

**Міністерство освіти і науки України**

**Центральноукраїнський національний технічний університет**

**Кафедра технології машинобудування**

# **ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання курсового проекту**

**для студентів спеціальностей**

**«Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування»**

**денної та заочної форм навчання**

**Кропивницький 2018**



Міністерство освіти і науки України  
Центральноукраїнський національний технічний університет

Кафедра технології машинобудування

# **ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання курсового проекту**

**з технології машинобудування**

**для студентів спеціальностей**

**«Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування»**

**денної та заочної форм навчання**

Ухвалено на засіданні кафедри  
«Технології машинобудування»  
Протокол № 7 від 10.12.2018р

Кропивницький 2018

Технологія машинобудування. Методичні вказівки до виконання курсового проектуз технології машинобудуваннядля студентів спеціальностей«Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування»денної та заочної форм навчання/ Укл.: проф., д.т.н. Павленко І.І., доц., к.т.н. Артюхов А.М.; доц., к.т.н. Підгаєцький М.М.;доц., к.т.н. Мажара В.А.; викл. Сторожук М.О. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 68 с.

Рецензент: доц., к.т.н. Годунко М.О.

## Передмова

Технологія машинобудування – одна з основних профільюючих дисциплін при підготовці фахівців з спеціальності «Прикладна механіка». Курсовий проект з технології машинобудування дозволяє закріпити теоретичні знання по даній дисципліні та допомагає набути практичні навички для їх застосування при розробці технологічних процесів виготовлення деталей з використанням всіх необхідних технологічних, конструкторських, організаційно-економічних обґрунтувань, розрахунків та інших інженерних рішень.

Тема курсового проекту –розробка технологічного процесу механічної обробки деталі, що має 8-12 оброблюваних поверхонь, в тому числі 2-3 поверхні з точністю не нижче 6...8 квалітету. Технологічний процес, розроблений згідно з темою проекту, повинен містити біля 10...15 одноінструментних або 4...8 багатоінструментних(агрегатних, багатопозиційних, багатоопераційних, автоматних) операцій.

Курсовий проект включає в себе:

- пояснювальну записку (ПЗ):
- графічну частину проекту обсягом 4-5 аркуші, в тому числі:
  - а) креслення заготовки 0,5-1 лист;
  - б) схеми механічної обробки – 1,5-2 листи;
  - в) креслення затискного пристрою – 1-2 листи;
  - г) креслення контрольного пристрою – 0,5-1 лист.

До пояснювальної записки повинні входити:

- титульний лист (форма в додатку 1);
- завдання на проектування (форма в додатку 2);
- відомість проекту (приклад оформлення в додатку 3);
- анотація;
- зміст з вказівкою сторінок;
- вступ;
- розділи (частини) пояснювальної записки;
- висновок;
- список літератури;

- додатки:
  - технологічні документи (див. додатки Г, Д, Ж, И), що мають:
    - а) титульний лист комплексу технологічної документації;
    - б) маршрутні карти на всі операції технологічного процесу виготовлення деталі (деталей);
    - в) операційні карти з ескізами на 2-3 основні операції;
    - г) карту технічного контролю на 4-5 переходів та ескіз операційного контролю.
  - специфікації до складальних креслень.

Зміст розділів (частин) пояснювальної записки повинен відповідати змісту даних методичних вказівок. Об'єм записки 40-50 аркушів формату А4.

Структура дослідних курсових проектів або проектів з дослідною частиною в кожному випадку затверджується рішенням кафедри.

### **Основні вимоги до виконання курсового проекту**

Курсовий проект – самостійна робота студента, яку він виконує у термін, що встановлений графіком навчального процесу.

Текст ПЗ друкують на одній сторінці листа білого паперу формату А4 за ГОСТ 9327-60, висота літер і цифр – не менша 2,5 мм; поля: зліва – 35 мм; справа – 10 мм; зверху і знизу по 20 мм.

Відстань між назвою розділу (частини) і наступним текстом – 10 мм. Відстань між назвою розділу і останньою строчкою попереднього тексту – 15 мм.

Текст та розрахунки, що представлені в пояснювальній записці, повинні бути чіткими, без заперечливих тлумачень та зайвих пояснень. Кожний пункт записки повинен починатися з короткої постановки задачі, методики її вирішення з доведенням до конкретних числових результатів і логічних висновків. Ряд розділів записки, які пов'язані з розробкою технологічного процесу, вибором обладнання, інструментів, пристроїв, розрахунком припусків, режимів різання та ін.,

повинні містити зведені таблиці, зразки яких наведені в даних методичних вказівках.

Доцільність та обов'язковість застосування комп'ютерної техніки та елементів систем автоматизованого проектування – САПР визначає керівник проекту.

Титульна сторінка ПЗ і завдання на проектування виконується на бланках у відповідності до форми, затвердженої МОНУ (додатки А і Б). Відомість і позначення (шифровка) проекту повинні відповідати прийнятій на кафедрі (див. рекомендації кафедри).

При розробці та оформленні графічної частини проекту необхідно керуватися вимогами ЄСКД та стандартів (ГОСТ 2.101-68...ГОСТ 2.109-68, ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 2.770-68, ГОСТ 2.781-80, ГОСТ 2.782-96, ГОСТ 2.106-96, ГОСТ 2.114-95, ГОСТ 2.309-73, СТ СЄВ 14-88 та ін.)

На схемах механічної обробки відображаються:

- номер і назва операції, модель верстата, на якому виконується обробка (див. стенди кафедри);
- ескіз оброблюваної деталі, який відповідає закінченню операції, що ілюструється, з виділенням оброблюваних поверхонь лініями подвійної товщини і позначенням розмірів, допусків і шорсткості;
- положення різального інструменту наприкінці робочого руху або в «нулі інструменту», якщо операція виконується на верстаті з ЧПУ;
- теоретичну схему базування деталі за ГОСТ 21496-76 або базування деталі із зображенням установчих елементів затискного пристрою;
- позначення напрямку головного руху і подачі, циклограми руху супортів (столів, пинолей і т.ін.) або траєкторії руху інструментів при обробці на верстатах з ЧПУ;
- таблицю режимів різання з основним і штучно-калькуляційним часом.

# **1 Загальна частина**

## **1.1 Службове призначення деталі в складальній одиниці**

Перед виконанням курсового проекту необхідно досконально вивчити службове призначення деталі в складальній одиниці, тому, в цьому розділі необхідно надати спрощене креслення складальної одиниці (вузла), надати опис її (його) роботи. В описі службового призначення деталі повинні бути відмічені переліком (1, 2 і т.д.) та указані основні завдання, які виконує деталь в складальній одиниці.

Необхідно з'ясувати які поверхні деталі є складальними базами (основними, допоміжними), де у деталі виконавчі поверхні в вирішенні перелічених завдань, які поверхні у деталі вільні.

## **1.2 Аналіз точності і технологічності деталі та технічних умов на її виготовлення**

Технологічність - це сукупність властивостей деталі, які забезпечують її виготовлення відповідно до технічних вимог при мінімальній собівартості і трудомісткості.

Відпрацювання конструкції деталі на технологічність виконують у відповідності до ГОСТ 14.201-83 «Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия».

На етапі проектування технологічного процесу механічної обробки студент повинен надати якісні та кількісні показники технологічності конструкції заданої деталі.

Технологічність деталі повинна бути оцінена у відповідності до визначеного (вибраного) типу виробництва. Аналіз технологічності деталі зводиться до виявлення її нетехнологічних конструктивних елементів. При цьому рекомендується нетехнологічні конструктивні елементи показувати окремими рисунками з рекомендаціями по їх змінам [56].

