

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ..... | 5 |
| 1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі..... | 6 |
| Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації | |
| 2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі | 12 |
| 3 Визначення типу та форми організації виробництва | 14 |
| 4 Аналіз технологічності конструкції деталі..... | 19 |
| 5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї | 21 |
| 6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі..... | 26 |
| 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку | 33 |
| 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки..... | 37 |
| 6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів | 37 |
| 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів..... | 38 |
| 6.5 Розрахунки режимів різання | 39 |
| 6.6 Технічне нормування операцій..... | 45 |
| 7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки | 47 |
| Висновки | 53 |
| Перелік джерел посилання | 54 |
| Додаток А | |
| Додаток Б | |
| Додаток В | |
| Додаток Г | |

| | | | | | | | | | |
|-----------|------|-----------------|--------|------|--|-----------------|------|---------|--|
| | | | | | ТМ 19090047-00 ПЗ | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Проектування технологічного процесу виготовлення фланцю 7100-0035.001 | Літ. | Арк. | Акрушіє | |
| Розробив | | Бондаренко Б.В. | | | | | 4 | 54 | |
| Перевіриє | | Яшина Т.В. | | | | | | | |
| Н. Контр. | | Динник О.Д. | | | | | | | |
| Затверд. | | Залога В.О. | | | | | | | |
| | | | | | | КІ СумДУ, ТМ-71 | | | |

ВСТУП

Технологія визначає стан і розвиток виробництва. Від її рівня залежить продуктивність праці, економічність витрачання матеріальних та енергетичних ресурсів, якість продукції, що випускається та інші показники. Для відновлення виробничих потужностей і подальшого прискореного розвитку машинобудівної промисловості, як основи всього народного господарства країни, потрібна розробка нових технологічних процесів, постійне вдосконалення традиційних і пошук більш ефективних методів обробки та зміцнення деталей машин і складання їх у вироби.

Важлива роль в прискоренні науково-технічного прогресу в машинобудуванні відводиться підготовці висококваліфікованих інженерних кадрів, освоєння ними сучасних способів виготовлення і контролю продукції, методик проектування прогресивних технологічних процесів.

Бакалаврська робота є завершальним етапом. При виконанні роботи необхідно вивчити базовий варіант виготовлення фланця токарного патрона і запропонувати новий досконаліший технологічний процес. В даній роботі будуть розглянуті наступні питання:

- визначення типу виробництва;
- аналіз конструкції та технологічності деталі;
- вибір заготовки;
- вибір схем базування і методів обробки поверхонь;
- вибір обладнання;
- розрахунок режимів різання і нормування операцій;

Крім цього, бакалаврська робота включає в себе необхідний мінімум графічного матеріалу з розглянутих питань, документацію до креслень і сам технологічний процес.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 5 |

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Верстати токарної групи – верстати, призначені для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь тіл обертання (циліндричної, конічної і фасонних), обробки плоских торцевих поверхонь (підрізання торців), нарізування різьби і деяких інших робіт (рис.1.1) [19].

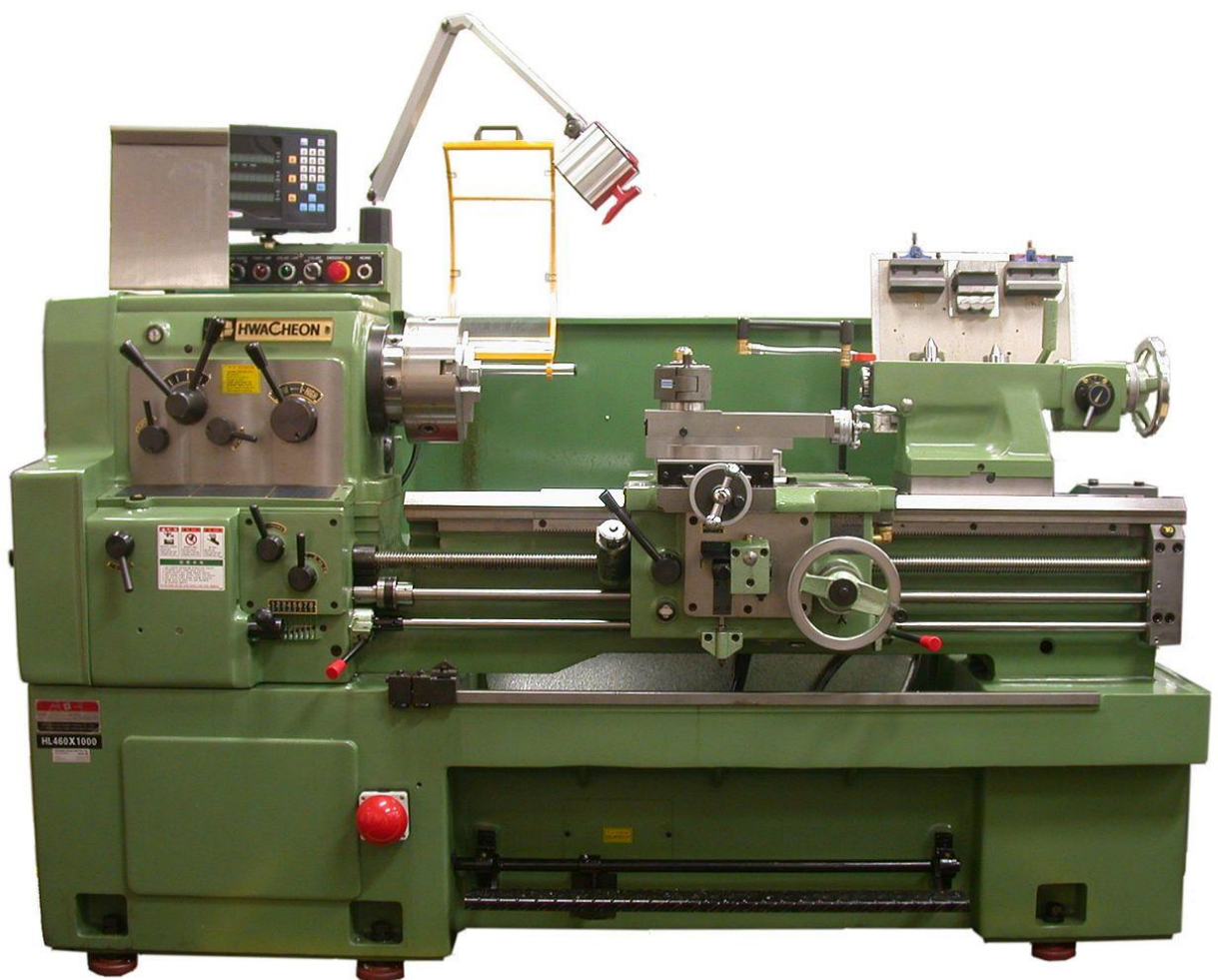


Рисунок 1.1 – Універсальний токарно-гвинторізний верстат

| | | | | | | |
|------|------|-----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № док.ум. | Підпис | Дат | | 6 |

Верстати мають такі основні вузли:

– станина служить для монтажу всіх основних вузлів верстата та є його основою. Найвідповідальнішою частиною станини є напрямні, на яких відбувається переміщення каретки супорта і задньої бабки;

– передня бабка закріплена на лівому кінці станини. У ній знаходиться коробка швидкостей верстата, основною частиною якої є шпindel. У деяких верстатах коробка швидкостей розміщена в передній тумбі станини. У цьому випадку вона пов'язана зі шпинделем ремінною передачею. Такі верстати називають верстатами з розділеним приводом;

– коробка подач служить для передачі обертання шпинделю від окремого привода ходового валу або ходового гвинта, а також для зміни їхньої частоти обертання, для отримання необхідних подач або певного кроку при нарізуванні різьби. Це досягається зміною передавального відношення коробки подач. Коробка подач пов'язана зі шпинделем верстата гітарою із змінними зубчатими колесами;

– фартух, у якому обертання гвинта або валу перетвориться в поступальний рух супорта з інструментом;

– задня бабка, у пінолі якої може бути встановлений центр для підтримки оброблюваної заготовки або осьовий інструмент (свердло, розвертка тощо) для обробки центрального отвору в заготовці, закріпленої в патроні;

– супорт служить для закріплення різального інструменту в різцевій каретці і повідомлення йому руху подачі. Супорт складається з нижнього полозка (каретки), що переміщається по напрямних верстата. По напрямних нижнього полозка в напрямку, перпендикулярному лінії центрів, переміщаються поперечний полозок, на яких розташована різцева каретка з різцетримачем. Різцева каретка змонтована на поворотній частині, яку можна встановлювати під кутом до лінії центрів верстата.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 7 |

Пристрої для токарних верстатів за призначенням можна поділити на три групи:

- пристрої для закріплення оброблюваних заготовок;
- допоміжний інструмент для закріплення різального інструменту;
- пристрої, що розширюють технологічні можливості верстатів, тобто, дозволяють робити не властиві цим верстатам роботи (фрезування, одночасне свердління декількох отворів і т. д.).

Пристрої та різальний інструмент становлять технологічне оснащення верстата. За ступенем спеціалізації пристрої поділяються на універсальні, спеціалізовані і спеціальні.

Універсальні пристрої застосовують для закріплення заготовок, розміри яких значною мірою відрізняються між собою (наприклад, універсальний трикулачковий патрон).

Спеціалізовані пристрої (цангові і мембранні патрони, оправки та ін.) застосовуються при обробці групи деталей, подібних за розмірами, конфігурацією і технологією виготовлення.

Спеціальні пристрої застосовуються при обробці певних деталей або при виконанні певної операції [19].

Токарні патрони – ще їх називають затискними пристроями, призначені для установки на передній кінець шпинделя токарних верстатів. Конструкція токарного патрона забезпечує велике зусилля затиску оброблюваної деталі, точність центрування і перпендикулярність поверхонь осі обробки.

Патрони виготовляють з міцного чавуну або на базі загартованого корпусу зі сталі, вони включають в себе комплект загартованих кулачків [20].

