101065)

*3D-модель гідроімпульсного пристрою  
для вібраційного розкочування отворів*









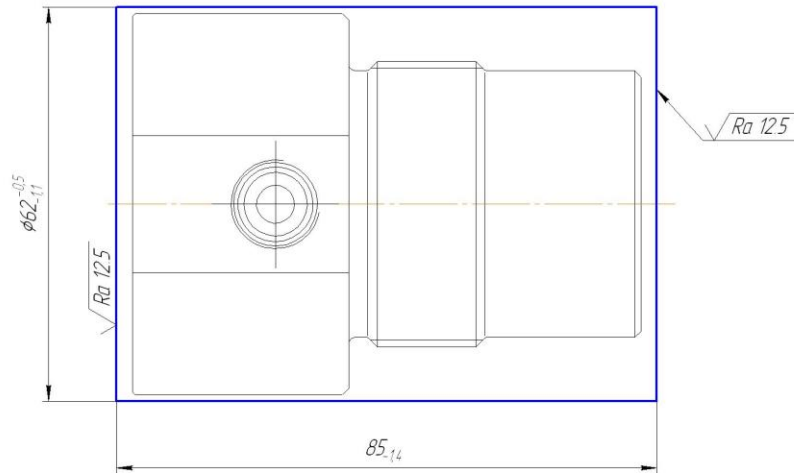
*3D-модель деталі "Корпус АС-185"*



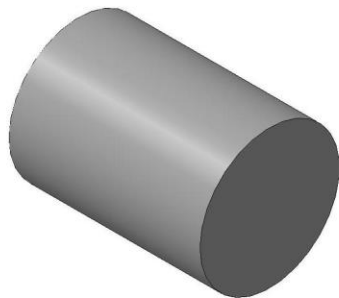




08-26 МКР.001.00.002



3D-модель заготовки детали "Корпус АС-185"



1. Гострі кромки притупити
2. Точність прокату - звичайна (В)
3. Клас кривизни згідно ГОСТ 2590-88-2
4. Заготовку покращити

|          |      |          |      |  |  |                        |        |         |
|----------|------|----------|------|--|--|------------------------|--------|---------|
|          |      |          |      | 08-26.МКР.001.00.002                       |  |                        |        |         |
| Вид      | Лист | № докум. | Лист | <b>Корпус<br/>(заготовка)</b>              |  | Лист                   | Маса   | Масштаб |
| Розроб   |      | Андрухов |      |  |  |                        | 2,04   | 1:1     |
| Проб     |      | Сивак    |      |  |  | Лист                   | Листов | Т       |
| Контр.   |      |          |      |  |  |                        |        |         |
| Н.контр. |      | Савиляк  |      | В62 ГОСТ 2590-88<br>Крупе 40х ГОСТ 4343-71 |  | ВНТУ<br>см зр 1ТМ-15М  |        |         |
| Утв      |      | Козлов   |      |  |  | Копіюваль<br>Формат А2 |        |         |

Лист 001.00.002

Сторінка 1/1

Лист у даній

Лист № докум.

Лист у даній

Лист № докум.

