

Центральноукраїнський національний технічний університет

Механіко-технологічний факультет

Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри ММіР

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Андрій ГРЕЧКА

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

# **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

## **«Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ20М-4-01-01-08»**

Виконав здобувач вищої освіти 4 курсу групи  
ПМ-21ПЗ-3

ОПП «Комп'ютерний інжиніринг технологій,  
робототехніка і 3D-друк»

спеціальності 131 «Прикладна механіка»

\_\_\_\_\_ Віктор ХОРЄВ

Керівник роботи к.т.н., ст. викладач

\_\_\_\_\_ Антон АПАРАКІН

Рецензент: к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_ Любов ОЛІЙНИЧЕНКО

Кропивницький 2025

|  |   |
|--|---|
| Центральноукраїнський національний технічний університет |   |
| Факультет  | Механіко-технологічний                                      |
| Кафедра  | Машинобудування, мехатроніки і робототехніки                |
| Рівень вищої освіти                                      | перший (бакалаврський)                                      |
| Галузь знань   | 13 Механічна інженерія                                      |
| Спеціальність  | 131 Прикладна механіка                                      |
| Освітньо-професійна програма                             | Комп'ютерний інжиніринг технологій, робототехніка і 3D-друк |

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ММР  
\_\_\_\_\_ Андрій ГРЕЧКА

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ  
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ  
ЗДОБУВАЧА**

Хорева Віктора Ігоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ20М-4-01-01-08.

2. Керівник роботи: \_\_\_\_\_ к.т.н., ст. викл., Антон АПАРАКІН

3. Строк подання роботи до захисту \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » червень 2025 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи:

*Метою роботи є оптимізація технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ20М-4-01-01-08 для підвищення виробничої ефективності та зниження собівартості виготовлення при одночасному дотриманні вимог щодо точності та якості продукції.*

*Завдання:*

- здійснити аналіз заданого технологічного процесу виготовлення деталі корпус НШ20М-4-01-01-08, запропонувати заходи по раціоналізації та підвищенню ефективності технологічного процесу;
- провести комплекс робіт по підборі металорізального обладнання, різального інструменту, верстатних затискних пристосувань, розрахувати припуски, режими різання та виконати нормування операцій технологічного процесу;
- розробити конструкцію та вимоги до різального інструменту та контрольно-вимірального пристосування, із розробкою конструкторської документації.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

| Розділ   | Консультант    | Підпис, дата   |                  |
|----------|----------------|----------------|------------------|
|          |                | Завдання видав | Завдання прийняв |
| РОЗДІЛ 1 | Антон АПАРАКІН |                |                  |
| РОЗДІЛ 2 | Антон АПАРАКІН |                |                  |
| РОЗДІЛ 3 | Антон АПАРАКІН |                |                  |
| ДОДАТКИ  | Антон АПАРАКІН |                |                  |
|          |                |                |                  |
|          |                |                |                  |
|          |                |                |                  |

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № п/п | Назва етапів роботи            | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | ВСТУП                          | Травень 2025                  | вик.     |
| 2     | РОЗДІЛ 1                       | Травень 2025                  | вик.     |
| 3     | РОЗДІЛ 2                       | Травень 2025                  | вик.     |
| 4     | РОЗДІЛ 3                       | Червень 2025                  | вик.     |
| 5     | ВИСНОВКИ                       | Червень 2025                  | вик.     |
| 6     | ДОДАТКИ                        | Червень 2025                  | вик.     |
| 7     | Графічна частина та оформлення | Червень 2025                  | вик.     |
|       |                                |                               |          |
|       |                                |                               |          |

Дата видачі завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Антон АПАРАКІН  
(підпис)

Завдання прийнято до виконання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Здобувач \_\_\_\_\_ Віктор ХОРЄВ  
(підпис)

## АНОТАЦІЯ

Хорєв В.І. Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ20М-4-01-01-08 : кваліфікаційна бакалаврська робота : спец. 131 Прикладна механіка / наук. кер. А. Р. Апаракін ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2025. 43 с.

Кресленників – разом 3 аркуші формату А1.

**Метою** даної роботи є оптимізація технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ20М-4-01-01-08 для підвищення виробничої ефективності та зниження собівартості виготовлення при одночасному дотриманні вимог щодо точності та якості продукції.

**Актуальність** теми зумовлена широким використанням шестеренних насосів, ключовим елементом яких є корпус НШ20М-4-01-01-08. У зв'язку з цим удосконалення процесу його механічної обробки є важливою інженерною задачею.

У роботі проведено аналіз чинного технологічного процесу з виявленням його недоліків, вивчено конструкцію деталі та заготовки. Також здійснено вибір необхідного металорізального обладнання й інструменту, розраховано припуски та нормовано технологічні операції. Окрім цього, розроблено конструкцію торцевого зенкера та контрольного пристосування.

**технологічний процес, шестерня ведуча, шестеренний насос, зенкер, механічна обробка**

## ANNOTATION

Khorev V.I. Improvement of the machining process for the housing part NSH20M-4-01-01-08 : qualifying bachelor's thesis: speciality 131 Applied mechanics / scientific director A. R. Aparakin; Central Ukrainian National Technical University - Kropyvnytskyi: CUNTU, 2025. 43 p.

Drawings - a total of 3 sheets of A1 format.

**The purpose** of this work is to optimize the technological process of mechanical processing of the part of the NSH20M-4-01-01-08 housing to increase production efficiency and reduce manufacturing costs while meeting the requirements for accuracy and product quality.

**The relevance** of the topic is due to the widespread use of gear pumps, the key element of which is the NSH20M-4-01-01-08 housing. In this regard, improving the process of its mechanical processing is an important engineering task.

The work analyzes the current technological process with the identification of its shortcomings, studies the design of the part and the workpiece. Also, the necessary metal-cutting equipment and tools are selected, allowances are calculated and technological operations are standardized. In addition, the design of the end countersink and control device are developed.

**technological process, drive gear, gear pump, countersink, machining**

Центральноукраїнський національний технічний університет  
Механіко-технологічний факультет  
Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

## **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до кваліфікаційної роботи на тему:

**«Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі  
корпус НШ20М-4-01-01-08»**

**КРБ.ПМ.25.04.33.00.00**

Виконав здобувач вищої освіти 4 курсу  
групи ПМ-21ПЗ-3  
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг  
технологій, робототехніка і 3D-друк»  
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

\_\_\_\_\_ Віктор ХОРЄВ

Керівник роботи к.т.н., ст. викл.

\_\_\_\_\_ Антон АПАРАКІН

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| <b>Вступ</b>  | 7  |
| <b>1 Вихідні та розрахункові данні</b>  | 8  |
| 1.1 Обґрунтування типу виробництва  | 8  |
| 1.2 Опис об'єкта виробництва  | 10 |
| 1.3 Опис конструкції та технологічний аналіз заданої деталі                       | 11 |
| 1.4 Вибір заготовки   | 13 |
| <b>2 Технологічна частина</b>   | 15 |
| 2.1 Вибір методів завершальної обробки  | 15 |
| 2.2 Аналіз вихідного, розрахунок і обґрунтування нового<br>технологічного процесу | 16 |
| 2.3 Вибір технологічних баз   | 20 |
| 2.4 Технічна характеристика вибраного обладнання                                  | 20 |
| 2.5 Розрахунок припусків  | 26 |
| 2.6 Вибір різального інструмента  | 29 |
| 2.7 Розрахунок режимів різання та основного часу                                  | 30 |
| 2.8 Визначення норм часу  | 37 |
| <b>3 Конструкторська частина</b>  | 39 |
| 3.1 Опис різального інструменту   | 39 |
| 3.2 Опис контрольного пристрою  | 40 |
| <b>Висновки</b>   | 42 |
| <b>Перелік використаних джерел</b>  | 43 |

## ВСТУП

Машинобудування забезпечує всі галузі технікою, визначає технічний прогрес і впливає на матеріально-технічну базу країни.

Технологія вивчає закономірності виробничих процесів для підвищення ефективності з урахуванням попиту та змін на ринку. Це динамічна галузь, що розвивається разом із удосконаленням конструкцій і методів виробництва. В умовах ринкової економіки зростають вимоги до технологій і кваліфікації працівників. Сучасний фахівець повинен бути не лише компетентним, а й ініціативним і здатним до творчого вирішення завдань.

Розробка технологічного процесу передбачає врахування виробничих, економічних, технічних і ринкових чинників. Так виникло поняття системної технології - комплексу знань, що поєднує проектування і реалізацію процесів у машинобудуванні.

Метою даного курсового проекту є вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ20М-4-01-01-08.

У роботі слід проаналізувати базовий технологічний процес обробки деталі та розробити оптимізований варіант із меншим числом операцій, скороченим часом виробництва та мінімальним залученням робочої сили. Метою є підвищення ефективності виробництва шляхом зниження собівартості продукції при збереженні необхідної точності та якості.

# 1 Вихідні та розрахункові дані

## 1.1 Обґрунтування типу виробництва

Тип виробництва визначаємо згідно коефіцієнта закріплення операцій [1, 2, 3]:

$$K_{30} = \frac{T_{\text{в}}}{T_{\text{штсер}}} .$$

Визначаємо середній штучний час виготовлення деталі за заводським технологічним процесом.

$$T_{\text{шт сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n T(i)}{n} ,$$

де:  $\sum_{i=1}^n T(i)$  – сума штучних часів усіх операцій заводського технологічного процесу, хв;

$n$  – кількість операцій заводського технологічного процесу, шт.

Значення штучних часів за операціями базового технологічного процесу наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Значення штучних часів.

| Номер операції | Назва операції            | $T_{\text{шт}}$ , хв |
|----------------|---------------------------|----------------------|
| 210            | Карусельно-фрезерна       | 0,747                |
| 220            | Агрегатна                 | 0,916                |
| 230            | Агрегатна                 | 0,916                |
| 235            | Вертикально-свердлувальна | 0,984                |
| 245            | Горизонтально- розточна   | 0,926                |
| 250            | Алмазно-розточна          | 1,427                |
| 261            | Доводочна                 | 3,696                |
| 266            | Алмазно-розточна          | 1,669                |
| 268            | Алмазно-розточна          | 0,814                |
| 269            | Різьбонарізна             | 1,908                |
|                | Разом                     | 14,793               |

Середній штучний час:

$$T_{шт} = 14,793/10 = 1,48 \text{ хв.}$$

Визначаємо такт випуску:

$$T_B = \frac{60 * \Phi_{др}}{N},$$

де:  $\Phi_{др} = 3758$  год. дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$N = 40000$  шт. річний обсяг виробництва деталей.

$$T_B = \frac{60 * 3758}{40000} = 5.64 \text{ хв.}$$

Визначаємо коефіцієнт закріплення операції:

$$K_{30} = \frac{T_e}{T_{штсер}} = \frac{5.64}{1,4793} = 3.8.$$

Так як  $K_{30}$  знаходиться в межах від 2 до 10, приймаємо крупносерійний тип виробництва.