Трьохкулачковий спірально-рейковий самоцентруючий патрон (рис. 1.2) [20] встановлюється на кінці шпинделя токарного верстата, їх застосовують для установки по циліндричній поверхні різних деталей в серійному і одиничному типах виробництва.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 8 |

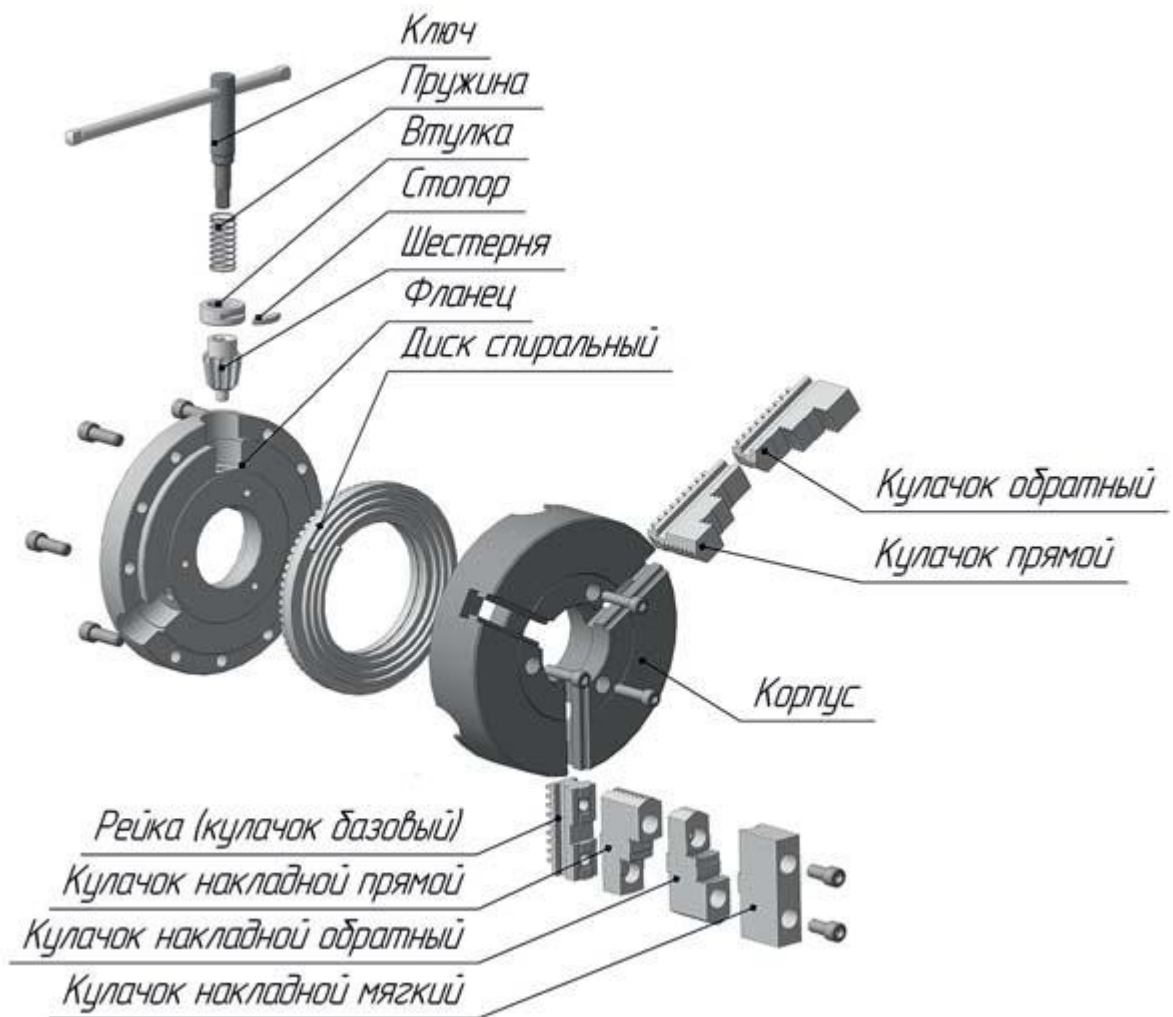


Рисунок 1.2 – Трьохкулачковий спірально-рейковий самоцентруючий патрон

Трьохкулачковий спірально-рейковий самоцентруючий патрон складається з корпусу, в якому встановлений спіральний диск, що знаходиться в зачепленні з кулачками (прямі або зворотні) та з трьома конічними шестернями, розташованими під кутом 120 градусів один до одного (рис. 1.3). При обертанні торцевим ключем однієї з трьох конічних шестерень, вмонтованих в радіальний отвір корпусу і застопореними стопором, обертається спіральний диск, який через зуби рейки кулачка передає їм рух. Кулачки переміщуються по напрямних шпильок корпусу і затискають заготівку.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

ТМ 19090047-00ПЗ

Установка кулачків виконується в наступному порядку: кулачок під номером 1 ставиться в Т-подібний паз корпусу, позначений також номером 1 і обертанням торцевого ключа відбувається зачеплення з першим витком спірального диска на 1/3 обороту (не більше), ставиться другий кулачок з номером 2 в Т-подібний паз під номером 2, далі проводиться установка третього кулачка. З метою поліпшення робочих характеристик патрону, так як відбувається тертя поверхонь, виконують змащення останніх мастилом, що містять дисульфід молібдену.

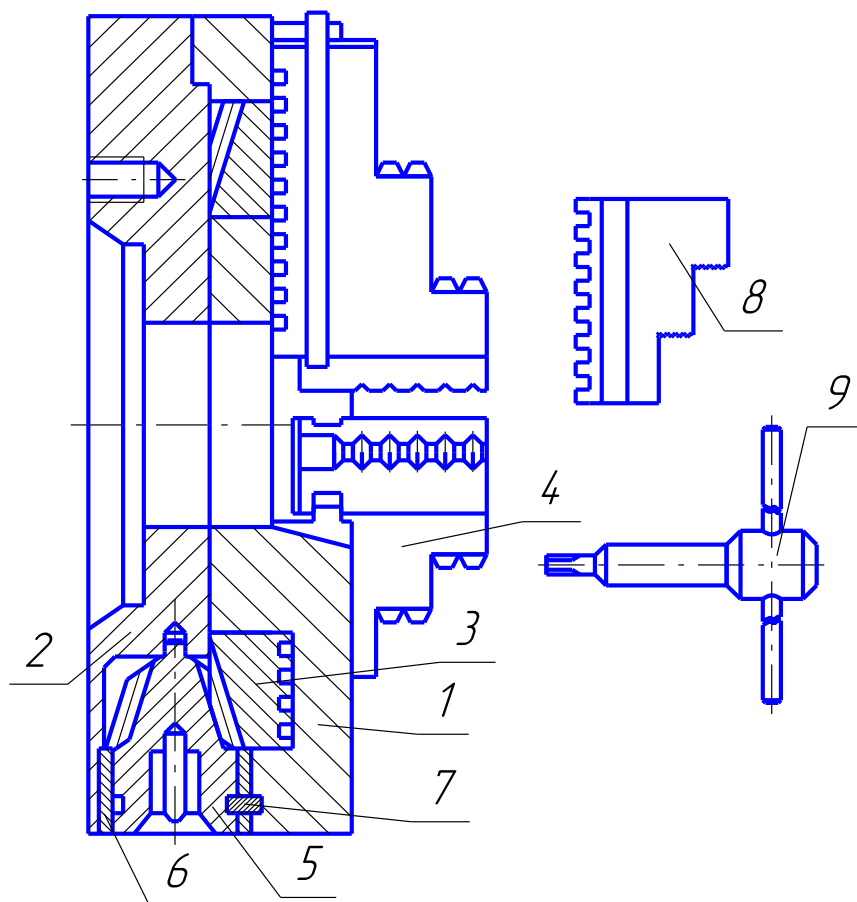


Рисунок 1.3 – Будова патрону

1 – корпус; 2 – фланець; 3 – диск спіральний; 4 – кулачок прямий; 5 – шестерня конічна;
6 – втулка; 7 – стопор; 8 – кулачок зворотний; 9 – ключ

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | | |

ТМ 19090047-00ПЗ

Деталь «Фланець 7100.0035.001» входить до складу трьохкулачкового спіралньо-ресічного самоцентруючого патрону». Фланець служить для передачі обертального моменту від шпинделя верстата до корпусу токарного патрона. Фланець базує корпус патрона, а також перешкоджає попаданню в патрон стружки і бруду.

Основними конструкторськими базами, поверхнями орієнтування деталі в складальній одиниці, є внутрішній конічний отвір, 4 отвори М12-6Н, за якими фланець патрона базується по фланцю шпинделя, і лівий торець, за яким вони контактують.

Допоміжними конструкторськими базами, поверхнями орієнтування щодо них інших деталей, є три поглиблення під шестерню, правий торець і 3 отвори М10-7Н для закріплення з корпусом.

Виконавчі поверхні, за допомогою яких фланець виконує свою функцію, є всі допоміжні конструкторські бази (рис. 1.4).

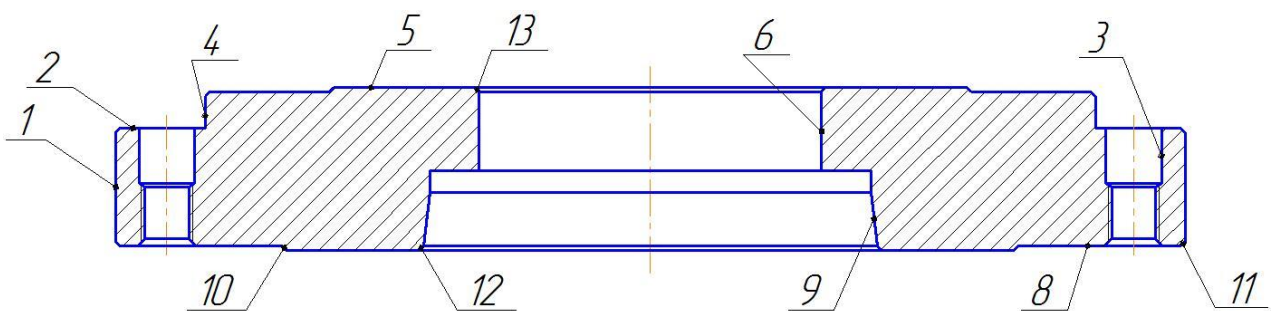


Рисунок 1.4– Поверхні деталі

Для зручності складемо таблицю (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Поверхні деталі

| Вид поверхні | Номери поверхонь |
|--------------|----------------------|
| Виконавча | 5, 7 |
| ОКБ | 3, 9, 10 |
| ДКБ | 5 |
| Вільні | 1, 2, 4, 6, 8, 11-13 |

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|--|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | 11 |

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Аналіз робочого креслення деталі «Фланець 7100.0035.001» за [1] показав, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

Розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски форми та розташування всіх поверхонь проставлені згідно вимог ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу виготовити задану деталь потрібної точності відповідно до її службового призначення.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи» [6].

Креслення виконане за допомогою графічного редактора і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Деталь «Фланець» відноситься до класу «тіла обертання», диски.