Оцінку технологічності конструкції деталі виконують в такій послідовності:



1) виявляють головні конструктивні елементи (поверхні), що впливають на якість виконання робочих функцій виробу в умовах експлуатації. Аналізують раціональність форм поверхні цих конструктивних елементів з точки зору спрощення і зменшення вартості технології їх механічної обробки. Встановлюють можливість спрощення форми, зменшення заданої точності, довжини цих поверхонь без шкоди для службового призначення заданої деталі;

2) розглядають можливість збільшення коефіцієнта використання матеріалу за рахунок застосування більш раціонального методу виготовлення заготовки у відповідності з обраним типом виробництва.

Коефіцієнт використання матеріалу дорівнює відношенню маси готової деталі  $M$  до маси матеріалу  $M_m$ , використаного на виготовлення деталі, кг:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M}{M_m} \quad (1)$$

Кількісне значення коефіцієнта  $K_{\text{вм}}$  розраховують після вибору методу отримання заготовки і визначення припусків на механічну обробку, тобто після встановлення геометричних параметрів заготовки.

3) встановлюють можливість підвищення коефіцієнтів стандартизації, уніфікації конструктивних елементів деталі;

4) аналізують конструкцію, конфігурацію, жорсткість деталі з точки зору можливості використання високопродуктивних методів обробки.

5) розглядають проставлені розміри і вимоги щодо точності на кресленні деталі та заготовки, а також відповідність їх діючим стандартам.

Розміри заготовки з метою зменшення припусків на механічну обробку повинні бути проставлені від чорнової технологічної бази.

Пропозиції щодо удосконалення конструкції деталі після відпрацювання її на технологічність і узгодження з керівником проекту вносять в робоче креслення.

При відсутності пропозицій по удосконаленню конструкції деталі студент після аналізу технологічності у відповідності до наведених пунктів повинен зробити свої висновки щодо її технологічності.

Критичний аналіз точності виготовлення заданої деталі може бути проведений методом розмірного аналізу складальної одиниці, до якої вона входить. Якщо розмірний аналіз складальної одиниці проектантом не виконується, обґрунтування вимог щодо точності виготовлення деталі повинно бути зроблено умовно з поясненням тих задач по забезпеченню точності складання виробу, в рішенні яких приймає участь той чи інший розмірний параметр деталі.

Для систематизації аналізу виконують ескіз заданої деталі з позначенням її основних оброблюваних поверхонь (елементів) і складають таблицю вимог точності (табл. 1).

Приклад виконання представлено на рис.1.

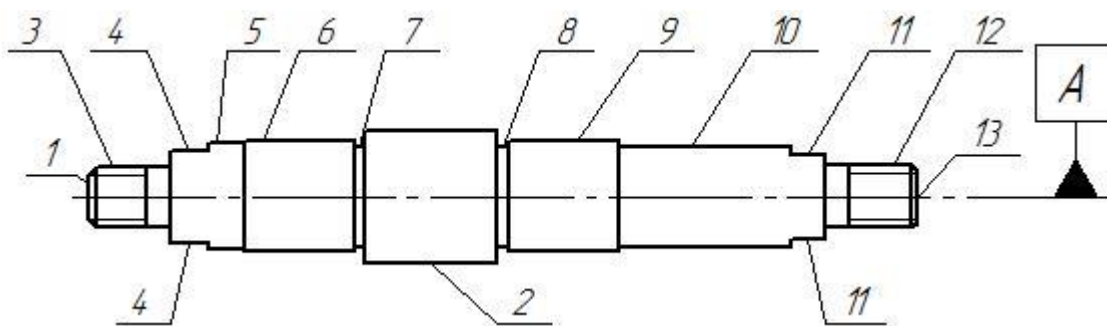


Рисунок 1—Оброблювані поверхні вісі

Таблиця 1 – Параметри точності поверхонь вісі (рис.1)

| Позначення поверхні | Назва поверхні згідно ГОСТ | Розмір з відхиленнями, що заданий на кресленні, мм | Точність поверхні (квалітет) | Точність            |       | Шорсткість $R_a$ , мкм |
|---------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|-------|------------------------|
|                     |                            |                                                    |                              | відносних поворотів | форми |                        |
| 1                   | 2                          | 3                                                  | 4                            | 5                   | 6     | 7                      |
| 1,13                | Торці                      | $200_{-0,29}$                                      | h14                          | -                   | -     | 12,5                   |
| 2                   | Зовнішня циліндрична       | $\varnothing 25$                                   | h16                          | -                   | -     | ✓                      |
| 3,12                | Різева поверхня            | M10-6g                                             | 6g                           | -                   | -     | 6,3                    |
| 4,11                | Лиски                      | $13_{-0,43}$                                       | h14                          | -                   | -     | 12,5                   |

### Продовження таблиці 1

| 1    | 2                 | 3                                  | 4   | 5 | 6 | 7    |
|------|-------------------|------------------------------------|-----|---|---|------|
| 5,10 | Зовнішні поверхні | $\varnothing 16_{-0,43}$           | h14 | - | - | 12,5 |
| 6,9  | Шийки             | $\varnothing 17_{-0,016}^{-0,034}$ | f7  |   | - | 1,6  |
| 7,8  | Канавки           | $\varnothing 16_{-0,43}$<br>b=3мм  | h14 | - | - | 12,5 |

За результатами аналізу встановлюють найбільш важливі для службового призначення деталі поверхні (конструкторські бази) і їх взаємні розмірні зв'язки.

Крім цього, в даному розділі студент повинен проаналізувати наступне:

- 1) достатність, правильність і однозначність заданих вимог точності, відповідність їх діючим стандартам. Якщо вимоги точності задані некоректно, неоднозначно без дотримання діючих стандартів чи число їх недостатнє, необхідно ці недоліки з'ясувати, зробивши потрібне обґрунтування в пояснювальній записці.
- 2) наявність конструкторських баз скритих елементів деталі (вісь, площина симетрії) та встановити, якими поверхнями ці бази представлені.
- 3) вплив службового призначення деталі на прийнятий спосіб проставлення розмірів на її кресленні, можливість використання стандартного інструменту, а також вірогідність спрощення або ускладнення налагодження інструменту при використанні одно- чи багатоінструментних наладок.
- 4) відповідність розмірів деталі переважному ряду чисел, відхилень, що рекомендовані стандартами.

Стандартний аналіз вимог щодо точності деталі, однозначність їх розуміння дозволяє проектанту повніше з'ясувати мету і задачі, які стоять перед складанням технології по забезпеченню заданої точності обробки.

### 1.3 Визначення типу виробництва

У відповідності з ГОСТ 3.1119-83 тип виробництва при технологічному проектуванні характеризується коефіцієнтом закріплення операцій

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}, \quad (2)$$

де  $O$  – число різних операцій, що виконуються за базовим технологічним процесом (ТП) на дільниці протягом прийнятого календарного періоду;

$P$  – число робочих місць, що забезпечують (за трудомісткістю) виконання операцій базового ТП при заданій програмі випуску деталей.

Стандарти та навчальна література [11,15,26] рекомендують певну відповідність (табл. 2) між значенням  $K_{з.о.}$  та типом виробництва. Розрахунок типу виробництва виконують на комп'ютері, а в ПЗ наводять роздруківку їх результатів.

