

МІНСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ Віталій ІВАНОВ

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

освітньо-професійної програми «Технології машинобудування»

на тему: Проектування технологічного процесу виготовлення вала-шестерні 11.547.00.312.003

Здобувача групи ТМ–01-2 Щербини Миколи Володимировича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Микола ЩЕРБИНА

Керівник доцент, канд. техн. наук, доцент Іван ДЕГТЯРЬОВ _____

Нормоконтролер доцент, канд. техн. наук, доцент Артем ЄВТУХОВ _____

РЕФЕРАТ

Записка: 67 с., 17 рис., 12 табл., 15 літературних джерел.

Об'єкт роботи – деталь «Вал-шестерня», яка входить до складу газоперекачувального агрегату та працює в системі змащення.

Мета роботи – розроблення перспективного технологічного процесу виготовлення деталі «Вал-шестерня».

Газоперекачувальні агрегати призначені для стиснення газових сумішей для їх подальшого транспортування у трубопроводах під тиском. Газовим сумішам надається надлишковий тиск для просування по магістралі.

В роботі виконано аналіз службового призначення агрегату газоперекачувального, вузла та деталі «Вал-шестерня». Також проаналізовано технічні вимоги, що пред'являються до деталі та виконано аналіз технологічності її конструкції. За допомогою техніко-економічного обґрунтування був обраний раціональний метод отримання заготовки для даних умов виробництва.

На прикладі двох механічних операцій: токарної з ЧПК та фрезерної з ЧПК було проаналізовано існуючий технологічний процес виготовлення деталі. Також виконано обґрунтування вибору схеми базування і закріплення заготовки, вибір металорізального обладнання, верстатного пристрою, ріжучого та вимірювального інструмента. Визначено режими обробки. Виконано технічне нормування досліджуваних операцій.

У графічній частині роботи виконані креслення заготовки, верстатного пристрою і маршрутного технологічного процесу механічної обробки заготовки, операційної наладки на горизонтально протяжну операцію. Представлено комплект технологічної документації на картах КТП.

ВАЛ ШЕСТЕРНЯ, КОМПРЕСОР, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| | с. |
| Вступ..... | 5 |
| 1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації..... | 6 |
| 2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі | 11 |
| 3 Визначення типу виробництва та форми його організації | 14 |
| 4 Аналіз технологічності конструкції деталі..... | 21 |
| 5 Вибір способу отримання заготовки і розроблення технічних вимог до неї..... | 23 |
| 6 Аналіз технологічної операції існуючого чи типового технологічного процесу | 28 |
| 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку | 28 |
| 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки | 30 |
| 6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата | 36 |
| 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів | 37 |
| 6.5 Визначення режимів різання..... | 39 |
| 6.6. Технічне нормування операції..... | 39 |
| 7 Проектування верстатного пристрою | 47 |
| Висновок | 57 |
| Перелік джерел посилання | 58 |
| Додаток А. Креслення деталі | 61 |
| Додаток Б. Результати розрахунку припусків..... | 62 |
| Додаток В. Специфікація до верстатного пристрою | 62 |
| Додаток Г. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях | 65 |

| | | | | | | | | |
|-----------|-----------|----------|--------|------|--|----------------|------|---------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Проектування технологічного процесу виготовлення вала шестерні 199.000.06.007 | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Розроб. | Щербина | | | | | 4 | 68 | |
| Перевір. | Дегтярьов | | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Н. Контр. | Євтухов | | | | | СумДУ, ТМ-01-2 | | |
| Затверд. | Іванов | | | | | | | |

ВСТУП

Машинобудування характеризує промисловий розвиток країни і робить великий внесок, пов'язаний зі створенням матеріальної бази суспільства. До його розвитку завжди надавалося і надається першорядне значення.

Технологія машинобудування - це галузь науки, яка займається вивченням, удосконаленням виготовлення машин необхідної якості, покращенням технологічних процесів їх виготовлення, у встановленій виробничою програмою кількості і в задані строки при найменшій собівартості.

В даний час помічається швидке і багаторазове ускладнення машин, об'єднання їх у великі комплекси, зменшення їх металоємності і підвищенням їх силової та електричної напруженості. З підвищенням зносостійкості деталей машин зменшуюються витрати матеріалів на їх виготовлення, зменшується кількість працівників і трудомісткість при експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті. Розробляються способи оптимізації технологічних процесів, спрямованих на досягнення необхідної точності, продуктивності та економічності виготовлення при забезпеченні високих експлуатаційних якостей та надійності роботи машини.

Створюються і розвиваються системи автоматизованого управління ходом технологічного процесу з його оптимізацією за всіма основними параметрами виготовлення і необхідним експлуатаційним якостям. Розгортаються роботи по створенню гнучких автоматизованих виробничих систем на основі використання ЕОМ, автоматизації міжопераційного транспорту та контролю і робототехніки.

Таким чином, розроблення перспективного технологічного процесу виготовлення «Вала шестерні» є актуальним завданням.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|-------------------|------|
| | | | | | | ТМ 22510171-00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | 5 |

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

Умовне позначення газоперекачувального агрегату типу ГПА-Ц-6,3, де ГПА – газоперекачувальний агрегат, Ц – тип установки – авіа, 6,3 – потужність агрегату – 6,3 тис. кВт.

Агрегат газоперекачувальний типу ГПА-Ц-6,3 призначений стиснути та перекачувати природний газ із заданими технологічними параметрами на лінійних компресорних станціях магістральних газопроводів, дожимних компресорних станціях (ДКС) та станціях підземних сховищ газу (ПСГ).

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика агрегата ГПА-Ц-6,3

| | |
|---|-----------|
| Показник | ГПА-Ц-6,3 |
| Потужність, тис. кВт | 6,3 |
| К.п.д., % | 23 |
| Температура циклу газотурбінних установок, К | 1023 |
| Ступінь стиснення циклу газотурбінних установок | 7,8 |

Агрегат оснащений газотурбінним приводним двигуном Д-336-2 авіаційного типу потужністю 6,3 МВт з номінальною частотою обертання 8200 об/хв та діапазоном регулювання частоти обертання 70 - 105 %.

Стискання газів відбувається східчасто. Число ступенів стиснення – 2.

Таблиця 1.2 – Продуктивність агрегата.

| Продуктивність | |
|---|---|
| При 1,013 бар т 20° С, млн.ст.м ³ /сут. | По умовам всмоктування, м ³ /хв |
| 6,6 | 84,9 |

Таблиця 1.3 –Тиск агрегата

| Тиск, МПа (кгс/см ²) | |
|----------------------------------|--------------|
| Початковий | Кінцевий |
| 5,35 (54,56) | 6,33 (64,48) |

Основні переваги агрегату:

- Висока супер ефективність та надійність;
- Відповідність екології навколишнього середовища;
- можливість експлуатації у будь-яких кліматичних зонах при температурі навколишнього середовища;
- Повна заводська готовність блоків, що постачаються на компресорні станції;
- Повна автоматизація агрегату;
- висока ремонтпридатність блоків та вузлів у польових умовах;
- можливість комплектування за бажанням замовника утилізаторами тепла, а також додатковими системами та пристроями (обігріву, вентиляції та ін.), що забезпечують зручність експлуатації.

Система автоматичного управління агрегатів реалізована на базі мікропроцесорів нового покоління та забезпечує виконання наступних основних операцій:

- Автоматична сигналізація стану механізмів агрегату;
- автоматичне включення та відключення резервних пристроїв агрегату;
- перевірка захисту при працюючому та відключеному агрегаті;
- перевірка справності ланцюгів виконавчих механізмів;
- зв'язок із системами централізованого контролю, управління та автоматичного регулювання компресорної станції.

Одним із основних вузлів агрегату є шестерний насос.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 7 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Шестеренний насос застосовується як пусковий насос, що забезпечує масло індустріальним I20 систему змащення підшипників і систему ущільнень нагнітачів під час пуску-зупинки

агрегату. Може працювати лише на чистих відфільтрованих рідинах. Робочі органи – шестерні, що обертаються назустріч один одному. Рідина в порожнині всмоктування заповнює западини шестерень і корпусом переміщається в область нагнітання, де створюється тиск. Далі, з області нагнітання масло подається до підшипників агрегату та системи ущільнень нагнітача.

Подача насоса $Q = 27$ л/хв.

Тиск $P = 15$ МПа.

Одна з основних деталей насоса шестерні - вал-шестерня.

Вал-шестерня є робочою ланкою шестеренного насосу. Працює у зачепленні з другою шестернею у закритому корпусі.

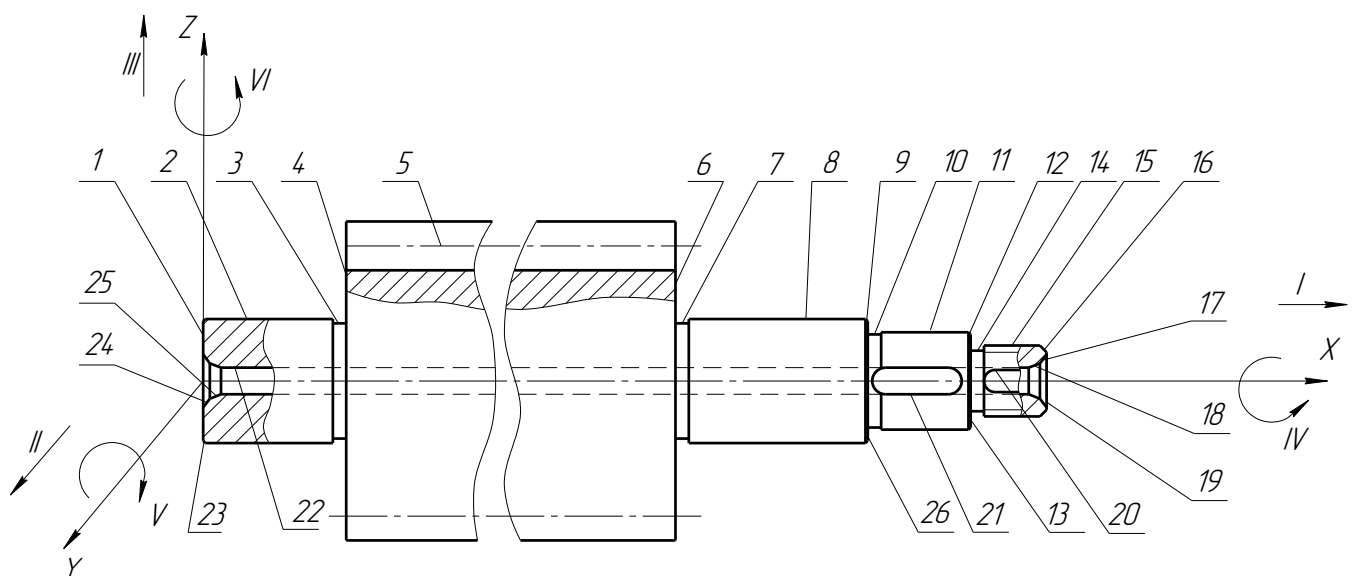


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі

Вільними поверхнями є поверхні, які не контактують з іншими поверхнями і лише визначають габарити, масу, жорсткість та інші параметри виробу.

Виконавчі поверхні: 2, 5, 8, 11, 13, 15, 20, 21, 22, 26;

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 8 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

пов. 2 - зовнішня циліндрична поверхня Ø28e8 призначена для посадки підшипника ковзання;

пов. 5 – зуби, які у процесі роботи взаємодіють із зубами іншого вала-шестерні;

пов. 8 – зовнішня циліндрична поверхня Ø28e8 призначена для посадки підшипника ковзання;

пов. 11 - зовнішня циліндрична поверхня Ø22п6 служить для посадки напівмуфти;

пов. 13 - торцева поверхня, в яку при накручуванні упирається гайка;

пов. 15 - зовнішня різьбова поверхня, призначена для навинчування гайки, що кріпить напівмуфту;

пов. 20 – поверхня паза шпонки, служить для приєднання шпонки, що оберігає гайку від розгвинчування;

пов. 21 – поверхня шпонкового паза, служить передачі через шпонку крутного моменту;

пов. 22 - скрізний отвір Ø6. При попаданні робочої рідини з робочої порожнини насоса в порожнину, розташовану з торця валу-шестірни, там утворюється тиск, що прагне зрушити вал-шестірню в осьовому напрямку. Скізний отвір Ø6 забезпечує вільне витікання рідини, що накопичилася, а отже - осьове розвантаження валу;

пов. 26 - торцева поверхня, в яку при посадці упирається напівмуфта.

Базові поверхні: 2, 4, 8, 11, 13, 15, 20, 21, 26.

ОКБ – 2, 4, 8, – основні поверхні, якими деталь базується у вузлі.

Загалом деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Поверхні 2 і 8 у сукупності утворюють подвійну напрямну базу (ДНБ), вона позбавляє деталь чотирьох ступенів свободи II, III, V, VI. Поверхня 4 є опорною базою, вона позбавляє деталь одного ступеня свободи.

ВКБ – 11, 13, 15, 20, 21, 26 – визначальні положення деталей, що приєднуються до цього виробу:

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|-------------------|------|
| | | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| | | | | | | | 9 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | |

11, 26 - служать для приєднання до валу напівмуфти;

15 - служить для приєднання гайки;

20, 21 – призначені для приєднання шпонок.

Вільні поверхні: 1, 3, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25;

пов. 3, 7, 10, 14 – технологічні канавки для виходу шліфувального інструменту;

пов. 9, 12, 16, 23 – поверхні фасок, що служать для безперешкодного складання та зняття задилок після механічної обробки;

пов. 1, 6, 19 – торцеві поверхні валу;

пов. 17, 18, 24, 25 - конічні поверхні центрових отворів.

Висновок: робота деталі здійснюється в умовах динамічних навантажень при перепадах температури без впливу типового робочого середовища.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 10 |

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

На підставі вивчення робочого креслення деталі, складального креслення зі специфікацією, можна сказати, що в наведених заводських документах достатньо інформації для чіткого розуміння конструкції, і вона викладена з достатньою точністю та коректністю. На кресленні «деталі є розрізи, що дають повне уявлення про деталі без додаткових видів». Розміри проставлені згідно з діючими стандартами, є вимоги до точності розташування поверхонь, їх шорсткості. Є також технічні вимоги, що дають подання матеріалу, його допустимої твердості, є допуски на поверхні, які не відзначені на кресленні.