Крупносерійний тип виробництва характеризується великим обсягом продукції, що безперервно виготовляється на одних і тих же робочих місцях протягом великого проміжку часу з широким використанням високопродуктивного обладнання, спеціалізованого устаткування (агрегатні верстати, карусельно-фрезерний верстат) та спорядження.

Характеризується спеціальними інструментами, механізованими, автоматичними і автоматизованим транспортуванням (типу конвеєрів) деталей в процесі виготовлення. В крупносерійному виробництві невисокі вимоги до кваліфікації працівників (2 та 3 розряд) кількість працівників мінімальна.

Технологічні процеси розробляються детально і добре споряджаються, що дозволяє забезпечити високу точність деталей. Устаткування розташовується в послідовності виконання операцій.

## 1.2 Опис об'єкта виробництва

Деталь корпус НШ20М-4-01-01-08 входить до складу насосу НШ20М-4.

Насос шестеренний НШ20М-4, призначений для нагнітання робочої рідини в гідравлічні системи тракторів сільськогосподарської техніки та інших машин [4, 5], технічна характеристика насоса НШ20М-4 наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Коротка технічна характеристика насосу НШ20М-4.

| Найменування показника                          | Значення показника |
|---|--------------------|
| 1. Робочий об'єм, см <sup>2</sup>               | 20±0,6             |
| 2. Частота обертання: с <sup>-1</sup>           |                    |
| • Номінальна                                    | 40                 |
| • Максимальна                                   | 60                 |
| • Мінімальна                                    | 8,3                |
| 3. Номінальна об'ємна подача, л/хв.             | 42,9               |
| 4. Тиск на виході, мПа                          |                    |
| • Номінальний                                   | 20                 |
| • Максимальний                                  | 25                 |
| 5. Тиск на вході, мПа                           |                    |
| • Мінімальний                                   | 0,08               |
| • Максимальний                                  | 0,15               |
| 6. Коефіцієнт подачі                            | 0,94               |
| 7. Загальний ККД                                | 0,83               |
| 8. Маса, кг                                     | 4,0                |
| 9. Номінальна потужність, кВт                   | 20,8               |
| 10. Габаритні розміри, мм                       | 152x148x134        |
| 11. Температура оточуючого середовища, °С       |                    |
| • Мінімальна                                    | -60                |
| • Максимальна                                   | +50                |
| 12. Характеристика робочої рідини:              |                    |
| 12.1. Кінематична в'язкість, мм <sup>2</sup> /с | 30 - 40            |
| 12.2. Температура, °С                           |                    |
| • Мінімальна                                    | 0                  |
| • Максимальна                                   | +80                |

### 1.3 Опис конструкції та технологічний аналіз заданої деталі

Корпус НШ20М-04-01-01-08 є основною деталлю насоса НШ 20М-4.

В корпусі монтуються комплектуючі деталі. Корпус повинен забезпечувати герметичність при нагнітанні робочої рідини. В корпусі розміщені два колодязі  $\varnothing 54,1$  мм і два отвори  $\varnothing 28$  мм, куди запресовують два металофторопластові підшипники. Два отвори і лінійна вибірка служить для запобігання втрат мастила в зоні забору. Отвір  $\varnothing 23^{+0,4}_{-0,1}$  мм в платику служить для подачі мастила. Нахилений отвір  $\varnothing 16$  мм в другому платику служить для виходу мастила. По площині роз'єму вузол накривається кришкою з гумовим ущільнювачем, що забезпечує герметичність вузла при роботі. Два отвори  $\varnothing 8$  мм розташованих по площині роз'єму служать для встановлення штифтів за допомогою яких центрується кришка. Десять різьбових отворів в площині роз'єму корпусу призначені для кріплення кришки болтами. На площині пластиків є по 4 різьбових отвори М8, що служать для з'єднання насосу з патрубками в машині.

Деталь виготовлена з алюмінієвого сплаву АК7МЗ який має не значну міцність, добру теплопровідність та теплоємність, стійкий до корозії.

Хімічний склад наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Хімічний склад матеріалу

| Марка матеріалу | Склад елементів |     |     |     |     |     |      |        |
|-----------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------|
|                 | Cu              | Si  | Mn  | Mg  | Ni  | Zn  | Al   | І інші |
| АК7МЗ           | 4,4             | 0,9 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 89,3 | 2,9    |

Механічні властивості наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Механічні властивості матеріалу.

| Марка матеріалу | $\sigma^e$ | $\Delta^e$ | Твердість, НВ |
|-----------------|------------|------------|---------------|
| АК7МЗ           | 44         | 32         | 85 - 107      |

За хімічним складом та механічними властивостями матеріал відповідає експлуатаційному призначенню та умовам роботи деталі.

Аналіз деталі за точністю наведено в таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Аналіз точності деталі

| Назва поверхні              | Розмір, мм                           | Допуск, мм | Допуск форми чи розташування | Шорсткість поверхні Ra, мкм |
|-----------------------------|--------------------------------------|------------|------------------------------|-----------------------------|
| Площина роз'єму             | 66 <sup>-0.74</sup>                  | 0.74       |                              | 0.32                        |
| Площина під етикетку        | 70 <sup>-0.3</sup>                   | 0.3        | В межах допуску на розмір    | 3.2                         |
| Два отвори під штифти       | Ø8H7( <sup>+0.015</sup> )            | 0.015      |                              | 1.25                        |
| 8 отворів в площині роз'єму | M8-5H6H                              | 5H6H       |                              | 6.3                         |
| 2 отвори в площині роз'єму  | M8-5H6H                              | 5H6H       |                              | 6.3                         |
| Два колодязі                | Ø54.1H6( <sup>+0.019</sup> )         | 0.019      |                              | 1.25                        |
| Два отвори                  | Ø28H7( <sup>+0.021</sup> )           | 0.021      |                              | 2.5                         |
| Два отвори в дні колодязя   | Ø6.8H14( <sup>+0.3</sup> )           | 0.3        |                              | 12.5                        |
| Площина платиків            | 56±0.15                              | 0.3        |                              | 2.5                         |
| Отвір в платику             | Ø23 <sup>+0.4</sup> <sub>-0.1</sub>  | 0.3        |                              | 12.5                        |
| 4 отвори в площині платика  | M8-5H6H                              | 5H6H       |                              | 6.3                         |
| Дно колодязя                | 34 <sup>+0.18</sup> <sub>+0.12</sub> | 0.06       |                              | 2.5                         |
| Нахилений отвір в платику   | Ø16H14( <sup>+0.43</sup> )           | 0.43       |                              | 12.5                        |

Точність і якість поверхонь знаходиться у взаємному зв'язку і відповідає призначенню деталі та умовам її роботи.

Аналіз деталі на технологічність [1, 2]. Деталь має складну форму, належить до класу корпусів. Жорсткість деталі дозволяє обробляти її на високопродуктивних режимах різання. Для встановлення та закріплення деталі при обробці на верстатах деталь має достатні за розмірами поверхні, які використовуються як технологічні бази. Конструкція деталі забезпечує вільний доступ інструменту до оброблюємих поверхонь.

Нетехнологічними елементами є глухі різьбові отвори, нахилений отвір в площині платику та два напівотвори. Замінити нетехнологічні елементи технологічними не можливо, так як деталь не зможе виконувати свого призначення у вузлі.

## 1.4 Вибір заготовки

Деталь - корпус НШ20М-4-01-01-08 має складну форму. Матеріал деталі алюмінієвий сплав АК7МЗ. Тип виробництва – крупносерійний.

Виходячи із форми деталі та ливарних властивостей матеріалу приймаємо заготовку – вилівку. Для крупносерійного типу виробництва вибираємо метод отримання заготовки – лиття в кокіль [1, 2, 6]. Цей метод дозволяє отримати заготовки, які за формою та розмірами близькі до готової деталі.

Основними перевагами цього способу виготовлення виливок є: можливість багаторазового використання ливарної форми; порівняно висока продуктивність; низька трудомісткість і вартість заготовок; не вимагає високої кваліфікації робітників; потрібні порівняно менші виробничі площі; відсутні операції очищення виливок від суміші; придатність до механізації і автоматизації.

До недоліків цього способу виготовлення виливок належать: висока вартість спорядження; можливість утворення тріщин у виливках; неможливість виготовлення тонкостінних виливків, через підвищену швидкість їх охолодження, та виливків із значною масою.

Лиття в кокілі дає змогу отримати виливки групи 2 за ДСТУ 3015-95, точністю виливки 9-0-0-7т ГОСТ 26645-85 з шорсткістю Ra 50 мкм.

Визначаємо припуски на обробку і розміри заготовки. Данні наводимо в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6. – Припуски на обробку і розміри заготовки

| Назва то розмір поверхні                                | Загальний припуск, мм | Допуск на розмір заготовки, мм | Розмір заготовки, мм |
|---|-----------------------|--------------------------------|----------------------|
| 1. Площина роз'єма . 66 <sup>-0.74</sup>                | 3                     | 1,5                            | 69-1,5               |
| 2. Площина під етикетку. 70 <sup>-0.3</sup>             | 3                     | 0,5                            | 73 <sup>-0.5</sup>   |
| 3.Отвори колодязів. Ø54.1Н6( <sup>+0.019</sup> )        | 4.2                   | 1.8                            | Ø49.9± 0.9           |
| 4. Дно колодців 34 <sup>+0.18</sup><br><sup>+0.12</sup> | 1.5                   | 1.8                            | 34.5± 0.9            |
| 5. Торці платика. 112± 0.3                              | 4                     | 0,4                            | 116± 0.2             |

Маса заготовки  $m_3 = 1,99$  кг

Маса деталі  $m^0 = 1,58$  кг

Розраховуємо коефіцієнт використання заготовки:

$$K_{гз} = m_g / m_3,$$

де:  $m_g$  – маса деталі, кг;

$m_3$  – маса заготовки, кг.

$$K_{гз} = \frac{1,58}{1,99} = 0,79.$$

Визначаємо норму витрат матеріалу  $H_{вм}$  із врахуванням неминучих технологічних втрат:

$$H_{вм} = m_3 + m_{від},$$

де  $m_{від}$  – маса відходів, кг.

Масу відходів приймаємо для точних виливок – 7% від маси заготовки.

$$H_{вм} = 1,99 + \left(\frac{7 * 1,99}{100}\right) = 2,12 \text{ кг.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{m_g}{H_{вм}} = \frac{1,58}{2,12} = 0,74.$$

Коефіцієнт використання заготовки і використання матеріалу відповідають прийнятому типу виробництва і підтверджують правильність вибору способу виготовлення заготовок.

## 2 Технологічна частина

### 2.1 Вибір методів завершальної обробки

Вибір методів завершальної обробки здійснюється виходячи з вимог до точності та шорсткості поверхонь та таблицями економічної точності [1, 2, 7].