Таблиця 2 – Значення нормативних коефіцієнтів  $K_{з.о.}$

| Тип виробництва | Значення $K_{з.о.}$ | Коефіцієнт використання обладнання |                     |
|-----------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|
|                 |                     | $\eta_{з.о.}$                      | $\eta_{з.о.}(сер.)$ |
| Масовий         | 0,1...1             | 0,65...0,75                        | 0,7                 |
| Багатосерійний  | 1...10              | 0,65...0,75                        | 0,7                 |
| Серійний        | 10...20             | 0,75...0,85                        | 0,8                 |
| Дрібносерійний  | 20...40             | 0,8...0,9                          | 0,85                |

При виконанні курсового проекту для визначення типу виробництва вихідними даними є робочі креслення деталей, річна програма випуску, базові або типові технологічні процеси і, як правило, відповідна їм поопераційна трудомісткість виготовлення деталі. Всю необхідну інформацію і технологічну документацію студент збирає при

проходженні практики на підприємстві або отримує від керівника проекту.

Якщо трудомісткість виконання окремих операцій невідома, то рекомендується, користуючись кресленням деталі, річною програмою випуску, типовими технологічними процесами, а також довідковою технологічною літературою, намітити варіант проектного технологічного процесу та визначити орієнтовну поопераційну трудомісткість у відповідності з методикою, яка викладена в навчальній і методичній літературі [7,11, 52].

Орієнтовно тип виробництва можна визначити в залежності від заданого об'єму випуску та маси деталі. Основні показники для визначення типу виробництва представлені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Показники для визначення типу виробництва

| Тип виробництва | Річний випуск деталей одного найменування, штук |                        |                    |
|-----------------|-------------------------------------------------|------------------------|--------------------|
|                 | легкі<br>(до 20 кг)                             | середні<br>(20-300 кг) | важкі<br>(>300 кг) |
| одиничне        | до 100                                          | до 10                  | 1-5                |
| дрібносерійне   | 101-500                                         | 11-200                 | 6-100              |
| середньосерійне | 501-5000                                        | 201-1000               | 101-300            |
| багатосерійне   | 5001-50000                                      | 1001-5000              | 301-1000           |
| масове          | > 50000                                         | > 5000                 | > 1000             |

При наявності всіх вихідних даних тип виробництва визначається за допомогою програми «ТИП» на персональному комп'ютері. При цьому вихідні дані представляються у створеному студентом файлі, який має таку структуру:

1. Назва та код (маркування) деталі
2. Річна програма випуску  $N_v$ , кількість механічних операцій
3. Значення дійсного річного фонду часу роботи устаткування  $F_g$ , штучний або штучно-калькуляційний час по кожній операції –  $T_{шт}$  (шт-к)
4. Назва файлу (латинськими літерами), який має сформувати програма з результатами розрахунку.

Приклад файлу, що містить вихідні дані наведений далі.

,,Вал НР90-05.007  
 32000,10  
 4029,0.1416  
 4029,1.5  
 3904,1.5  
 3904,0.3137  
 4029,0.7139  
 4029,1.7686  
 4029,1.0741  
 3904,0.476  
 3904,0.476  
 3904,0.476  
 VAL.txt

Після створення файлу з вихідними даними (назва файлу має містити лише латинські символи або цифри) зі значенням розширення \*\*.txt, програма підрахує тип виробництва та сформує документ з назвою, яка буде указана в попередньому файлі (в нашому випадку VAL.txt).

Розрахунок типу виробництва

вал НР90-05.007

| Вихідні дані           |                                            |             |
|------------------------|--------------------------------------------|-------------|
| Програма випуску 32000 |                                            |             |
| Номер операції         | Дійсний річний фонд часу роботи обладнання | Штучний час |
| 5                      | 4029                                       | 0.1416      |
| 10                     | 4029                                       | 0.2076      |
| 15                     | 3904                                       | 1.5         |
| 20                     | 3904                                       | 0.3137      |
| 25                     | 4029                                       | 0.7139      |
| 30                     | 4029                                       | 1.7686      |
| 35                     | 4029                                       | 1.0741      |
| 40                     | 3904                                       | 0.476       |
| 45                     | 3904                                       | 0.476       |
| 50                     | 3904                                       | 0.476       |

| Результати розрахунку |                                  |                              |                                       |
|-----------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Номер операції        | Розрахункова кількість верстатів | Прийнята кількість верстатів | Кількість операцій на даному верстаті |
| 5                     | 0.027                            | 1                            | 25.92                                 |
| 10                    | 0.041                            | 1                            | 17.07                                 |
| 15                    | 0.283                            | 1                            | 2.47                                  |
| 20                    | 0.059                            | 1                            | 11.86                                 |
| 25                    | 0.139                            | 1                            | 5.03                                  |
| 30                    | 0.345                            | 1                            | 2.02                                  |
| 35                    | 0.209                            | 1                            | 3.34                                  |
| 40                    | 0.09                             | 1                            | 7.78                                  |
| 45                    | 0.09                             | 1                            | 7.78                                  |
| 50                    | 0.09                             | 1                            | 7.78                                  |

Коефіцієнт закріплення операцій 9.6  
 Тип виробництва - крупносерійний

## **2 Технологічна частина**

### **2.1 Аналіз базового (типового) технологічного процесу**

Основне призначення цього підрозділу – аналіз базового (в разі відсутності такого, то типового) технологічного процесу з точки зору забезпечення високої продуктивності, низької технологічної собівартості відповідної якості. Тобто проводиться оцінка застосованих технологічних методів обробки поверхонь, структури технологічних операцій і процесу в цілому з урахуванням технологічних можливостей діючого обладнання, оснастки та інструментів.

Вирішення цього завдання рекомендується виконувати в такій послідовності.

Виявляються бази: конструкторські (на основі аналізу креслення деталі та вузла) і технологічні (на основі вивчення базового ТП). Перевіряється чи дотримується принцип єдності (суміщення) баз у базовому ТП і чи обґрунтовано вибрана чорнова база на першій операції.

В розрахунково-пояснювальній записці вивчається можливість і доцільність застосування маловідходних і енергозберігаючих методів обробки. На основі аналізу конструкції деталі та визначеного типу виробництва вивчається можливість використання верстатів з ЧПУ. Аналізуються проставлені розміри на кресленні заготовки в базовому ТП, структура технологічних операцій базового ТП на предмет дотримання принципів концентрації та диференціації операцій, використання можливостей паралельної обробки поверхонь, комбінованих інструментів, багатомісного та групового оснащення, багатOVERстатного обслуговування.

Визначається доцільність вибору обладнання, виходячи з його призначення та технологічних можливостей, площ, які вони займають, ремонтної складності та вартості одиниці часу його експлуатації.

Базуючись на теоретичній частині курсу та використовуючи довідниково-методичну літературу [17,18,35,41], виконується (за

вказівкою керівника проекту) розмірний аналіз деталі з урахуванням прийнятого варіанту базування.

При отриманні завдання на курсовий проект у вигляді лише креслення деталі (при відсутності базового ТП) аналіз виконувати на основі типових технологічних процесів обробки даного класу деталей [7,26,33,52-54].

## **2.2 Вибір методу виготовлення заготовки та його обґрунтування**

### **2.2.1 Аналіз матеріалу деталі**

При аналізі матеріалу деталі необхідно в таблицях 4,5 відобразити наступне:

- 1) хімічний склад матеріалу деталі;
- 2) механічні властивості матеріалу деталі;
- 3) відомості про термічну, хіміко-термічну обробку деталі та обґрунтування такої обробки;
- 4) вимоги до матеріалу деталі, виходячи з умов її експлуатації (корозійна стійкість, зносостійкість, довговічність)
- 5) відомості про оброблюваність матеріалу деталі лезвійним і абразивним інструментами;

Таблиця 4 – Хімічний склад матеріалу деталі

| Марка матеріалу | Вміст елементів, % |    |    |    |    |               |
|-----------------|--------------------|----|----|----|----|---------------|
|                 | C                  | Si | Mn | Cr | Ni | Інші елементи |
|                 |                    |    |    |    |    |               |

Таблиця 5 – Фізичні та механічні властивості матеріалу

| Марка<br>матеріалу | $\sigma_T$ , МПа | $\sigma_B$ , МПа | Твердість<br>не більше |
|--------------------|------------------|------------------|------------------------|
|                    | не менше         |                  |                        |
|                    |                  |                  |                        |



В цьому підрозділі необхідно навести характеристику термічного стану заготовки, яка буде направлена на механічну обробку, перелік основних механічних властивостей ( $\sigma_b$ , HB, HRC) матеріалу заготовки в стані поставки, а також після її термообробки, якщо вона застосовується в процесі виготовлення деталі [23].