Деталь «Вал-шестірня» виготовлена з якісної конструкційної сталі 45.

Матеріал деталі - легована сталь марки 45, властивості яких наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад, % ГОСТ 4543-71

| C | Si | Mn | Cr | Ni |
|-----------|-----------|---------|-----------|------|
| | | | не більше | |
| 0,36-0,44 | 0,17-0,37 | 0,5-0,8 | 0,28-1,1 | 0,01 |

Таблиця 2.2 - Механічні властивості

| Перетин, мм | σ_T , МПа | σ_B , МПа | δ_5 , (δ_H)% | ψ , % | НВ |
|-------------|------------------|------------------|------------------------------|------------|-----|
| 15 | 520 | 670 | 10 | 45 | 217 |

де σ_T - межа текучості, МПа;

σ_B - межа міцності, МПа;

δ_5 (δ_H) - відносне подовження, %;

ψ - відносне звуження, %;

НВ - твердість по Брінеллю.

Зі сталі 45 виготовляються деталі, що вимагають вищої міцності при середній в'язкості: осі, вали колінчасті та розподільні, кронштейни, штоки, зубчасті колеса, навантажені болти, гайки, шайби.

Оброблювані поверхні з точки зору забезпечення точності та шорсткості не становлять особливих технологічних труднощів.

Деталь досить технологічна, допускає застосування високопродуктивних режимів обробки, має хороші базові поверхні для початкових операцій та досить проста за конструкцією.

Гр. III – НВ 250-290. Ця технічна вимога обумовлює 100% контроль твердості і вона обґрунтована, оскільки контрольовані поверхні контактуватимуть з підшипниками ковзання і знижена твердість може призвести до швидкого зношування поверхонь. Це призведе до підвищення вібрацій, розбиття посадкових місць. Термічна обробка поверхонь (циліндричні поверхні Ø28e8) – поверхневе загартування струмами високої частоти.

Гострі кромки зубів заокруглити радіусом 0,3 мм. Кромки обробляються для зняття задирки після механічної обробки та для спрощення процесу складання.

Деталь піддати магнітній дефектоскопії. Тріщини, волосинки на остаточно оброблених поверхнях не допускаються. Допускаються точкові розрізнені неметалеві включення розміром не більше 0,1 мм у кількості не більше трьох штук при відстані між ними не менше 20 мм. Ця вимога обумовлена тим, що наявність перерахованих вище дефектів сприяє більш швидкому руйнуванню поверхонь деталі. Тріщини, волосинки, неметалеві вкраплення є концентраторами напруги, які в процесі роботи призводять до фарбування, приголомшування частинок металу.

Це обумовлено тим, що деталь є важливою ланкою вузла і випадкова заміна на іншу конструктивно схожу деталь неприпустима.

Невказана шорсткість поверхонь Rz40. Поверхні, на які не проставлено шорсткість, виконуються з шорсткістю Rz40.

Допуск радіального биття 0,01 мм, що висувається до зовнішньої циліндричної поверхні Ø28e8 з шорсткістю Ra 0,32 щодо бази В. Точність та якість цієї поверхні, задані конструктором, відповідають вимогам до неї у вузлі. Ця поверхня буде поєднана у вузлі з підшипником ковзання і підвищене радіальне

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|-------------------|------|
| | | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | 12 |

биття призводитиме до розбивки посадкових місць. Підвищення шорсткості поверхні призведе до швидшого зношування поверхності

Допуск торцевого биття 0,02 мм щодо бази, що пред'являється до торцевих поверхонь зучасті частини валу з параметром шорсткості Ra 1,25. Відстань між цими поверхнями та стінками корпусу вузла становить не більше 0,05мм і тому більше торцеве биття може призвести до заклинювання та поломки.

Допуск радіального биття 0,02 мм, що пред'являється до вінця зубів валу з параметром шорсткості Ra 1,25 щодо бази В. Підвищення радіального биття призведе до ударів під час роботи зубчастого з'єднання, підвищення шуму, фарбування зубів шестерень і значно знизить термін експлуатації як деталі, що розглядається. так і сполученої з нею шестерні. Зниження шорсткості поверхні вінця зубів призведе до появи задир при роботі деталі та швидкого зношування поверхні.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 13 |

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва – це сумарна характеристика технологічних, організаційних та економічних особливостей машинобудівного виробництва, обумовлена його спеціалізацією, обсягом і сталістю номенклатури виробів, а також формою руху виробів по робочих місцях.

Тип виробництва визначається коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о}$, який дорівнює відношенню всіх різних операцій, виконуваних підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Виконаємо розрахунок $K_{з.о}$ за [3] з урахуванням таких вихідних даних:

- річний обсяг випуску деталей – $N_p = 500$ шт.;
- усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання – $\eta_{з.н} = 0,75$;
- кількість механічних операцій базового технологічного процесу – 3;
- штучний час обробки деталі за операціями $T_{шт}$ – беремо відповідно до норм за базовим технологічним процесом (див. табл. 3.1);
- режим роботи підприємства – у 2 зміни;
- дійсний річний фонд часу роботи обладнання – $F_d = 4015$ год.

Коефіцієнт закріплення операцій розраховується за формулою:

$$K_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum P} \quad (3.1)$$

де O – кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці;

P – кількість робочих на кожній операції.

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання за формулою:

$$m_p = \frac{N_{год} \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}} \quad (3.2)$$

де $\eta_{з.н}$ – усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання за [4], $\eta_{з.н} = 0,75$.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

| № оп. | Найменування операції | $T_{шт, хв}$ | m_p | P | $\eta_{з.ф}$ | O |
|-------|-----------------------|--------------|-------|---|--------------|--------|
| 1 | Токарна з ЧПК | 13,20 | 0,02 | 1 | 0,02 | 21,81 |
| 2 | Токарно-гвинторізна | 7,5 | 0,04 | 1 | 0,04 | 7,4 |
| 3 | Токарно-гвинторізна | 9,3 | 0,03 | 1 | 0,03 | 8,6 |
| 4 | Зубофрезерна | 15,6 | 0,05 | 1 | 0,05 | 28,5 |
| 5 | Зубошліфувальна | 17,9 | 0,06 | 1 | 0,06 | 30,2 |
| 6 | Круглошліфувальна | 20,4 | 0,06 | 1 | 0,06 | 40,1 |
| 7 | Вертикально-фрезерна | 18,1 | 0,05 | 1 | 0,05 | 37,8 |
| Сума: | | | | 7 | | 210,93 |

Кількість робочих на кожній операції обираємо 1 особа.

Фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця по кожній операції визначимо за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = m_p / P \quad (3.3)$$

Кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці, визначимо за формулою:

$$O = \eta_{з.н.} / \eta_{з.ф.} \quad (3.4)$$

В результаті коефіцієнт закріплення операцій за формулою (3.1) дорівнюватиме:

$$K_{з.о.} = \frac{210,93}{7} = 30,08$$

Таким чином умова ($20 < K_{з.о.} < 40$) виконується, що відповідає дрібносерійному типу виробництва.

Визначимо кількість деталей в партії для одночасного запуску у виробництво за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \quad (3.5)$$

де N – річна програма, шт.;

a – періодичність запуску в днях (рекомендовано періодичність 3, 6, 12, 24 дні).

Призначаємо 6 днів.

$$n = \frac{500 \cdot 12}{254} = 42,24 \approx 43 \text{ шт}$$

Аналізуючи програму випуску деталей на рік ($N_p = 500$ шт.) визначимо, що тип виробництва – дрібносерійний.

При дрібносерійному виробництві вироби виготовляють періодично повторюваними партіями або серіями, і порівняно великим обсягом випуску ніж в одиничному типі виробництва.

Дрібносерійне виробництво характеризується досить великою номенклатурою виробів, виготовлених невеликими, періодично повторюваними партіями. У дрібносерійному виробництві використовуються універсальні верстати, верстати з ЧПУ, оснащені як універсальними, так і універсально-складальними і спеціальними пристосуваннями, що дозволяє знизити трудомісткість і собівартість виготовлення виробу.

У дрібносерійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, розподілений на окремі операції, які закріплені за окремими верстатами. Верстатний парк повинен бути спеціалізований в такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва іншої, що кілька відрізняється від першої в конструктивному відношенні. Дрібносерійне виробництво є найбільш поширеним видом виробництва [5].

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|-------------------|------|
| | | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | 16 |

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Один із факторів, який значно впливає на характер технологічного процесу, є технологічність конструкції машини та її деталей. Технологічністю називають сукупність властивостей конструкції, які визначають можливість досягнення оптимальних матеріальних затрат при виробництві, експлуатації та ремонті для заданих показників якості та умов виконання роботи.

Оцінку технологічності конструкції проводимо по якісним показникам. Якісна оцінка проводиться на етапі вивчення конструкції деталі та технологічних вимог на виготовлення та прийом.

Зі сталі 45 виготовляються деталі, що вимагають вищої міцності при середній в'язкості: осі, вали колінчасті та розподільні, кронштейни, штоки, зубчасті колеса, навантажені болти, гайки, шайби.

Матеріал порівняно недорогий і за своїми характеристиками цілком підходить для виготовлення деталі "Вал-шестірня".

Так, розмір $L = 100$ мм заданий з граничним нижнім відхиленням $- 0,04$ мм, а найближчі стандартні значення відхилень такі:

$h7: -0,035$ мм;

$h8: -0,054$ мм;

Нетехнологічними є точні поверхні, обробка яких ведеться в кілька стадій, а значить, вимагає більше часу, великої кількості інструментів, внаслідок чого собівартість їх виготовлення зростає по відношенню до менш точних поверхонь, що не потребують додаткової обробки. До них можна віднести поверхні $\text{Ø}28e8$, $\text{Ø}22n6$.

Нетехнологічним елементом є центральний наскрізний отвір діаметром $\text{Ø}6$ мм. Технологічно те, що отвір є наскрізним, але не технологічно, що довжина отвору ($L = 215$ мм) для такого малого діаметра занадто велика, що ускладнює його одержання.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 21 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

Нетехнологічними є шпонкові пази різної ширини (причому один з пазів - закритий), що вимагають їх отримання різних інструментів.

Нетехнологічним є наявність різних конфігурації канавок для виходу шліфувального кола.

Нетехнологічними елементами є: допуски радіального биття на зовнішні циліндричні поверхні $\varnothing 28e8$, що становить 0,01 мм щодо осі деталі; допуски торцевого биття, що становлять 0,02 мм щодо осі деталі. Все це вимагає застосування точного обладнання (верстатів, різального та вимірювального інструменту).

Не технологічними є поверхні $\varnothing 28e8$, у яких низька шорсткість $Ra = 0,32$ мкм, поверхня вінців зубів з шорсткістю $Ra = 1,25$ мкм, оскільки вимагають застосування додаткових дорогих операцій.

Технологічним є можливість застосування раціонального та продуктивного способу обробки.

Загалом деталь досить технологічна, допускає застосування високопродуктивних режимів обробки, має хороші базові поверхні для початкових операцій та досить проста за конструкцією.

Також на кресленні є допуски розташування, а саме допуски торцевого биття 0,01 мм та співвісності 0,02 мм. Витримування цих допусків також несе додаткову трудомісткість в обробку, що нетехнологічно.

Враховуючи всі ці фактори, можна стверджувати, що технологічність деталі знижена.

В цілому ж конструкція деталі технологічна і більшого вдосконалення, ніж це вже зроблено у кресленні без шкоди для службового призначення деталі і виробу, на даному етапі розвитку науки і техніки запропонувати неможливо.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 22 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

ТМ 22510171–00 ПЗ

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ І РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Проектування заготівлі одна із найважливіших етапів побудови технологічного процесу.

Розглянемо два варіанти способів одержання заготівлі для деталі "Вал-шестірня". Першим варіантом є отримання заготовки вільним куванням на молотах, так як це проводиться в базовому технологічному процесі (при одиничному виробництві). Заготівля була кільцем із зовнішнім діаметром 190 ± 5 мм, внутрішнім діаметром 80 ± 5 мм і товщиною 50 ± 3 мм. Маса цієї заготівлі складає 13 кг. Після отримання заготовки вводилася чорнова обдирка заготовки з припуском 3-4 мм на токарній операції.

Другим варіантом розглянемо спосіб отримання заготовки штампуванням на КГШП. «Це точніший метод, при якому припуски мінімальні, витрата матеріалу менша, а отже він може виявитися економічно вигідним в умовах дрібносерійного виробництва, тому що не буде потрібно чорнова обдирка, як це було в базовому технологічному процесі».

Розрахуємо розміри заготовки за другим варіантом за стандартом та визначимо її масу.

Орієнтовну розрахункову масу поковки визначаємо за формулою:

$$G_{II} = m_o \cdot K_p, \quad (5.1)$$

де $K_p = 1,6$ – коефіцієнт визначення орієнтовної маси поковки [3] визначено залежно від конфігурації деталі (деталь типу фланця, шестерні);

$$G_{II} = 1,6 \cdot 1,6 = 2,56 \text{ кг}.$$

Клас точності - визначаємо по [3,] приймаємо Т4.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|-------------------|------|
| | | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | 23 |

Група сталі - визначаємо [3] приймаємо МЗ (залежно від хімічного складу).

Визначаємо розрахункову масу описуючої фігури за формулою:

$$G\phi = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot \rho, \quad (5.2)$$

де $D = 164$ мм – діаметр фігури;

$H = 40$ мм – висота фігури;

$\rho = 0,00785$ г/мм³ - густина.

$$G\phi = \frac{\pi \cdot 164^2}{4} \cdot 40 \cdot 0,00785 = 6632 \text{ г} = 6,63 \text{ кг}$$

Визначаємо ступінь складності з відношення 0,38, що [3] відповідає ступеня складності С2.

Конфігурація поверхні роз'єму штампу – П (плоска).

Вихідний індекс по [3] – 16.

Основні припуски на бік визначаємо [3].

Вибираємо додаткові припуски, що враховують:

- Зміщення по поверхні роз'єму штампу - 0,3 мм [3];
- вигнутість та відхилення від площинності та прямолінійності – 0,6 мм [3];
- Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору щодо зовнішнього контуру поковки – 2 мм [3].