Методи завершальної обробки наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Методи завершальної обробки.

| Назва поверхні                | Розмір поля допуску, квалітет, граничні відхилення | Допуск, мм | Шорсткість Ra, мкм | Методи завершальної обробки |                      |                      | Економічна точність |
|-------------------------------|--|------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|                               |  |            |                    | За точністю                 | За шорсткістю        | Прийнятий            |                     |
| Площина роз'єму з боку кришки | 70 <sup>-0,3</sup>                                 | 0,3        | 0,32               | Фрезерування                | Доводка              | Доводка              | 0,18                |
| Площина під етикетку          | 70 <sup>-0,3</sup>                                 | 0,3        | 3,2                | Фрезерування чистове        | Фрезерування чистове | Фрезерування чистове |                     |
| Отвір                         | M8-5H6H  | 5H6H       | 10                 | Нарізання різьби            | Нарізання різьби     | Нарізання різьби     | 5H6H                |
| Отвір                         | M8-5H6H  | 5H6H       | 10                 | Нарізання різьби            | Нарізання різьби     | Нарізання різьби     | 5H6H                |
| Отвір                         | Ø23 <sup>+0,4</sup> <sub>-0,1</sub>                | 0,5        | 12,5               | Свердлування                | Свердлування         | Свердлування         | 0,21                |
| Отвір                         | Ø16H14 <sup>(+0,43)</sup>                          | 0,43       | 12,5               | Свердлування                | Свердлування         | Свердлування         | 0,21                |
| Отвори колодців               | Ø54,1H <sup>(+0,019)</sup>                         | 0,019      | 1,25               | Розточування чистове        | Розточування алмазне | Розточування алмазне | 0,019               |
| Отвори                        | Ø28H7 <sup>(+0,021)</sup>                          | 0,021      | 2,5                | Розточування                | Розточування чистове | Розточування тонке   | 0,021               |
| Отвори                        | Ø27 <sup>+0,28</sup>                               | 0,28       | 12,5               | Свердлування                | Розточування         | Розточування         | 0,210               |
| Дно колодців                  | 34 <sup>+0,18</sup> <sub>+0,12</sub>               | 0,06       | 2,5                | Підрізка чистова            | Підрізка тонка       | Підрізка тонка       | 0,03                |
| Отвори                        | Ø6,8 <sup>+0,2</sup>                               | 0,2        | 12,5               | Свердлування                | Свердлування         | Свердлування         | 0,150               |
| Отвори                        | Ø8H7 <sup>(+0,015)</sup>                           | 0,015      | 1,25               | Розточування отворів        | Розточування отворів | Розточування отворів | 0,011               |
| Отвори                        | Ø6,7 <sup>+0,5</sup>                               | 0,5        | 6,3                | Свердлування                | Свердлування         | Свердлування         | 0,11                |
| Пластики                      | 112 ± 0,3  | 0,6        | 2,5                | Фрезерування                | фрезерування         | фрезерування         | 0,3                 |

## **2.2 Аналіз вихідного, розробка і обґрунтування нового технологічного процесу**

Заводський технологічний процес є вихідним матеріалом при розробці пропонує мого варіанту технологічного процесу. Вивчивши його, з'ясували, що технологічний процес розроблено детально. Для обробки деталі використовуються високопродуктивні верстати: карусельно-фрезерний, агрегатні (621МС, 3ХА6733, АМ11435). Це дає змогу забезпечити концентрацію обробки поверхонь, скоротити кількість робочих місць, забезпечити високу точність та продуктивність обробки. Технологічні бази вибрані правильно і достатні за розмірами. На протязі всього технологічного процесу виконується принцип постійності та єдності баз. Для обробки деталей використовуються швидкодіючі пристрої з гідравлічними та пневматичними приводами, прогресивний ріжучий інструмент, спеціальний вимірювальний інструмент та контрольні пристрої. В цілому технологічний процес відповідає крупносерійному типу виробництва.

З метою скорочення трудомісткості обробки пропоную операцію 235 вертикально-свердлильну, що виконується на верстаті 2Н125 вертикально-свердлильний, замінити на горизонтально-свердлильну, яка виконується на спеціальному двохшпіндельному горизонтально-свердлильному напівавтоматі моделі 120-109. Замість однієї деталі на пропонуємому верстаті одночасно можна обробляти дві деталі. Це дозволить скоротити штучний час на обробку та зменшити собівартість виготовлення деталі.

Розроблений новий технологічний процес наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. – Розроблений технологічний процес.

| Номер, назва та зміст операції   | Тип та модель верстату                | Верстатний пристрій                   |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>001 Транспортування</b><br>Транспортувати заготовки на дільницю механічної обробки  | Електронавантажник<br>ЕВ 678          | -                                     |
| <b>005 Карусельно-фрезерна</b><br>Установ А<br>1. Встановити та закріпити заготовку.<br>2. Фрезерувати площину роз'єма 1, попередньо.<br>3. Фрезерувати площину роз'єма 1 остаточно<br>Установ Б<br>4. Перевстановити деталь<br>5. Фрезерувати площину під етикетку 2 попередньо<br>6. Фрезерувати площину під етикетку 2 остаточно  | Карусельно-фрезерний<br>621 МС        | Пристрій<br>пневматичний<br>8417-3215 |
| <b>010 Агрегатна</b><br>Позиція I<br>Встановити та закріпити заготовку.<br>Позиція II<br>1. Засвердлити 3 отвори 3, отвори 4,5 одночасно<br>Позиція III<br>2. Засвердлити 3 отвори 8, отвори 6, 7 одночасно<br>Позиція IV<br>3. Свердлувати отвір 5<br>4. Свердлувати 3 отвори 3, отвір 4 одночасно<br>Позиція V<br>5. Свердлувати отвір 6.<br>6. Свердлувати 3 отвори 8, отвір 7 одночасно<br>Позиція VI<br>7. Свердлувати 2 отвори 9<br>8. Свердлувати отвір 10<br>Позиція VII<br>9. Розвернути 2 отвори 4.<br>10. Розвернути 2 отвори 9.<br>Позиція VIII<br>11. Зенкерувати фаски в двох отворах 9.<br>12. Свердлувати другий отвір 10. | Агрегатно-<br>свердлильний<br>ЗХА6733 | Пристрій затискний<br>7380-4025       |
| <b>015 Видавлювання</b><br>Видавити текст фірменого напису   | Установка для<br>тиснення             | 1422-4010<br>пристрій                 |
| <b>020 Маркування</b><br>Маркувати порядковий номер насосу   | ГМ1546 прес                           | 1454-4101<br>підставка                |

## Продовження таблиці 2.2.

| Номер, назва та зміст операції   | Тип та модель верстату   | Верстатний пристрій                           |
|--|--|---|
| <p><b>025 Агрегатна</b></p> <p>Установ А<br/>I Позиція</p> <p>1. Встановити та закріпити деталь</p> <p>II Позиція</p> <p>2. Фрезерувати платік 11</p> <p>III Позиція</p> <p>3. Засвердлити 4 отвори 12 одночасно</p> <p>IV Позиція</p> <p>4. Свердлити 2 отвори 12 та 2 отвори 12а одночасно</p> <p>V Позиція</p> <p>5. Свердлити отвір 13</p> <p>Установ Б<br/>I Позиція</p> <p>6. Перевстановити деталь</p> <p>II Позиція</p> <p>7. Фрезерувати другий платік 11</p> <p>III Позиція</p> <p>8. Засвердлити 4 отвори 12 одночасно</p> <p>IV Позиція</p> <p>9. Свердлити 2 отвори 12 та 2 отвори 12а одночасно</p>                                | <p>Агрегатно-свердильний<br/>AM11435</p>                         | <p>7346-4004<br/>Пристрій з гідрозатиском</p> |
| <p><b>030 Горизонтально-свердильна</b></p> <p>Встановити та закріпити деталь</p> <p>1. Свердлити отвір 14 в двох деталях одночасно</p>   | <p>Горизонтально-свердильний<br/>двохшпіндельний<br/>120-109</p> |   |
| <p><b>035 Горизонтально-розточна</b></p> <p>Установ А<br/>I Позиція</p> <p>1. Встановити та закріпити деталь</p> <p>II Позиція</p> <p>2. Свердлити в двох деталях по одному отвору 15 одночасно</p> <p>III Позиція</p> <p>3. Розточити в двох деталях по одному отвору 16 і підрізати по одному дну колодязя</p> <p>IV Позиція</p> <p>4. Зенкерувати в двох деталях по одному отвору 15 одночасно</p> <p>V Позиція</p> <p>5. Розточити в двох деталях по одному отвору 16 і підрізати по одному дну колодязя</p> <p>Установ Б<br/>I Позиція</p> <p>6. Перевстановити деталь</p> <p>7. Повторити переходи 2, 3, 4, 5 для двох інших колодязів</p> | <p>Горизонтально розточний 3А646</p>                             |   |

## Продовження таблиці 2.2.

| Номер, назва та зміст операції  | Тип та модель верстату          | Верстатний пристрій                       |
|---|---------------------------------|---|
| <b>040 Алмазно-розточна</b><br>1. Встановити та закріпити деталь<br>2. Розточити в двох деталях отвори 16, 17, 15<br>3. Пере двинуті пристрій<br>4. Розточити в двох деталях другі отвори 16, 17, 15                  | Алмазно-розточний<br>ОС 368     | 7463-4010<br>пристрій<br>гідравлічний     |
| <b>045 Слюсарна</b><br>1. Притупити гострі кромки   | ГМ 1765<br>Верстак<br>слюсарний |   |
| <b>047 Промивка</b><br>1. Промити деталі  | ГМ 1344<br>Машина мийна         |   |
| <b>050 Довідна</b><br>1. Довести площину розьєма 1  | FL 12 довідний                  |   |
| <b>055 Алмазно-розточна</b><br>1. Встановити та закріпити деталь<br>2. Розточити два отвори 9 під штифти, два отвори під підшипники 15а, два колодязя 16 з врізкою канавки в трьох деталях одночасно                  | 020-060<br>Алмазно-розточний    | 020-060-01<br>пристрій<br>затискний       |
| <b>060 Алмазно-розточна</b><br>1. Встановити та закріпити деталь<br>2. Підрізати дно колодязя 16 в двох деталях одночасно<br>3. Пере двинуті пристрій<br>4. Підрізати дно іншого колодязя 16 в двох деталях одночасно | ОС 791<br>Алмазно-розточний     |   |
| <b>065 Різьбонарізна</b><br>1. Встановити та закріпити деталь<br>2. Нарізати різьбу в 5отворах на площині розьєму та у 4отворах в платиках одночасно<br>3. Перевстановити деталь<br>4. Повторити перехід 2            | 020-103<br>Різьбонарізний       | 020-103-01-00<br>пристрій<br>гідравлічний |
| <b>070 Слюсарна</b><br>1. Зачистити задирина  | ГМ 1765 верстак<br>слюсарний    |   |
| <b>075 Слюсарна</b><br>1. Продути отвори в площині розьєму  | 082-007Камера<br>обдувочна      |   |
| <b>080 Контроль</b><br>1. Перевірити розміри деталі   | ГМ 1765 верстак<br>слюсарний    |   |