### 2.2.2 Вибір методу виготовлення заготовки

Правильний вибір методу виготовлення заготовки – важливе техніко-економічне завдання. В загальному випадку воно вирішується з урахуванням конструкції, призначення матеріалу деталі, річної програми випуску та технологічних можливостей заготівельного виробництва. Студент, на відміну від заводського технолога, не обмежений технологічним обладнанням заготівельного виробництва чи типовими заводськими ТП. Тому він має можливість вибрати стосовно до конструкції та матеріалу деталі будь-який метод з описаних в довідковій літературі [8, 11, 45, 51].

Такий вибір рекомендується проводити на основі критичної оцінки групи подібних методів, які принципово можуть бути застосовані для виготовлення заданої деталі та техніко-економічної оцінки не менше двох конкуруючих методів з числа найбільш раціональних.

Методика орієнтовної техніко-економічної оцінки методу отримання заготовки наведена в [8, 11].

Вибираючи метод виготовлення заготовки, необхідно звертати увагу на можливе застосування мало та безвідходної технології, а в якості критерія вибору використовувати її вартість.

Вартість заготовок, отриманих такими методами, як литво в земляні форми та кокілі, литво по виплавлюваних моделях, литво під тиском, гаряче штампування на молотах, пресах, ГKM, а також електровисаджування, можна визначити за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{C_i}{1000} Q k_T k_c k_b k_m k_{\Pi} \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{відх}}}{1000} \quad (3)$$

де  $C_i$  – базова вартість 1 т заготовок, грн.;

$k_m, k_c, k_b, k_n$  – коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок [11];

$Q$  – маса заготовки, кг;

$q$  – маса готової деталі, кг;

$S_{\text{відх}}$  – вартість 1 т відходів, грн.

В кінці цього підрозділу необхідно надати стислу характеристику вибраного методу, точність заготовки, яка отримана цим методом.

### 2.3 Вибір маршрутів обробки поверхонь деталі

Побудова маршруту обробки проводиться по кожній поверхні (див. рис.1, табл.1.), яка підлягає неодноразовій механічній обробці, в такій послідовності:

1) всі поверхні, які позначені на ескізі деталі і які підлягають неодноразовій обробці, заносять до граф 1-4 табл. 6 з їх параметрами, а саме допуском і шорсткістю;

2) розраховують і заносять до графа 5 табл.6 загальне уточнення  $\varepsilon_{\text{заг}}$

$$\varepsilon_{\text{заг}} = \frac{\delta_z}{\delta_{\text{дет}}} \quad (4)$$

де  $\delta_z$  – допуск на розмір поверхні заготовки, яка підлягає неодноразовій механічній обробці;

$\delta_{\text{дет}}$  – допуск на розмір тієї ж поверхні після її обробки.

Використовуючи типові маршрути обробки поверхонь [7,31] і керуючись вимогами креслення, вибирають не менше двох можливих маршрутів обробки кожної поверхні, визначаючи при цьому і метод її кінцевої обробки. Зміст маршрутів заносять до граф 6-7, таблиці 6;

3) у всіх випадках достатність і економічну доцільність вибору того чи іншого маршруту обробки поверхні рекомендується перевіряти за умовою:

іні методи обробки поверхонь деталі

| Допуск на<br>поверхню<br>в<br>заготовці,<br>мм | Загальне<br>уточнення,<br>$\varepsilon_3$ | Можливі технологічні<br>маршрути обробки поверхні<br>деталі |                                                              |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|                                                |                                           | номер<br>маршруту                                           | зміст маршруту                                               |
| 4                                              | 5                                         | 6                                                           | 7                                                            |
| 2                                              | 25                                        | 1                                                           | 1. Чорнове точіння<br>2. Чистове точіння<br>3. Шліфування    |
|                                                |                                           | 2                                                           | 1. Чорнове точіння<br>2. Чистове точіння<br>3. Тонке точіння |
| 2                                              | 5,55                                      | 1                                                           | 1 Фрезерування                                               |

$$\varepsilon_{\phi} \geq \varepsilon_{\text{заг}} \quad (5)$$

$$\varepsilon_{\phi} = \prod_{i=1}^m \varepsilon_i = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \dots \cdot \varepsilon_m \quad (6)$$

де  $m$  – число переходів обробки поверхні деталі;

$\varepsilon_i$  – часткове уточнення, яке визначається за формулою:

$$\varepsilon_i = \frac{\delta_{i-1}}{\delta_i} \quad (7)$$

де  $\delta_{i-1}$ ,  $\delta_i$  – допуски на розміри поверхні, одержані відповідно при її попередній і наступній обробці, які вибираються з таблиць економічної точності [22,51];

4) згідно до умови (5) приймають той чи інший маршрут обробки кожної поверхні, яка підлягає неодноразовій обробці.

## **2.4 Проектування маршрутного технологічного процесу механічної обробки деталі**

Багатоваріантність побудови плану обробки поверхонь деталі та різноманітність конструктивних форм деталей різних класів не дозволяє дати конкретні рекомендації по виконанню цього етапу, тому можна привести лише загальні рекомендації.

При розробці технологічного процесу на виготовлення заданої деталі необхідно користуватися типовими технологічними процесами на деталі загальномашинобудівного призначення з урахуванням типу виробництва і напрямків розвитку технології машинобудування [6,7,52,53], а також використовувати данні базового ТП. Маршрут обробки в більшості випадків визначається конфігурацією, співвідношенням розмірів і точністю обробки поверхонь деталі.

Мета цього етапу – надати загальний план обробки деталі, попередньо намітити зміст операцій технологічного процесу та вибрати тип обладнання (металорізальних верстатів).

Послідовність обробки деталі встановлюють з урахуванням наступних рекомендацій:

1. В першу чергу необхідно обробити і бажано остаточно ті поверхні деталі, від яких задано найбільше число вимог точності, тобто найбільш значимі конструкторські бази.

При розробці першої операції необхідно вибрати таку схему базування, яка забезпечила би зняття більш рівномірного, тобто мінімального припуску з найбільш значимих поверхонь деталі. Як правило, обґрунтоване рішення цієї задачі можливе при порівнянні різних варіантів виконання першої операції.

2. Від підготовлених на першій операції технологічних баз планують обробку інших поверхонь в послідовності зворотній їх точності. В останню чергу повинні оброблятися найбільш точні поверхні та ті, що легко ушкоджуються (наприклад, зовнішня різь). Якщо на деяких точних поверхнях деталі дефекти недопустимі, то для визначення доцільності

подальшої обробки кінцева обробка цих поверхонь може бути виконана на початку технологічного процесу.

3. При проектуванні технологічного маршруту обробки необхідно намагатися скорочувати кількість переустановлень деталі від верстата на верстат, особливо важких деталей, та скорочувати шлях їх транспортування.