Матеріал деталі – 40Х ГОСТ 4543-71. Це середньовуглецева сталь нормальної міцності. Сталь 40Х відноситься до дешевих конструкційних матеріалів, тому застосовується для виготовлення найрізноманітніших деталей у всіх галузях машинобудування. Технологічним процесом також передбачений матеріал замітник. Допускається виготовляти зі сталі 45 ГОСТ 1050-88 [7].

Хімічний склад та механічні властивості сталі 40Х ГОСТ 4543-71 наведені в таблицях 2.1 – 2.2 [7].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 12 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

Таблиця 2.1 – Хімічний склад 40Х ГОСТ 4543-71

| Кремній (Si) | Марганець (Mn) | Мідь (Cu) | Нікель (Ni) | Фосфор (P) | Хром (Cr) | Сірка (S) | Вуглець (C) |
|--------------|----------------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|
| не більше | | | | | | | |
| 0,17-0,37 | 0,50-0,80 | 0,30 | 0,30 | 0,035 | 0,80-1,1 | 0,035 | 0,34-0,44 |

Таблиця 2.2 – Механічні властивості 40Х ГОСТ 4543-71

| Перетин, мм | $\delta_{0,2}$, МПа | $\delta_{в}$, МПа | $\delta_{5, \%}$ | δ , % | КСУ, Дж/м ² | НВ |
|---|----------------------|--------------------|------------------|--------------|------------------------|---------|
| Гарт 840-860°C, вода, мастило. Відпуск 580-650°C, вода, повітря | | | | | | |
| 301-500 | 345 | 590 | 14 | 38 | 49 | 174-217 |

До заданої деталі висуваються наступні вимоги (дод. А):

1 НВ \leq 217, крім місць, позначених особливо.

2 *Розміри забезпечуються інструментом.

3 Допускається виготовлення із сталі 45 ГСТ 1050-88.

на двох, трьох гранях поверхонь Д наявність слідів від протягування.

4 Невказані радіуси скруглення внутрішніх кутів.

5 Невказані граничні відхилення розмірів отворів Н14, валів h14, інших ІТ14/2.

6 Невказані граничні відхилення кутів розмірів АТ15/2 ГОСТ 8908-81.

7 Розміри в дужках після спільної обробки з корпусом 7100-0035.002

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 13 |

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

За ГОСТ 3.1108-74 тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій K_{30} [3], який визначається за формулою:

$$K_{30} = \frac{\sum_{i=1}^n O_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарна кількість операцій;

ΣP – сумарна кількість робочих місць.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

| № операції | Операція | $T_{ш-к}$ | m_p | P | $n_{эф}$ | O |
|------------|--------------------------|-----------|-------|---|----------|-----|
| 005 | Токарна | 1,32 | 0,04 | 1 | 0,04 | 20 |
| 010 | Токарна | 1,38 | 0,04 | 1 | 0,04 | 20 |
| 015 | Токарна з ЧПК | 1,5 | 0,04 | 1 | 0,04 | 20 |
| 020 | Токарна з ЧПК | 1,07 | 0,03 | 1 | 0,03 | 27 |
| 025 | Свердлильна з ЧПК | 1,73 | 0,05 | 1 | 0,05 | 16 |
| 030 | Торце-кругло-шліфувальна | 1,3 | 0,04 | 1 | 0,04 | 20 |
| 035 | Плоскошліфувальна | 1,98 | 0,06 | 1 | 0,06 | 14 |
| | Разом | 10,28 | - | 7 | - | 137 |

Визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_3}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

де N – річна програма випуску, шт; $N = 5500$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 14 |

F_d – дієний річний фонд часу роботи обладнання, год;

n_3 – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

$$m_{p005} = \frac{5500 \cdot 1,32}{60 \cdot 3900 \cdot 0,80} = 0,04 \text{ шт}$$

Приймаємо $P = 1$ верстати.

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$n_{3\phi} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$n_{3\phi} = \frac{0,04}{1} = 0,04$$

Визначаємо кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо за формулою:

$$O = \frac{n_3}{n_{3\phi}}, \text{ шт} \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,80}{0,04} = 20 \text{ шт}$$

Результати заносимо до таблиці 3.1.

Визначаємо сумарну кількість операцій і робочих місць відповідно.

$$\sum O_i = 20 + 20 + 20 + 27 + 16 + 20 + 14 = 137$$

$$\sum P_i = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 7$$

$$K_{30} = \frac{137}{7} = 19,6$$

Так як $10 < K_{30} = 19,6 < 20$, то тип виробництва середньо-серійний.

Визначаємо добовий випуск деталей за формулою:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

$$N_{\text{доб}} = \frac{N_{\text{річ}}}{D_p}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

де D_p – кількість робочих днів у році, дні; $D_p=253$ дня.

$$N_{\text{доб}} = \frac{5500}{253} = 22 \text{ шт}$$

Визначаємо добовий фонд часу роботи обладнання за формулою:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_d}{D_p}, \text{ хв} \quad (3.6)$$

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 3900}{253} = 925 \text{ хв}$$

Визначаємо середню трудомісткість механічних операцій за формулою:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{\text{ш-к}}}{n}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

де n – число механічних операцій, $n=10$;

$$T_{\text{ср}} = \frac{10,28}{7} = 1,47 \text{ хв}$$

Добова потужність потокової лінії при її завантаженні на 60% розраховується за формулою:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{F_{\text{доб}}}{T_{\text{ср}}} \cdot 0,6, \text{ шт} \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{доб}} = \frac{925}{1,47} \cdot 0,6 = 378 \text{ шт}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 16 |

Визначений тип виробництва характеризується в характеризується виготовленням деталей достатньо великими серіями, але обмеженої номенклатури, які складаються з однакових за розмірами, однойменних, однотипних за конструкцією виробів, порівняно невеликими обсягами. Партії повторюються з відомою регулярністю за періодом запуску і кількістю їх у партії.

Партія повністю оброблюється як при виготовленні окремих деталей, так і при збиранні. Річна номенклатура ширша за номенклатуру випуску в кожному місяці. За робочими місцями закріплено більш вузьку номенклатуру операцій, $K_{з.о} = 10 - 20$ операцій.

В середньо-серійний типі виробництва застосовуються різні види верстатів: універсальні, з ЧПК спеціалізовані, спеціальні, автоматизовані, агрегатні. Верстатний парк повинен бути спеціалізований в такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва інших, що трохи відрізняються від першої в конструктивному відношенні.

Пристосування можуть бути як універсально-налагоджувальними (УНП) і універсально-збірними (УСП), так і спеціальними. Це дозволяє знизити трудомісткість і здешевити виробництво. Різальний і вимірювальний інструмент також використовується різноманітний: стандартний і спеціальний, калібри і шаблони, що забезпечують взаємозамінність оброблених деталей.

Оснащення та устаткування в серійному виробництві можна застосовувати досить широко, тому що при повторюваності процесів виготовлення тих самих деталей зазначені засоби виробництва дають техніко-економічний ефект, що з великою вигодою окупає виграти на них.

Вид руху предметів праці – паралельно-послідовний. Форма організації виробничого процесу – предметна, групова, гнучка предметна.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 17 |

Серійне виробництво є економніше, ніж одиничне, так як ефективне використання устаткування, спеціалізація робітників, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

Середня кваліфікація робітників вища, ніж у масовому виробництві, але нижче ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, а також наладчиками використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстатах [5].

Серійне виробництво характеризується випуском деталей партіями, тому визначаємо кількість деталей в партії за формулою [3]:

$$n = \frac{N \cdot a}{253}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

де a – періодичність запуску в днях, $a = 6$ днів;

$$n = \frac{5500 \cdot 6}{253} = 130 \text{ шт}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 18 |

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Деталь «Фланець 7100.0035.001» відноситься до класу «тіла обертання», диски [5]. Фланець служить для передачі обертального моменту від шпинделя верстата до корпусу токарного патрона. Фланець базує корпус патрона, а також перешкоджає попаданню в патрон стружки і бруду.

Заготівка виготовляється зі сталі 40Х, передбачений матеріал-замінник сталь 45. Виходячи з призначення і умов роботи деталі, найбільш важливими і відповідальними поверхнями є внутрішній конічний отвір $\varnothing 106,36^{+0,05}$ мм, правий торець фланця, $\varnothing 208_{k6}^{+0,04}$ мм.

Поверхня внутрішнього конічного отвору $\varnothing 106,36^{+0,05}$ розташована під кутом $7^{\circ+30'}$ до осі отвору, її виконують по 7 квалітету. Цю поверхню з параметром шорсткості Ra 0,8 необхідно отримати точно відповідно до зазначеного розміру, так як від її точності залежить правильність установки токарного патрона на кінець шпинделя, а, отже, і надійність його експлуатації.

Жорсткий допуск ($T_d = 0,02$ мм) на відхилення від паралельності правого і лівого торців фланця щодо осі внутрішнього отвору необхідний для точної орієнтації фланця щодо корпусу, а, отже, для точного складання токарного патрона в складальну одиницю.

Позиційний незалежний допуск ($T_d = 0,25$ мм на радіус) осей отворів $\varnothing 13$ необхідний для точного базування корпусу по фланцю патрона. Вимога до точності діаметру отвору $\varnothing 13^{+0,43}$ мм відповідає 14 квалітету розмірної точності, що є достатнім для нормального базування кріпильних болтів.

Позиційний незалежний допуск ($T_d = 0,25$ мм) осей трьох отворів M10-7H необхідний для точного базування корпусу по фланцю патрона з боку корпусу. Недотримання цих вимог призведе до неточної збірки токарного патрона, і дане з'єднання не буде володіти достатньою надійністю і точністю.

Допуск ($T_d = 0,15$ мм в радіусному вираженні) перетину осей отворів під конічну шестерню щодо осі внутрішнього отвору фланця необхідний для точного встановлення конічної шестерні, яка обертає спіральний диск. Ця

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 19 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

точність забезпечує досить надійне зубчасте зачеплення конічної шестерні і спірального диска.

Допуск ($T_d = 0,02$ мм на радіус) співвісності трьох отворів $\text{Ø}11\text{H}11$, в які встановлюються конічні шестерні, необхідний для однаково надійного контакту усіх трьох шестерень і спірального диска.

Жорсткий допуск ($T_d = 0,02$ мм) торцевого биття фланця щодо осі внутрішнього отвору фланця, а також правого торця (місця контакту фланця і корпусу) щодо осі внутрішнього отвору фланця забезпечує точність складання фланця з корпусом токарного патрона, а, отже, і надійність його роботи при великих оборотах обертання.

Проте конструкція фланцю забезпечує можливість обробки всіх необхідних елементів деталі. Конфігурація деталі має зручні і надійні поверхні для установки заготовки в процесі її обробки: отвір, торці та зовнішню циліндричну поверхню, дозволяє застосовувати сучасні та продуктивні методи механічної обробки.