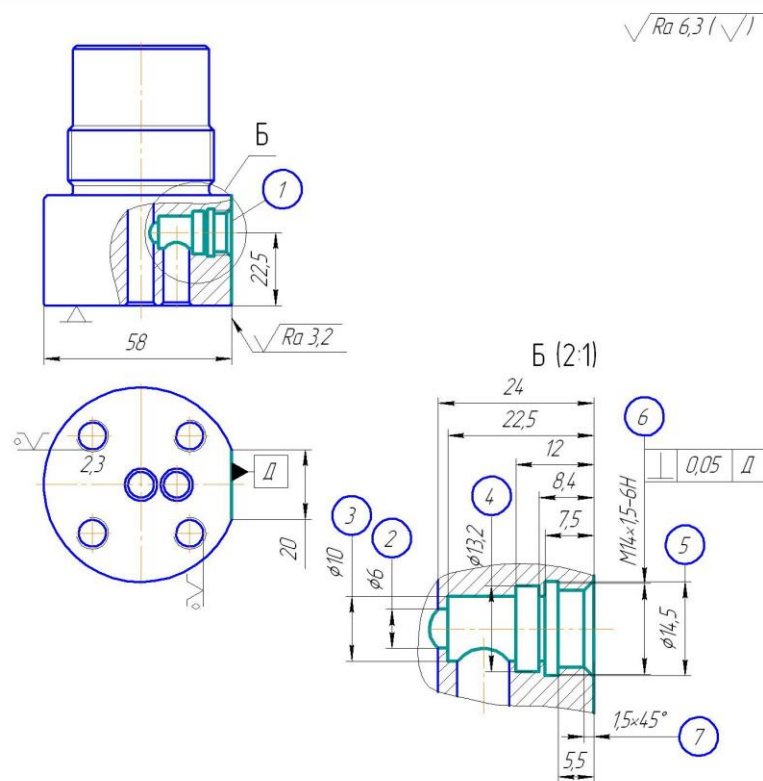
# Маршрут механічної обробки деталі "Корпус АС-185"

| № опер. | Операційні переходи  | Ескіз обробки, схема установки                       | Моделі верстатів   |
|---------|--|--|--|
| 005     | <p style="text-align: center;"><b>Токарно-револьверна з ЧПК</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Точити послідовно торець 1, пов. 2 однократно, пов. 3 попередньо.</li> <li>3. Точити фаску 4, пов. 5, фаску 6 однократно, пов. 3 остаточно, фаску 9 однократно.</li> <li>4. Точити канавку 7, фаску 8 однократно.</li> <li>5. Нарізати різьбу 10 однократно.</li> <li>6. Центрувати отв. 11.</li> <li>7. Свердлити отв. 11 напрахід.</li> <li>8. Розсвердлити отв. 12.</li> <li>9. Розточити канавку 13 однократно.</li> <li>10. Розточити отвір 12 попередньо.</li> <li>11. Розточити отвір 12 попередньо, фаску 14 однократно.</li> <li>12. Розточити отвір 12 остаточно.</li> <li>13. Зняти заготовку.</li> </ol> | <p style="text-align: center;">H14, h14, ±IT14/2</p> | <p>Токарно-револьверний верстат з ЧПК високої точності моделі 160HT</p>                              |
| 010     | <p style="text-align: center;"><b>Токарно-револьверна з ЧПК</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Точити пов. 1, 2 попередньо.</li> <li>3. Точити пов. 1 остаточно, фаску 3 однократно, поверхню 2 остаточно.</li> <li>4. Центрувати отв. 4, чотири отв. 5.</li> <li>5. Свердлити отв. 4.</li> <li>6. Зенкувати фаску в отв. 4, фаску 6.</li> <li>7. Свердлити 4 отв. 5.</li> <li>8. Зенкувати фаски в чотирьох отв. 5.</li> <li>9. Нарізати різьбу в чотирьох отв. 5.</li> <li>10. Зняти заготовку.</li> </ol>  | <p style="text-align: center;">H14, h14, ±IT14/2</p> | <p>Токарно-револьверний верстат з ЧПК моделі 1П4.20ПФ40 (револьверна головка на 12 інструментів)</p> |

015

**Багатоцільова з ЧПК**

1. Встановити і закріпити заготовку.
2. Фрезерувати пов. 1 однократно.
3. Центрувати отв. 2.
4. Свердлити отв. 2 напрохід.
5. Зенкерувати отв. 3.
6. Розточити канавку 4.
7. Розточити канавку 5.
8. Розточити отв. 6.
9. Розточити фаску 7.
10. Нарізати різьбу в отв. 6.
11. Зняти деталь.