Штампувальні ухили вибираємо по [3]:

- по зовнішній поверхні 5°
- по внутрішній поверхні 7°.

Визначаємо розміри поковки:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 24 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

Таблиця 5.1-Розрахунок розмірів поковки

| Номінальний розмір, мм | Основний припуск | Додатковий припуск | Допуск | Розрахунок розміру | Кінцевий розмір поковки, мм |
|------------------------|------------------|--------------------|--------|------------------------------------|-----------------------------|
| 32 | 7 | - | ± 2 | $(-0,75 \cdot 7 + 1,25 \cdot 7)$ | 35,5±2 |
| 100 | 7 | - | ± 4 | $(0,75 \cdot 7 + 0,75 \cdot 7)$ | 110,5±4 |
| 43 | 5 | - | ± 2 | $(-0,75 \cdot 7 + 0,75 \cdot 5)$ | - |
| 23 | 5 | - | ± 2 | $(-0,752 \cdot 5 + 0,752 \cdot 5)$ | - |
| 17 | 5 | - | ± 2 | $(-0,752 \cdot 5 + 0,752 \cdot 5)$ | - |
| 215 | 7 | - | ± 5 | $(1,25 \cdot 7 + 1,25 \cdot 7)$ | 232,5±5 |
| Ø28 | 5 | 3 | ± 2 | (5+3) | Ø36±2 |
| Ø71,5 | 7 | - | ± 2 | 7 | Ø78,5±2 |
| Ø22 | 3 | 2 | ± 2 | (3+2) | - |
| M16 | 3 | 2 | ± 2 | (3+2) | - |

Маса заготівлі було визначено на ЕОМ навіщо було побудовано тривимірну модель заготівлі та обраний матеріал. Маса заготівлі становила 3,8 кг.

Визначаємо собівартість заготівки, що виготовляється на КГШП за формулою:

$$S_{\text{заг}} = (S_M * M_3 * K_c * K_B * K_M * K_{\Pi}) - (M_3 - M_D) * S_{\text{відх}} \quad (5.1)$$

де S_M – базова вартість 1 кг заготівки, $S_M = 250$ грн./кг;

$S_{\text{відх}}$ – вартість відходів, $S_{\text{відх}} = 15$ грн/кг;

K_T – коефіцієнт, що залежить від точності; $K_T = 1,0$;

K_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності $K_c = 0,8$;

K_B – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу $K_B = 1,1$;

K_M – коефіцієнт, що залежить від маси заготівки, $K_M = 0,85$;

K_{Π} – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготівки, $K_{\Pi} = 1,0$;

Таким чином,

$$S_{\text{заг}} = (250 * 3,8 * 1 * 0,8 * 1,1 * 0,85 * 1) - (3,8 - 1,6) * 15 = 612 \text{ грн.}$$

І для порівняння порахуємо собівартість заготовки, що виготовляється ковкою на молотах.

Визначаємо собівартість заготовки з прокату за формулою 5.1, де:

де S_M – базова вартість 1 кг заготовки, $S_M = 180$ грн./кг;

$S_{\text{відх}}$ – вартість відходів, $S_{\text{відх}} = 15$ грн/кг;

K_T – коефіцієнт, що залежить від точності; $K_T = 1,0$;

K_C – коефіцієнт, що залежить від групи складності $K_C = 0,8$;

K_B – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу $K_B = 1,1$;

K_M – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_M = 0,85$;

K_P – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_P = 1,0$;

$$S_{\text{заг}} = (180 * 8 * 1 * 0,8 * 1,1 * 0,85 * 1) - (8 - 1,6) * 15 = 810 \text{ грн.}$$

Таким чином бачимо, що $K_{M1} > K_{M2}$, $S_{\text{заг1}} < S_{\text{заг2}}$.

На підставі отриманих результатів, можна зробити висновок: отримання заготовок отриманих на КГШП вигідніше, тому що собівартість заготовки нижче, а форма заготовки максимально наближена до форми деталі.

Згідно [10], вибираємо $\varnothing 32 (+0,2; -0,5)$ мм.

Призначаємо технічні вимоги на виготовлення заготовки:

1. Штампувальний ухил зовнішніх поверхонь не більше 7° у бік збільшення розмірів.

2. Поковка: група III по ДСТУ 25054-2010.

3. Розшарування не допускаються.

4. Невказані граничні відхилення розмірів за II групою ДСТУ 7505-2009.

Ескіз заготовки представлено на рис. 5.1.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 26 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

ТМ 22510171–00 ПЗ

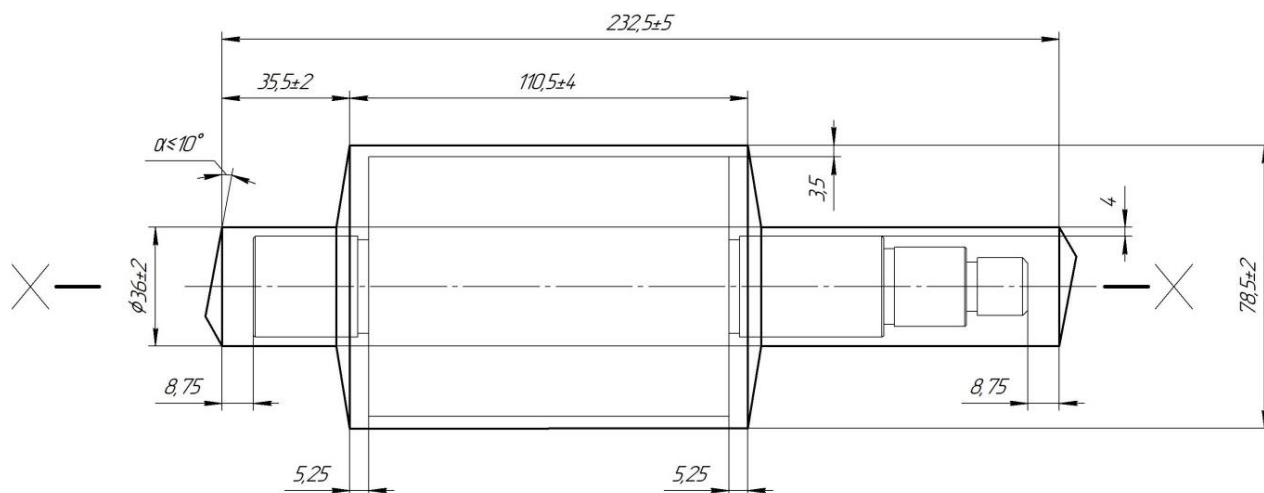


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ТМ 22510171–00 ПЗ

Лист

27

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Аналітичний метод визначення припусків базується на аналізі виробничих похибок, що виникають при конкретних умовах обробки заготовки.

Згідно завдання проводиться розрахунок припусків аналітичним методом для зовнішньої поверхні тіла обертання Ø28e8.

Розрахункова формула для знаходження припуску зовнішньої циліндричної поверхні має вигляд:

$$2z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (6.1)$$

де $R_{z_{i-1}}$ – величина мікронерівностей поверхні отриманої на попередній операції (переході);

T_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ρ_{i-1} – величина просторового відхилення форми поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ε_i – похибка на виконуваний операції (переході).

Перераховані показники є величинами табличними окрім ρ_{i-1} , яка розраховується як $\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{\text{экс}}^2 + \rho_{\text{см}}^2} = 1000$ мкм, а ρ_{i-1} знаходиться в відсотковому відношенні від $\rho_{заг}$ тоді $\rho_{\text{черн}} = \rho_{заг} k_y$, де $k_y = 0,04-0,06$, в залежності від переходу.

Знайдемо для кожного з переходів:

$$\rho_{\text{чер}} = 1000 \cdot 0,06 = 60 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{н/ч}} = 1000 \cdot 0,05 = 50 \text{ мкм.}$$

Похибка встановлення на стадії обробки:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 28 |

- для переходу чорнове точення $E_y = 500$ мкм [4];
- для переходу напівчистове точення $E_y=100$ мкм, а переходу чистове точення $E_y=0$ мкм оскільки цей перехід виконується без переустановки на токарної чистової операції.

Вихідні дані вводимо в програму на ЕОМ, яка здійснює розрахунок припусків та міжопераційних розмірів та здійснює роздрук (додаток Б). На основі цієї роздрукованки будемо схему розташування припусків та допусків (рис. 6.1), яку також розміщуємо і на кресленні заготовки.

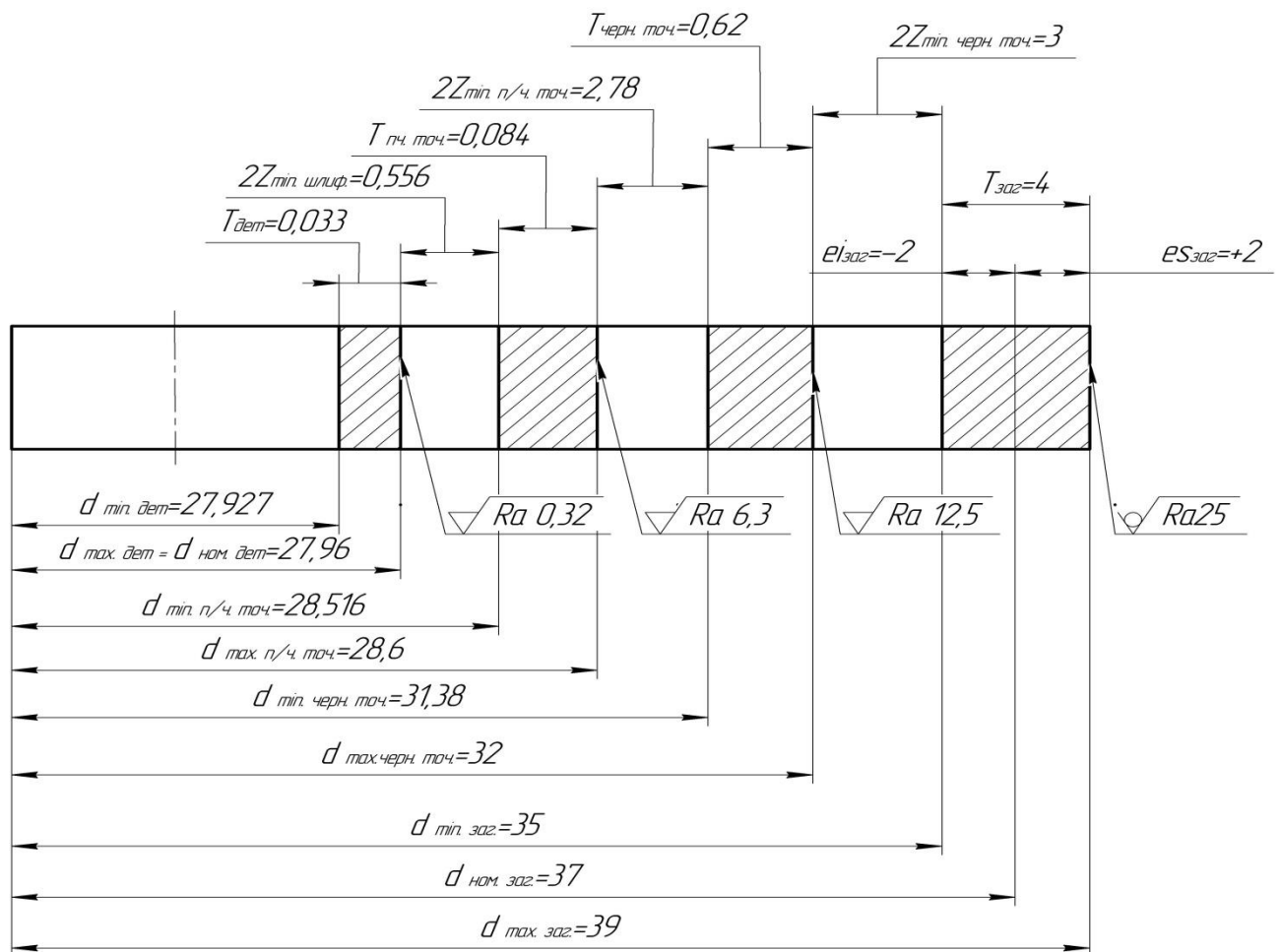


Рисунок 6.1 – Схема розміщення припусків $\varnothing 28e8$

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки

Для розгляду цього пункту дипломного проекту було прийнято три операції базового технологічного процесу:

- операція 015 токарна з ЧПУ;
- Операція 085 вертикально - фрезерна з ЧПУ.

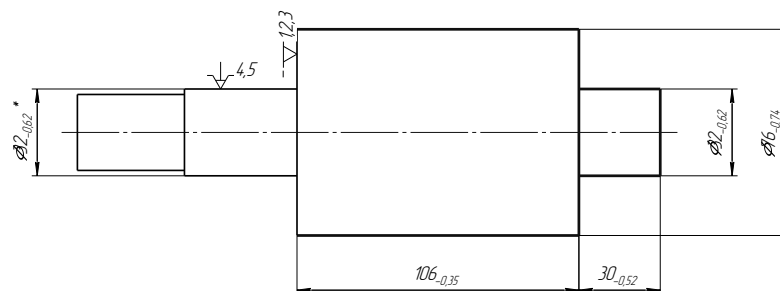
На операції 015 токарна з ЧПУ заготівлю можна базувати кількома способами.

На цій операції виконується чернова обробка деталі та підготовка технологічних баз. Обробка ведеться за два установи.

Перша схема базування установ А:

Деталь позбавляється п'яти ступенів волі. Мають місце настановна база (точки 1, 2, 3), яка позбавляє трьох ступенів свободи, та подвійна опорна база (точки 4, 5), яка позбавляє двох ступенів свободи.