## 2.3 Вибір технологічних баз

Дотримуючись принципів базування, вимог до точності обробки поверхонь, до простоти та надійності конструкцій пристрою вибираємо бази для операцій технологічного процесу [1, 2, 7]. Дані наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Технологічної бази.

| Номер та назва операції         | Модель верстату | Технологічні бази  | Число ступіней свободи |
|---------------------------------|-----------------|--|------------------------|
| 005 Карусельно-фрезерна         | 621МС           | Зовнішня циліндрична поверхні і бокові поверхні платиків.          | 6                      |
| 010 Агрегатна                   | 3ХА6733         | Площина під етикетку. Зовнішня циліндрична поверхня.               | 6                      |
| 025 Агрегатна                   | АМ11435         | Площина роз'єма, два базових отвори, площина під етикетку.         | 6                      |
| 030 Горизонтально-свердлувальна | 120-109         | два базових отвори, площина під етикетку, площина роз'єма          | 6                      |
| 035 Горизонтально-розточна      | 3А646           | два базових отвори, площина роз'єма корпусу, площина під етикетку. | 6                      |
| 040 Алмазно-розточна            | ОС368           | два базових отвори, площина роз'єма корпусу, площина під етикетку. | 6                      |
| 050 Довідна                     | FL 12           | Площина роз'єму  | 4                      |
| 055 Алмазно-розточна            | 020-060         | два базових отвори, площина роз'єма, площина під етикетку.         | 6                      |
| 060 Алмазно-розточна            | ОС791           | два базових отвори площина роз'єма, площина під етикетку.          | 6                      |
| 065 Різьбонарізна               | 020-103         | два отвори колодязів площина роз'єма, площина під етикетку.        | 6                      |

## 2.4 Технічна характеристика вибраного обладнання

### *621МС Карусельно-фрезерний верстат*

|  |      |
|--|------|
| Розмір робочої поверхні столу, мм                    | 1000 |
| Відстань між осью столу до напрямної стойки, мм      |      |
| найб.  | 800  |
| найм.  | 500  |
| Відстань від осі шпінделя до направляючих стойки ,мм | 325  |
| Відстань від торця шпінделя до поверхні столу, мм.   |      |
| найб.  | 500  |

|   |     |
|---|-----|
| найм.   | 125 |
| Переміщення шпіндельної бабки, мм               | 300 |
| Переміщення гільзи шпінделя, мм                 | 75  |
| Відстань між осями шпінделей, мм                | 396 |
| Розмір кінця шпінделя за ГОСТ836-47             | №3  |
| Кількість шпінделей                             | 2   |
| Відстань від поверхні столу до низу станини, мм | 880 |

### ***ЗХА6733 Агрегатно-свердильний***

|  |              |
|--|--------------|
| Клас точності верстата II по ГОСТ 8-82             | 1            |
| Кількість шпінделів, шт                            | 32           |
| Кількість силових головок, шт                      | 8            |
| Кількість силових столів, шт                       | 2            |
| Діаметр планшайби ділильного поворотного столу, мм | 800          |
| Число ділильного поворотного столу                 | 4            |
| Вид затиску  | пневматичний |
| Кількість електродвигунів, шт                      | 16           |
| Сумарна потужність електродвигунів, кВт            | 18,83        |
| Розхід стиснутого повітря, м3/год                  | 0.5          |
| Об'єм баку охолоджуючої рідини, л                  | 300          |

### ***АМ 11435 Агрегатно-свердильний***

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Діаметр планшайби, мм             | 800  |
| Число рівно розміщених позицій    | 2-12 |
| Електродвигун повороту планшайби: |      |
| потужність, кВт                   | 2    |
| число обертів, об/хв              | 900  |
| Електродвигун фіксації:           |      |
| потужність, кВт                   | 0.4  |
| число обертів, об/хв              | 910  |

Максимальна сила, яку можна застосувати до планшайби на найбільшому діаметрі:

|                                   |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| при направлені сили з супорта, кг | 1500                        |
| при направлені сили на упор, кг   | 6000                        |
| Точність ділення столу, мкм       | 20, на градусі фіксатора    |
| Габаритні розміри (ДхШхВ), мм     | 1360x1590x250(загальна 538) |

### ***120-109 Горизонтально-свердлильний***

Електродвигун

|  |                |
|--|----------------|
| потужність, кВт                        | 4              |
| число обертів, об/хв                   | 1500           |
| Кількість головок, шт                  | 2              |
| Частота обертання шпіндля, об/хв       | 25...1500      |
| Робоча подача інструменту, мм/об       | 0.05           |
| Загальні габаритні розміри (ДхШхВ), мм | 4200x2200x1600 |

### ***3А646 Горизонтально-розточний***

|   |             |
|---|-------------|
| Максимальне радіальне переміщення різцетримача, мм              | 16          |
| Максимальний виліт різця від базової площини, мм                | 85          |
| Максимальна радіальна швидкість переміщення різцетримача, мм/хв | 13          |
| Габарити, мм  | 175x185     |
| Кількість і тип головок встановлених на містку СТ ПУ15-26, шт   | 2           |
| Діаметр розточки, мм  | 59.1...59.5 |
| Довжина розточки, мм  | 39...35     |
| Підрізка торцю на діаметрах                                     | 59.5...20   |
| Швидкість радіального переміщення при підрізці торцю, мм/хв     | .....25     |
| Числа обертів шпіндля, об/хв                                    | 700...1170  |
| Швидкість різання, м/хв   | 125...100   |
| Кількість настроєних робочих подач                              | 1           |

**OC368 Алмазно-розточний**

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Діаметр розточки, мм          | 55+0.03   |
| Довжина розточки, мм          | 80.4+0.05 |
| Глибинна підрізання, мм       | 0.3       |
| Число шпиндельних головок, шт | 2         |
| Число обертів шпінделей, хв   | 1420      |

**FL 12 Довідний**

|   |                |
|---|----------------|
| Діаметр робочого круга, мм  | 1240           |
| Нормальна товщина робочого круга, мм                                      | 80             |
| Максимальна товщина робочого круга, мм                                    | 110            |
| Потужність приводного електродвигуна, кВт                                 | 7.5            |
| Частота обертів приводного двигуна, об/хв                                 | 1440           |
| Максимальний діаметр оброблюваної головки, мм                             | 480            |
| Приймальна поверхня для заготовки в робочих кільцях                       |                |
| для одного кільця, см <sup>2</sup>  | 1810           |
| всього для 4-х кілець, см <sup>2</sup>                                    | 7240           |
| Максимальне пневматичне навантаження заготовок для 1 робочої станції, кгс | 400            |
| Габаритні розміри (ДхШхВ), мм   | 1600x1600x1400 |

**020-060 Амазно-розточний**

|   |      |
|---|------|
| Розміри робочої поверхні столу, мм                      | Ø400 |
| Відстань між пазами по ГОСТ 6569-75, мм                 | 63   |
| Ширина центрального пазу по ГОСТ 1574-75, мм            | 14Н7 |
| Конус шпіндля по ГОСТ 15945-70                          | 40   |
| Повздовжній хід столу, мм                               | 320  |
| Поперечний хід столу, мм                                | 320  |
| Вертикальний хід шпиндельної головки, мм                | 320  |
| Найменша відстань від торця шпіндля до центру столу, мм | 90   |

|  |                |
|--|----------------|
| Найменша відстань вісі шпіндля до робочої поверхні столу, мм   | 90             |
| Межі частот обертання шпіндля, об/хв   | 50...3150      |
| Межі повздовжніх, поперечних і вертикальних подач, мм/с  | 0.016...66.7   |
| Прискорене переміщення столу і шпиндельної головки, м/с  | 0.167          |
| Ємність інструментального магазину, шт   | 30             |
| Найбільший діаметр інструментів, завантажених в магазин верстата без перепустки гнізда (з пропуском гнізда), мм    | 63(125)        |
| Максимальна довжина інструменту, завантаженого в магазин, мм   | 200            |
| Максимальна маса інструменту встановленого в магазин, кг   | 10             |
| Час зміни інструменту, не сумісного з машинним часом і часом на переміщення шпиндельної головки в позицію зміни ,с | 5+1            |
| Габаритні розміри (ДхШхВ), мм  | 2850x2418x2770 |
| Габаритні розміри із пристроями (ДхШхВ), мм  | 4260x2418x2770 |
| Поворот магазину   | 1              |
| Поворот шпіндля  | 0.001          |
| Код програми в співвідношенні з ГОСТ 13052-74  | КОИ-7          |

### ***ОС791 Алмазно-розточний***

Шпиндельні головки:

|  |          |
|--|----------|
| Кількість головок які вміщуються на одному містку, шт  | 3        |
| Умовні межі діаметрів розточувальних отворів уточнюючи в залежності від довжини розточної оправки і матеріала оброблюваного виробу, мм | ..6...32 |
| Максимальна частота обертів шпіндля, об/хв   | 5000     |
| Відстань від вісі шпіндля до основи головки, мм  | 100      |
| Відстань від вісі шпіндля до площини столу, мм   | 235      |
| Відстань між вісями однакових головок залежить від наладки, мм   | 140      |
| Стіл:  |          |
| Розміри робочої поверхні столу, мм   | 320x500  |
| Кількість Т-образних пазів, шт   | 3        |
| Розмір центрального каліброваного паза, мм   | 18А      |

|   |                |
|---|----------------|
| Відстань між пазами, мм   | 110            |
| Найбільший хід столу, мм  | 280            |
| Границі робочих подач, мм/хв  | 10...500       |
| Можлива кількість налагоджених робочих подач                                | 2              |
| Швидкість прискореного переміщення, м/хв                                    | 3.5            |
| Відстань від вісі шпіндля до закріплюваної площини столу, мм                | 800            |
| Міст:   |                |
| Довжина, мм   | 630            |
| Відстань від робочої поверхні столу до верхньої площини мосту, мм           | 125            |
| Відстань між Т-образними пазами, мм   | 250            |
| Ширина Т-образного паза, мм   | 18А            |
| Відстань від основи станини до закріплюваної площини мосту під головки, мм  | 895            |
| Привід:   |                |
| Границі потужностей електродвигунів шпиндельних головок, кВт                | 1...2.8        |
| Найбільший габарит встановлених електродвигунів приводу шпиндельних головок | № 4            |
| Кількість ел двигунів приводу шпиндельних головок, шт                       | 1              |
| Габаритні розміри (ДхШхВ), мм   | 1540x1060x1300 |

### ***020-103 Різьбонарізний***

|  |                   |
|--|-------------------|
| Час циклу, с                               | 27                |
| Робочий цикл верстата                      | напівавтоматичний |
| Вид затиску оброблювальної деталі          | гідравлічний      |
| Завантаження                               | ручне             |
| Частота обертів вала електродвигуна, об/хв | 1000              |
| Встановлена потужність, кВт                | 4,86              |
| Габаритні розміри (ДхШхВ), мм              | 2780x2263x1377    |