Отже, за аналізом деталі на технологічність, вважаємо, що стакан є технологічним.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 20 |

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

При виборі методу отримання заготовок для деталей машин слід враховувати такі фактори як: матеріал, технічні вимоги, серійність випуску, а також економічну доцільність виготовлення [5].

У базовому варіанті технологічного процесу в якості заготовки використовується диск. Недоліки такої заготовки такі: низький коефіцієнт використання металу; необхідність тривалої багатопрохідної обробки; значні витрати на різальний інструмент при багатопрохідній обробці; нераціональне використання дорогого устаткування; нераціональне використання дорогих виробничих площ; нераціональне використання робочого персоналу підприємства.

В якості альтернативного способу отримання заготовки я пропоную використовувати штамповану заготовку у відкритих штампах. Це дозволить значно збільшити коефіцієнт використання металу, зменшити тривалість обробки, знизити витрату різального інструменту, зменшити кількість використовованого обладнання, робочого персоналу та виробничих площ.

За ГОСТ 7505-89 клас точності даної заготовки – Т4. Група сталі – М2 [17]. Ступінь складності штамповки визначається з відношення:

$$C = \frac{M_{ш}}{M_{ф}}, \quad (5.1)$$

де $M_{ш}$ – орієнтовна маса штамповки, кг;

$M_{ф}$ – маса фігури, в яку можна вписати штамповану заготовку, кг.

Орієнтовна маса штамповки визначається за формулою:

$$M_{ш} = M_{д} \cdot K_p, \text{ кг} \quad (5.2)$$

де K_p – коефіцієнт для визначення орієнтовної маси штамповки; $K_p = 1,5$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 21 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

$$M_{ш} = 9,8 \cdot 1,5 = 14,7 \text{ кг} \quad (5.3)$$

Масу фігури, в яку можна вписати заготовку, визначаємо за формулою, беручи розміри деталі, збільшені на 1,05.

$$M_{\phi} = V_{\phi} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.4)$$

де $V_{заг}$ – загальний об'єм;

γ – густина сталі; $\gamma = 7,85 \times 10^{-6} \text{ кг} \times \text{мм}^3$;

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\phi}^2 l_{\phi}}{4}, \text{ мм}^3 \quad (5.5)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 263^2 \cdot 39,9}{4} = 2166477 \text{ мм}^3$$

$$M_{\phi} = 2166477 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 17 \text{ кг}$$

$$C = \frac{9,8}{17} = 0,58$$

Так, як $0,32 < 0,58 < 0,63$, то приймаємо ступінь складності С2. Вихідний індекс – 9.

Розраховуємо розміри заготовки. Дані заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів заготовки

| Розмір деталі | Клас точності | Шорсткість | Припуск | Додатковий припуск | Допуск | Розмір заготовки |
|---------------|---------------|------------|----------|--------------------|--------------|---|
| Ø250 | 7 | 0,8 | 2,5 × 2 | 1 | +1,7 -1,3 | Ø 257 ^{+1,7} _{-1,3} |
| Ø208 | 14 | 0,8 | 2,5 × 2 | 1 | +1,7 -1,3 | Ø 215 ^{+1,7} _{-1,3} |
| Ø106,3 6 | 6 | 0,8 | 1,85 × 2 | 1 | +1,1 -1,1 | Ø 100,8 ^{+1,1} _{-1,1} |
| Ø80 | 14 | 3,2 | 1,5 × 2 | 1 | +1,1 -1,1 | Ø 75 ^{+1,1} _{-1,1} |
| 38 | 7 | 0,8 | 1,2 × 2 | 1 | +1,8 -1,0 | 42,4 ^{+1,8} _{-1,0} |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | ТМ 19090047-00ПЗ | | | | | |

Виконуємо ескіз заготовки (рис. 5.1).

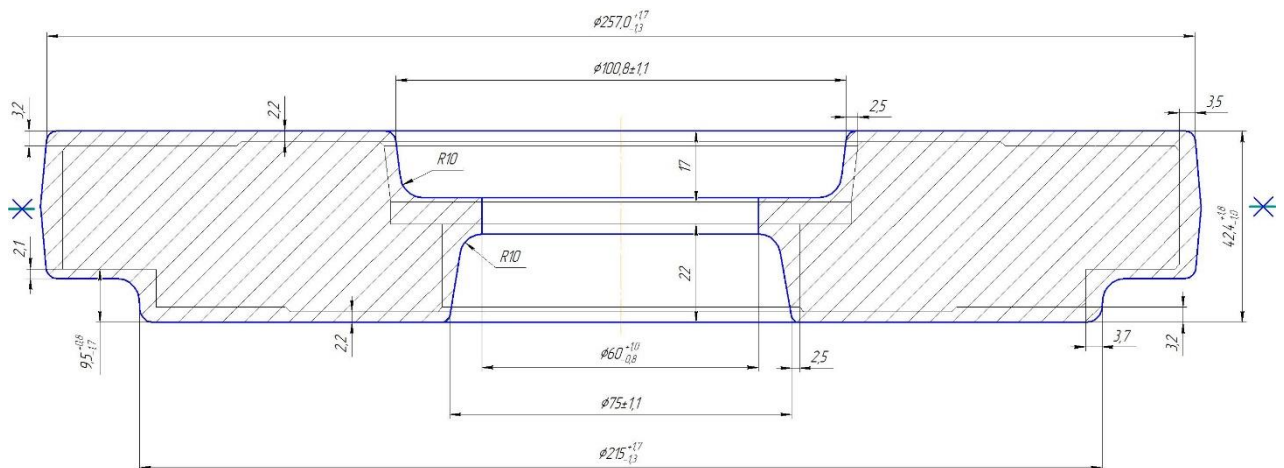


Рисунок 5.1– Ескіз заготовки

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу [3]:

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3}, \quad (5.6)$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

M_3 – маса заготівки, кг;

Визначаємо масу заготовки. Для цього визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 - V_3 - V_4 - V_5 \quad (5.7)$$

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D_1^2 l_1}{4} + \frac{\pi D_2^2 l_2}{4} - \frac{\pi D_3^2 l_3}{4} - \frac{\pi D_4^2 l_4}{4} - \frac{\pi D_5^2 l_5}{4}, \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 257^2 \cdot 32,9}{4} + \frac{3,14 \cdot 215^2 \cdot 9,5}{4} - \frac{3,14 \cdot 100,8^2 \cdot 17}{4} - \frac{3,14 \cdot 75^2 \cdot 22}{4} - \frac{3,14 \cdot 60^2 \cdot 3,4}{4} = 1711047 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 1711047 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 13,43 \text{ кг}$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 23 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

ТМ 19090047-00ПЗ

$$K_{\text{BM}} = \frac{9,8}{13,43} = 0,73$$

Визначаємо собівартість заготовки за формулою [3], с.31:

$$S_{\text{заг}} = (S_{\text{м}} \cdot M_{\text{з}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}) - (M_{\text{з}} - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{відх}}, \text{ грн.}, \quad (5.8)$$

де $S_{\text{м}}$ – базова вартість 1 кг заготовки, $S_{\text{м}} = 54$ грн./кг;

$S_{\text{відх}}$ – вартість відходів, $S_{\text{відх}} = 5,4$ грн/кг;

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, що залежить від точності; $K_{\text{т}} = 1,0$;

$K_{\text{с}}$ – коефіцієнт, що залежить від групи складності $K_{\text{с}} = 0,84$;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу $K_{\text{в}} = 0,8$;

$K_{\text{м}}$ – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_{\text{м}} = 1,0$;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_{\text{п}} = 1,0$;

$$\begin{aligned} S_{\text{заг}} &= (54 \cdot 13,43 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0) - (13,43 - 9,8) \cdot 5,4 \\ &= 467,75 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Розглянемо другий метод отримання заготовки – з круглого гарячекатаного прокату. За ГОСТ 2590-89 вибираємо стандартний діаметр для заготовки зі сталюого гарячекатаного круглого прокату [18].

Загальний об'єм заготовки визначаємо за формулою:

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D_1^2 l_1}{4}, \text{ мм}^3 \quad (5.9)$$

$$V_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 257^2 \cdot 42,4}{4} = 2198375 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{з}} = 2198375 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 17,15 \text{ кг}$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{BM}} = \frac{9,8}{17,15} = 0,57$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 24 |

Визначаємо собівартість заготовки з прокату за формулою [3]:

$$M = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн.} \quad (5.10)$$

де C_i – базова вартість 1 тони заготівки, $C_i = 6200$ грн.;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 тони відходів, $S_{\text{відх}} = 620$ грн.;

$$M = 48,6 \cdot 6,2 - (48,6 - 11) \cdot 0,62 = 278 \text{ грн.}$$

Отже, для отримання заготовки доцільніше застосовувати штампування на КГШП.

До заготовки ставляться наступні технічні вимоги:

1 174...217 НВ.

2 Клас точності Т4. Група сталі М2. Степінь складності С2

3 Вихідний індекс 9 за ГОСТ 7505-89

4 Невказані штампувальні ухили: зовнішні - 7, внутрішні - 10.

5 Невказані радіусу закруглення 3 мм.

6 Невказані допуски радіусів закруглень - 0,5 мм.

7 Допустима величина залишкового облою – 1,2 мм.

8 Допустиме відхилення від площинності – 1,0 мм.

9 Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору – до 1,0 мм.

10 Допустиме зміщення по поверхні роз'єму штампа – 1,0 мм.

11 Поковки очистити від окалини.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 25 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Фланець», складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі (рис. 1.4, табл. 6.1).

У вихідному технологічному процесі (ТП), на першій свердлильній операції і на другий токарній заготовку базують по необробленим поверхням в трьохкулачковому патроні. На наступній токарній операції базування заготовки відбувається по вже обробленим поверхням. Розробники вихідного ТП дотримуються принципу одноразового використання чорнової бази при базуванні в одному координатному напрямку. На наступних алмазно-розточувальних операціях заготовку базують по заздалегідь обробленим поверхням.

В якості чистових баз майже на всіх операціях використовується чисто оброблений внутрішній отвір $\text{Ø}80^{+0,042}$ мм і торцева поверхня фланця. Тому можна зробити висновок, що розробники вихідного ТП врахували і принцип сталості технологічних баз.

На операціях вихідного ТП застосовуються тільки напівавтомати і універсальні верстати, а також агрегатний верстат. Це обладнання відповідає попередньо обраному серійному типу виробництва.

На алмазно-розточній операції внутрішній конічний отвір фланцю виходить по 8 квалітету розмірної точності (заготовка - 16 квалітет), після попередньої операції точність була на рівні 13 квалітету. Таке уточнення не може бути реалізовано за 1 перехід на заздалегідь настроєних верстатах, і його необхідно виконати за кілька переходів.