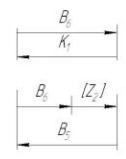
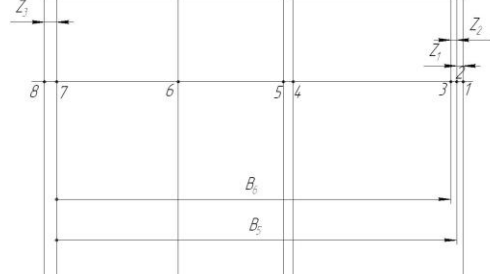
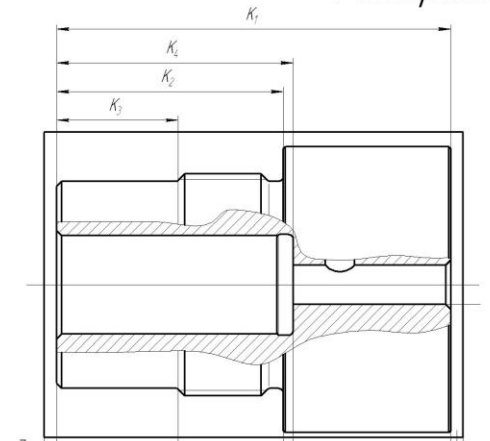
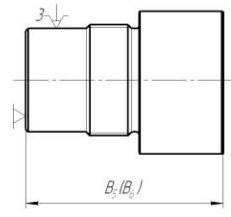


H14, h14, ±IT14/2

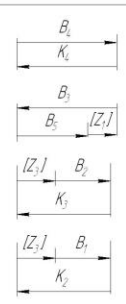
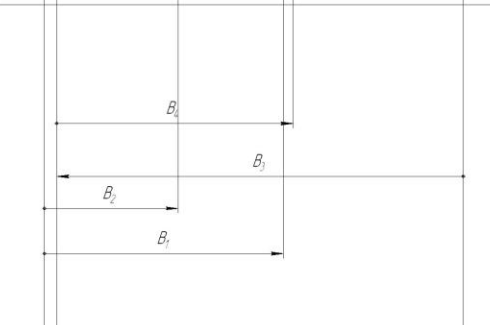
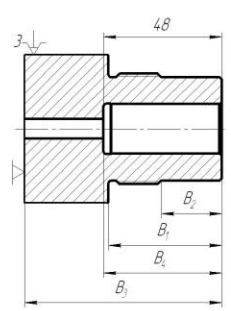
Багатоцільовий  
горизонтальний  
свердлильно-  
фрезерно-  
розточувальний  
верстат з ЧПК  
моделі  
IP320ПМФ4  
(магазин на  
10 інструментів)

# Розмірний аналіз технологічного процесу

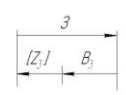
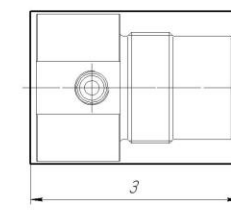
010