Визначаємо загальний припуск на обробку:

$$2z = 2 \cdot 4.15 = 8.3 \text{ мм}$$

Визначаємо припуски на алмазне розточування:

$$2a_1 = 0,7 \text{ мм.}$$

Визначаємо припуск на тонке розточування:

$$2a_2 = 1.8 \text{ мм.}$$

Визначаємо припуск на чистове розточування:

$$2a_3 = 2.1 \text{ мм.}$$

Визначаємо припуск на чорнове розточування:

$$2a_4 = 2z - (2a_1 + 2a_2 + 2a_3);$$

$$2a_4 = 8.3 - (0,7 + 1.8 + 2.1) = 3.7 \text{ мм.}$$

Визначаємо проміжні та остаточні розміри:

- розміри на алмазне розточування:

$$D_1 = 54,1 \text{ мм (з креслення деталі);}$$

- розміри на тонке розточування:

$$D_2 = D_1 - 2a_2 = 54,1 - 0,7 = 53,4 \text{ мм;}$$

- розміри на чистове розточування:

$$D_3 = D_2 - 2a_3 = 53,4 - 1,8 = 51.6 \text{ мм;}$$

- розміри на чорнове розточування:

$$D_4 = D_3 - 2a_4 = 51.6 - 2.1 = 49.5 \text{ мм;}$$

- розміри заготовки:

$$D_5 = D_4 - 2a_4 = 49.5 - 3.7 = 45.8 \text{ мм.}$$

Визначаємо допуск на обробку:

$$TD_1 = 0,019 \text{ мм (з креслення деталі);}$$

$$TD_2 = 0,1 \text{ мм;}$$

$$TD_3 = 0,3 \text{ мм;}$$

$$TD_4 = 0,4 \text{ мм;}$$

$$TD_5 = 1.8 \text{ мм.}$$

Записуємо проміжні розміри:

- розміри після алмазного точіння  $D_1 = 54,1^{+0,019}$  мм (з креслення деталі);

- розміри після тонкого точіння  $D_2 = 53,4^{+0,1}$  мм;
- розміри після чистового точіння  $D_3 = 51,6^{+0,3}$  мм;
- розміри після чорнового точіння  $D_4 = 49,5^{+0,4}$  мм;
- розміри заготовки  $D_5 = 45,8 \pm 0,9$  мм.

Проміжні або кінцеві розміри заведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 –Проміжні або кінцеві розміри.

| Назва та розміри поверхонь, мм        | Маршрут обробки        | Розмір до обробки, мм     | Припуск на обробку, мм | Розмір після обробки, мм | Допуск на обробку, мм | Проміжний або кінцевий розміри, мм |
|---------------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Колодязь $\varnothing 54,1^{(0,019)}$ | 1.Розточування чорнове | $\varnothing 45,8$        | 3,7                    | $\varnothing 49,5$       | 0,4                   | $\varnothing 49,5^{+0,4}$          |
|                                       | 2.Розточування чистове | $\varnothing 49,5^{+0,4}$ | 2,1                    | $\varnothing 51,6$       | 0,3                   | $\varnothing 51,6^{+0,3}$          |
|                                       | 3.Розточування тонке   | $\varnothing 51,6^{+0,3}$ | 1,8                    | $\varnothing 53,4$       | 0,1                   | $\varnothing 53,4^{+0,1}$          |
|                                       | 4.Розточування алмазне | $\varnothing 53,4^{+0,1}$ | 0,7                    | $\varnothing 54,1$       | 0,019                 | $\varnothing 54,1^{+0,019}$        |
| Площина роз'ємна з боку кришки        | 1.Фрезерування чорнове | 69                        | 2                      | 67                       | 0.84                  | 67-0,84                            |
|                                       | 2.Фрезерування чистове | 67-0,84                   | 1                      | 66                       | 0.74                  | 66-0,74                            |
|                                       | 3.Доводка              | 70-0,3                    | -                      | 70                       | 0.3                   | 70-0,3                             |
| Площина під етикетку                  | 1.Фрезерування чорнове | 73                        | 2                      | 71                       | 0,5                   | 71-0,5                             |
|                                       | 2.Фрезерування чистове | 71-0,5                    | 1                      | 70                       | 0,3                   | 70-0,3                             |
| 8 отв. в платиках М8-5Н6Н             | 1.Свердлування         | -                         | 6,8                    | $\varnothing 6,8$        | 0,2                   | $\varnothing 6,8^{+0,2}$           |
|                                       | 2.Нарізання різьби     | $\varnothing 6,8^{+0,2}$  | 1                      | М8                       | 5Н6Н                  | М8-5Н6Н                            |
| Отвір $\varnothing 23 \pm 0,4$        | Свердління             | -                         | 23                     | $\varnothing 23$         | 0,8                   | $\varnothing 23 \pm 0,4$           |
| Отвір під кутом $\varnothing 16$      | 1. Свердління          | -                         | 16                     | $\varnothing 16$         | 0,2                   | $\varnothing 16^{-0,2}$            |
| Отвір $\varnothing 28Н7^{(+0,02)}$    | 1.Свердління           | -                         | 24                     | $\varnothing 24$         | 0,5                   | $\varnothing 24^{+0,5}$            |
|                                       | 2.Зенкерування         | $24^{+0,5}$               | 1                      | $\varnothing 25$         | 0,52                  | $\varnothing 25^{+0,52}$           |
|                                       | 3.Розточування чорнове | $\varnothing 25^{+0,52}$  | 2                      | $\varnothing 27$         | 0,28                  | $\varnothing 27^{+0,28}$           |
|                                       | 4.Розточування тонке   | $\varnothing 27^{+0,28}$  | 1                      | $\varnothing 28$         | 0,021                 | $\varnothing 28^{+0,021}$          |

## Продовження таблиці 2.4.

| Назва та розміри поверхонь, мм             | Маршрут обробки | Розмір до обробки, мм | Припуск на обробку, мм | Розмір після обробки, мм | Допуск на обробку, мм | Проміжний або кінцевий розміри, мм      |
|--|-----------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|---|
| Торці дна колодців                         | 1.Точіння       | Ø32                   | 1,1                    | Ø33,1                    | 0,4                   | Ø 33,1 ± 0.2                            |
|  | 2. Точіння      | Ø33,1 ± 0.2           | 0,3                    | Ø33,4                    | 0,2                   | Ø 33,4 ± 0.1                            |
|  | 3. Точіння      | Ø33,4 ± 0.1           | 0,3                    | Ø33,7                    | 0,1                   | Ø 33,7 <sup>+0,1</sup>                  |
|  | 4. Точіння      | Ø33,7 <sup>+0,1</sup> | 0,3                    | Ø34                      | 0,06                  | Ø34 <sup>+0.018</sup> <sub>-0.012</sub> |
| Отвори під штифти Ø8Н7 <sup>(+0,015)</sup> | 1.Свердління    | -                     | 6,8                    | Ø6,8                     | 0,2                   | Ø6.8 <sup>+0,2</sup>                    |
|  | 2.Зенкерування  | Ø6.8 <sup>+0,2</sup>  | 0,3                    | Ø7,1                     | 0,05                  | Ø7,1 <sup>+0,05</sup>                   |
|  | 3.Розточування  | Ø7,1 <sup>+0,05</sup> | 0,8                    | Ø8                       | 0,015                 | Ø8Н7 <sup>+0,015</sup>                  |
| Пластики                                   | Фрезерування    | Ø 58                  | 2                      | Ø56                      | 0,3                   | Ø56 ± 0.15                              |

## 2.6 Вибір різального інструменту

В залежності від методу обробки, точності та шорсткості оброблюваної поверхні, матеріалу деталі, форми та розмірів оброблюваної поверхні, типу та моделі верстату вибираємо різучий інструмент для операцій розробленого технологічного процесу [1, 2]. Вибраний інструмент наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. – Ріжучий інструмент

| № операції | № переходу | Назва та типорозмір інструменту | Стандарт або нормаль       | Ріжуча частина |              |
|------------|------------|---------------------------------|----------------------------|----------------|--------------|
|            |            |                                 |                            | матеріал       | стандарт     |
| 005        | 1, 3, 5, 6 | Фреза торцева Ø200 (2)          | 2214-0159<br>ГОСТ 9473-80  | ВК8            | ГОСТ 3882-74 |
| 010        | 1, 2       | Свердло Ø 14 (10)               | 2301-0046<br>ГОСТ 10903-77 | Р6М5           | ГОСТ19265-73 |
|            | 3,5        | Свердло Ø6.5 (2)                | 2300-4021                  | Р6М5           | ГОСТ19265-73 |
|            | 4,6, 7     | Свердло Ø6.8 (10)               | 2301-4106-01               | Р6М5           | ГОСТ19265-73 |
|            | 8, 12      | Свердло Ø7.5 (2)                | 2301-0011<br>ГОСТ 10903-77 | Р6М5           | ГОСТ19265-73 |
|            | 9          | Розвертка Ø6.82 (2)             | 2363-4305                  | Р6М5           | ГОСТ19265-73 |
|            | 10         | Розвертка Ø7.13 (2)             | 2363-4305-01               | Р6М5           | ГОСТ19265-73 |
|            | 11         | Зенківка (2)                    | 2353-4076                  | ВК6            | ГОСТ 3882-74 |
| 025        | 2, 7       | Фреза торцева Ø 160             | 2214-0157<br>ГОСТ 9473-80  | ВК8            | ГОСТ 3882-74 |
|            | 3, 8       | Свердло Ø 14 (4)                | 2301-0046<br>ГОСТ 10903-77 | Р6М5           | ГОСТ19265-73 |
|            | 4          | Свердло Ø6.7(4)                 | 2300-0186<br>ГОСТ 10902-77 | Р6М5           | ГОСТ19265-73 |
|            | 5          | Свердло Ø23                     | 2301-0079<br>ГОСТ 10903-77 | Р6М5           | ГОСТ19265-73 |

## Продовження таблиці 2.5

| № операції | № переходу | Назва та типорозмір інструменту        | Стандарт або нормаль                | Ріжуча частина    |              |
|------------|------------|--|-------------------------------------|-------------------|--------------|
|            |            |  |                                     | матеріал          | стандарт     |
| 030        | 1          | Свердло Ø16 (2)                        | 2301-0054<br>ГОСТ 10903-77          | P6M5              | ГОСТ19265-73 |
| 035        | 2          | Свердло Ø24 (4)                        | 2301-0083<br>ГОСТ 10903-77          | P6M5              | ГОСТ19265-73 |
|            | 3,5        | Різець (4)                             | 2142-4010                           | BK6               | ГОСТ 3882-74 |
|            | 4          | Зенкер торцевий (2)                    | 2323-4175                           | BK6               | ГОСТ 3882-74 |
| 040        | 2, 4       | Різець (2)<br>Різець (2)<br>Різець (2) | 2142-4009<br>2142-4100<br>2142-4204 | BK6<br>BK6<br>BK6 | ГОСТ 3882-74 |
| 50         | 1          | Мікро порошок                          | 64CM28M<br>ГОСТ 26327-84            | 28M               |              |
| 055        | 2          | Різець(3)<br>Різець (3)<br>Різець (3)  | 2142-4196<br>2142-4185<br>2146-4121 | BK6<br>BK6<br>BK6 | ГОСТ 3882-74 |
| 060        | 2, 4       | Різець (2)                             | 2142-4181                           | BK6               | ГОСТ 3882-74 |
| 065        | 2,4        | Метчик М8 (18)                         | 2620-4064                           | P6M5              | ГОСТ19265-73 |

**2.7 Розрахунок режимів різання та основного часу**

Розрахунок режимів різання виконуємо на операцію 005 карусельно-фрезерну, що виконується на карусельно-фрезерному верстаті 621МС [1, 2].