Принцип єдності баз в вихідному ТП дотримується не завжди. На плоскошліфувальній операції фланець встановлюється правим торцем на стіл верстата і шліфується протилежний лівий торець.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 26 |

В даному випадку принцип єдності баз дотримується, тому що лівий торець фланця є технологічною і вимірювальною базами. А на алмазно-розточній операції розробник вихідного ТП відходить від принципу єдності баз при отриманні точного розміру $9,5 \pm 0,05$ мм, технологічна та вимірювальна бази не збігаються.

На кресленні деталі не вказані допуски на внутрішній отвір $\varnothing 80$ мм. Значить, його досить виконати з точністю 14-го квалітету. Але в вихідному ТП даний отвір використовують в якості чистової бази, тому його необхідно оброблювати з високою точністю. Але в цьому немає необхідності. Як чистову базу можна використовувати поясок на правому торці для базування заготовки по зовнішній циліндричній поверхні, а не по внутрішній.

Результати аналізу зведемо в таблицю 6.1, враховуючи типовий технологічний процес обробки деталей типу «фланець» [16].

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

| № | Найменування операції | Вид обробки | Поверхня базування | Обладнання |
|-----|-----------------------|---|---|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 005 | Заготівельна | Штампувати на пресі | - | - |
| 010 | Токарна | 1 Точити поверхню витримуючи розмір $38,42_{-0,42}$ мм 2 Точити поверхню, витримуючи р-р $\varnothing 251,7 \pm 0,6$ мм; 3 Точити поверхню, витримуючи р-р $\varnothing 250,5_{-0,29}$ мм; 4 Точити поверхню, витримуючи р-р $\varnothing 104,66 \pm 0,5$ мм; 5 Точити поверхню, витримуючи р-р $\varnothing 105,06 \pm 0,25$ мм; | Поверхня $\varnothing 100,8$ мм з упором в торець | 1Н713 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 27 |

Продовження таблиці 6.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|--------------------------|---|--------------------------------------|-------------------|
| | | 4 Нарізати різьбу в 3-х отворах М12; 5 Нарізати різьбу в 3-х отворах М10; | | |
| | | Установ Б 1 Свердлити 4 отвори витримуючи розмір Ø10,2мм з утворенням фаски 1,6x450; 2 Зенкувати 6 отворів витримуючи розмір Ø20 мм; 3 Свердлити 2 отвори витримуючи розмір Ø19,45 мм; 4 Нарізати різьбу в 4-ох отворах витримуючи розмір М12 | | |
| 040 | Технічний контроль | | | Стіл ВТК |
| 045 | Термічна | Поліпшити | - | Установка СВЧ |
| 050 | Торце-кругло-шліфувальна | Шліфувати поясок на чистове, витримуючи розмір Ø208k6; | Поверхня ø100,8 мм з упором в торець | ЗТ160 |
| 055 | Плоскошліфувальна | Шліфувати поверхню, витримуючи р-р 38-0,06 мм з лівого боку | Торець 38 мм | ЗД740В |
| 060 | Технічний контроль | | | Стіл ВТК |
| 065 | Слюсарна | Притупити гострі кромки | - | Верстак слюсарний |
| 070 | Мийна | Промити деталь | - | Мийна машина |
| 075 | Технічний контроль | Контролювати розміри | - | Стіл ВТК |

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків проводимо для поверхні $\varnothing 208k6 \begin{matrix} +0,033 \\ +0,004 \end{matrix}$ мм за допомогою ПК за методикою, викладеною в [3].

Величину розрахункового мінімального припуску визначаємо за формулою:

$$2z_{\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{i-1}), \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де R_{zi-1} - висота мікронерівностей, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

T_{i-1} - глибина дефектного шару, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

ρ_{i-1} - сумарне значення просторових відхилень, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм.

ε_{i-1} - похибки під час установки і закріплення заготовки в процесі механічної обробки

Сумарне відхилення розташування заготовки визначаємо за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{зм}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2}, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де $\rho_{\text{зм}}$ – величина зміщення заготовки, мкм; $\rho_{\text{зм}} = 1000$ мкм за ГОСТ 7505-89;

$\rho_{\text{кор}}$ – величина неспіввісності, мкм; $\rho_{\text{кор}} = 128,5$ мкм.

$$\rho = \sqrt{1000^2 + 128,5^2} = 1008 \text{ мкм}$$

Для решти операцій величину просторових відхилень визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{зал}} = k_y \cdot \rho_{\text{заг}}, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

Для чорнового точіння $k_y=0,06$; для чистового точіння $k_y=0,04$; для шліфування – $k_y=0,02$.

Розраховуємо ρ для кожного переходу:

$$\rho_{\text{Тчорн}} = 0,06 \cdot 1008 = 60 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{ТТчист}} = 0,04 \cdot 1008 = 40 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{шліф}} = 0,02 \cdot 1008 = 20 \text{ мкм}$$

Визначаємо похибки під час установки і закріплення заготовки в процесі механічної обробки за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм} \quad (6.4)$$

де ε_6 – похибка базування, мкм; при обробці в трьохкулачковому патроні $\varepsilon_6=0$.

ε_3 – похибка закріплення заготовки, мкм. [1], табл.4.10 с.76.

Визначаємо похибку установки для закріплення деталі в трьохкулачковому патроні: для заготовки $\varepsilon_3=370$ мкм; попередньо оброблена $\varepsilon_3=80$ мкм; чисто оброблена $\varepsilon_3=40$ мкм;

$$\varepsilon_{\text{ут чорн}} = \sqrt{0 + 370^2} = 370 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{ут чист}} = \sqrt{0 + 80^2} = 80 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{уш}} = \sqrt{0 + 40^2} = 40 \text{ мкм}$$

Вихідні данні для розрахунку припусків на ПК приведені в таблиці 6.2.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 31 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

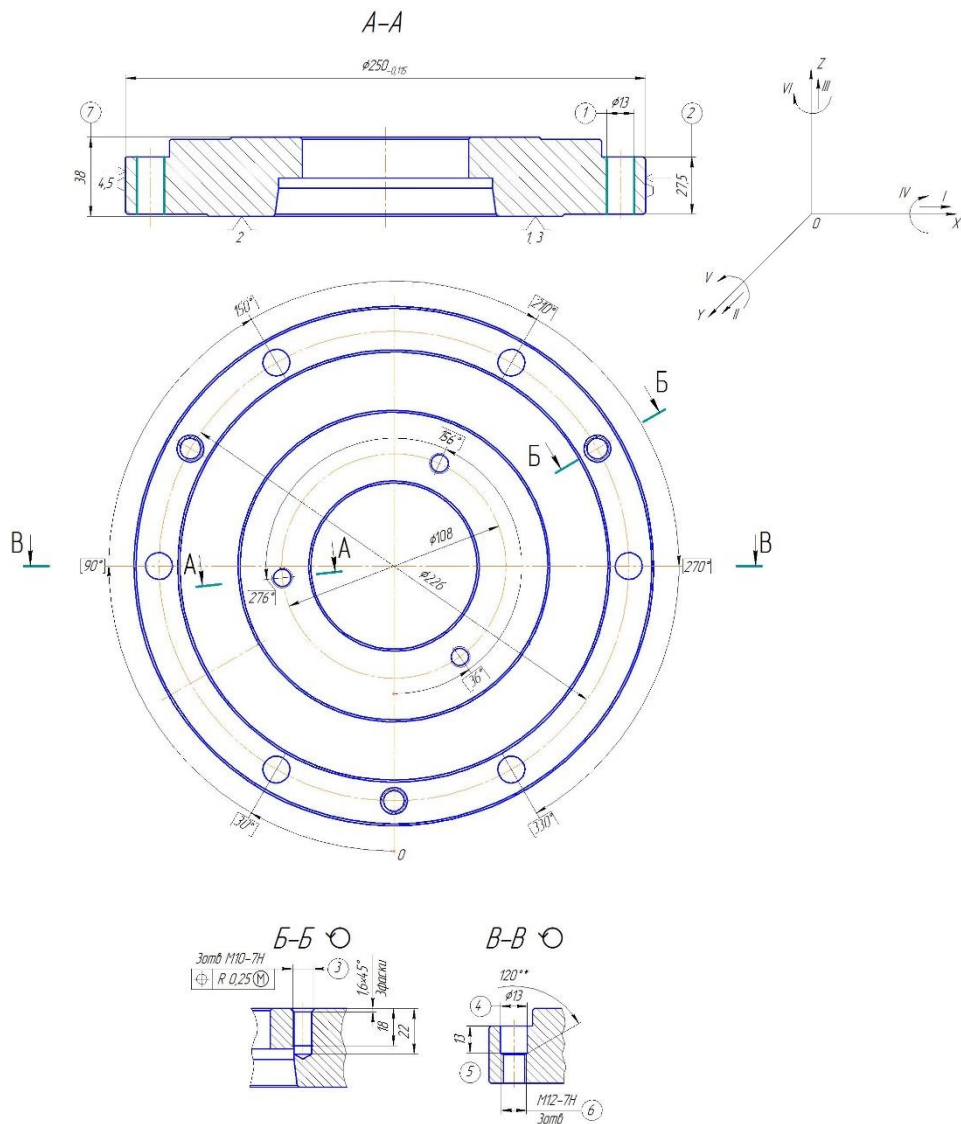


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки в призмах

Розглянемо другий спосіб закріплення – в спеціальному пристосуванні по отвору $\phi 80^{+0,74}$ мм з упором в торець (рис. 6.3). За установчу базу приймаємо торець фланцю, який позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а отвір є напрямною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів волі. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (табл. 6.5 і табл. 6.6) [2, 4].