Досвід роботи машинобудівних підприємств показав доцільність поділу ТП механічної обробки деталей на три стадії: чорнову, чистову, кінцеву (завершальну).

Мета чорнової стадії – підготувати технологічні бази для подальшої обробки, зняти більшу частину припуску і напуску. В середньому на цій стадії забезпечуються точність IT15...IT12, шорсткість поверхні  $R_a50...12,5$ . На чорновій стадії обробки відбувається інтенсивний нагрів оброблюваної деталі, порівняно великі похибки внаслідок деформацій технологічної системи під дією сил різання і сил закріплення заготовки, підвищеного зносу установчих елементів пристроїв.

Мета чистової стадії – одержати задану точність обробки деталі. До цієї стадії відноситься напівчистова обробка, яка застосовується при підвищених вимогах щодо точності, та чистова. Точність обробки на чистовій стадії в середньому IT10...IT7, шорсткість поверхні  $R_a6,3...1,25$ .

Мета кінцевої стадії – підвищити якість і точність основних найбільш важливих для службового призначення поверхонь деталі. Точність обробки на цій стадії IT7...IT5, шорсткість поверхні  $R_a1,25...0,04$ .

Обробляючи деталі по вказаних стадіях, збільшують проміжок часу між чорною та кінцевою обробками, що дає можливість охолонути оброблюваній деталі та найбільш повно проявитися залишковим напруженням, похибки від яких повніше усуваються на кінцевій стадії.

Отже на чистовій стадії прагнуть виконувати операції по обробці найбільш відповідальних поверхонь деталі.

Для жорстких заготовок можливе суміщення чорнової та чистової обробки на одній початковій стадії обробки.

Операції технічного контролю в ТП передбачають перед складними операціями, термічною обробкою, а також в кінці обробки. На інших операціях технічний контроль здійснюється верстатниками, наладчиками, контролерами вибірково.

## **2.5 Вибір технологічних баз**

Одночасно з розробкою маршруту(плану) механічної обробки вибирають технологічні бази для кожної операції.

Вибір технологічних баз розпочинають з чорнової операції ТП, призначення якої забезпечити одержання технологічних баз для наступних операцій.

При виборі чорнової технологічної бази необхідно виходити із забезпечення зняття більш рівномірного припуску з найбільших і важливіших для деталі поверхонь. Чорнова база, яка забезпечує розмірні зв'язки між обробленими і необробленими поверхнями, повинна використовуватися тільки один раз.

Поверхні, які використовуються в якості чорнової бази, повинні відповідати таким вимогам:

- мати найбільшу площину;
- в подальшому не оброблюватися;
- бути пов'язаними з іншими поверхнями найбільшою кількістю розмірів.

При виборі чорнових баз для базування деталі необхідно знайти комплект поверхонь, які б максимально відповідали цим вимогам.

При виборі технологічних баз на наступних операціях необхідно керуватися принципом єдності баз, при цьому, слід більш ширше використовувати переваги опорних, налагоджувальних і перевірочних технологічних баз. При вимушеній зміні опорних баз необхідно послідовно переходити від менш точної базової поверхні до більш точної.

Якщо задана точність не витримується, то необхідно відкоригувати розроблений маршрут і схему базування заготовки. Необхідно пам'ятати, що кожна зміна технологічних баз призводить до зниження точності

обробки деталі, збільшенню припусків на механічну обробку, виключає можливість використання однакових конструкцій верстатних пристроїв, а тому потребує її обґрунтування.

При розробці схем базування умовні позначення баз необхідно показувати у відповідності до ГОСТ 21495-76 «Базы и базирование в машиностроении».

Остаточний вибір схем базування здійснюється при розробці структури та змісту технологічних операцій. Прийняті теоретичні схеми базування слід подати в таблиці 7 (розділ 2.6.).

## **2.6 Розробка структури та змісту технологічних операцій, вибір обладнання для їх виконання**

Проектування операцій ТП виконують після встановлення кількості переходів по обробці кожної поверхні та розробки маршруту обробки заготовки і схем базування.

При цьому необхідно намагатися підібрати таку структуру операцій, яка забезпечить зменшення штучного часу. Для цього перевагу слід надавати багатомісним, багатоінструментним схемам з паралельним чи паралельно-послідовним виконанням основних переходів, схемам з частковим чи повним виключенням допоміжного часу.

Характер операцій та прийнятий метод і точність обробки, вибраний тип виробництва дозволяють визначити тип та модель верстата (токарний, фрезерний, свердлильний), а розміри заготовки і оброблюваних поверхонь – основні розміри верстата. В умовах багатосерійного та масового виробництва вибирають багатошпиндельні, багатопозиційні, агрегатні верстати, а в умовах дрібносерійного – універсальні верстати (токарно-револьверні, верстати з ЧПК, гідрокопіювальні).

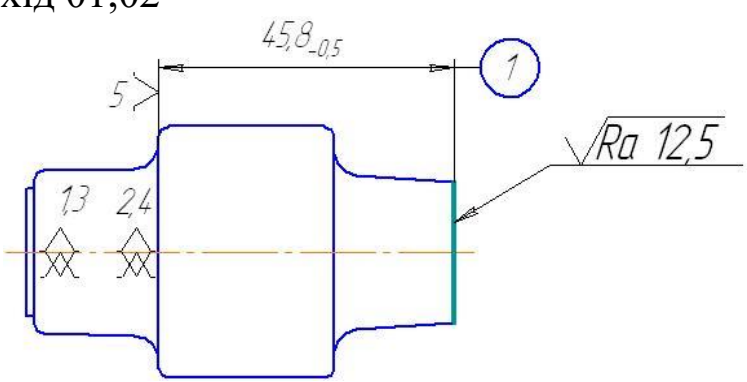
Якщо задані вимоги щодо точності можуть бути виконані на різних верстатах, то вибирають верстат, який забезпечує найбільшу економічність обробки. Вибір виконують за такими критеріями:

- 1) мінімальні витрати часу на обробку;
- 2) менша собівартість обробки на верстаті;
- 3) раціональна вартість верстата;
- 4) більш повне використання верстата за часом його роботи, потужності.

При виборі обладнання згідно до розроблених структур операцій перевагу слід надавати обладнанню з високим ступенем автоматизації та верстатам з ЧПК.

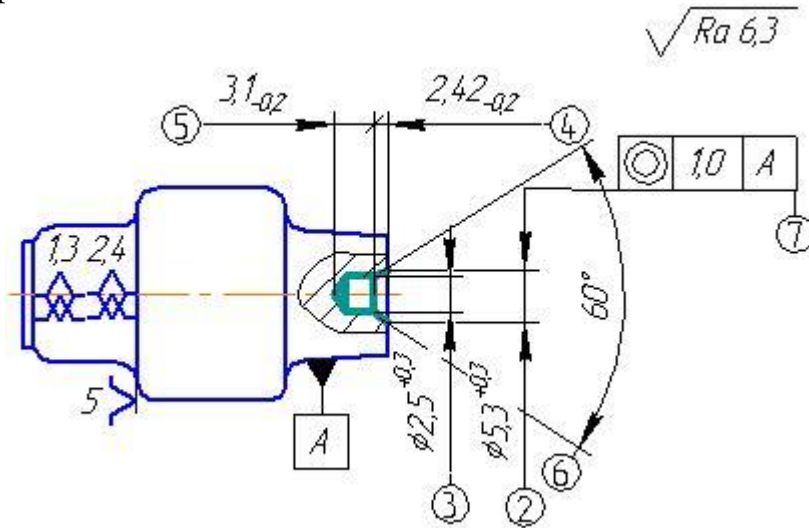
Приклад виконання розробки структури та змісту технологічних операцій представлено в таблиці 7.