Деталь – корпус НШ20М-4-01-01-08.

Матеріал АК7МЗ ДСТУ 2839-94.

Маса заготовки – 1,98 кг, виливка.

Тип виробництва – крупносерійний.

Зміст операції:

Установ А

1. Встановити та закріпити заготовку.
2. Фрезерувати площину роз'єма 1 попередньо.
3. Фрезерувати площину роз'єма 1 остаточно.

Установ Б

4. Перевстановити деталь.
5. Фрезерувати площину під етикетку 2 попередньо.
6. Фрезерувати площину під етикетку 2 остаточно.

Інструмент – дві торцеві фрези ø200, кількість зубців z=22.

Визначаємо глибину різання:

$$t_1 = 2 \text{ мм}; t_2 = 1 \text{ мм.}$$

Визначаємо ширину фрезерування за кріпленням заготовки:

$$B_{\phi} = 41 \text{ мм.}$$

Призначаємо подачу на зуб фрези:

- для чорнової фрези  $S_{z1} = 0,3 \text{ мм/зуб}$ ;

- для чистової фрези  $S_{z1} = 0,2 \text{ мм/зуб}$ .

Визначаємо стійкість інструмента:

$$T = K_{\phi} (T_{M1} + T_{M2}) \cdot \lambda,$$

де  $K_{\phi} = 0,85$  - коефіцієнт, що враховує кількість інструментів в наладці;

$T_{M1} = T_{M2} = 300 \text{ хв.}$  – стійкість інструментів;

$\lambda$ - коефіцієнт часу різання кожного інструменту:

$$\lambda = \frac{L_{\text{різ}} \cdot K}{\pi \cdot D_{\text{роз}}} = \frac{108 \cdot 20}{3,14 \cdot 840} = 0,82,$$

де:  $K = 20$  – кількість деталей, що встановлені на столі;

$L_{\text{різ}} = 108 \text{ мм}$  (з креслення заготовки);

$D_{\text{розт}} = 840 \text{ мм}$  (з креслення пристрою);

$$T = 0,85 \cdot (300 + 300) \cdot 0,82 = 418,2 \text{ хв.}$$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = V_{\text{таб}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

де:  $V_{\text{таб}}$  - таблична швидкість різання;

$K_1$  - коефіцієнт, що залежить від розміру обробки;

$K_2$  - коефіцієнт, що залежить від стану оброблюємої поверхні та її твердості;

$K_3$  - коефіцієнт, що залежить від стійкості та матеріалу інструмента.

$$V_{\text{чорн}} = 600 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 432 \text{ м/хв};$$

$$V_{\text{чист}} = 600 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,8 = 528 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпінделів:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot V_{\text{чорн}}}{\pi \cdot D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 432}{3,14 \cdot 200} = 688 \text{ об/хв};$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot V_{\text{чист}}}{\pi \cdot D_a} = \frac{1000 \cdot 528}{3,14 \cdot 200} = 840 \text{ об/хв.}$$

Визначаємо хвилину подачу шпінделів:

$$S_{\text{хв чорн}} = S_{z1} \cdot z_1 \cdot n = 0,3 \cdot 22 \cdot 688 = 4541 \text{ мм/хв};$$

$$S_{\text{хв чист}} = S_{z2} \cdot z_1 \cdot n = 0,2 \cdot 22 \cdot 840 = 3696 \text{ мм/хв.}$$

Визначаємо число обертів стола:

$$n_{\text{ст1}} = \frac{S_{\text{хвчорн}}}{\pi \cdot D_{\text{роз}}} = \frac{4541}{3,14 \cdot 840} = 1,72 \text{ об/хв};$$

$$n_{\text{ст2}} = \frac{S_{\text{хвчист}}}{\pi \cdot D_{\text{роз}}} = \frac{3696}{3,14 \cdot 840} = 1,4 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом верстату:  $n_{\text{ст}} = 0,15 \text{ об/хв.}$

Визначаємо остаточно хвилину подачу столу:

$$S_{\text{хв}} = n_{\text{ст}} \cdot \pi \cdot D_{\text{роз}} = 0,15 \cdot 3,14 \cdot 840 = 395 \text{ мм/хв.}$$

Приймаємо за паспортом:  $S_{\text{хв}} = 400 \text{ мм/хв.}$

Визначаємо частоту обертання шпінделів:

$$n_{\text{чорн2}} = \frac{S_{\text{хв}}}{S_{z1} \cdot z} = \frac{400}{0,3 \cdot 22} = 60,6 \text{ об/хв};$$

$$n_{\text{чист2}} = \frac{S_{\text{хв}}}{S_{z1} \cdot z} = \frac{400}{0,2 \cdot 22} = 90,9 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом:

$$n_{\text{чорн}} = 63 \text{ об/хв.}; \quad n_{\text{чист}} = 90 \text{ об/хв.}$$

Корегуємо подачу на зуб:

$$S_{z1} = \frac{S_{\text{хв}}}{n_{\text{чорн}} \cdot z} = \frac{400}{63 \cdot 22} = 0,29 \text{ мм/зуб.};$$

$$S_{z2} = \frac{S_{\text{хв}}}{n_{\text{чист}} \cdot z} = \frac{400}{90 \cdot 22} = 0,2 \text{ мм/зуб.}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\text{чор.}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{чор}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 63}{1000} = 39,5 \text{ мм/хв};$$

$$V_{\text{чист}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{чист}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 90}{1000} = 56,5 \text{ мм/хв.}$$

Визначаємо основний час:

$$T_0 = \frac{1}{n_{\text{см}}} = \frac{1}{0,15} = 6,67 \text{ хв.}$$

Так як за один оберт стола оброблюється 10 деталей, час на операції однієї деталі дорівнює:  $T_0=0,667$  хв.

Визначаємо потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{E \cdot v \cdot z \cdot t}{1000} \cdot k_1 \cdot k_2 ;$$

$$N_{\text{різ чорн}} = \frac{1,36 \cdot 39,5 \cdot 2 \cdot 22}{1000} \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 2,95 \text{ кВт;}$$

$$N_{\text{різ чист}} = \frac{1,7 \cdot 56,5 \cdot 1 \cdot 22}{1000} \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 2,64 \text{ кВт;}$$

$$\sum_{i=1}^L \text{різсумм} = N_{\text{різчорн}} + N_{\text{різчист}} = 2,95 + 2,64 = 5,59 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо за паспортом верстата:  $N_{\text{різ}}=5,59 \text{ кВт} < N_{\text{ф}}=10 \text{ кВт}$ . Різання можливе.

Визначаємо режими різання на інші операції. Дані розрахунку наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Розраховані режими різання

| № операції | № позиції | Номер та зміст переходу                          | Модель верстату | t, мм | D, мм | So, мм/об | S <sub>XВ</sub> , мм/хв | S <sub>Z</sub> , мм/зуб | n, об/хв | V, м/хв | L <sub>p</sub> , мм | L1, мм | L2, мм | L <sub>бп</sub> , мм | L <sub>pх</sub> , мм | Основний час T <sub>о</sub> , хв |            |             |  |
|------------|-----------|--|-----------------|-------|-------|-----------|-------------------------|-------------------------|----------|---------|---------------------|--------|--------|----------------------|----------------------|----------------------------------|------------|-------------|--|
|            |           |  |                 |       |       |           |                         |                         |          |         |                     |        |        |                      |                      | на перехід                       | на позицію | на операцію |  |
| 005        | Установ А | 2. Фрезерувати площину роз'єму 1 попередньо      | 621МС           | 2     | 200   | 6.38      | 400                     | 0.29                    | 63       | 39.5    | 108                 |        |        |                      |                      | 0.667                            |            |             |  |
|            |           | 3. Фрезерувати площину роз'єму 1 остаточно       |                 | 1     | 200   | 4.4       | 396                     | 0.2                     | 90       | 56.5    | 108                 |        |        |                      |                      |                                  |            |             |  |
|            | Установ Б | 5. Фрезерувати площину під етикетку 2 попередньо |                 | 2     | 200   | 6.38      | 400                     | 0.29                    | 63       | 39.5    | 108                 |        |        |                      |                      |                                  |            |             |  |
|            |           | 6. Фрезерувати площину під етикетку 2 остаточно  |                 | 1     | 200   | 4.4       | 396                     | 0.2                     | 90       | 56.5    | 108                 |        |        |                      |                      |                                  |            |             |  |
| 010        | II        | 1. Засвердлити три отв. 3, отвори 4, 5 одночасно | 3ХА6733         | 5     | 14    | 0.1       | 50                      | -                       | 500      | 21.98   | 5                   | 0      | 0      | 10                   | 15                   | 0.3                              | 0.3        | 0.62        |  |
|            | III       | 2. Засвердлити три отв. 8, отвори 6, 7 одночасно |                 | 5     | 14    | 0.1       | 50                      | -                       | 500      | 21.98   | 3                   | 0      | 0      | 10                   | 13                   | 0.25                             | 0.26       |             |  |
|            | IV        | 3. Свердлити отв. 5                              |                 | 3.25  | 6.5   | 0.2       | 200                     | -                       | 1000     | 29.6    | 25                  | 2      | 0      | 10                   | 37                   | 0.185                            | 0.185      |             |  |
|            |           | 4. Свердлити три отв. 3, отв. 4 одноч.           |                 | 3.4   | 6.8   | 0.2       | 200                     | -                       | 1000     | 31      | 25                  | 2      | 0      | 10                   | 37                   | 0.185                            | 0.185      |             |  |
|            | V         | 5. Свердлити отв.6                               |                 | 3.4   | 6.8   | 0.2       | 200                     | -                       | 1000     | 31      | 25                  | 2      | 0      | 10                   | 37                   | 0.185                            | 0.185      |             |  |
|            |           | 6. Свердлити три отв. 8, отв.7 одночасно         |                 | 3.4   | 6.8   | 0.2       | 200                     | -                       | 1000     | 31      | 25                  | 2      | 0      | 10                   | 37                   | 0.185                            | 0.185      |             |  |
|            | VI        | 7. Свердлити два отв. 9                          |                 | 3.4   | 6.8   | 0.2       | 200                     | -                       | 1000     | 31      | 13                  | 2      | 0      | 10                   | 25                   | 0.125                            | 0.375      |             |  |
|            |           | 8. Свердлити отв. 10                             |                 | 3.75  | 7.5   | 0.2       | 200                     | -                       | 1000     | 34.1    | 62                  | 3      | 0      | 10                   | 75                   | 0.375                            | 0.375      |             |  |
|            | VII       | 9. Розвернути два отв. 4                         |                 | 0.15  | 6.8   | 0.1       | 45                      | -                       | 450      | 9.6     | 16.5                | 1.5    | 0      | 10                   | 28                   | 0.62                             | 0.62       |             |  |
|            |           | 10. Розвернути два отв. 9                        |                 | 0.15  | 7.1   | 0.1       | 45                      | -                       | 450      | 10      | 10                  | 1.5    | 0      | 9.5                  | 21                   | 0.47                             | 0.47       |             |  |
|            | VII<br>I  | 11. Зенкерувати фаски в двох отв. 9              |                 | 0.4   | 16    | 0.1       | 100                     | -                       | 1000     | 50.24   | 0.85                | 0      | 0      | 10                   | 11                   | 0.11                             | 0.37       |             |  |
|            |           | 12. Свердлити другий отв. 10                     |                 | 3.75  | 7.5   | 0.2       | 200                     | -                       | 1000     | 34.1    | 62                  | 3      | 0      | 10                   | 75                   | 0.37                             | 0.37       |             |  |