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | 34 |

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

| | | |
|---------|----------------|-------------------|
| Зв'язки | Ступені волі | Найменування баз |
| 1,2,3,4 | II, III, V, VI | Подвійна напрямна |
| 5 | I | Опорна |
| 6 | IV | Вакансія |

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

| | | | | |
|-------------------|----------|---|---|---|
| Найменування баз | | X | Y | Z |
| Подвійна напрямна | L | 0 | 1 | 1 |
| | α | 0 | 1 | 1 |
| Опорна | L | 1 | 0 | 0 |
| | α | 0 | 0 | 0 |
| Вакансія | L | 0 | 0 | 0 |
| | α | 1 | 0 | 0 |

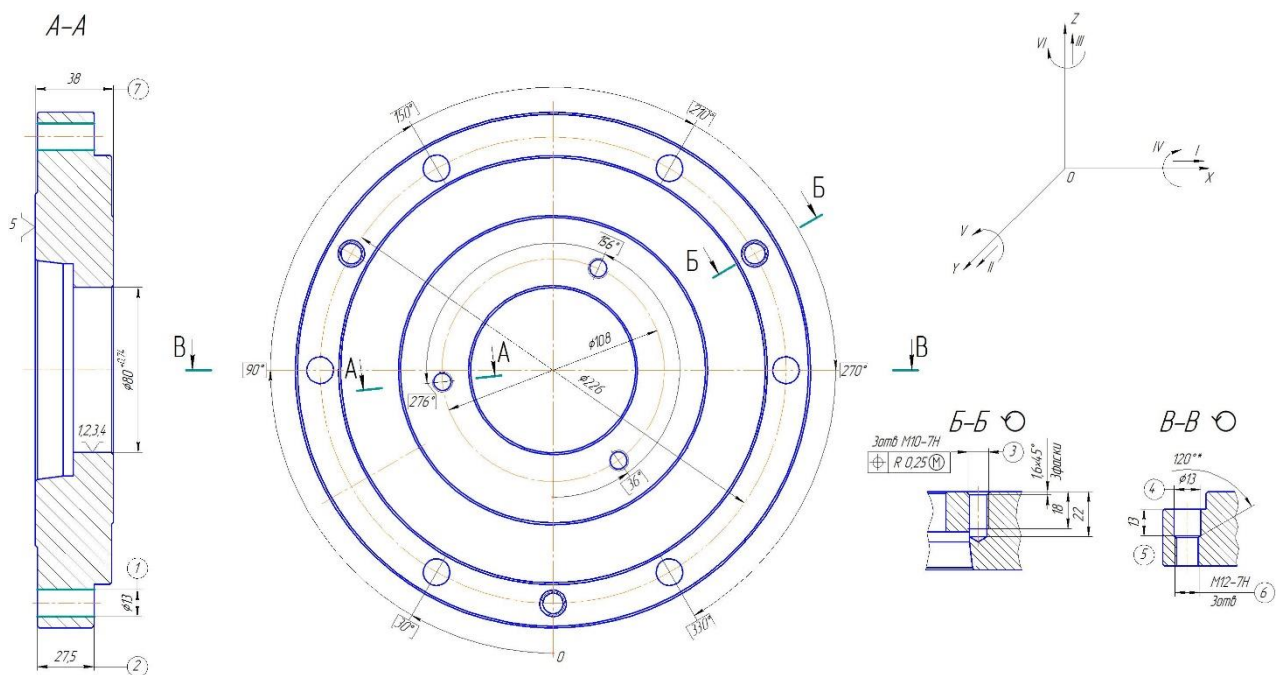


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки в спеціальному пристосуванні

У такий спосіб базування похибка буде дорівнювати половині допуску на діаметр отвору, по якому базується заготовка: $\epsilon = \delta_{\phi 80} = 0,74/2 = 0,37$ мм.

Таким чином, доцільно застосовувати закріплення в спеціальному пристосуванні.

Розглянемо операцію 050 Торце-круглошліфувальну. Єдино можливий спосіб закріплення заготовки – у мембранному патроні по зовнішній циліндричній поверхні з упором в торець.

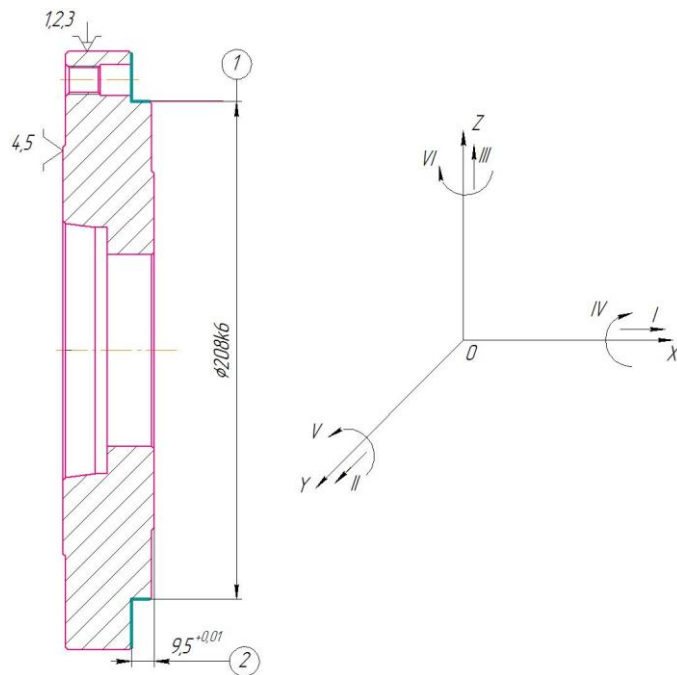


Рисунок 6.4 – Схема базування заготовки в мембранному патроні

За установчу базу приймаємо циліндричну поверхню $\varnothing 250$ мм, яка позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а торець заготовки є подвійною опорною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів волі. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (табл. 6.7 і табл. 6.8) [2, 4]. Похибка базування буде $\varepsilon = 0$.

Таблиця 6.7 – Таблиця відповідностей

| Зв'язки | Ступені волі | Найменування баз |
|---------|--------------|----------------------|
| 1,2,3 | I,V,VI | Установча база |
| 4, 5 | III,II | Подвійна опорна база |
| 6 | IV | Вакансія |

На торцекругло-шліфувальній операції застосовуємо торцекругло-шліфувальний верстат ЗТ160. Технічні характеристики верстата [3, 15, 16]:

Найбільший діаметр оброблювальної деталі в мм, 280

Найбільша довжина оброблювальної деталі в мм, 1000

Довжина шліфування в мм, 130

Частота обертання шпинделю в об/хв, 1250

Габаритні розміри в мм, 3754x4675x2245

Потужність головного електродвигуна в кВт, 17

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

В умовах серійного типу виробництва можуть використовуватися універсальні та спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент [5].

На 025 Свердлильній з ЧПК операції вибираємо наступне устаткування [15, 16]:

- пристосування: пристосування спеціальне – для закріплення заготовки;
- різальний інструмент: свердло комбіноване $\varnothing 13/\varnothing 10,2$ Р6М5 спеціальне; свердло спіральне $\varnothing 8,5$ Р6М5 спеціальне; свердло спіральне $\varnothing 13$ Р6М5 ГОСТ 10903-77; мітчик машинний М12 Р6М5 ГОСТ 3266-81; мітчик машинний М10 Р6М5 ГОСТ 3266-81; свердло спіральне $\varnothing 10,2$ Р6М5 спеціальне; зенківка $\varnothing 20$ Р6М5 ГОСТ 10903-77; свердло спіральне $\varnothing 19,45$ Р6М5 ГОСТ 10903-77 [15, 16].

- вимірювальний інструмент: калібр-пробка ($\varnothing 8,5$; $\varnothing 13$) ГОСТ16780-71; калібр-пробка ($\varnothing 10,2$; $\varnothing 19,45$) спеціальний; калібр-пробка різьбовий (М10; М12) ГОСТ 17758-72.

На 050 Торцекругло-шліфувальній операції вибираємо наступне устаткування [15, 16]:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

- пристосування: мембранний патрон 7347-4074 ГОСТ 16157-70 – для закріплення заготовки;
- різальний інструмент: круг шліфувальний ЧЦ 150×63×32 25А 16 СМ2 К5 50м/с 2кл.А ГОСТ 2424-81;
- вимірювальний інструмент: калібр-скоба ø208 ГОСТ 18360-93; шаблон (9,5) спеціальний; індикатор ИЧ 02 кл.1 ГОСТ 577-68; мікрометр МК 250-2 ГОСТ 6507-90; Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 ГОСТ 166-89; зразок шорсткості Ra 0,8 ГОСТ 9378-93.

6.5 Розрахунки режимів різання

Розраховуємо режими різання на агрегатну операцію, свердління чотирьох отворів зі сторони лівого торця фланця за [10, 13, 15, 16], дані заносимо в табл. 6.12. Вона складається з таких переходів: центрування, свердління, нарізання різьби (Установ А).

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{d}{2}, \text{ мм} \quad (6.1)$$

де d – діаметр свердла, мм;

$$t = \frac{10,2}{2} = 5,25 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу ([15], табл. 25, с. 277). $S_{от}=0,26$ мм/об.

Так як для поверхні даних отворів потрібно досягнення більш високої якості у зв'язку з нарізуванням різьблення, вводимо поправочний коефіцієнт $K_{so}=0,5$. Значить подача свердла: $S_o = 0,5 \cdot 0,26 = 0,13$ мм/об.

Визначаємо період стійкості свердла ([15], табл. 30, с. 279). При обробці сталі і діаметрі свердла ø 10,2 мм $T=45$ хв.

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S_y} K_v, \text{ м/хв} \quad (6.2)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 39 |

де C_v , q , m , y – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання (табл. 28 с. 278, [15]). При обробці сталі свердом приймаємо $C_v=7$; $q=0,4$; $y=0,7$; $m=0,2$.

K_v – поправний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{iV} \cdot K_{lV}, \quad (6.3)$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу табл.1, с.261, [15]. $VK_{MV} = 0,67$;

$K_{iV} = 1,0$; (табл. 6, с. 263, [15]);

K_{lV} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління (табл. 31, с. 263, [15]);

$K_{пV} = 1,0$;

$$K_v = 0,67 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,67$$

$$V = \frac{7 \cdot 10,2^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,13^{0,7}} \cdot 0,67 = 33,14 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6.4)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 23,1}{3,14 \cdot 10,5} = 1034,7 \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделю за паспортними даними верстата: $n_d = 1000$ об/хв.

Визначаємо дійсну швидкість головного руху за формулою:

$$V_d = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.5)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 10,2 \cdot 1000}{1000} = 32 \text{ м/хв}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 40 |

$$M_k = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{Mp}, \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (6.6)$$

де C_M , q , y – коефіцієнт та показники степеня на крутний момент (табл. 28 с. 278, [15]). $C_M=0,0345$; $q=2$; $y=0,8$.

$$M_k = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10,2^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,22 = 8,6 \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{M_k \cdot n_d}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.7)$$

$$N = \frac{8,6 \cdot 1000}{9750} = 0,87 \text{ кВт}$$

Так як формування отворів відбувається одночасно, значить загальна потужність буде дорівнювати: $N = 0,87 \cdot 4 = 3,48$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата.

Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$N_e \leq N_{шп} \quad (6.8)$$

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (6.9)$$

де N_d – потужність верстата за паспортними даними; $N_d = 7,0$ кВт;

η – коефіцієнт корисної дії; $\eta = 0,85$.

$$N_{шп} = 7 \cdot 0,85 = 5,95 \text{ кВт}$$

$$3,48 < 5,95$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_d S}, \text{ хв} \quad (6.10)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 41 |

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.11)$$

де l – безпосередня довжина обробки, мм;

Величину врізання визначаємо за формулою:

$$y = 0,4 \cdot d, \text{ мм} \quad (6.12)$$

$$y = 0,4 \cdot 10,2 = 4 \text{ мм}$$

Величина перебігу $\Delta = 1 \dots 5$ мм.

$$L = 28,2 + 4 + 4 = 36,2 \text{ мм}$$

$$T_{\text{осв}} = \frac{36,2}{0,13 \cdot 1000} = 0,28 \text{ хв}$$

Аналогічно розраховуємо для інших позицій. Дані заносимо до табл. 6.7.

Визначаємо загальний основний час на операцію за формулою:

$$T_o = T_{oA} + T_{oB}, \text{ хв} \quad (6.13)$$

$$T_o = 0,25 + 0,24 + 0,25 + 0,43 + 0,45 + 0,28 + 0,1 + 0,08 + 0,55 = 2,63 \text{ хв}$$

Розраховуємо режими різання на торцекруглошліфувальну операцію [за [10, 13, 15, 16], дані заносимо в табл. 6.12.]. На даній операції одночасно шліфується зовнішня циліндрична поверхня і торець.

За таблицею 55, с.301 при обробці легованої сталі з повздовжньою подачею вибираємо швидкість круга $V_k = 35$ м/с, швидкість заготовки $V_z = 25$ м/с.

Визначаємо частоту обертання шліфувального круга та заготовки за формулою:

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60V_k}{\pi D_k}, \text{ об/хв} \quad (6.14)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 42 |

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 60V_3}{\pi D_3}, \text{об/хв} \quad (6.15)$$

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3,14 \cdot 150} = 4458 \text{ об/хв}$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 250} = 32 \text{ об/хв}$$

Коректуємо за паспортними даними $n_k = 1600$ об/хв; $n_3 = 40$ об/хв.

Визначаємо повздовжню подачу за формулою:

$$S_o = (0,3 \dots 0,7)B \quad (6.16)$$

$$S_o = 0,5 \cdot 63 = 32 \text{ мм/об}$$

Визначаємо поперечну подачу за кожен хід стола (глибину шліфування t). Приймаємо $S_{\text{поп}} = t = 0,005-0,015$ мм/хід. Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата: $S_{\text{поп}} = 0,005$ мм/хід.

Визначаємо швидкість руху повздовжньої подачі за формулою:

$$V_{\text{Сповз}} = \frac{S_o n_3}{1000}, \text{м/хв} \quad (6.17)$$

$$V_{\text{Сповзчорн}} = \frac{32 \cdot 40}{1000} = 1,28 \text{ м/хв}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата:

$$V_{\text{Спов}} = 1,25 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо потужність, яка витрачається на різання $N_{\text{різ}} = 4,6$ кВт.

Перевіряємо, чи достатня потужність привода верстата $N_{\text{шп}}$:

$$N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,85 = 8,5 \text{ кВт}$$

$$4,6 < 8,5$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 43 |

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot h}{n_z \cdot S \cdot S_{\text{поп}}} \cdot K, \text{ хв} \quad (6.18)$$

де L – довжина ходу стола або довжина оброблюваної поверхні з перебігом шліфувального круга в кожную сторону на півширини круга мм;

$$L = l + B, \text{ мм} \quad (6.19)$$

$$L = 9,5 + 63 = 72,5 \text{ мм}$$

де h – припуск на обробку (припуск на сторону); $h_{\text{чорн}} = 0,2 \text{ мм}$; $h_{\text{чист}} = 0,1 \text{ мм}$;

S_x – поперечна подача на кожен хід стола, мм/хід;

K – коефіцієнт точності (виходжування); $K = 1,2$.

$$T_o = \frac{72,5 \cdot 0,2}{40 \cdot 32 \cdot 0,005} \cdot 1,2 = 2,23 \text{ хв}$$

Таблиця 6.9 – Режими різання

| Назва операції/зміст переходу | t, мм | $L_{\text{рх}}$, мм | S_o , мм/об | n, об/хв | V, м/хв | T_o , хв |
|-------------------------------|-------|----------------------|---------------|----------|---------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 025 Свердлильна з ЧПК | | | | | | |
| Установ А | | | | | | |
| Поз. 1 | 6,5 | 32 | 0,25 | 500 | 25,4 | 0,25 |
| Поз. 2 | 4,25 | 24,2 | 0,1 | 1000 | 32 | 0,24 |
| Поз. 3 | 6,5 | 32 | 0,25 | 500 | 25,4 | 0,25 |
| Поз.4 | 0,76 | 19 | 1,75 | 25 | 0,8 | 0,43 |
| Поз. 5 | 0,65 | 17,2 | 1,5 | 25 | 0,78 | 0,45 |
| Установ Б | | | | | | |
| Поз. 1 | 5,1 | 36,2 | 0,13 | 1000 | 32 | 0,28 |
| Поз. 2 | 3,5 | 15 | 0,35 | 400 | 26,6 | 0,1 |
| Поз. 3 | 9,75 | 8,7 | 0,35 | 315 | 20,1 | 0,08 |
| Поз.4 | 0,76 | 24,2 | 1,75 | 25 | 0,8 | 0,55 |
| 050 Торце-круглошліфувальна | 0,005 | 72,5 | 32 | 1600 | 35 | 2,23 |

6.6 Технічне нормування операцій

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності [3, 11, 14].

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{\text{шт-шк}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n_3} + T_{\text{шт, хв}} \quad (6.20)$$

де $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заключний час, хв.;

n_3 – розмір партії деталі, що запускається у виробництво, шт.

$T_{\text{шт}}$ – штучний час на операції, хв.

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{відп}}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.21)$$

де $T_{\text{оп}}$ – операційний час, хв.;

$a_{\text{орг}}$ – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %;

$a_{\text{відп}}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %.

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{д}}, \text{ хв} \quad (6.22)$$

де T_0 – основний час на операцію, хв.;

$T_{\text{д}}$ – допоміжний час на операцію, хв.;

$$T_{\text{д}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пк}} + T_{\text{вим}}, \text{ хв} \quad (6.23)$$

де $T_{\text{уст}}$ – час на установку та зняття деталі, хв.;

$T_{\text{пк}}$ – час на прийоми керування, хв.;

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання, хв.

Нормування свердлувальної з ЧПК операції. Визначаємо допоміжний час за формулою:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 45 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

$$T_d = 0,16 + 0,03 + 0,01 + 0,27 + 0,29 = 0,76 \text{ хв}$$

Визначаємо операційний час за формулою:

$$T_{оп} = 2,63 + 0,76 = 3,39 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = 3,39 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 3,66 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за враховуючи час на наладку верстата, пристосування та інструменту та додаткові прийоми, $t_{пз}=20$ хв [3].

$$T_{шт-шк} = \frac{20}{130} + 3,66 = 3,81 \text{ хв}$$

Технічне нормування торцекруглошліфувальної операції.

Допоміжний час на операцію визначаємо, враховуючи, що $T_{уст} + T_{зв} = 0,334$ хв, табл. 5.3 с. 198; $T_{пк} = 0,035$ хв, табл. 5.8 с. 203; $T_{вим} = 0,07$ хв, табл. 5.10 с. 206.

$$T_d = 0,334 + 0,035 + 0,07 = 0,44 \text{ хв.}$$

Операційний час визначаємо, враховуючи, що $T_o = 2,23$ хв.

$$T_{оп} = 2,23 + 0,44 = 2,67 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = 2,67 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 2,88 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за табл. 6.8 с. 220, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми, $t_{пз}=10$ хв [3].

$$T_{шт-шк} = \frac{10}{130} + 2,88 = 2,96 \text{ хв}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 46 |

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Для високої якості обробки деталі особливе значення має правильний вибір конструкції пристосування. Необхідно спроектувати пристосування на агрегатну операцію за методикою, викладеною в [2, 4]. Пристосування застосовується для свердління отворів.

Використання цього пристосування сприяє підвищенню продуктивності і точності обробки, полегшенню умов праці, розширенню технологічних можливостей обладнання, підвищенню безпеки роботи [5].

Точність форми та розміщення поверхонь.

Конструктором не задано точність форми та розміщення отриманих поверхонь, тому виконуємо їх відповідно до ГОСТ 24643-81.

Виявлення кількісних та якісних даних про заготовку.

До свердлильної операції на заготовці були підготовлені чистові бази: торці ($38_{-0,06}$ мм); отвір ($80_{-0,74}$ мм). Точність форми торця: відхилення від паралельності 0,02 мм відносно бази Б, інших поверхонь – не зазначено.

Шорсткість базових поверхонь – Ra 6,3 мкм.

Верстат має систему охолодження. Стружка видаляється з зони різання, стола верстата при виключеному обладнанні. Захисний кожух не дозволить в процесі обробки розлітатися стружці та охолоджуючій рідині.

Робоча температура навколишнього середовища $t = 20^{\circ} \pm 5^{\circ}C$, відносна вологість повітря 80%, атмосферний тиск $P_{ат} = 86...106$ кПа, швидкість руху повітря – 0,5 м/с, частота вібрації, виниклих в результаті роботи обладнання в цеху $f=20-30$ Гц, освітлення приміщення (місцеве освітлення) 1500 Люкс [2].

Складання переліку виконуваних функцій [4].

Даний перелік функцій дозволяє попередньо ознайомитись з об'ємом робіт по використанню пристосування та зробити аналіз функцій: 0 – Переміщення та попередня орієнтація пристосування; 1 – Базування заготовки; 2 – Закріплення заготовки; 3 – Базування пристосування на

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 47 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

верстаті; 4 – Закріплення пристосування на верстаті; 5 – Підвід та відвід енергоносіїв; 6 – Утворення сили для закріплення; 7 – Управління енергоносіями; 8 – Обробка заготовки; 9 – Досягнення безпечних умов праці; 10 – Об’єднання функціональних вузлів.

7.1 Розрахунок сил затиску заготовки (рис. 7.1) [2].