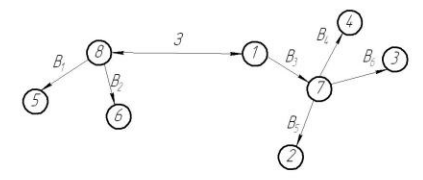
005



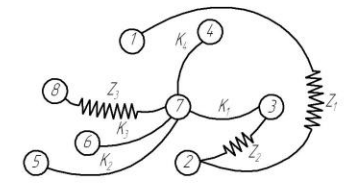
000



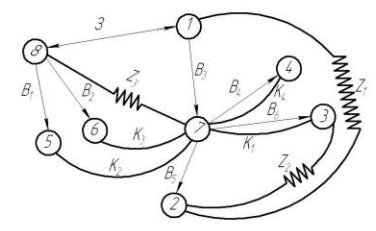
Похідний граф-дерево



Вихідний граф-дерево



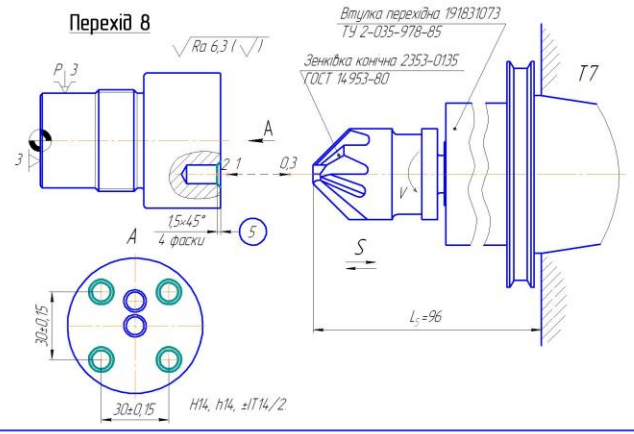
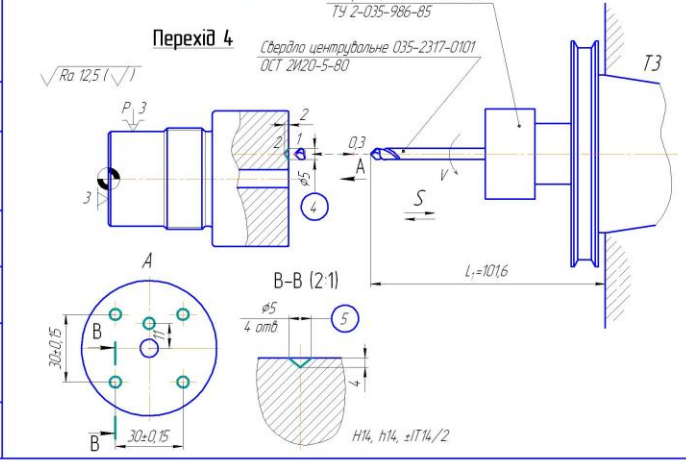
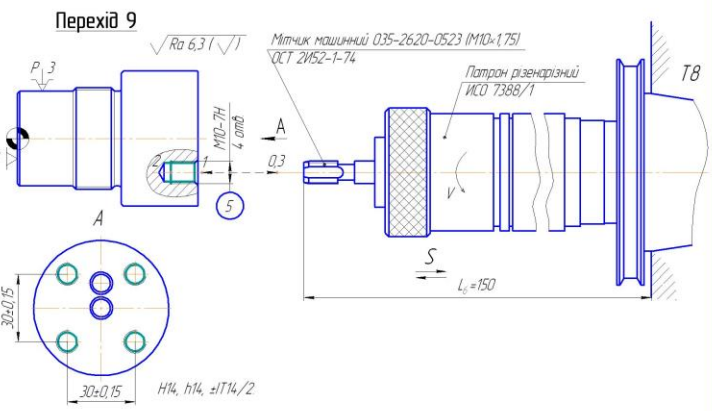
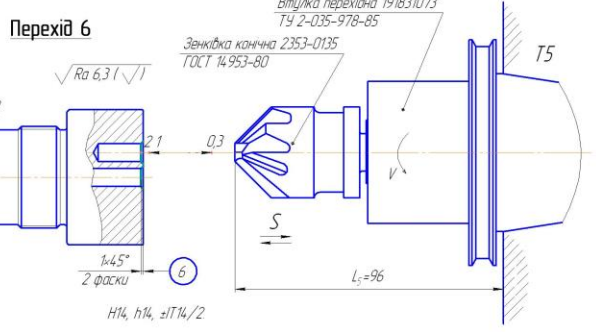
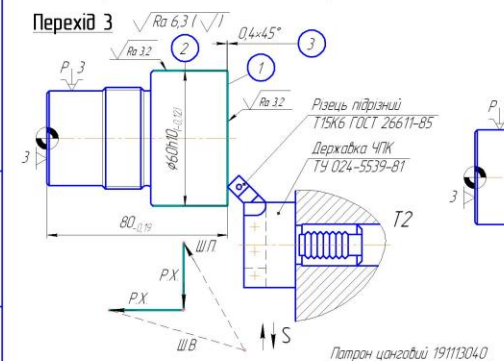
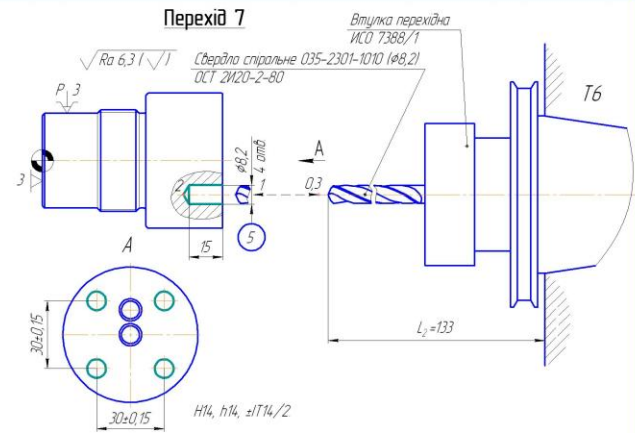
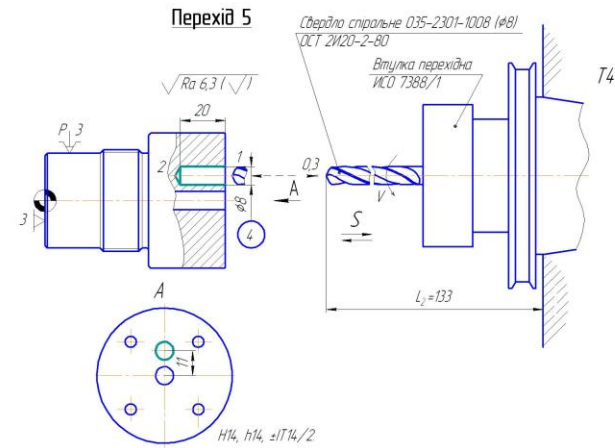
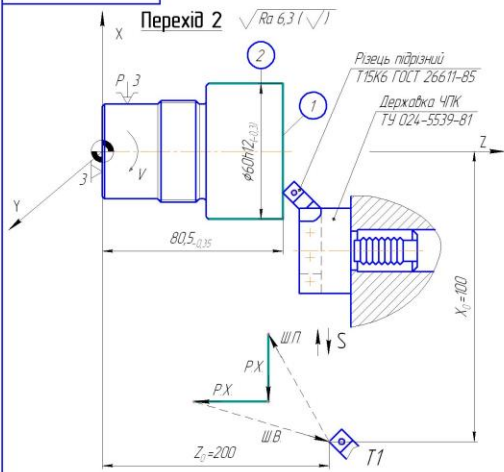
Суміщений граф-дерево