Продовження таблиці 2.6

| № операції | № позиції                                       | Номер та зміст переходу   | Модель верстату | t, мм | D, мм | So, мм/об | SXB, мм/хв | Sz, мм/зуб | n, об/хв | V, м/хв | Lp, мм | L1, мм | L2, мм | Lбп, мм | Lрх, мм | Основний час To, хв |            |            |
|------------|---|---|-----------------|-------|-------|-----------|------------|------------|----------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------------------|------------|------------|
|            |   |   |                 |       |       |           |            |            |          |         |        |        |        |         |         | на перехід          | на перехід | на перехід |
|            |   |   |                 |       |       |           |            |            |          |         |        |        |        |         |         |                     |            |            |
| 025        | II  | Установ А<br>2. Фрезерувати пластик 11                                      | AM11435         | 2.5   | 160   | 2.24      | 1680       | 0.14       | 750      | 376.8   | 95     | 10     | 10     | 10      | 125     | 0.076               | 0.152      | 0.66       |
|            | III   | 3. Засвердлити чотири отв.12 одночасно                                      |                 | 5.85  | 14    | 0.14      | 128.1      | -          | 915      | 40.2    | 5      | 0      | 0      | 10      | 15      | 0.12                | 0.12       |            |
|            | IV  | 4. Свердлити два отв.12 та два отв.12а одночасно                            |                 | 3.4   | 6.8   | 0.085     | 127.5      | -          | 1500     | 32      | 28     | 2      | 0      | 10      | 40      | 0.31                | 0.31       |            |
|            | V   | 5. Свердлити отв. 13  |                 | 11.5  | 23    | 0.2       | 80         | -          | 400      | 28.9    | 39     | 2      | 2      | 10      | 53      | 0.66                | 0.66       |            |
|            | II  | Установ Б<br>7.Фрезерувати другий пластик 11                                |                 | 2.5   | 160   | 2.24      | 1680       | 0.14       | 750      | 376.8   | 95     | 10     | 10     | 10      | 125     | 0.076               | 0.152      |            |
|            | III   | 8.Засвердлити чотири отв.12 одночасно                                       |                 | 5.85  | 14    | 0.14      | 128.1      | -          | 915      | 40.2    | 5      | 0      | 0      | 10      | 15      | 0.12                | 0.12       |            |
| IV         | 9. Свердлити два отв.12 та два отв.12а одночас. | 3.4   | 6.8             | 0.085 | 127.5 | -         | 1500       | 32         | 28       | 2       | 0      | 10     | 40     | 0.31    | 0.31    |                     |            |            |
| 030        | -   | 1. Свердлити отв. 14 в двох деталях одночасно                               | 120-109         | 8     | 16    | 0.2       | 80         | -          | 400      | 20.1    | 38     | 2      | 2      | 10      | 42      | 0.525               | -          | 0.525/2    |
| 035        | II  | Установ А<br>2. Свердлити в двох дет. по одному отв. 15 одночасно           | 3A646           | 12    | 24    | 0.15      | 81.75      | -          | 545      | 41.1    | 34     | 2      | 0      | 10      | 46      | 0.56                | 0.56       | 0.562/2    |
|            | III   | 3.Розточити в двох дет. по одному отв. 16, підрізати по одному дну колодязя |                 | 1.85  | 49.5  | 0.4       | 216        | -          | 540      | 84      | 45.75  | 1      | 2      | 5       | 54      | 0.25                | 0.25       |            |
|            | IV  | 4.Зенкерувати в двох дет. по одному отв. 15 одноч.                          |                 | 0.5   | 25    | 0.15      | 87         | -          | 580      | 45.5    | 34     | 2      | 0      | 10      | 46      | 0.53                | 0.53       |            |
|            | V   | 5.Розточити в двох дет. по одному отв. 16 підрізати дно колодязя            |                 | 1.05  | 51.4  | 0.4       | 216        | -          | 540      | 87.15   | 45.75  | 1      | 2      | 5       | 54      | 0.25                | 0.25       |            |

Продовження таблиці 2.6

| № операції | № позиції | Номер та зміст переходу  | Модель верстату | t, мм   | D, мм | S <sub>o</sub> , мм/об | S <sub>xв</sub> , мм/хв | S <sub>z</sub> , мм/зуб | n, об/хв | V, м/хв | L <sub>p</sub> , мм | L1, мм | L2, мм | L <sub>бп</sub> , мм | L <sub>pх</sub> , мм | Основний час T <sub>o</sub> , хв |            |             |
|------------|-----------|--|-----------------|---|-------|------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---------|---------------------|--------|--------|----------------------|----------------------|----------------------------------|------------|-------------|
|            |           |  |                 |   |       |                        |                         |                         |          |         |                     |        |        |                      |                      | на перехід                       | на позицію | на операцію |
|            |           |  |                 |   |       |                        |                         |                         |          |         |                     |        |        |                      |                      |                                  |            |             |
| 035        | II        | Установ Б<br>7.Свердли в двох дет. по одному отв. 15 одноч.  | 3А646           | 12  | 24    | 0.15                   | 81.75                   | -                       | 545      | 41.1    | 34                  | 2      | 0      | 10                   | 46                   | 0.56                             | 0.56       |             |
|            | III       | 8. Розточити в двох дет. по одному отв. 16 підрізати по одному дну колодязя  |                 | 1.85  | 49.5  | 0.4                    | 216                     | -                       | 540      | 84      | 45.75               | 1      | 2      | 5                    | 54                   | 0.25                             | 0.25       |             |
|            | IV        | 9.Зенкерувати в двох дет по одному отв. 15 одноч.  |                 | 0.5   | 25    | 0.15                   | 87                      | -                       | 580      | 45.5    | 34                  | 2      | 0      | 10                   | 46                   | 0.53                             | 0.53       |             |
|            | V         | 10.Розточити в двох дет. по одному отв. 16, підрізати дно колодязя   |                 | 1.05  | 51.4  | 0.4                    | 216                     | -                       | 540      | 87.15   | 45.75               | 1      | 2      | 5                    | 54.15                | 0.25                             | 0.25       |             |
|            |           |  |                 |   |       |                        |                         |                         |          |         |                     |        |        |                      |                      |                                  |            |             |
| 040        | -         | 2.Розточити в двох дет. отвори 16, 15 одночасно<br>4.Розточити в двох дет. другі отвори 16,15 одноч.                     | OC368           | 0.9   | 53.4  | 0.05                   | 50                      | -                       | 1000     | 167.7   | 33.7                | 0      | 0      | 10                   | 43.7                 | 0.87                             |            | 0.872/2     |
|            |           |  |                 | 1.0   | 27    | 0.05                   | 50                      | -                       | 1000     | 84.78   | 29.3                | 0      | 0      | 10                   | 39.3                 | 0.786                            |            |             |
|            |           |  |                 | 0.9   | 53.4  | 0.05                   | 50                      | -                       | 1000     | 167.7   | 33.7                | 0      | 0      | 10                   | 43.7                 | 0.87                             |            |             |
|            |           |  |                 | 1.0   | 27    | 0.05                   | 50                      | -                       | 1000     | 84.78   | 29.3                | 0      | 0      | 10                   | 39.3                 | 0.786                            |            |             |
| 050        | -         | 1.Довести площину роз'єму 1  | FL 12           | P=5 кгс/см <sup>2</sup> ; n <sub>o</sub> =90 об/хв; n <sub>o</sub> =1600 дв.х./хв.. |       |                        |                         |                         |          |         |                     |        |        |                      |                      |                                  | 3.141      |             |
| 055        | -         | 2. Розточити два отв. 9 під штифти, два отв. 15а під підшипники, два колодязя 16 з врізкою канавки в трьох дет. одночас. | 020-060         | 0.45  | 8     | 0.03                   | 60                      | -                       | 2000     | 50.24   | 7                   | 0      | 0      | 10                   | 17                   | 0.28                             |            | 1.542/3     |
|            |           |  |                 | 0.5   | 28    | 0.03                   | 60                      | -                       | 2000     | 175.84  | 22                  | 0      | 0      | 10                   | 32                   | 0.53                             |            |             |
|            |           |  |                 | 0.35  | 54.1  | 0.03                   | 60                      | -                       | 2000     | 340     | 34                  | 0      | 0      | 10                   | 44                   | 0.73                             |            |             |
| 060        | -         | 2.Підрізати дно колодязя 16 в двох дет. одноч.<br>4.Підрізати дно іншого колодязя 16 в двох дет. одночасно               | OC791           | 0.5   | 54    | 0.05                   | 50                      | -                       | 1000     | 169.56  | 13                  | 0      | 2      | 5                    | 20                   | 0.4                              |            | 0.8/2       |
|            |           |  |                 | 0.5   | 54    | 0.05                   | 50                      | -                       | 1000     | 169.56  | 13                  | 0      | 2      | 5                    | 20                   | 0.4                              |            |             |
| 065        | -         | 1.Нарізати різьбу в 10 отв. по площині роз'єму та у 8 отв. в платиках одночас.   | 020-103         | 0.75  | M8    | 0.75                   | 187.5                   | -                       | 250      | 7.9     | 25                  | 3      | 0      | 17                   | 45.2                 | 0.48                             |            | 0.48·2      |

## 2.8 Визначення норм часу

Розрахунок норм часу проводимо для операції 030 горизонтально-свердлильна, що виконується на горизонтально-свердлильному двохшпіндельному верстаті 120-109.

Деталь – корпус НШ20М-4-01-01-08.