Установ А



Установ Б

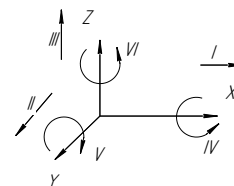
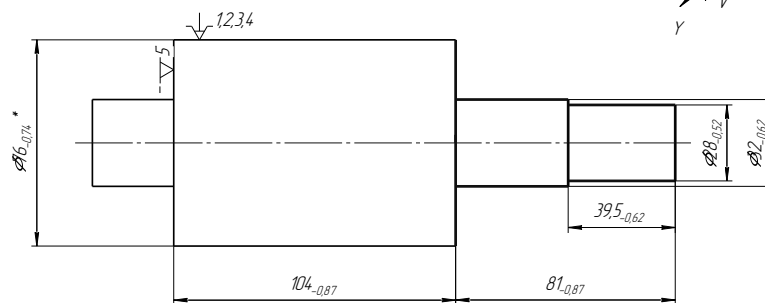


Рисунок 6.2 - Схема базування за варіантом 1

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171-00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 30 |

Друга схема базування установ Б:

Деталь позбавляється п'яти ступенів волі. Мають місце подвійна напрямна база (точки 1, 2, 3, 4), яка позбавляє чотирьох ступенів свободи, та опорна база (точка 5), яка позбавляє одного ступеня свободи.

Таблиця 6.8 - Порівняльна таблиця похибок базування

| Перша схема базування | Друга схема базування |
|---|---|
| Установ А | |
| $\varepsilon_{106} = 0$ | $\varepsilon_{106} = 0$ |
| $\varepsilon_{30} = T_{106} = 0,35 \text{ мм} < T_{30} = 0,52 \text{ мм}$ | $\varepsilon_{30} = T_{106} = 0,35 \text{ мм} < T_{30} = 0,52 \text{ мм}$ |
| Установ Б | |
| $\varepsilon_{104} = 0$ | $\varepsilon_{39,5} = T_{215} = 0,46 \text{ мм} < T_{39,5} = 0,62 \text{ мм}$ |
| $\varepsilon_{81} = T_{104} = 0,87 \text{ мм} = T_{81} = 0,87 \text{ мм}$ | $\varepsilon_{215} = 0$ |
| $\varepsilon_{39,5} = T_{104} + T_{81} = 0,87 + 0,87 = 1,74 \text{ мм}$ | $\varepsilon_{104} = T_{30} = 0,52 \text{ мм} < T_{104} = 0,87 \text{ мм}$ |
| $\varepsilon_{39,5} = 1,74 > T_{39,5} = 0,62 \text{ мм}$ | |

Як видно з порівняльної таблиці найбільш точною є друга схема базування, отже для подальших розрахунків приймається друга схема базування.

Аналіз та обґрунтування схеми базування та закріплення заготовлі на операції № 085 Вертикально-фрезерна з ЧПУ

Ця операція і двох переходів. На першому переході виконується обробка першого паза шпонки, на другому переході виконується обробка другого паза.

На операції 085 Фрезерна з ЧПУ заготовлю можна базувати декількома способами (рис. 6.5 та 6.6).

Аналіз та обґрунтування першої схеми базування та закріплення заготовлі.

За цієї схеми базування деталь позбавляється п'яти ступенів свободи. Мають місце подвійна напрямна база (точки 1, 2, 3, 4), яка позбавляє чотирьох ступенів свободи, та опорна база (точка 5), яка позбавляє одного ступеня свободи.

Розрахунок похибок базування.

Похибка базування лінійного розміру $l = 18,5$:

$$\varepsilon_{\sigma_{18,5}} = \frac{T_{22}}{2} \left(\frac{1}{\sin 90^\circ / 2} - 1 \right); \quad (6.10)$$

$$\varepsilon_{\sigma_{18,5}} = \frac{0,013}{2} \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,0027 \text{ мм.}$$

$$T_{18,5} = 0,4 \text{ мм}$$

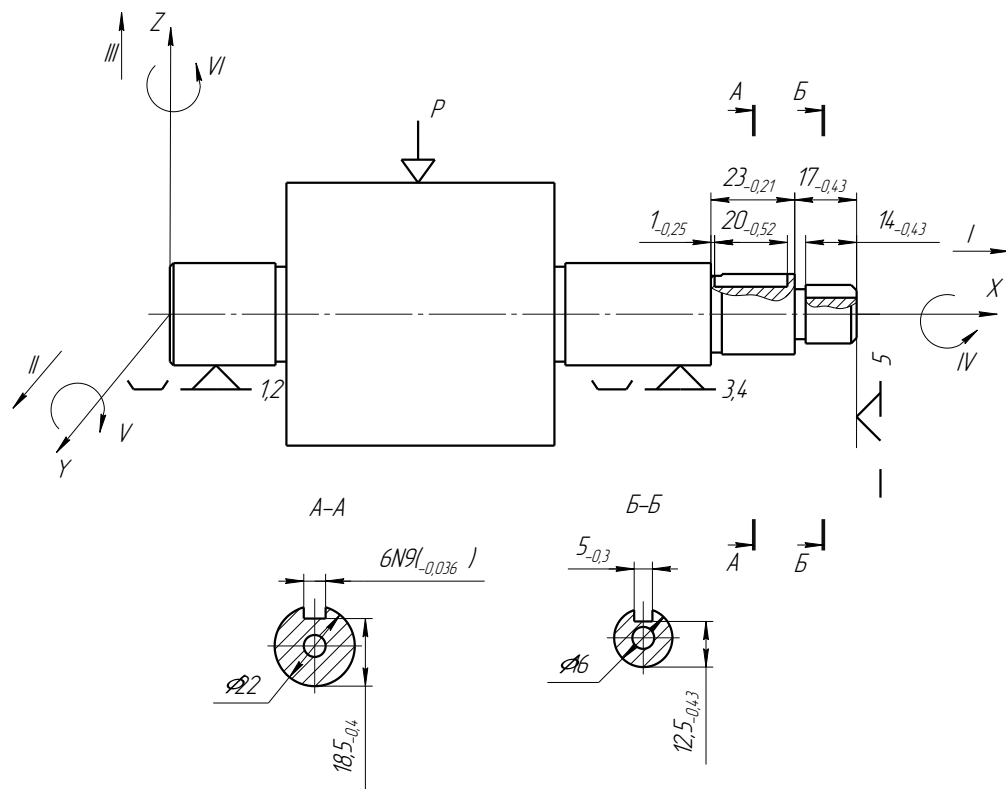


Рисунок 6.6 - Схема базування за варіантом 1

За достатньої точності базування має виконуватися умова:

$$\varepsilon_{\sigma_{18,5}} \leq T_{18,5}. \quad 0,0027 < 0,4 - \text{отже, точність базування достатня.}$$

Похибка базування лінійного розміру $l = 20$:

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} = T_{17} + T_{23} + T_1; \quad (6.11)$$

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} = 0,18 + 0,21 + 0,1 = 0,49 \text{ мм.}$$

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

ТМ 22510171-00 ПЗ

Лист

33

$$T_{20} = 0,52 \text{ мм.}$$

За достатньої точності базування має виконуватися умова:

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} \leq T_{20}. \quad 0,49 \leq 0,52 - \text{отже, точність базування достатня.}$$

Похибка базування лінійного розміру $l = 12,5$:

$$\varepsilon_{\sigma_{12,5}} = \frac{0,011}{2} \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,0023 \text{ мм.}$$

$$T_{12,5} = 0,43 \text{ мм}$$

За достатньої точності базування має виконуватися умова:

$$\varepsilon_{\sigma_{12,5}} \leq T_{18,5}. \quad 0,0027 < 0,4 - \text{отже, точність базування достатня.}$$

Похибка базування лінійного розміру $l = 14$: $\varepsilon_{\sigma_{14}} = 0$

Похибка базування лінійного розміру $l = 1$:

$$\varepsilon_{\sigma_1} = T_{17} + T_{23} = 0,18 + 0,21 = 0,39 \text{ мм.} \quad (6.4)$$

За достатньої точності базування має виконуватися умова:

$\varepsilon_{\sigma_1} \leq T_1. \quad 0,39 > 0,25 - \text{отже, точність базування недостатня і можливий шлюб при обробці.}$

Аналіз та обґрунтування другої схеми базування та закріплення заготівлі

За цієї схеми базування деталь позбавляється п'яти ступенів свободи. Мають місце подвійна напрямна база (точки 1, 2, 3, 4), яка позбавляє чотирьох ступенів свободи, та опорна база (точка 5), яка позбавляє одного ступеня свободи.

Розрахунок похибок базування.

Похибка базування лінійного розміру $l = 18,5$:

$$\varepsilon_{\sigma_{18,5}} = \frac{0,013}{2} \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,0027 \text{ мм.}$$

$$T_{18,5} = 0,4 \text{ мм}$$

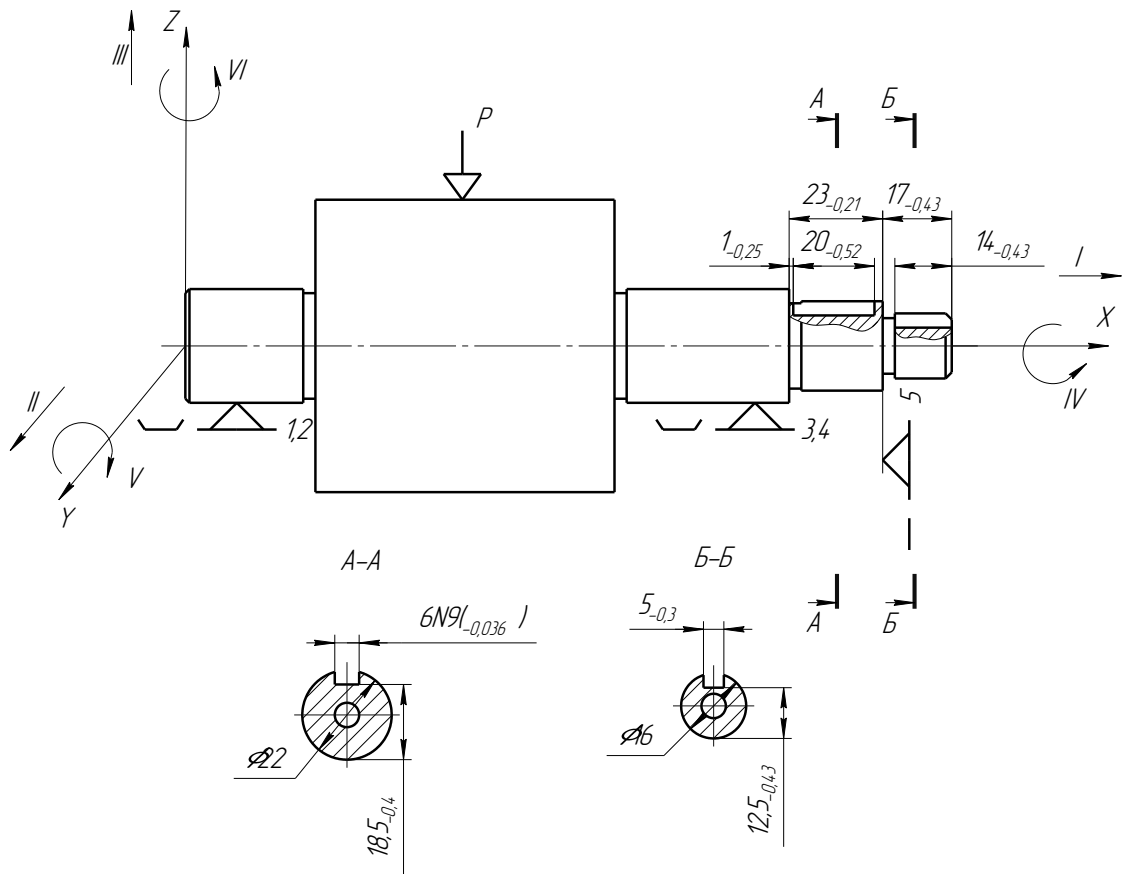


Рисунок 6.8 - Схема базування за варіантом 2

При достатній точності базування має виконуватися умова:
 $\varepsilon_{\sigma_{18,5}} \leq T_{18,5}$. $0,0027 < 0,4$ - отже, точність базування достатня.

Похибка базування лінійного розміру $l = 20$:

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} = T_{23} + T_1; \quad (6.15)$$

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} = 0,21 + 0,1 = 0,31 \text{ мм.}$$

$$T_{20} = 0,52 \text{ мм.}$$

За достатньої точності базування має виконуватися умова:

$$\varepsilon_{\sigma_{20}} \leq T_{20}. \quad 0,31 \leq 0,52 - \text{отже, точність базування достатня.}$$

Порівнявши схеми базування заготовок, приймаємо другий метод базування, т.к. він є точнішим. При першому способі базування та закріплення можливий брак.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

Металорізальний станок вибирається виходячи з вимог до якості поверхні, яку необхідно отримати, необхідної потужності двигунів, габаритів, типу виробництва, кількості інструментів на даній операції.

Таблиця 6.5 – Технічна характеристика верстата моделі HAAS ST-1

| Параметри | Чисельні дані |
|--|----------------|
| Найбільший діаметр обробленої заготовки, мм: | |
| - над передньою захисною стінкою | 650 |
| - над супортом | 290 |
| Найбільший діаметр прутка, що проходить через отвір шпинделю, мм | 58 |
| Найбільша довжина обробленої заготовки, мм | 1262 |
| Частота обертання шпинделю, об/хв | 0-3000 |
| Кількість швидкостей шпинделю | б/р |
| Подача супорта, мм/хв: | |
| - повздовжня | 14 м / хв |
| - поперечна | 14 м / хв |
| Кількість ступенів подач (регулювання без сходинок) | б/р |
| Потужність електричного двигуна головного привода, кВт | 18 |
| Габаритні розміри l x b x h, мм | 3089x2405x2320 |
| Маса, кг | 6268 |

Для операції фрезерної з ЧПК пропонуємо використовувати металорізальний верстат моделі HAAS VF-2.

Верстати типу HAAS VF-2 призначені для ведення чорнової та чистової обробки плоских циліндричних, кільцевих поверхонь торцевими, кінцевими та спеціальними фрезами, а також свердління отворів та нарізання різей мітчиками.