| Розміри заготовки та технологічні розміри | 3                   | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub>     | B <sub>4</sub> | B <sub>5</sub>         | B <sub>6</sub>      |
|---|---------------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|------------------------|---------------------|
| Допередні значення допусків розмірів, мм  | 14                  | 0,6            | 0,4            | 0,87               | 0,6            | 0,6                    | 0,74                |
| Квалітет точності                         | 14                  | ±IT14/2        | ±IT14/2        | 14                 | ±IT14/2        | 14                     | 14                  |
| Прийняті значення допусків розмірів, мм   | 14                  | 0,6            | 0,4            | 0,87               | 0,6            | 0,6                    | 0,74                |
| Номинальні розміри, мм                    | 8344 <sub>±16</sub> | 4847±0,3       | 2897±0,2       | 88 <sub>±0,1</sub> | 48±0,3         | 80,77 <sub>±0,28</sub> | 80 <sub>±0,74</sub> |

| Припуск, мм          | Z <sub>1</sub>   | Z <sub>2</sub> | Z <sub>3</sub> |      |
|----------------------|------------------|----------------|----------------|------|
| Граничні розміри, мм | Z <sub>max</sub> | 0,2            | 0,17           | 0,2  |
|                      | Z <sub>min</sub> | 1,67           | 1,51           | 2,47 |