Маса заготовки – 1,98 кг.

Пристрій з пневматичним затиском (2 шт).

Контрольний інструмент: калібр-пробка.

Основний час на обробку двох деталей  $T_0=0,525$  хв.

Визначаємо допоміжний час на обробку [1, 2], дані наводимо у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Допоміжний час

| Номер та зміст переходів допоміжного часу | Допоміжний час ,хв |                      | Джерело  |
|---|--------------------|----------------------|--|
|   | що перекривається  | що не перекривається |  |
| 1.Встановити та зняти деталь              |                    | 0.18                 | Карта13 ,п. 42<br>к. 13, л. 5, п. 91<br>паспорт<br>к. 13, л. 6, п. 121<br>к. 74, л. 4, п. 52 |
| 2. Закріпити та відкріпити деталь         |                    | 0.03·2               |  |
| 5. Ввімкнути цикл                         |                    | 0.03                 |  |
| 6. Очистити пристрій від стружки          |                    | 0.05                 |  |
| 6. Контроль деталей                       | 0.07               |                      |  |
| Разом                                     | 0.07               | 0.32                 |  |

Визначаємо оперативний час, хв.

$$T_{оп} = T_0 + T_{доп}$$

$$T_{оп} = 0.525 + 0.32 = 0.845 \text{ на дві деталі}$$

Визначаємо  $\alpha$  – процент часу на обслуговування:  $\alpha = 3\%$ .

Визначаємо час на обслуговування:

$$T_{обсл} = \frac{T_{оп} \cdot \alpha}{100} = \frac{0,4225 \cdot 3}{100} = 0,013 \text{ хв.}$$

Визначаємо відсоток часу на відпочинок:  $\beta = 6\%$ .

Визначаємо час на відпочинок:

$$T_{відп} = \frac{T_{оп} \cdot \beta}{100} = \frac{0,4225 \cdot 6}{100} = 0,026 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час:

$$T_{ум} = T_{он} + T_{обсл} + T_{відп} = 0,4225 + 0,013 + 0,026 = 0,4615 \text{ хв.}$$

Визначаємо норму виробітку, шт

$$H_6 = \frac{T_{зм}}{T_{ум}},$$

де  $T_{зм} = 480$  хв на зміну.

$$H_6 = \frac{480}{0,4615} = 1040 \text{ шт.}$$

Розрахунок норм часу на інші операції [1, 2] наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Норми часу.

| № операції | Основний час, хв | Допоміжний час, хв | Оперативний час, хв | Відсоток основного часу в оперативному, хв | $\alpha$ , % | Час на обслуговування, хв | $\beta$ , % | Час на відпочинок, хв | Штучний час, хв | Норма виробітку, шт |
|------------|------------------|--------------------|---------------------|--|--------------|---------------------------|-------------|-----------------------|-----------------|---------------------|
| 005        | 0.667            | -                  | 0.667               | 100  | 6            | 0.04                      | 6           | 0.04                  | 0.747           | 777                 |
| 010        | 0.62             | 0.198              | 0.818               | 76   | 6            | 0.049                     | 6           | 0.049                 | 0.916           | 524                 |
| 025        | 0.66             | 0.158              | 0.818               | 81   | 6            | 0.049                     | 6           | 0.049                 | 0.916           | 524                 |
| 030        | 0.525/2          | 0.32               | 0.4225              | 62   | 3            | 0.013                     | 6           | 0.026                 | 0.4615          | 1040                |
| 035        | 0.562/2          | 0.23               | 0.79                | 71   | 9            | 0.071                     | 7           | 0.055                 | 0.926           | 518                 |
| 040        | 0.872/2          | 0.372              | 1.242               | 70   | 9            | 0.11                      | 6           | 0.075                 | 1.427           | 336                 |
| 050        | 3.141            | 0.19               | 3.331               | 96   | 6            | 0.2                       | 5           | 0.166                 | 3.696           | 129                 |
| 055        | 1.542/3          | 0.425              | 1.452               | 71   | 9            | 0.13                      | 6           | 0.087                 | 1.669           | 287                 |
| 060        | 1.0/2            | 0.428              | 0.714               | 65   | 9            | 0.06                      | 6           | 0.04                  | 0.814           | 589                 |
| 065        | 0.48/2           | 0.744              | 1.704               | 45   | 6            | 0.102                     | 6           | 0.102                 | 1.908           | 251                 |

## 3 Конструкторська частина

### 3.1 Опис різального інструменту

Для обробки отвору  $\varnothing 25^{+0,52}$  мм, підрізки торця в деталі корпус НШ20М-4-01-01 08 на верстаті 3А646 використовується зенкер торцевий. Матеріал оброблюємої деталі алюмінієвий сплав АК7МЗ ДСТУ 2839-94.

Зенкер має збірну конструкцію, корпус і хвостовик виготовлені із сталі 45 ГОСТ 1050-88 і підлягає термообробці з метою одержання твердості 35...42 HRC. Корпус має циліндричну форму. На торці корпусу зенкера припаяні 4 ріжучі пластики. Матеріал ріжучої частини ВК6. На поверхні корпусу передбачені 4 гвинтові канавки. Для кріплення хвостовик зенкера має конічну форму, конус морзе 4 ГОСТ 25557-82. За допомогою хвостовика зенкер встановлюється в патрон. На кінці хвостовика знаходиться лапка через яку відбувається передача обертового моменту [8].

Пластини припаяні до корпусу латунню марки Л63 ГОСТ 15527-70.

Геометричні параметри зенкера.

Діаметр зенкера приймаємо виходячи з діаметра отвору з урахуванням зносу,  $D = 25,15_{-0,05}$  мм.

Кількість зубців зенкера приймаємо через порівняно великий припуск на обробку глухого отвору, який має велику довжину різання.

Зенкер має довжину робочої частини 100 мм. Передній кут зенкера  $\gamma = 8^\circ$ , калібруюча частина має зворотній конус: 0,1 мм на довжині пластики.

Задній кут зенкера  $\alpha = 12^\circ$ . Допоміжний кут в плані  $\varphi_1 = 15^\circ$ . Головний кут в плані  $\varphi = 90^\circ$ . Кут нахилу гвинтової канавки  $\omega = 10^\circ$ . Розміри на довжині використовуються конструктивно. Зенкер маркують, наносять його номер та марку твердого сплаву ВК6.

Складальне креслення зенкера наведено в додатках до роботи.

### 3.2 Опис контрольного пристрою

Пристрій контрольний призначений для контролю міжцентрової відстані  $45 \pm 0.010$  мм отворів під підшипники.

#### *Технічна характеристика:*

|   |             |
|---|-------------|
| Границі вимірювання, мм                 | $\pm 0.02$  |
| Похибка на всій границі вимірювання, мм | 0.006       |
| Зусилля вимірювання, кг                 | 0.200       |
| Габаритні розміри, мм                   | 235x158x128 |

#### *Склад пристрою:*

1. Контрольний пристрій складений;
2. Індикатор 1МИГ ГОСТ 9696-82;
3. Контрольний зразок.

Контрольний пристрій складається з корпусу поз. 6. В корпусі, за допомогою головки поз. 14 і шайби сферичної поз. 16, закріплений нерухомий палець поз. 3. Планками поз. 9 і пластиною поз. 8 до корпусу кріпиться рама поз. 15. В рамі встановлений другий палець поз. 3. Індикатор поз. 24 закріплений цангою поз. 11 і гайкою поз. 10, в рамі поз. 15. Вимірювальний наконечник індикатору торкається упора поз. 13, встановленого в рамі поз. 15. Рух рами обмежується установочним гвинтом поз.7. Встановлення індикатора на нуль здійснюється по контрольному зразку поз. 4. Відхилення стрілки індикатору від нуля і буде відхиленням міжцентрової відстані в межах допуску на розмір.

#### *Порядок роботи*

Перед початком роботи з контрольним пристроєм виконати огляд пристрою, перевірити його працездатність. Індикатор повинен бути жорстко

закріпленим в цангі поз. 11 гайкою поз. 10, а вимірювальний наконечник повинен бути щільно притиснутий до упору поз. 13. При натисненні на рухомий палець стрілка індикатора повинна відхилитися від свого положення. Перед початком роботи ретельно протерти робочі поверхні пристрою. Деталь перед початком роботи ретельно протерти та установити на підставку поз. 1, що встановлена на корпусі поз. 6 таким чином, щоб пальці увійшли в установчі отвори деталі. Підпружинений палець щільно встановиться в отворі, а рухомий палець встановиться в рамі і займе положення, яке відповідає міжцентровій відстані деталі.

Принцип заміру полягає у порівнянні показників пристрою по контрольному зразку та контролюємій деталі. Деталь вважається годною по міжцентровій відстані при відхиленні стрілки індикатора на величину  $\pm 0.010$  мм з урахуванням дійсно виготовленого розміру контрольного зразку.

Складальне креслення пристосування наведене в додатках до роботи.

## ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи була вивчена та проаналізована конструкція деталі, метод отримання заготовки, заводський технологічний процес виготовлення корпусу НШ20М-4-01-01-08.

Запропоновано раціоналізацію технологічного процесу. З метою скорочення трудомісткості обробки операцію 235 вертикально-свердлильна замінили спеціальною свердлильно операцією. Пропонована операція виконується на спеціальному двохшпіндельному горизонтально-свердлильному верстаті 120-109. Це дозволяє свердлити нахилений отвір в двох деталях одночасно. При цьому штучний час на обробку скоротиться з 0.984 хв до 0.4615 хв. Це дає змогу скоротити час на 0.5225 хв і збільшити продуктивність праці майже в 2 рази. Зменшення трудомісткості дозволить скоротити кількість робочих місць, кількість працюючих, собівартість продукції.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні рекомендації до кваліфікаційної роботи / Укл.: І.І. Павленко, В.А. Мажара, К.К. Щербина, О.І. Скібінський. – Кроп-цький: ЦНТУ, 2021 – 42 с.
2. Технологія машинобудування. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з технології машинобудування для студентів спеціальностей «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання / Укл.: І.І. Павленко, А.М. Артюхов, М.М. Підгаєцький, В.А. Мажара, М.О. Сторожук. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 68 с.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування, – Львів: Магнолія, 2006.
4. Шестеренна гідромашина [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Шестеренна\\_гідромашина](https://uk.wikipedia.org/wiki/Шестеренна_гідромашина).
5. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика: Підручник / В. О. Федорець, М. Н. Педченко, В. Б. Струтинський та ін. ; За ред. В. О. Федорця. – Київ: Вища школа, 1995. – 463 с.
6. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок, - Львів: Світ, 1996 – 368с.
7. Методичні рекомендації до виконання самостійних робіт з дисципліни: «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Для здобувачів спеціальностей: 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування / Укл.: О.І. Скібінський, В.М. Селєхова. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 93 с.
8. Методичні вказівки до дипломного проектування зі спеціальності 8.090202 “Технологія машинобудування” – Кіровоград: КДТУ, 2002.