Таблиця 7 – Структура та зміст технологічних операцій

| Номер та найменування операції, модель верстата                                                                        |                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ескіз обробки зі схемою базування деталі                                                                               | Зміст операції                                                                           |
| 1                                                                                                                      | 2                                                                                        |
| 010 .Токарна з ЧПК. Верстат: токарний з ЧПК HAASTL1                                                                    |                                                                                          |
| <p>Установ А<br/>Перехід 01,02</p>  | <p>01. Установити і закріпити деталь;<br/>02. Підрізати торець, витримуючи розмір 1;</p> |



## Перехід 03



03. Центрувати торець, витримуючи розміри 2,3,4,5,6 і вимогу 7.

Моделі верстатів, які пропонуються для виконання операцій у відповідності до розробленого маршруту механічної обробки, вибирають з каталогів металорізального обладнання або з довідників. Стислу технічну характеристику металорізального обладнання рекомендується представити в табл.8.

Таблиця 8 – Металорізальне обладнання для обробки деталі

| Номер операції | Назва та модель верстага | Стисла характеристика                                   |                     |                                |                                                   |                                                               | Розмірна характеристика |                                                      |                                              |                             |
|----------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
|                |                          | Діапазон частот обертання шпинделя $n, \text{хв.}^{-1}$ | Діапазон подач      |                                | Сумарна потужність електродвигуна $N, \text{кВт}$ | Габаритні розміри верстага $(L \times B \times H), \text{мм}$ | Число УРЕ               | Максимальні розміри оброблюваної деталі, $\text{мм}$ | Максимальний діаметр свердління, $\text{мм}$ | Розмір и стола, $\text{мм}$ |
|                |                          |                                                         | $S_o, \text{мм/об}$ | $S_{\text{хв}}, \text{мм/хв.}$ |                                                   |                                                               |                         |                                                      |                                              |                             |
| 1              | 2                        | 3                                                       | 4                   | 5                              | 6                                                 | 7                                                             | 8                       | 9                                                    | 10                                           | 11                          |
|                |                          |                                                         |                     |                                |                                                   |                                                               |                         |                                                      |                                              |                             |

В курсовому проекті для оформлення регламенту ТП у відповідності із структурою операцій використовують такі види технологічних документів:

1) маршрутну карту (МК). Заповнюється у відповідності з вимогами ГОСТ 3.1105-84 (форма 2 і 2а) на всі операції. Номера операцій проставляють арабськими цифрами в технологічній послідовності через п'ять, наприклад 005, 010, 015...095,100 (додаток 4);

2) операційну карту (ОК). Графи форм 1 і 1а заповнюють у відповідності до ГОСТ 3.1404-86. Записи необхідно робити на кожній строчці в один ряд. Записи в графах виконують на рівні першої строки граfi «Зміст переходу». Заповнюють ОК на 2-3 операції за вказівкою керівника проекту (додаток 5);

3) карту ескізів (КЕ). оформлюють у відповідності з ГОСТ 3.1105-84 (форма 5 і 5а). Операційні ескізи оформляють на операції, для яких заповнені ОК (додаток 6).

Деталь на операційному ескізі показують в такому виді, який вона має після виконання операції. Оброблювані поверхні показують лініями подвійної товщини. На операційному ескізі відображають також схему базування для кожного установа за ГОСТ 21495-76 «Базы и базирование в машиностроении» і шорсткість оброблених поверхонь;

4) операційну карту технічного контролю (ГОСТ 3.1502-85, форма 2 і 2а). В графі «Процент контролю» проставляють процент контролю (наприклад, 5, 10...100%) за рекомендаціями [11,34] (додаток 7).

## **2.7 Вибір затискних верстатних пристроїв**

Після вибору металорізального обладнання необхідно встановити, які пристрої у відповідності з розробленими операційними ескізами необхідні для виконання операцій. При виборі конструкцій пристроїв необхідно надавати перевагу швидкодіючим, переналагоджувальним, багатомісним, універсально-складальним пристроям. В умовах багатосерійного і масового виробництва використовуються спеціальні

пристрої, розроблені для виконання конкретної операції. В цьому випадку замість найменування пристроїв вказують «спеціальне».

Відомості про вибрані затискні пристрої на операціях технологічного процесу знаходять в довідниках [1,4,9,12] і заносять до таблиці 9. При відсутності кодів і стандартів на пристрій графу 3 не заповнюють.

Таблиця 9 – Затискні верстатні пристрої для деталі (назва деталі)

| Номер операції | Найменування пристроїв | Код або ГОСТ | Вид приводу | Стисла характеристика |
|----------------|------------------------|--------------|-------------|-----------------------|
| 1              | 2                      | 3            | 4           | 5                     |
| 005            | Патрон                 | 2675-80      | механічний  |                       |

## 2.8 Вибір різальних інструментів

Різальний інструмент для виконання операцій вибирають з урахуванням:

- вибраного верстату;
- матеріалу оброблюваної деталі;
- максимального використання нормалізованого стандартного інструменту;
- методу і стадії обробки (чорнова, чистова, кінцева);
- типу виробництва;
- міцності, ріжучих властивостей і стійкості інструменту.

Розміри мірного різального інструменту (свердла, зенкери, розвертки) визначають виходячи із розмірів обробки. Розміри інших інструментів залежать від розмірів різцетримача, оброблюваної поверхні з їх розрахунку на міцність і жорсткість.

Рекомендується більш широко використовувати такі види інструментів: стандартний; комбінований; з механічним кріпленням різальних пластинок із твердих сплавів і мінералокераміки; алмазний.

Відомості про вибраний різальний інструмент знаходять у довідниках [4,37,48,50,51] та заносять до таблиці 10.

Якщо на операції застосовується або планується застосування спеціального різального інструменту, то в графі «Найменування інструменту» і у відповідній графі технологічної карти відмічають «спеціальний інструмент».

Допоміжний інструмент (перехідні втулки, державки) вибирають за необхідністю [4,51].

Таблиця 10 – Різальний інструмент для механічної обробки деталі (назва деталі)

| Но-<br>мер<br>опера<br>ції | Номер<br>перехо<br>ду чи<br>позиції | Наймену-<br>ванняінстр<br>умен-ту | Код | ГОСТ         | Різальна частина |              | Кіль-<br>кість |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----|--------------|------------------|--------------|----------------|
|                            |                                     |                                   |     |              | матеріал         | ГОСТ         |                |
| 1                          | 2                                   | 3                                 | 4   | 5            | 6                | 7            | 8              |
| 005                        | 02                                  | Різець<br>прохідний               |     | 18879-<br>73 | T5K10            | 25425-<br>82 | 1              |

## 2.9 Вибір вимірювальних інструментів

Засоби технічного контролю на операціях вибираються з урахуванням:

- типу виробництва;
- точності вимірювання;
- вартості вимірювальних пристроїв;
- трудомісткості вимірювання;
- безпеки та зручності роботи.

В умовах масового, багатосерійного виробництвах перевагу необхідно надавати стандартним калібрам, спеціальним контрольним пристроям, які забезпечують комплексну перевірку точності обробки заданої деталі.

В умовах серійного виробництва засоби технічного контролю повинні бути більш універсальними або переналагоджувальними.

Відомості про засоби технічного контролю знаходяться в довідковій літературі [4,19,24,51] та заносять до таблиці 11.