Технічна характеристика верстата:

Розміри робочої поверхні столу, мм 850x650;

Виліт шпинделя, мм 100

Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні столу, мм 800

Найбільша маса оброблюваного виробу, кг 500

Найбільше переміщення столу:

- Поздовжнє, мм 680

- Поперечне, мм 540

Частота обертання шпинделя (безступінчасте через 1), об / хв 1 - 8000

Подача:

- Шпинделя, мм / хв 1 - 4000

- Стола, мм / хв 1 - 4000

Дискретність відліку координат по осях, мм 0,001

Точність установки координат, мм 0,001

Число Т-подібних пазів 5

Ширина паза, мм 18

Конус шпинделя ISO40

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт 8,5

Габаритні розміри, мм 2270x2100x2310

Маса, кг 3300.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Для встановлення та закріплення деталі «Вал-шестірня» на операції 015 як пристосування використовуємо спеціальний пристрій - трикулачковий патрон з розточеними на Ø170мм і довжину 30 мм кулачками. Патрон із пневматичним приводом. Трикулачковий патрон був обраний з огляду на дрібносерійний тип виробництва.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 37 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

ТМ 22510171–00 ПЗ

Для обробки заданих поверхонь на операції застосовуємо такі різальні інструменти:

- різець прохідний завзятий MCLNR2525K12 з BK8 – для точення зовнішніх поверхонь та підрізання торців;

- різець розточувальний прохідний упорний S25MCLNR з BK8 – для розточування внутрішніх поверхонь та підрізування торців.

Допоміжні інструменти для цієї операції не потрібні так як всі ріжучі інструменти безпосередньо встановлюються в різцетримач верстата.

Для контролю розмірів на операції 015 – токарна з ЧПУ застосовуємо універсальний шкальний мір'яльний інструмент, а саме штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1, застосування якого обумовлено дрібносерійним типом виробництва. Одним інструментом можна проконтролювати всі розміри.

Інструмент був підібраний з умови, щоб ціна поділу була меншою за 0,33 найменшого допуску розміру на цій операції, контрольованого штангенциркулем. Ціна поділу штангенциркуля 0,1 мм, а третина допуску на контрольований розмір 0,143 мм (розмір 14(+0,215;-0,215) мм), що задовольняє умову.

Для встановлення та закріплення деталі на операції 085 як пристосування використовуємо спеціальний пристосування, яке буде розроблятися надалі.

Для обробки заданих поверхонь на операції застосовуємо такі різальні інструменти:

- фреза кінцева 2223-3385 BK8 – для обробки паза.

Усі поверхні цієї операції обробляються начорно (по 14-му квалитету), тому, враховуючи матеріал деталі відповідно до рекомендаціями щодо вибору інструментального матеріалу [5] були прийняті вище зазначені інструментальні матеріали з покриттям їх робочих частин нітридом титану TiN.

Для цієї операції також передбачаємо допоміжні інструменти (оправлення та перехідні втулки для кріплення різальних інструментів у шпинделі верстата), а саме патрон 191113050.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 38 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

Для контролю розмірів на операції 030 застосовуємо універсальний вимірювальний шкальний інструмент а саме штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1, шаблон спеціальний для контролю радіуса.

Застосування даних інструментів економічно обґрунтовано у дрібносерійному виробництві, оскільки вони універсальні (крім шаблону) і дозволяють проконтролювати розміри всієї межі виміру з однаковою точністю. Тобто можна контролювати різні розміри з межі виміру штангенциркуля.

6.5 Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання проводиться на одній поверхні – Ø32-0,62, інших поверхонь визначається табличним способом.

Необхідно:

- Вибрати різальний інструмент (різець): його конструкцію, марку матеріалу ріжучої частини, геометричні параметри ріжучої частини;

- Призначити період стійкості інструментів;

- Призначити режим різання;

Розрахунок режимів різання:

1. Призначаємо глибину різання.

Припуск на бік:

$$\Delta = \frac{D - d}{2} = \frac{36 - 32}{2} = 2 \text{ мм}, \quad (6.15)$$

де D – діаметр поверхні заготівлі, мм;

d – діаметр поверхні деталі, мм.

Обробка буде проводитись за один прохід. Слідча глибина різання дорівнюватиме припуску на бік:

$$t = \Delta = 2 \text{ мм.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 39 |

2. Вибір подачі по [5].

Для цих умов обробки рекомендований діапазон подач $S_T=0,4\dots0,5$ мм/об.
Оскільки жорсткість верстата досить висока, приймаємо $S_T=0,5$ мм/об.

3. Розрахунок швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_v \quad (6.16)$$

де $C_v = 250$ коефіцієнт [5];

$x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$; показники ступенів [5];

$T = 90$ хв - стійкість різця по [5].

K_v - загальний коефіцієнт поправки на швидкість різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \quad (6.17)$$

$K_{pv} = 0,8$ - поправочний коефіцієнт враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання по [5];

$K_{iv} = 1,0$ поправочний коефіцієнт враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання [5];

$$K_v = 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,92$$

За формулою 14 визначається швидкість різання:

$$v_p = \frac{250}{90^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,92 = 97,25 \text{ м/хв.}$$

5. Розрахунок частоти обертання шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} \quad (6.19)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 97,25}{3,14 \cdot 36} = 860,3 \text{ об/хв}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 40 |

Коригування частоти обертання шпинделя за паспортними даними верстата та встановлення фактичної частоти обертання: $n_d = 800$ об/хв.

6. Справжня швидкість (м/хв) головного руху різання

$$v_\delta = \frac{\pi D n_\delta}{1000} \quad (6.20)$$

$$v_\delta = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 800}{1000} = 90,43 \text{ м/хв.}$$

7. Розрахунок сили різання P_z за формулою [5]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (6.21)$$

де $C_p = 300$ коефіцієнт [5];

$x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$; показники ступенів [5];

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (6.22)$$

$K_{\phi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, K_{rp} - поправочні коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів різальної частини інструменту на складові сили різання при обробці сталі та чавуну [5]:

$$K_{\phi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = 0,89 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,93 = 0,74$$

За формулою розрахунок осьової сили різання P_z :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 90,432^{-0,15} \cdot 0,74 = 1358,64 \text{ Н.}$$

8. Розрахунок потрібної потужності на різання за формулою:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 41 |

$$N_p = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60}, \quad (6.24)$$

$$N_p = \frac{1358,64 \times 90,432}{1020 \times 60} = 2,0076 \text{ кВт.}$$

Обробка можлива, оскільки $N_p=2,0076 \text{ кВт} < N_{ст}$ ($N_{ст}=N_d \cdot \eta=10 \cdot 0,8=8 \text{ кВт}$).

9. Основний час розраховується як приватна відстань, пройдена різцем з урахуванням врізання та перебігу до хвилинної подачі:

$$T_o = \frac{l_{px}}{S_m}; \quad (6.25)$$

Довжина робочого ходу:

$$l_{px} = l_{ep} + l_{нов} = 3 + 30 = 33 \text{ мм} \quad (6.26)$$

Хвилинна подача розраховується як добуток оборотної подачі на число оборотів:

$$S_m = S_o \cdot n = 0,5 \cdot 800 = 400 \text{ мм/хв} \quad (6.27)$$

Підставивши значення у формулу підрахунку основного часу отримаємо:

$$T_o = \frac{33}{400} = 0,0825 \text{ хв.}$$

Режими різання та норми часу для інших поверхонь, що обробляються на даній операції № 015 «Токарна з ЧПУ», наведено в таблиці 6.16.

Також у даному пункті проводимо розрахунок режимів різання на операції 085 – вертикально-фрезерна з ЧПУ. Причому розрахунок режимів різання аналітичним методом робимо на основний перехід фрезерування паза [5], і зводимо в таблицю 6.16.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 42 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Вихідні дані.

На вертикально-фрезерному верстаті з ЧПУ кінцевою фрезою фрезерувати шпонковий паз. Ширина паза $b = 5$ мм, глибина паза $h = 3,5$ мм, довжина паза $l = 14$ мм. Матеріал, що обробляється - сталь 45 ГОСТ 1050-88 з межею міцності $\sigma_b = 650$ МПа, твердістю НВ 197. Заготівля - поковка. Обробка з охолодженням емульсією.

Необхідно:

- Вибрати різальний інструмент (кінцеву фрезу): його конструкцію, марку матеріалу різальної частини, геометричні параметри різальної частини.
- Призначити період стійкості інструменту;
- Призначити режим різання.

Розрахунок:

1. Вибір кінцевої фрези, її геометричних властивостей.

Приймаємо фрезу кінцеву з нормальним зубом із ВК8 [5]. Діаметр фрези приймаємо рівним ширині паза $D = b = 5$ мм; число зубів фрези $z = 4$; довжина ріжучої частини $l = 13$ мм; загальна довжина фрези $L=47$ мм. Геометричні параметри фрези [8]: $\gamma = 15^\circ$, $\alpha = 14^\circ$, $\varphi_1 = 3^\circ$.

2. Глибина різання.

При фрезеруванні пазів кінцевою фрезою глибиною різання вважається ширина паза. У разі $t = b = 5$ мм.

Так як обробка ведеться за один прохід, шириною фрезерування є глибина паза $B = h = 3,5$ мм.

3. Призначення подачі зуб фрези.[8]

Для фрезерування сталі $D = 5$ мм, $z = 4$ і $h = 3,5$ мм приймаємо подачу на зуб $S_z = 0,2$ мм/зуб.

4. Призначення періоду стійкості фрези [5].

Для кінцевої фрези діаметром $D = 20$ мм із швидкорізальної сталі Р6М5 рекомендований період стійкості $T = 80$ хв.

5. Розрахунок швидкості різання.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 43 |

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v \quad (6.21)$$

де $C_v = 46,7$ коефіцієнт [5];

$m = 0,33$; $x = 0,5$; $y = 0,5$; $u = 0,1$; $p = 0,1$; $q = 0,45$; показники ступенів [5];

$T = 90$ хв - стійкість фрези по [5];

За формулою визначається швидкість різання:

$$v_p = \frac{46,7 \cdot 5^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 5^{0,5} \cdot 0,2^{0,5} \cdot 3,5^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,91 = 15,09 \text{ м/мин.}$$

6. Розрахунок частоти обертання шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} \quad (6.24)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 15,09}{3,14 \cdot 5} = 961 \text{ об/хв}$$

Коригування частоти обертання шпинделя за паспортними даними верстата та приймаємо найближчу меншу фактичну частоту обертання $n_\partial = 800$ об/хв.

7. Справжня швидкість (м/хв) головного руху різання

$$v_\partial = \frac{\pi D n_\partial}{1000} \quad (6.25)$$

$$v_\partial = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 800}{1000} = 12,56 \text{ м/хв.}$$

8. Розрахунок сили різання.

Головна складова сили різання при фрезеруванні – окружна сила, Н:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 44 |

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (6.26)$$

де $C_p = 68,2$ – коефіцієнт по [5]

$x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$ – показники ступеня за [5];

K_{mp} - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості матеріалу, що обробляється:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n \quad (6.27)$$

де $n = 0,33$ – показник степеню по [5]

$$K_{mp} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,33} = 0,954$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 3,5^{1,0} \cdot 4}{5^{0,86} \cdot 800} \cdot 0,928 = 0,65 \text{ Н.}$$

9. Розрахунок моменту, що крутить, при фрезеруванні.

Формула для розрахунку крутного моменту при фрезеруванні:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} \quad (6.28)$$

де $D = 5$ – діаметр фрези.

$$M_{кр} = \frac{0,65 \cdot 5}{2 \cdot 100} = 0,016 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

11. Розрахунок основного часу.

Основний час розраховується як відношення відстані, пройденої фрезою з урахуванням врізання до хвилинної подачі:

$$T_o = \frac{L}{S_m}; \quad (6.31)$$

де

$$L = l + y; \quad (6.32)$$

де l – довжина паза, що обробляється, $l = 14$ мм;

y – величина врізання визначається за формулою:

$$y = \frac{D}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм} \quad (6.33)$$

Хвилинна подача розраховується за формулою:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n = 0,2 \cdot 4 \cdot 800 = 640 \text{ мм} \quad (6.34)$$

Підставивши значення у формулу підрахунку основного часу отримаємо:

$$T_o = \frac{14 + 2,5}{640} = 0,025 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.16 - Результати нормування

| Найменування операції | Перехід | t | S | V _ф | n _ф | T _о |
|-----------------------|---------------------|------|-------|----------------|----------------|----------------|
| | | мм | мм/хв | м/хв | об/хв | |
| 085 Фрезерна з ЧПК | Фрезерування паза 1 | 5 | 300 | 19,6 | 1250 | 1,1 |
| | Фрезерування паза 2 | 6 | 220 | 18,8 | 1000 | |
| 015Токарна з ЧПК | Установ А | | | | | 1,33 |
| | Точіння РИ№1 | 5 | 200 | 99,56 | 500 | |
| | Точіння РИ№2 | 2 | 400 | 90,43 | 800 | |
| | | 1,25 | 250 | 124,1 | 500 | |
| | Установ Б | | | | | |
| | Точіння РИ№1 | 5 | 200 | 99,56 | 500 | |
| | Точіння РИ№2 | 2 | 400 | 90,43 | 800 | |
| 2 | | 400 | 80,38 | 800 | | |

6.6. Технічне нормування операції

Технічне нормування операцій здійснюємо по вибору з відповідної літератури норм допоміжного часу [7].

Визначаємо допоміжний час, для операції, за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{уп} + T_{вим}, \quad (6.16)$$

де $T_{уст} = 3,5$ хв - час на установку і зняття заготовки [5];

$T_{уп} = 2,2$ - допоміжний час з управління верстата [5];

$T_{вим} = 0,7$ хв - час на вимірювання [5].

$$T_d = 3,5 + 2,2 + 0,7 = 6,4 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \quad (6.17)$$

$$T_{оп} = 1,33 + 6,4 = 7,73 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу [5]:

$$T_{доп} = T_{оп} 4\% = 7,73 \cdot 0,04 = 0,36 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_v. \quad (6.18)$$

$$T_{шт} = 7,73 + 0,36 = 8,09 \text{ хв.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 47 |

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}}/N, \quad (6.19)$$

де $T_{\text{пз}} = 30$ хв - підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою, кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 43$ шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{\text{шт-к}} = 8,09 + 30/43 = 8,77 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час, для операції вертикально-фрезерна з ЧПК, за формулою:

де $T_{\text{уст}} = 1,1$ хв - час на установку і зняття заготовки (на один установ) [5];

$T_{\text{уп}} = 1,8$ - допоміжний час з управління верстата [5];

$T_{\text{вим}} = 1,5$ хв - час на вимірювання [5].

$$T_{\text{д}} = 1,1 + 1,8 + 1,5 = 4,4 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час за формулою:

$$T_{\text{оп}} = 1,1 + 4,4 = 5,5 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу [5]:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{оп}} \cdot 4\% = 5,5 \cdot 0,04 = 0,21 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 48 |

$$T_{шт} = 5,5 + 0,21 = 5,71 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

де $T_{п.з} = 30$ хв - підготовчо-заключний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 43$ шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 5,71 + 30/43 = 6,24 \text{ хв.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 49 |

7 ПРОЄКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Проектування верстатного пристрою на фрезерно-центрувальну операцію.