001.001.00 ДЖМ-26-80



| №                        | Опис операції                                  | Тр. (хв)    | Висота (мм) | Глибина (мм)   | Скор. (м/хв) | Підаток (л/хв) |
|--------------------------|--|-------------|-------------|----------------|--------------|----------------|
| 9                        | Нарізки різьби в чотирьох отв 5                | 6,28        | 0,9         | 200            | 15           |                |
| 8                        | Зенкувати фаски в чотирьох отв 5               | 26,69       | 15          | 500            | 0,18         |                |
| 7                        | Свердлили 4 отв 5                              | 30,14       | 4,1         | 800            | 0,137        |                |
| 6                        | Зенкувати фаску в отв 4, фаску 6               | 15,7        | 10          | 500            | 0,18         |                |
| 5                        | Свердлили отв 4                                | 20,1        | 4,0         | 800            | 0,137        |                |
| 4                        | Центрувати отв 4, чотири отв 5                 | 20,1        | 2,0         | 1600           | 0,065        |                |
| 3                        | Точити пов 1 остаточно фаску 3 пов 2 остаточно | 282,6       | 1500        | 1500           | 0,3          |                |
| 2                        | Точити пов 1, 2 попередньо                     | 131,9       | 2,0x7,5     | 700            | 0,5          |                |
| Токано-револьверна з ЧПК |  | М14.20ПФ4.0 | V           | f              | n            | S              |
| Найменування операції    |  | Обладнання  |             | Режими різання |              |                |

08-26 МКР.001.00.700

|                   |               |               |               |               |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Карта налагоджень |               | Лист          | Знак          | 11            |
| Відомості про     | Відомості про | Відомості про | Відомості про | Відомості про |
| Розроб            | Складено      | Лист          | Всього        | 1             |
| Голова            | Коректор      | Стр           | з             | 114-154       |
| Інженер           | Складено      | Дата          | 114-154       |               |
| Чоловік           | Коректор      | Дата          | 114-154       |               |