Таблиця 11 – Вимірювальний інструмент та контрольні пристрої для деталі (назва деталі)

| Номер операції | Номер переходу | Параметр деталі, що контролюється | Найменування інструменту або пристрою | Код | ГОСТ     |
|----------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----|----------|
| 1              | 2              | 3                                 | 4                                     | 5   | 6        |
| 005            | 02             | Ø50 <sub>-0,1</sub>               | Скоба                                 |     | 11098-75 |

## 2.10 Розрахунок припусків та операційних розмірів

Після вибору плану обробки поверхонь, розробки маршрутної технології, розробки структури та змісту технологічних операцій проводять розрахунок припусків на механічну обробку. При цьому на одну з найбільш точних поверхонь мінімальні міжопераційні припуски розраховують за формулами, а для інших поверхонь – вибирають за таблицями довідників [4,8,22,45].

Для розрахунку припусків може бути використана методика В.М.Кована [11,43,51,52] або методика, яка основана на теорії розмірних ланцюгів [18,41].

За методикою В.М.Кована мінімальний операційний припуск  $Z_{imin}$  розраховується за формулою:

для незамкнених поверхонь (площин)

$$Z_{i\ min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \quad (8)$$

при обробці зовнішніх та внутрішніх поверхонь обертання

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (9)$$

де  $Rz_{i-1}$  – шорсткість (висота мікронерівностей) поверхні;

$T_{i-1}$  – глибина дефектного поверхневого шару;

$\rho_{i-1}$  – сумарне значення просторових відхилень для даної поверхні на попередньому переході;

$\varepsilon_{yi}$  – похибка установки заготовки на виконуваному переході.

Значення складових мінімального припуску знаходять для конкретних умов обробки по довідниках [11,43,51,52].

Максимальний припуск на обробку визначають за формулами:

$$Z_{i \max} = Z_{i \min} + \delta_{i-1} + \delta_i \quad (10)$$

$$2Z_{i \max} = 2Z_{i \min} + \delta_{di-1} + \delta_{di} \quad (11)$$

де  $\delta_{di-1}$ ;  $\delta_{i-1}$  – допуск операційного розміру на попередньому переході;

$\delta_{di}$ ;  $\delta_i$  – допуск розміру на виконуваному переході.

Вихідні дані та отримані результати розрахунків припусків та розмірів рекомендується представити у вигляді таблиці 12.

Розраховавши значення мінімального та максимального припусків і склавши схему розташування припусків і допусків на обробку з указанням їх числових значень, визначають проміжні операційні розміри, включаючи розміри заготовки (рис. 2).

Для охоплюваних поверхонь (рис.2, а)

$$d_{i-1}^{\text{HM}} = d_i^{\text{HM}} + Z_{i \min} \quad (12)$$

або

$$d_{i-1}^{\text{HB}} = d + Z_{i \max} \quad (13)$$

для охоплюючих поверхонь (рис.2, б)

$$D_{i-1}^{\text{HM}} = D_i^{\text{HM}} + Z_{i \min} \quad (14)$$

або

$$D_{i-1}^{\text{HB}} = D_i^{\text{HB}} + Z_{i \max} \quad (15)$$

Таблиця 12 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку поверхні Ø40h6 (-0.016)

| Технологічні<br>переходи<br>обробки<br>поверхні<br>Ø40h6 | Елементи припуску, мкм |     |      |   | Розраху<br>нковий<br>припуск<br>2Z <sub>min</sub> ,<br>мкм | Розраху<br>нковий<br>розмір<br>d <sub>p</sub> , мм | Допуск<br>δ, мм | Граничний<br>розмір, мм |                  | Граничний<br>припуск, мм |                   |
|----------------------------------------------------------|------------------------|-----|------|---|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|
|                                                          | R <sub>z</sub>         | T   | ρ    | ε |                                                            |                                                    |                 | d <sub>min</sub>        | d <sub>max</sub> | 2Z <sub>min</sub>        | 2Z <sub>max</sub> |
| 1                                                        | 2                      | 3   | 4    | 5 | 6                                                          | 7                                                  | 8               | 9                       | 10               | 11                       | 12                |
| Заготовка                                                | 150                    | 150 | 1024 |   |                                                            | 43,256                                             | 1,1             | 43,3                    | 44,4             |                          |                   |
| Точіння                                                  |                        |     |      |   |                                                            |                                                    |                 |                         |                  |                          |                   |
| - чорнове                                                | 50                     | 50  | 61   |   | 2x1324                                                     | 40,608                                             | 0,52            | 40,61                   | 41,13            | 2,69                     | 3,27              |
| - чистове                                                | 30                     | 30  | 41   |   | 2x161                                                      | 40,286                                             | 0,16            | 40,29                   | 40,45            | 0,32                     | 0,68              |
| Шліфування:                                              |                        |     |      |   |                                                            |                                                    |                 |                         |                  |                          |                   |
| - попереднє                                              | 10                     | 20  | 20   |   | 2x101                                                      | 40,084                                             | 0,039           | 40,084                  | 40,123           | 0,206                    | 0,327             |
| - кінцеве                                                | 5                      | 15  | 5    |   | 2x50                                                       | 39,984                                             | 0,016           | 39,984                  | 40,0             | 0,1                      | 0,123             |
| Разом                                                    |                        |     |      |   |                                                            |                                                    |                 |                         |                  | 3,316                    | 4,4               |



Для діаметральних розмірів значення припусків подвоюють.

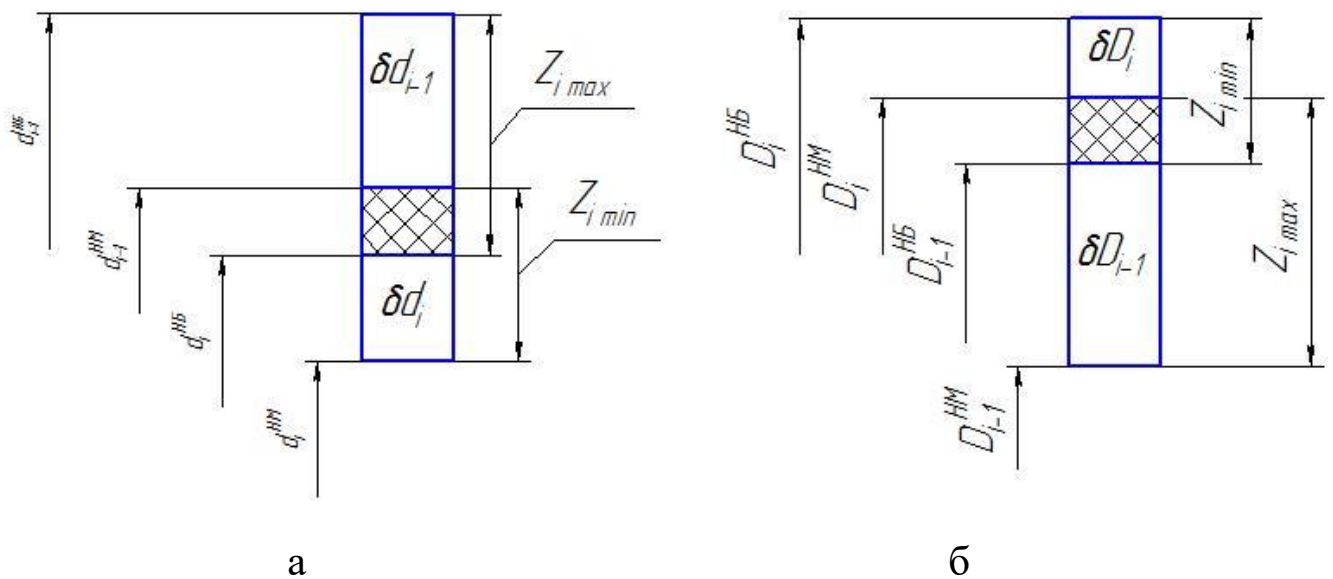


Рисунок 2 - Схема розташування припусків і допусків для поверхонь: а) – охоплюваної; б) – охоплюючої.