В даний час заготовка обробляється на універсальному обладнанні в призмах з ручним зажимом прихватами. Застосування спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість, підвищити якість параметрів операції. Ескіз на дану операцію наведений у попередньому пункті.

Точність розмірів оброблюваних поверхонь.

Точність розмірів. На цій технологічній операції (вертикально-фрезерної) обробляються поверхні з такими розмірами: 20; 14; 18,5-0,4; 12,5; 6N9(-0,036); 5.

Розмір 6N9(-0,036) виконується за IT9 з допуском $T_6 = 36$ мкм. Цей розмір забезпечується інструментом.

Розміри 20, 14, 12,5 та 5 на кресленні задані вільними, отже, згідно з технічними вимогами виконуються за IT14 зі значеннями допусків [17]:

$$T_{20} = 520 \text{ мкм}; T_{14} = 430 \text{ мкм}; T_{12,5} = 430 \text{ мкм}; T_5 = 300 \text{ мкм}.$$

Розмір 18,5-0,4 заданий конструктором на кресленні нетехнологічно, оскільки граничні відхилення не відповідають стандартним значенням. Так, за IT13 для розміру 18,5 граничні відхилення будуть наступними: 18,5h13(-0,35). А за IT14 для розміру 18,5 – 18,5h14(-0,52).

Точність форми. Спотворення форми площинності поверхні 18,5-0,4 характеризується відхилення від площинності і прямолінійності і нормується. Відповідно до нього допуск прямолінійності і площинності приймаємо по [17], він становить 60% від загального допуску на розмір і дорівнюватиме

$$T = 0,6 \cdot 400 = 240 \text{ мкм}.$$

На кресленні не позначені допуски форми, тому приймаємо їх рівними 60% від допуску на розмір, який зумовлює цю поверхню.

Відхилення від площинності торців вала приймаємо в межах допуску на розмір 157, і він становить 60% від поля допуску

$$T_{-, \square} = 0,6 \cdot 780 = 421 \text{ мкм згідно [10] допуск дорівнює 0,421 мм}.$$

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 47 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

По таблиці [10] визначаємо відносну геометричну точність. Для 14 квалітету - 15 ступінь точності.

Порівнюємо отримане значення відхилення від площинності з табличним значенням по [10]. Табличне значення дорівнює 0,4 мм.

Точність розташування оброблюваних поверхонь.

Допуск паралельності до розміру 6N9 становить 60% від загального допуску на розмір $T_{6N9} = 36$ мкм:

$$T = 0,6 \cdot 36 = 21,6 \text{ мкм.}$$

Приймаємо найближче значення із ряду стандартних значень: $T_{II} = 16$ мкм, що відповідає 9-му ступеню точності.

Допуск паралельності до розміру 5 становить 60% від загального допуску на розмір $T_5 = 300$ мкм:

$$T = 0,6 \cdot 300 = 180 \text{ мкм.}$$

Приймаємо найближче значення з ряду стандартних значень: $T_{II} = 160$ мкм, що відповідає 14-му ступеню точності.

Шорсткість оброблюваних поверхонь.

Шорсткість поверхонь, зазначена на кресленні, має такі значення:

- Поверхня 6N9 - Rz 20 (Ra 3,2 мкм);
- Поверхні 20; 14; 18,5-0,4; 12,5; 5 - Rz 40 (Ra 6,3 мкм).

Уточнимо точності параметри поверхонь, що можуть бути базовими.

Точність розмірів базових поверхонь.

На цю операцію заготівля надходить попередньо обробленою. Матеріал заготівлі Сталь 45. Заготівля, що є тіло обертання, цілком жорстка, оброблюваність її задовільна. Має досить розвинені поверхні, які приймаються за базові, до яких можна віднести дві шийки $\varnothing 28e8$ та одну з торцевих поверхонь. Уточнимо точнісні параметри поверхонь, які можуть бути базовими.

Точність розмірів. Діаметральний розмір $\varnothing 28e8$ виконується за IT8 з допуском $T_{28}=30$ мкм.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|-------------------|------|
| | | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | 48 |

Точність форми. Допуск циліндричності та круглості на розмір $\varnothing 28e8$ () на кресленні не заданий, отже він включений до загального допуску на розмір і становить 30%:

$$T = 30 - 0,6 = 9 \text{ мкм.}$$

Найближче стандартне значення допуску становить $T = 16$ мкм, що відповідає 8 ступеня точності.

Точність розташування. До поверхні $\varnothing 28e8$ пред'явлено допуск радіального биття щодо осі деталі, який дорівнює 0,01 мм, що відповідає стандартному значенню.

У проєктованому пристосуванні планується обробляти заготовки з базовими поверхнями саме такими або в межах ± 50 мм розмірів з вказаними параметрами точності. Іншими словами, адаптивні властивості настановних елементів пристосування повинні знаходитися в межах допусків зазначених розмірів.

Складання переліку реалізованих функцій

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.

1. Базування заготовки.
2. Закріплення заготовки.
3. Базування пристосування на верстаті.
4. Закріплення пристосування на верстаті.
5. Підведення і відведення енергоносія.
6. Освіта вихідної сили для закріплення.
7. Управління енергоносієм.
8. Об'єднання функціональних вузлів (корпус).
9. Обробка поверхонь згідно ескізу.
10. Створення безпечних умов праці.

Якість виготовлення деталі великою мірою залежить від правильності встановлення та закріплення заготовки на верстаті. Установка складається з базування, тобто. орієнтації заготівлі щодо виконавчих органів верстата,

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 49 |

інструменту чи траєкторії його переміщення та закріплення, тобто. докладання сил до заготівлі для фіксації положення заготівлі, досягнутого при базуванні.

Поверхня, що використовується для базування, повинна відповідати таким вимогам:

- Великі розміри, геометрично правильна форма;
- Низька шорсткість поверхні (без задирих, напливів, буртиків, залишків литникової системи і т.д.);
- безпосередній розмірний зв'язок з оброблюваною поверхнею, близьке розташування до оброблюваної поверхні;
- відсутність значних деформацій та низької жорсткості базових поверхонь;
- Використання принципу сталості баз;
- можливість простого та зручного закріплення заготівлі

Розробка та обґрунтування схеми базування виконано у розділі 6.2.

Остаточний аналіз структури зв'язків зробимо, побудувавши таблицю односторонніх зв'язків, використовуючи систему координат на рис. 7.1.

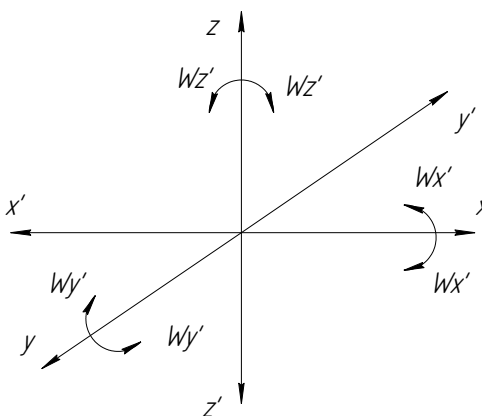


Рисунок 7.1 - Система координат

Таблиця 7.1 – Таблиця односторонніх зв'язків

| Індекс зв'язку | X | X' | Y | Y' | Z | Z' | ω_x | ω'_x | ω_y | ω'_y | ω_z | ω'_z |
|-------------------|---|----|---|----|---|----|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Спосіб реалізації | R | R | R | R | - | - | R | R | R | R | R | R |
| Реакція | R | R | R | R | - | - | R | R | R | R | R | R |

Побудова функціональної структури та загальної компоновання пристосування.

З набору функцій, наведених у п. 2.4, виділимо ті, що реалізуються протягом оперативного часу: 0, 1, 2, 5, 6, 7. Функції 3, 4, 8 впливають на підготовчо-заклучний час; функції 8, 9, 12 прямого впливу на штучний час не мають.

Керуючись нормативами часу, складемо структуру потоку функцій за її послідовної реалізації (рисунок 7.3).

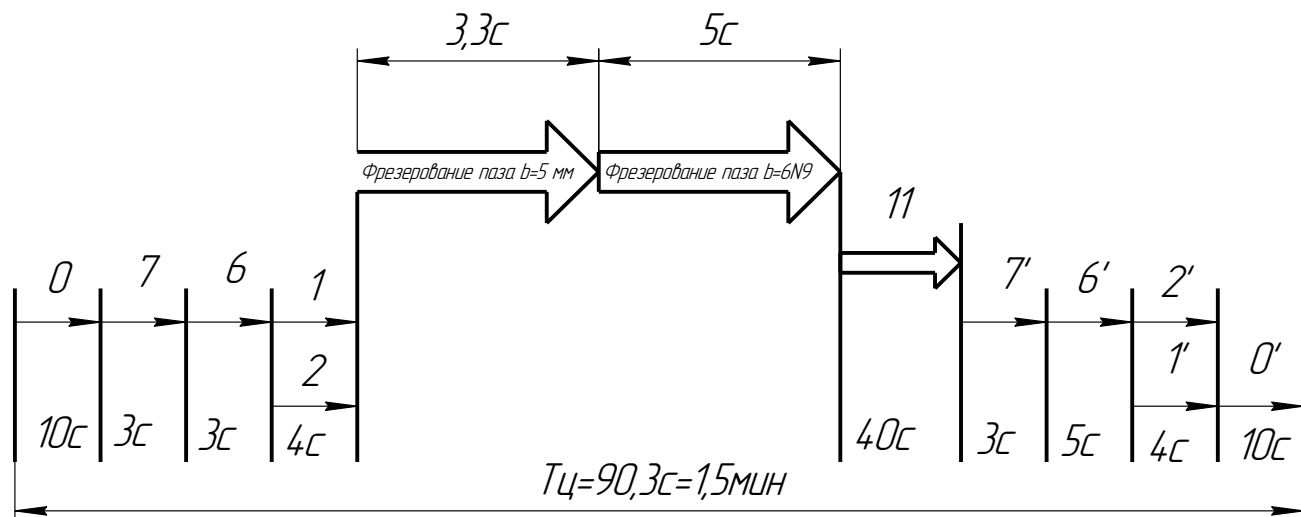


Рисунок 7.3 - Схема послідовної реалізації функцій

Номер функції без штриха позначає пряму функцію, наприклад «закріпити», а зі штрихом – зворотну, наприклад, «розкріпити».

Послідовна структура реалізації потоку функцій нас може задовольнити, оскільки її тривалість неприпустимо велика. Використовуючи положення функціональної інтенсифікації, побудуємо більш прийнятну структуру.

Функціональна структура проектованого пристосування представлена на (рис. 7.4.)

Розробка і обґрунтування схеми закріплення. Аналіз взаємодії силових полів з позицій врівноваженості системи: ріжучий інструмент - заготовка - пристрій – верстат.