Коректор

Лист 1 з 1  
Всього сторінок 114-154



08-26 МКР.00100.800 ВЗ

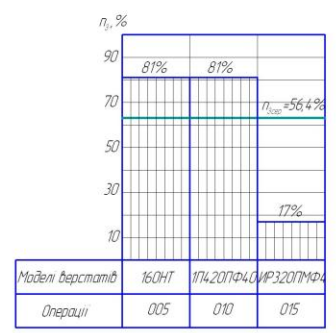
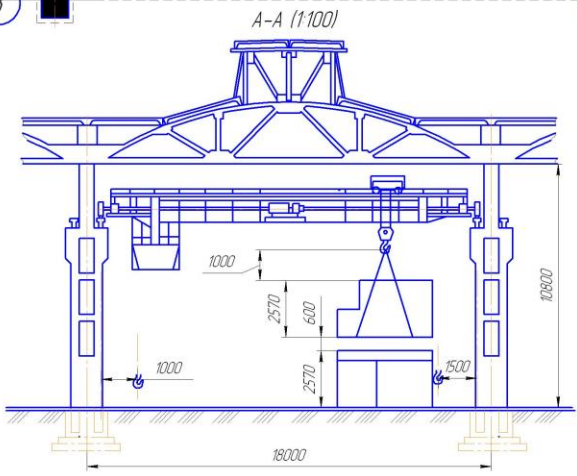
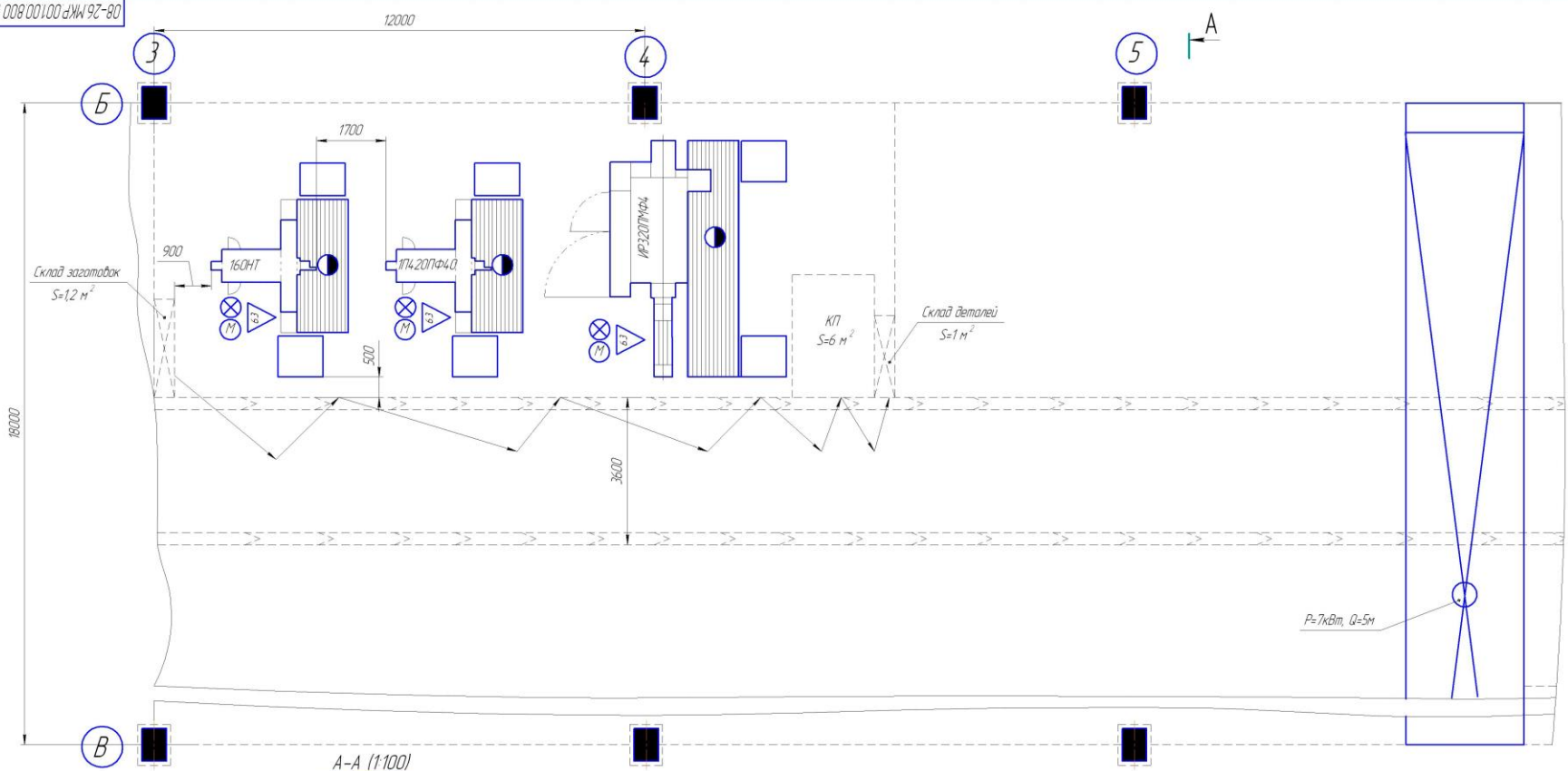


График завантаження обладнання

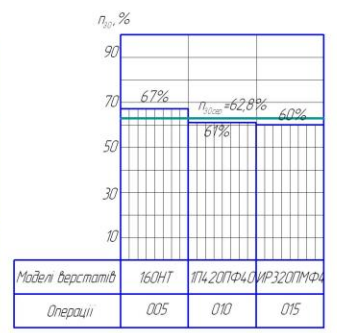


График використання обладнання за основним часом

- Технічна характеристика
- 1 Кількість виробничого обладнання - 3 верстати
  - 2 Площа дільниці загальна - 84 м<sup>2</sup>, виробнича - 75 м<sup>2</sup>
  - 3 Кількість працюючих чол: основних - 5, допоміжних - 1, ІТР - 1, слухдобіди - 1, МДП - 1
  - 4 Кількість робочих змін - 2
  - 5 Транспорт, шт. мастовий кран - 1, електрозв'язок - 1

|                                |            |           |      |
|--------------------------------|------------|-----------|------|
| 08-26 МКР.00100.800 ВЗ         |            |           |      |
| План дільниці механічного цеху |            |           |      |
| Лист                           | Кресло     | Масштаб   | 1:50 |
| Архитектор                     | Инженер    | Машинист  |      |
| Проектант                      | Специалист | Корректор |      |
| Инженер                        | Специалист | Корректор |      |
| Мастер                         | Специалист | Корректор |      |