Циліндрична заготовка встановлена на оправку і знаходиться під дією моменту сил обробки M_p . Утворювальний силою Q і моментами тертя $M_{тр1}$ (в контактній опорній шайбі з лівою торцевою поверхнею заготовки) і $M_{тр2}$ (в контактній швидкознімній шайбі з правої торцевої поверхні заготовки) протидіють повороту заготовки

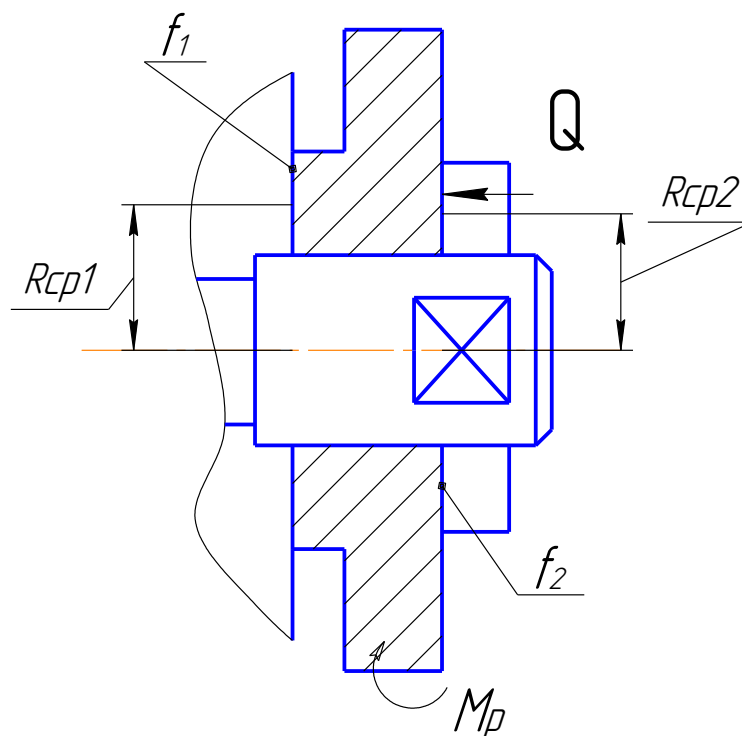


Рисунок 7.1 – Схема дії сил і моментів

Під дією сил різання заготовка може повернутися або перекинутися. В нашому випадку перекидання менш вірогідне, тому силу затиску будемо розраховувати у випадку коли може виникнути проворот.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 48 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | ТМ 19090047-00ПЗ | | | | |

Умова рівноваги (нерухомості):

$$M_p \cdot k \leq Q \cdot f_2 \cdot R_{cp2} \quad (7.1)$$

де k – коефіцієнт запасу; $k = 2,6$;

f_2 – коефіцієнт тертя; $f_2 = 0,15$;

R_{cp2} – середній радіус швидкознімної шайби, мм; $R_{cp2} = 0,06$ м.

Виконаємо розрахунок моменту різання при свердлінні отворів $\varnothing 19,5$ мм, так як вони найбільші і момент різання буде найбільший.

Момент різання M_p знаходимо за формулою:

$$M_k = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{Mp}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (7.2)$$

де C_M , q , y – коефіцієнт та показники степеня на крутний момент (табл. 28 с. 278, [19]). $C_M=0,0345$; $q=2$; $y=0,8$.

$$M_k = 10 \cdot 0,0345 \cdot 19,45^2 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 1,22 = 34,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Зусилля, що створюється штоком пневмоциліндра визначається за формулою:

$$Q = \frac{M_p \cdot k}{f_2 \cdot R_{cp2}}, \text{ Н} \quad (7.3)$$

$$Q = \frac{34,3 \cdot 2,6}{0,15 \cdot 0,06} = 5546 \text{ Н}$$

Визначимо діаметр пневмоциліндра для створення необхідного зусилля за формулою:

$$Q = \left(\frac{\pi \cdot d_{ц}^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_{ш}^2}{4} \right) \cdot P, \text{ Н} \quad (7.4)$$

$$d_{ш} = \frac{1}{2} d_{ц}, \text{ мм} \quad (7.5)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 49 |

Звідси,

$$d_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3 \cdot Q}{P \cdot \pi \cdot \eta}}, \text{ мм} \quad (7.6)$$

де P – тиск у пневмосистемі, МПа; $P=0,5$ МПа;

η – коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра; $\eta = 0,9$;

$$d_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3 \cdot 5546}{0,5 \cdot 3,14 \cdot 0,9}} = 116 \text{ мм}$$

В якості силового приводу вибираємо пневмоциліндр діаметром 120 мм.

7.2 Розрахунок пристосування на точність

Розрахунок пристосування на точність будемо виконувати за методикою, викладеною у [2]. На точність будемо розраховувати оправку, за допомогою якої заготовка базується при свердлінні. Похибка її виготовлення, яка допускається для втримання позиційного допуску визначається за формулою:

Визначаємо допуск на виготовлення пристосування для забезпечення розміру $32,75_{-0,2}$ (відстань від шпонкового пазу до осі валу) за формулою:

$$E_{пр} = \delta - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{3H}^2 + \varepsilon_{п}^2 \cdot (K_{T2} \cdot w)^2}, \text{ мм} \quad (7.7)$$

де δ – допуск співвісності заготовки і пристосування, мм; $\delta = 0,29$ мм;

K_T – коефіцієнт, що враховує відхилення розсіяння значень складових величин від закону нормального розподілення; $K_T = 1,1$;

K_{T1} – коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах; $K_{T1} = 0,85$;

ε_{δ} – похибка базування заготовки, мм; $\varepsilon_{\delta} = 0$;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 50 |

ε_3 – похибка закріплення, мм; $\varepsilon_3 = 0,160$ мм;

ε_y – похибка установки пристосування на верстаті, мм; $\varepsilon_y = 0,08$ мм;

ε_{3H} – похибка, пов'язана зі зношенням елементів пристосування, мм;
 $\varepsilon_{3H} = 0,031$ мм;

ε_{Π} – похибка від перекосу ріжучого інструменту, мм;

K_{T2} – коефіцієнт, що враховує долю похибки обробки у сумарній похибці, що викликані факторами, які не залежать від пристосування; $K_{T2} = 0,7$;

w – економічна точність обробки шпонкового пазу, мм; $w = 0,25$ мм.

$$E_{\text{пр}} = 0,29 - 1,1 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 0)^2 + 0,16 + 0,08 + 0,031 + 0 \cdot (0,7 \cdot 0,10)^2} \\ = 0,014 \text{ мм.}$$

Таким чином, дане пристосування дозволяє забезпечити необхідну точність оброблювальної поверхні.

7.3 Розрахунок пристосування на міцність

Проаналізувавши конструкцію пристосування, можна зробити висновок, що одним з найбільш навантажених елементів є гвинт (М48), що з'єднує шток пневмоциліндру і оправку по якій базується заготовка, і піддається дії сили затиску Q . Задана сила навантажує з'єднання в площині стику деталі, відповідно гвинти працюють на розтяг.

Матеріал гвинта – Ст 5; допустиме напруження зрізу $[\tau_{\text{зр}}]=80$ МПа.

Гвинти розраховуємо на міцність під дією сили $Q = 5546$ Н.

Напруження розтягу визначається за формулою:

$$\tau_{\text{зр}} = \frac{4 \cdot Q}{\pi d^2} \leq [\tau_{\text{зр}}] \quad (7.8)$$

де d – діаметр стержня гвинта, мм; $d = 46,5$ мм.

Тоді мінімальний розмір небезпечного перетину:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 51 |

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\tau_{зр}]}} \text{, мм} \quad (7.9)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 6646}{3,14 \cdot 80}} = 9,4 \text{ мм}$$

Оскільки діаметр стержня гвинта, що використовується, більше розрахункового мінімально допустимого значення, то можна зробити висновок, що гвинт М48 можна використовувати в конструкції даного пристосування.

7.4 Опис і принцип дії пристосування

Пристосування має корпус 1, опорну шайбу 2, зрізаний палець 3, пневмоциліндр 4 із штоком 5, швидкознімну шайбу 6, шпонки 7 і 8, призначені для базування пристосування на верстаті.

В пристосуванні заготовку отвором встановлюють на шток 5 і доводять до контакту з опорною шайбою. Після цього встановлюють швидкознімну шайбу на шток і затискають заготовку за допомогою пневмосистеми.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 52 |

ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

- проведено аналіз службового призначення верстата токарної групи. Виконано опис конструктивних особливостей фланцю та умов його експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення.

- встановлено, що тип виробництва середньо-серійний;

- проаналізовано деталь на технологічність;

- проведено техніко-економічні розрахунки оптимального варіанта виготовлення заготовки і прийнято заготовку, отриману на КГШП.

У процесі виконання роботи було докладно розроблено дві операції: свердлильну з ЧПК та торцекруглошліфувальну: обрані найбільш раціональні схеми базування, металорізальне обладнання, верстатне технологічне оснащення; проведений розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

Розраховане і спроектоване спеціальне пристосування для свердлильної з ЧПК операції та розроблена карта наладки на торцекруглошліфувальну операцію.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 53 |

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Анализ технических требований, выявление технологических задач, возникающих при изготовлении деталей, и технологический анализ конструкций / Под ред. А.Г. Косиловой. – М.: МВТУ, 1982. – 36 с.

2 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – М.; Л.: Машиностроение, 1964. – 652 с.

3 Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: «Высшая школа», 1983. – 256 с., ил.

4 Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник / А. К. Горошкин. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.

5 Егоров, М. Е. Технология машиностроения / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. Под ред. М. Е. Егорова. – Изд. 2-е и доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.

6 Колесов, И. М. Служебное назначение изделия и технические условия/ И. М. Колесов. – М.: Знание, 1977. – 64 с.

7 Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Стали и чугуны. Т. II-2 / Г.Г. Мухин, А.И. Беляков, Н.Н. Александров и др.; Под общ. ред. О.А. Банных и Н.Н. Александрова. – М.: «Машиностроение», 2001. – 784 с., ил.

8 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 54 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

9 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

10 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.

11 Общестроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.

12 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 203 с.

13 Режимы резания металлов: справ. / Под ред. Ю.Б. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 311с.

14 Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 256 с.: ил.

15 Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: «Машиностроение», 1986. – 496с.

16 Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Панов. – М.: Машиностроение, 1980. – 527 с.

17 ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

18 ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный. Сортамент.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 55 |

19 Токарна група верстатів [Електронний ресурс]/ Матеріал із Вікіпедії — вільної енциклопедії. – Електронні данні – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%B0_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%96%D0%B2 –

Назва з екрану.

20 Токарные патроны. Разновидности, особенности выбора и эксплуатации [Электронный ресурс]/ Рубикон ООО// Иллюстрированные каталоги, справочники, базы данных по металлорежущим станкам и кузнечно-прессовому оборудованию. – Электронные данные. – Режим доступа: http://stanki-katalog.ru/sprav_st_85.htm – Название с экрана.

21 Про затвердження Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці: Документ z0095-94, поточна редакція — Редакція від 21.04.1999, підстава - z0248-99. – Електронні данні. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0095-94>. – Назва з екрану.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | ТМ 19090047-00ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | 56 |