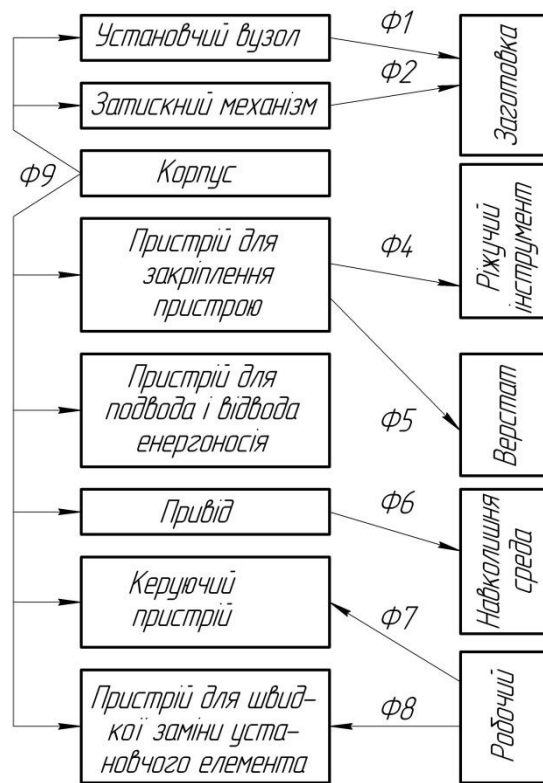


Рисунок 7.4 - Функціональна структура пристрою

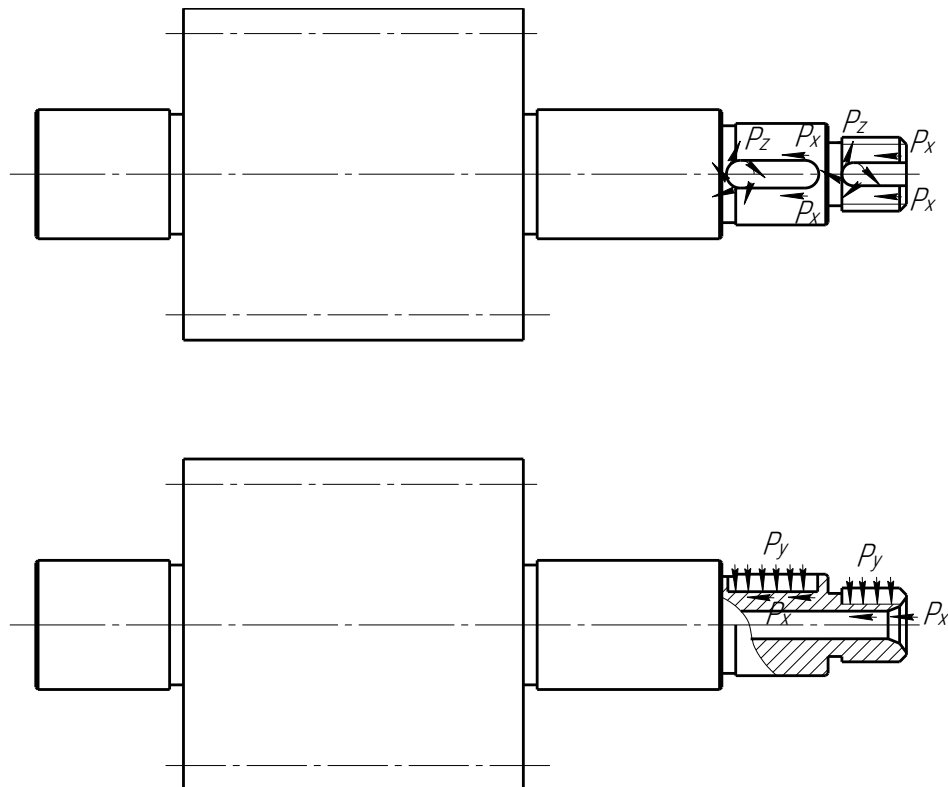


Рисунок 7.5 – Структура поля збурюючих сил

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ТМ 22510171-00 ПЗ

Лист

52

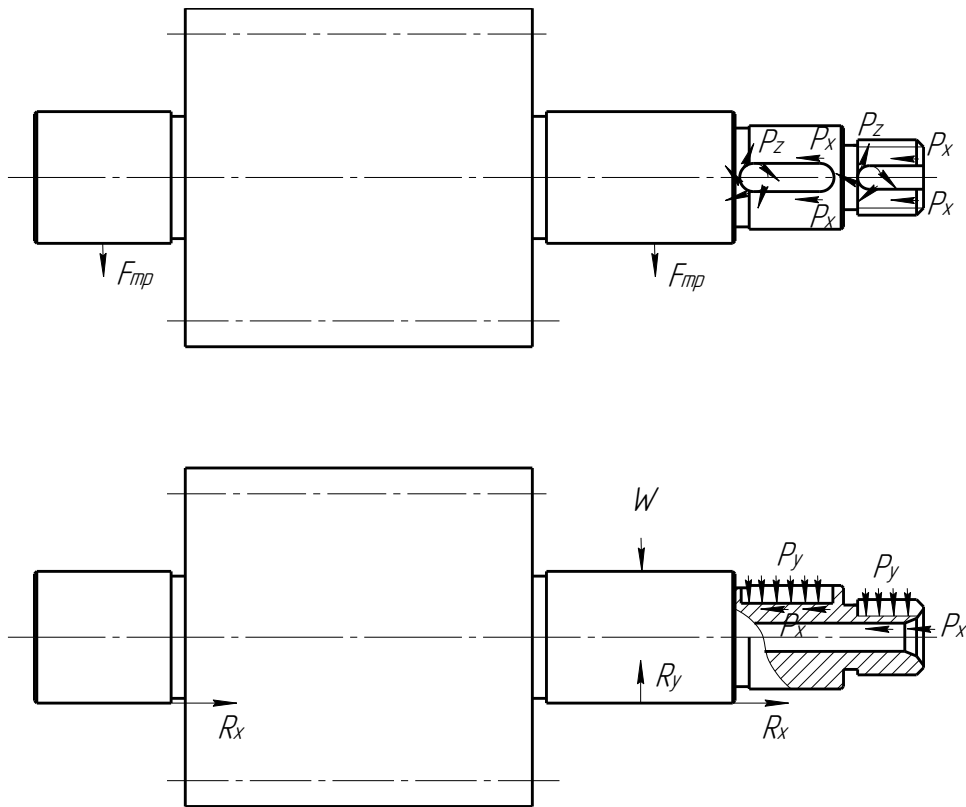


Рисунок 7.6 – Структура поля зрівноважувальних сил

Силові потоки, що виникають при обробці, створюють напруження згину на всій довжині вала.

Розрахунок сил закріплення

Розрахуємо коефіцієнт запасу за формулою з [12]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad , \quad (7.1)$$

де k_0 - коефіцієнт гарантованого запасу. $k_0 = 1,5$;

k_1 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях ($k_1 = 1,1$);

k_2 – коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту ($k_2 = 1,7$);

k_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні ($k_3 = 1$);

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

k_4 – коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення механізму ($k_4 = 1,2$);

k_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних ЗМ ($k_5 = 1$);

k_6 - коефіцієнт враховує моменти, що прагнуть повернути заготовку;

За формулою 7.1:

$$k=1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,4=2,6$$

Режими різання розраховані у пункті 6.5, і момент різання складає 1276 Н.

Складемо рівняння моментів сил і визначимо силу закріплення Q .

$$Q = \frac{1276 \cdot 0,7 \cdot 2,6}{11 \cdot 0,16} = 1320 \text{ Н}$$

Так як деталь досить довга, тому раціонально застосувати два пневмоциліндри, що будуть безпосередньо діяти на шийки деталі.

Іншим способом силу на штоку пневмоциліндра визначаємо за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P \cdot \eta$$

Тоді площа поршня дорівнюватиме: $D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot P \cdot \eta}}$

де D - діаметр поршня;

$P = 0,4$ МПа – тиск у мережі;

$\eta = 0,8$ - КПД пневмоциліндра.

$\eta = 0,8$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1320}{\pi \cdot 0,63 \cdot 10^6 \cdot 0,8}} = 0,061 = 61 \text{ мм.}$$

Вибираємо діаметр найближчого більшого стандартного поршня: $D=63$ мм.

Робимо перерахунок сили, що виникає на штоку та сили закріплення.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 54 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

Сила, що виникає на штоку:

$$Q = \frac{\pi \cdot (63 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 1421 \text{ Н.}$$

Сила закріплення:

$$W = 1,5 \cdot Q = 1,5 \cdot 1421 = 2203 \text{ Н.}$$

Точнісні розрахунки пристрою.

Перш ніж приступити до розрахунку точності, визначимо розрахункові параметри, які більшою мірою впливають на досягнення заданих допусків обробляє деталі. При обробці заданої деталі на операції до розрахунковим параметрам слід віднести жорсткий допуск на кресленні $157_{-0,78}$ мм.

Деталь базується на даній операції по поверхні $\varnothing 32$ тобто можна говорити про те що технологічна та вимірювальна бази збігаються.

Визначимо допустиму похибку на паралельність за формулою [14]:

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\sigma})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2}, \quad (7.7)$$

де $K_T=1,2$ - коефіцієнт, що враховує можливий відступ від нормального розподілу окремих складових

- $K_{T1} = 0$ - коефіцієнт, що береться до уваги, коли похибка базування не дорівнює 0.

$\varepsilon_{\sigma} = 0$ - похибка базування розмір 310.

$\varepsilon_z = 0,12$ мм - похибка закріплення заготовки.

$\varepsilon_y = 0,034$ мм

ε_n - похибка перекосу, у разі відсутня, т.к. немає напрямних елементів пристосування.

$K_{T2} = 0,6$ -коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки.

$\omega = 0,058$ мм; середня економічна точність обробки [17].

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 55 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

$\varepsilon_u = \beta_2 \cdot N^n = 0.0015 \cdot 500^{0.5} = 0.033$ - похибка, що виникає внаслідок зносу настановних елементів [5].

$\varepsilon_{noz} = 0,02$ - похибка позиціонування.

Виконуємо розрахунок допустимої похибки пристосування, яку не можна перевищити при виготовленні його деталей і їх складанні.

$$\varepsilon_{np} = 1,3 - 1,2\sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 0,12^2 + 0,034^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 0,058)^2 + 0,033^2 + 0,02^2} = 0,83 \text{ мм}$$

Опис пристрою та принципу дії пристрою.

Деталь встановлюється у призмах. При подачі стисненого повітря нижню камеру пневмоциліндра поршень піднімається у верхнє положення і рухає шток пневмоциліндра (поз. 7) вгору, який через важіль (поз.26) закріплює деталь. Сила затискання може регулюватися за зміни плечей важеля.

При знятті деталі у верхню камеру пневмоциліндра подається стиснене повітря, а з нижньої виходить, і при цьому поршень рухає шток пневмоциліндра вниз, повертаючись у вихідне положення.

Для того, щоб важіль, при знятті деталі, не падав униз, його знизу підтискає пружина (поз. 6). Стійка різьбова кріпиться різьбовою поверхнею в опорі (поз. 12) і може регулюватися по висоті. На опорах кріпляться призми за допомогою штифтів (поз.17) та гвинтів (поз.22).

Для точної установки пристосування на столі верстата служать дві шпонки (поз.27), які кріпляться знизу до настановної плити гвинтами (поз.16), а потім базують пристосування при встановленні на пазах, виконаних у столі верстата.

Для уникнення витоку повітря з пневмоциліндра, через наявність зазору, шток ущільнюється прокладкою гумовою і манжетною.

Специфікація на верстатний пристрій наведена в додатку В.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 56 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

ВИСНОВОК

Тема дипломного проекту – аналіз технологічної операції виготовлення деталі "Вал-шестерня".

У ході виконання було виконано наступний обсяг робіт.

При аналізі службового призначення було відображено основні технічні характеристики та призначення машини. Що ж до самої деталі, було проведено аналіз всіх її поверхонь, і навіть функцій, виконуваних ними.

При аналізі технічних вимог ми описали властивості сталі 45, а також проаналізували вимоги, що пред'являються при виготовленні деталі конструктором, їх відповідність загальноприйнятим стандартам.

Було визначено тип виробництва – дрібносерійний – та визначено партію запуску 43 штуки.

Як заготівлю було прийнято штампування на КГШП, оскільки воно більш економічно вигідне, ніж вільне кування.

Під час виконання роботи було проаналізовано заводський технологічний процес виготовлення деталі та внесено зміни спрямовані на його удосконалення, а саме змінено послідовність операцій, замінено універсальне обладнання на обладнання з ЧПУ, також детально розглянуто токарну та фрезерну з ЧПУ операції, розраховано режими різання для них та виконано технічне нормування.

Спроектовано верстатний пристрій для токарної операції, який дозволяє швидко і надійно закріплювати заготівлю.

У розділі охорони праці розглянуто правила безпеки під час роботи судин під тиском.

Також виконано комплект технологічної документації на картах КТП.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|-------------------|------|
| | | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | 57 |

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Бойко, Ю. І. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навч. посіб. / Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко. – Київ: НУХТ, 2018. – 195 с.

2. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.

3. Мазур, М. П. Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, В. Л. Доброскок, В. О. Залога та ін.; під заг. ред. М. П. Мазура. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Львів : Новий Світ-2000, 2011. – 422 с.

4. Петров, О. В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.

5. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 1 [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с.

6. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 2 [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю.В.Петраков, С.В. Сохань, В.К. Фролов, В.М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 102с.

7. Паливода Ю. Є. Технологія оброблення корпусних деталей : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. – Тернопіль : ТНТУ , 2016. – 156 с.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 58 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

8. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення важелів та вилок : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ , 2013. – 56 с.

9. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення валів : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла. – Тернопіль : ТНТУ , 2016. – 198 с.

10. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. – 148 с.

11. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення зубчастих коліс : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія» / укладачі : Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 136 с.

12. Паливода, Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Р. Я. Лещук. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

13. Приходько, В. П. Розмірне моделювання та аналіз технологічних процесів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / В. П. Приходько ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 249 с.

14. Паливода Ю. Є. Розмірні ланцюги : навчально-методичний посібник / укладачі : Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 132 с.

15. Технології формоутворення сучасних складнопрофільних деталей [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізацій «Технології виготовлення літальних

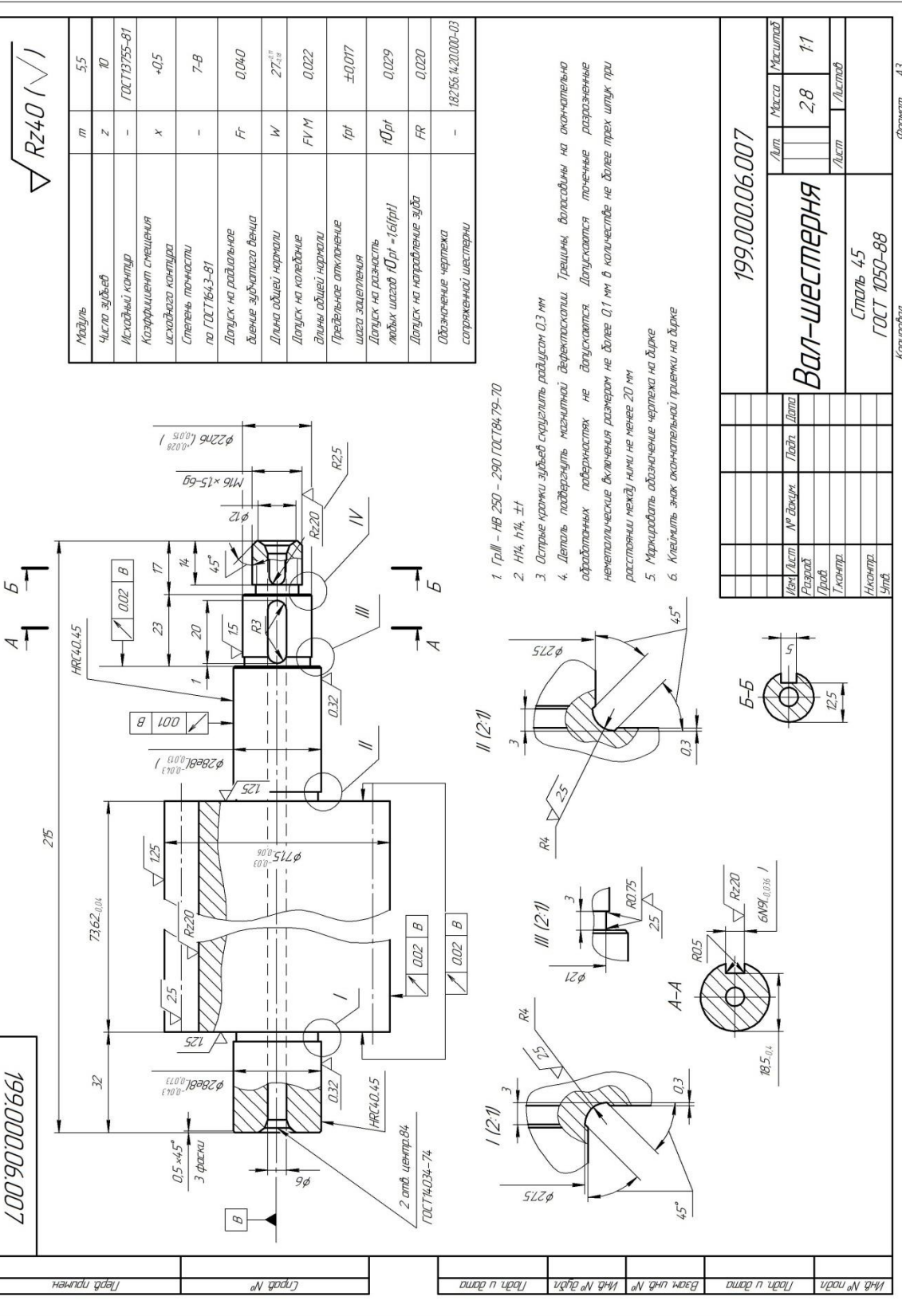
| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 59 |

апаратів», «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 380 с.

16. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 60 |

ДОДАТОК А КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ



ДОДАТОК Б

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ПРИПУСКІВ

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Программа - 'prip' ver.7.1

СумГУ. Вычислительный центр факультета ТЕСЕТ

23.05.2024

Расчет выполнен для Scherbina группа - ТМ-01-2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

обрабатываемая поверхность - наружная цилиндрическая ϕ 28 -0.043

-0.143

| Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности | Обозначение точности | Предельные отклонения, мм | Элементы припуска, мкм | | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|--------------|
| | | | шероховатость Rz (i-1) | дефект слой h (i-1) | простр отклон р (i-1) | погрешность базир ЕБ (i) | закр. Ез (i) |
| Поковка ковкой | ГОСТ 7062-90 | +2.400 -1.200 | - | - | - | - | - |
| Chernovay | квалитет 14 0 -1.000 | 0 -1.000 | 250 | 1000 | 2119 | 500 | 500 |
| Polychistovay | квалитет 12 0 -0.400 | 0 -0.400 | 125 | 240 | 127 | 200 | 100 |
| Chistovay | квалитет 8 -0.043 -0.143 | -0.043 -0.143 | 20 | 125 | 105 | 0 | 0 |

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА :

| Расчетные значения | | | Принятые значения, мм | | | | | | | |
|--------------------|-------|----------------------|-----------------------|---|-------------------|---------------|--------------|-------|-------|------|
| припуск, мкм | | расчетный размер, мм | расчетный размер | номинальный размер с предельными отклонениями | предельный размер | | припуск, мкм | | | |
| мини | расч. | | | | мини-мальный | макси-мальный | миним | расч. | макс. | |
| - | - | 31.832 | 32 | 32 | +2.400 -1.200 | 30.8 | 34.4 | - | - | - |
| 968 | 1968 | 29.925 | 30 | 30 | 0 -1.000 | 29 | 30 | 1400 | 1340 | 1430 |
| 145 | 1875 | 28.945 | 29 | 29 | 0 -0.400 | 28.6 | 29.0 | 270 | 900 | 1055 |
| 50 | 655 | 28 | 28 | 28 | -0.043 -0.143 | 27.857 | 27.957 | 145 | 170 | 373 |

К О Н Е Ц Р А С Ч Е Т А

ДОДАТОК В
СПЕЦИФІКАЦІЯ ДО ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

| Формат Зона Лист | Обозначение | Наименование | Кол | Примечание |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------|------------|
| | | | | |
| | | <i>Документація</i> | | |
| A1 | ТМ 22510171-07-01.00.00 СБ | Складальне креслення | 1 | |
| | | <i>Складальні одиниці</i> | | |
| A4 | 1 ТМ 225120171-07-01.01.00 | Трубопровід | 1 | |
| A4 | 2 ТМ 22510171-07-01.02.00 | Трубопровід | 1 | |
| | | <i>Деталі</i> | | |
| A3 | 3 ТМ 22510171-07-01.00.01 | Кришка | 1 | |
| A4 | 4 ТМ 22510171-07-01.00.02 | Палець | 1 | |
| A3 | 5 ТМ 22510171-07-01.00.03 | Плита | 1 | |
| A3 | 6 ТМ 22510171-07-01.00.04 | Поршень | 1 | |
| A3 | 7 ТМ 22510171-07-01.00.05 | Призма | 1 | |
| A3 | 8 ТМ 22510171-07-01.00.06 | Призма | 1 | |
| A4 | 9 ТМ 22510171-07-01.00.07 | Прийом | 1 | |
| A4 | 10 ТМ 22510171-07-01.00.08 | Стійка | 1 | |
| A3 | 11 ТМ 22510171-07-01.00.09 | Циліндр | 1 | |
| A4 | 12 ТМ 22510171-07-01.00.10 | Шайба сферична | 1 | |
| A4 | 13 ТМ 22510171-07-01.00.11 | Шайба сферична | 1 | |
| A3 | 14 ТМ 22510171-07-01.00.12 | Шток | 1 | |
| ТМ 22510171-07-01.00.00 | | | | |
| Изм. № подл. | Изм. № докум. | Подп. | Дата | |
| Разр. Щербина | Пров. Дегтярьов | | | |
| И.контр. Чуб. | Івченко Іванов | | | |
| Пристрій для фрезерування | | | Лист Д/П | Лист 1 |
| | | | Листов 2 | |
| | | | Сум ДУ, ТМ-01-2 | |
| Копіював | | | Формат А4 | |

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------|------|------|-------------|---------------------------------------|------|------------|
| | | | | Стандартні вироби | | |
| | | 20 | | Болт М8-6дх30.56 ДСТУ 7798-2007 | 4 | |
| | | 21 | | Гвинт В М8-6дх12.56 ДСТУ 1491-2010 | 2 | |
| | | 22 | | Гвинт М8-6дх20.56 ДСТУ 5929-2008 | 6 | |
| | | 23 | | Гайки ДСТУ 5929-2010 | | |
| | | 24 | | М12-6Н.4 | 1 | |
| | | 24 | | М16-6Н.04 | 3 | |
| | | | | Кільця ДСТУ 288-2012 | | |
| | | 25 | | СТ 114-100-5 | 2 | |
| | | 26 | | СТ 115-100-5 | 1 | |
| | | 27 | | Пружина №303 ДСТУ 13767-2010 | 1 | |
| | | 28 | | Рим-болт М8.05 ДСТУ 4751-2013 | 2 | |
| | | 29 | | Шайба 12.65Г ДСТУ 6402-2010 | 1 | |

| | |
|--------------|--------------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата |
| Взам. инв. № | Инд. № дубл. |
| Подп. и дата | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ТМ 22510171-07-01.00.00 | Лист |
| | | | | | | 2 |

Копіював

Формат А4

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

ТМ 22510171-00 ПЗ

ДОДАТОК Г

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У хімічній промисловості також широко використовуються стиснені повітря та газу. Стиснене повітря отримують за допомогою компресорних установок. Газу містяться в стислому або зрідженому стані в газових балонах під великим тиском.

Місткості, що працюють під великим тиском, і компресорні установки в процесі експлуатації становлять для таких працівників небезпеку у зв'язку з можливістю вибухів і руйнувань, а також від струменів, витік з них під тиском. Що відбувається через порушення правил безпеки праці, експлуатації, несправності контрольно-вимірювальних приладів, низька якість матеріалів, з яких виготовлені ємності.

Потужність вибухів судин, наповнених стиснутим газом, є достатньою, щоб частково зруйнувати стіни будинків.

Робота з судинами, що працюють під тиском, визначається "Правилами пристрою та безпечної експлуатації судин, що працюють під тиском". Вони поширюються на судини, що працюють під тиском вище 48 кПа, на цистерни та бочки для перевезення зріджених газів, тиск парів яких за температури до 60°. Які перевищує 48 кПа, на балони, призначені для перевезення та збереження стислих, зріджених та розчинених газів під тиском вище 27 кПа.

Правила поширюються на судини та балони місткістю нижче 0,05 м³ і на ті, в яких добуток місткості (в метрах кубічних) на робочий тиск становить не більше 100 Па, а також на машини, що не є самостійними двигунами, повітряні ковпаки насосів, амортизаційні стійки шасі, гідроакумулятори та ін.

Ємності, що працюють під тиском, виготовляються на підприємствах, які мають на це дозвіл органів. Судиник повинен поставлятися заводом-виробником замовнику з паспортом та інструкцією з монтажу та експлуатації.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|-------------------|------|
| | | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | 65 |

На посудині на видному місці має бути прикріплена заводом-виробником металева пластинка з нанесеними тавруванням паспортними даними:

- найменування заводу-виробника;
- рік виготовлення;
- робочий тиск;
- допустима температура стінок судини

Правила:

- порядок розслідування аварій та нещасних випадків;
- вимоги до конструкції судин та матеріалів з яких вони виготовляються;
- правила виготовлення та монтажу судин, арматури та контрольно-вимірювальних приладів та запобіжних установок;
- правила реєстрації та технічного огляду судин, їх будови, обслуговування та ін.

Судини компресорні, на які поширюються правила, мають бути до пуску зареєстровані у держнагляді. Порядок реєстрації судин, які працюють під тиском, встановлюється тими самими.

Інспектор держнагляду видає дозвіл на пуск у роботу судин після їх реєстрації та технічного огляду. Дозвіл на пуск у роботу судин, що не підлягають реєстрації в органах, видається особою, призначеною наказом по підприємству, для здійснення за ними та на підставі результатів технічного огляду. Дозвіл записується в паспорт та книгу обліку та огляду судин.

Під час огляду виявлено тріщини, розриви, корозія, раковини, дефекти зварювання та ін.

Компресорні установки стиснутого повітря становлять небезпеку вибуху і руйнування при перегріві стінок циліндрів через низьку температуру стисненого повітря, підвищення тиску в повітроводах або повітряних акумуляторах і утворення в стислому повітрі вибухонебезпечних сумішей через потрапляння в нього масел, впали.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 66 |

На компресорній установці до роботи допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли навчання за відповідною програмою та мають посвідчення на право її обслуговування. Для безпечної роботи компресорної установки необхідно кожної зміни контролювати витрату масла, перевіряти справність запобіжних клапанів, манометрів, термометрів. При раптовому припиненні подачі води для охолодження, з появою запаху гару чи диму, зі збільшенням вібрації компресора його слід негайно зупинити до усунення несправностей.

Експлуатація балонів зі стисненим або скрапленим газом тоді безпечна, коли вони забезпечуються застосуванням заходів безпеки. Кожен балон газу, в якому він зберігається, а також написи на ньому та різьблення на штуцерах забарвлюються у певний колір. Забарвлення балонів та нанесення написів здійснюються заводи-виробники та ремонтні підприємства (табл. 8.1).

Окремі балони зі стислими газами зберігатимуться поза приміщеннями у спеціально обладнаних металевих шафах, де відсутня можливість їх нагрівання сонячними променями, опалювальними та нагрівання борів.

Коли балони зберігаються, їх закріплюють, щоб уникнути їх падіння чи зіткнення.

Балони транспортують тільки за допомогою спеціальних нош перекочувати балони забороняє тому що це неминуче призводить до поштовхів, ударів корпусу балона та вентиля, що, у свою чергу, може викликати руйнування корпусу балона або довільне витоку стисненого газу через пошкоджений вентиль.

У приміщенні витратний балон закріплюється спеціальними хомутами. Кожен балон має захисний ковпак вентиля. Перш ніж підключати газову лінію до вентиля, необхідно переконатись (зовнішнім оглядом) у його справності. Герметичність газової лінії, редуктора та вентиля перевіряють мильним розчином. Вентиль не повинен пропускати газ, коли він закритий, різьби повинні бути чистими, без задирок і вм'ятин. Якщо вентиль пропускає газ, балон із приміщення негайно виносять та за допомогою спеціального ключа для

вентиля закривають його. Вдаряти металевими предметами (молотками, зубилами) по комір вентиля категорично забороняється. Якщо вентиль продовжує пропускати газ, балон ремонтують лише у спеціальній майстерні. Використання такого балона є неприпустимим.

У газову лінію стислі гази з балонів подаються виключно через редуктор із манометром, який контролює низький тиск.

Вентиль газового балона слід відкривати плавно, без ривків, дотримуючись заходів. Особа, очі, відкриті частини тіла не слід тримати в площині, що проходить перпендикулярно до місця підкладання накладної гайки редуктора з вентилем балона, оскільки струмінь газу через нещільність з'єднання, високий тиск може завдати травми обличчя та очей.

Вимкніть подачу газу до лінії після закриття вентиля балона. В іншому випадку між редуктором та запірним пристроєм вентиля балона зберігатиметься газ високого тиску, при відкручуванні гайки редуктор (при від'єднанні балона) може вразити очі та обличчя працівника.

В одному складському приміщенні зберігати балони з киснем та горючими газами забороняється.

Наповнені балони з насадженими на них черевиками повинні зберігатися у вертикальному положенні, а балони без черевиків - у горизонтальному положенні на дерев'яних рамах або стелажах.

У процесі завантаження, розвантаження, транспортування та зберігання балонів слід застосовувати заходи, що запобігають падінню, пошкодженню та зіткненню балонів.

Працюючи з кисневою технікою працівник повинен мати чистий одяг, знежирювати руки і користуватися чистим знежиреним інструментом. При роботі з рідким і газоподібним киснем слід уникати насичення ним одягу та волосся, оскільки це може викликати їхнє раптове запалення при наближенні до вогню (приблизно через 50 хвилин після закінчення роботи з киснем небезпека запалення зникає).

Враховуючи підвищену небезпеку до обслуговування систем, що працюють під тиском, допускаються особи, які досягли 21-річного віку, пройшли медичне обстеження, навчання за затвердженою програмою, атестовані та посвідчення на обслуговування відповідного обладнання (судини, апарату). Підготовка таких працівників здійснюється у навчальних закладах (професійно-технічних училищах, навчально-курсівих комбінатах), які отримали в установленому порядку дозвіл. Держгірпромнагляду на проведення такого навчання.

Адміністрація підприємства зобов'язана містити системи, що працюють під тиском у справному стані, що забезпечує безпеку їх обслуговування та надійність роботи. На підприємствах мають бути розроблені, затверджені, вивішені на робочих місцях та видані під розписку обслуговуючому персоналу інструкції щодо безпечного обслуговування таких систем.

На підприємствах в установленому порядку призначається особа, на яку покладається відповідальність за справний стан та безпечну експлуатацію, які працюють під тиском.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 22510171–00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 69 |