## Техніко-економічне порівняння

| Показник                                     | Базовий ТП                         | Модернізований ТП |
|--|------------------------------------|-------------------|
| 1. Річний випуск виробів, шт.                | 5000                               |                   |
| 2. Приведена програма, шт.                   | -                                  | 44254             |
| 3. Спосіб виготовлення заготовки             | штампування на<br>звинтових пресах | прокат            |
| 4. Маса заготовки, кг                        | 1,57                               | 2,04              |
| 5. Собівартість виготовлення заготовки, грн. | 44,26                              | 28,22             |
| 6. Коефіцієнт точності маси заготовки        | 0,7                                | 0,55              |
| 8. Кількість операцій                        | 20                                 | 3                 |
| 9. Кількість верстатів, шт.                  | 20                                 | 3                 |
| 10. Кількість основних працівників           | 40                                 | 5                 |
| 11. Виробнича площа, м <sup>2</sup>          | 500                                | 75                |
| 12. Загальна площа, м <sup>2</sup>           | 500                                | 84                |
| 13. Капітальні вкладення, грн.               | -                                  | 727219,4          |
| 14. Собівартість виготовлення деталі, грн.   | 84,3                               | 71,41             |
| 15. Прибуток, грн.                           | -                                  | 314048,5          |
| 16. Термін окупності, років                  | -                                  | 2,02              |

## ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі виконані розділи, мета яких полягає в підвищенні продуктивності, зниженні собівартості процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус АС-185» за рахунок використання удосконаленого технологічного процесу на обладнанні з ЧПК для умов дрібносерійного типу виробництва.

Проектування здійснено на базі розгляду типового технологічного процесу обробки заготовки деталі типу «Корпус АС-185». Орієнтуючись на цей процес розроблений модернізований технологічний маршрут для деталі типу «Корпус АС-185».

В технологічній частині МКР, окрім вказаного вище, виконаний аналіз технологічності конструкції деталі; визначений тип виробництва та форма організації роботи; вибрана з двох альтернативних способів виготовлення та технічного-економічного обґрунтування заготовка деталі; вибрані способи та кількість переходів обробки всіх поверхонь деталі; вибрані чорнові та чистові технологічні бази; проведено розмірно-точнісне моделювання технологічного процесу механічної обробки; розраховано та вибрано за нормативами режими різання та норми часу та ін.

В розділі «Гідроімпульсний пристрій для вібраційного розкочування отворів з вбудованим генератором імпульсів тиску» розроблено нову схему та конструкцію гідроімпульсного пристрою для вібраційного розкочування отворів з вбудованим генератором імпульсів тиску, який забезпечує деформаційне зміцнення поверхонь отворів деталей із металу, підвищення їх втомної міцності та зносостійкості. Розроблена та проаналізована динамічна і математична моделі гідроімпульсного пристрою для поверхневого зміцнення деталей машин з вбудованим ГПТ, в якій гідравлічна ланка гідроімпульсного пристрою представлена у вигляді в'язко-пружної моделі, що дозволило максимально адекватно відтворити реальні динамічні процеси в приводі пристрою.

В розділі, пов'язаному з розрахунком та плануванням дільниці механічного цеху уточнена виробнича програма. За цією програмою виконано розрахунок кількості верстатів і коефіцієнт завантаження; розрахунок кількості працюючих.

Також в МКР виконані розділи «Економічне обґрунтування удосконалення технології механічної обробки» та «Охорона праці та безпека життєдіяльності». Останні два розділи підтвердили економічну доцільність проведеної роботи та дозволили визначити заходи по охороні праці та безпеці життєдіяльності на дільниці механічної обробки.

*Дякую за увагу!!!*