За вказівкою керівника курсового проекту можливий другий варіант розрахунку мінімальних та максимальних припусків з використанням методики, основаної на теорії розмірних ланцюгів[18,41].

Вибрані величини припусків слід подати у вигляді таблиці 13.

Таблиця 13 – Припуски на обробку поверхонь деталі

| Номер поверхні | Найменування поверхні | Найменування переходу | Припуск $Z_{\min}$ , мм | Технологічний допуск, мм | Операційні розміри |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|
| 1              | 2                     | 3                     | 4                       | 5                        | 6                  |
| 1              | Зовнішня циліндрична  | Заготовка             |                         | 1,1                      | $44,4_{-1,1}$      |
|                |                       | Точіння чорнове       | 2,69                    | 0,52                     | $41,13_{-0,52}$    |
|                |                       | Точіння чистове       | 0,32                    | 0,16                     | $40,45_{-0,16}$    |
|                |                       | Шліфування попереднє  | 0,206                   | 0,039                    | $40,123_{-0,039}$  |
|                |                       | Шліфування кінцеве    | 0,1                     | 0,016                    | $40_{-0,016}$      |

## 2.11 Визначення режимів різання

Режими різання визначають двома способами: розрахунково-аналітичним і нормативним.

Розрахунково-аналітичним способом визначають режими різання на одну складну операцію. На решту операцій режими різання визначають за нормативами довідників [54-56].

Спочатку визначаються вихідні дані:

- номер, найменування та зміст операції, вид різального інструмента, матеріал деталі, модель металорізального верстату, точність та шорсткість, які ставляться до оброблюваної поверхні;
- значення твердості оброблюваного матеріалу НВ;
- оптимальну геометрію різального інструменту та період стійкості « $T$ », попередньо вибирають його розмірні параметри (наприклад, розміри перерізу державки різця);

Розрахунок режимів різання по кожному переходу з використанням емпіричних залежностей виконується в такій послідовності [16,37,42,50,51]:

- розраховують глибину різання  $t$  в залежності від припуску на механічну обробку. Наприклад, при виконанні свердління в суцільному матеріалі, мм:

$$t = \frac{d_{св}}{2} \quad (16)$$

де  $d_{св}$  – діаметр свердління.

2. В залежності від лімітуючих факторів (шорсткості поверхні, допустимої потужності привода) вибирають розрахункову подачу  $S_p$  різального інструменту або робочих органів верстата з закріпленою заготовкою, використовуючи відповідні види подачі (мм/об; мм/хв.; мм/зуб; мм/хід; мм/дв.хід і т.ін.) [16,37,42,50,51]. Вибране значення подачі

коригують за даними паспорта верстата і визначають її фактичне значення  $S_\phi$ , дотримуючись умови:

$$S_\phi \leq S_{\text{верст.}} \quad (17)$$

Необхідно враховувати, що при виконанні чорнової обробки, для скорочення часу та повного використання технологічних можливостей верстата необхідно призначати максимально допустиму розрахункову подачу. При чистовій обробці фактором, що обмежує величину подачі, є вимоги якості оброблюваної поверхні (точність та шорсткість).

3. Визначають розрахункове значення швидкості різання [46,50,51] –  $V_p$ , використовуючи емпіричні залежності та відповідні поправочні коефіцієнти. Наприклад, при свердлінні швидкість різання, м/хв.:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

де  $C_V$  та показники ступенів ( $q$ ,  $m$ ,  $y$ ) наведені у відповідних таблицях;

$T$  – значення періоду стійкості свердла, хв.;

$K_V$  – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який враховує фактичні умови різання.

4. Розраховують частоту обертання шпинделя верстата або інструменту, хв.<sup>-1</sup> (об/хв.):

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_{\text{обр}}} \quad (18)$$

де  $D_{\text{обр}}$  – найбільший діаметр обробки або діаметр різального інструменту, мм.

Значення  $n_p$  коригують за паспортними даними верстата і приймають найближче мінімальне значення:

$$n_\phi \leq n_p \quad (19)$$

При відсутності в довідкових матеріалах ряду частот обертання шпинделя даного верстата допускається його визначення із геометричної прогресії:

$$n_{max} = n_{min} \cdot \varphi^{m-1} \quad (20)$$

де  $n_{max}$ ,  $n_{min}$  – відповідно максимальне та мінімальне значення частот обертання;

$m$  – кількість частот обертання шпинделя,

$\varphi$  – знаменник ряду [11, 27].

5. Встановлюють фактичну швидкість різання, м/хв:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{обр} \cdot n_{\phi}}{1000} \quad (21)$$

6. Визначають складові сили різання ( $P_z$ ,  $P_x$ ,  $P_y$  або момент різання  $M_{різ}$  [76], які створюють максимальне навантаження на привод верстата і інструмент.

7. Розраховують потужність різання  $N_{різ}$  [51] (наприклад, для свердління), кВт:

$$N_{різ} = \frac{M_{кр} \cdot n_{\phi}}{9750} \quad (22)$$

і виконують перевірку потужності приводу верстата:

$$N_{різ} \leq 1,2 N_{дв} \cdot \eta \quad (23)$$

де  $N_{дв}$  – потужність електродвигуна верстата, кВт;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії верстата за паспортом (в середньому  $\eta=0,8 \dots 0,85$ ).

При невиконанні вказаної умови проводять коригування режимів, визначаючи, в першу чергу, подачу ( $S_N$ ), що допускається потужністю привода верстата:

$$S_N = \left( \frac{4500 N_{\text{дв}} \eta}{C_{Pz} T^{X_{Pz}} V^{n_{Pz}} K_{Pz}} \right)^{\frac{1}{y_{Pz}}} \quad (24)$$

де  $C_{Pz}$ ,  $X_{Pz}$ ,  $n_{Pz}$ ,  $K_{Pz}$ ,  $y_{Pz}$  – поправочні коефіцієнти [51].

Якщо коригування не призводить до необхідного результату, то замінюють верстат.

8. Визначають коефіцієнт використання верстата за потужністю:

$$\eta_N = \frac{N_{\text{різ}}}{N_{\text{дв}} \eta} \quad (25)$$

9. Розраховують основний технологічний час  $T_o$  за формулою:

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{n_{\phi} S_{\phi}} \cdot i \quad (26)$$

де  $i$  – число проходів;

$L_{\text{р.х.}}$  – робочий хід інструменту або робочих органів верстата

$$L_{\text{р.х.}} = l + l_1 + l_2 \quad (27)$$

де  $l$  – довжина оброблюваної поверхні;

$l_1$ ,  $l_2$  – величина відповідно врізання і перебігу різального інструменту [55, 56].

При багатоінструментній обробці методика розрахунку режимів різання відмінна від наведеної, але загальна послідовність розрахунку зберігається.

При визначенні режимів різання різними методами необхідно вказувати не тільки джерела інформації в цілому, а і номери таблиць, сторінок, карт і т.ін.

Всі розрахунки та нормативні значення режимів різання заносять до табл. 14.

Таблиця 14 – Режими різання для механічної обробки деталі

| Номер    |         |          | t, мм | S <sub>o</sub> , мм/об<br>(S <sub>хв</sub> , мм/хв.) | V,<br>м/хв.<br>(м/с) | n,<br>хв. <sup>-1</sup> | L <sub>р.х.</sub> ,<br>мм | T <sub>o</sub> ,<br>хв. |
|----------|---------|----------|-------|------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| операції | позиції | переходи |       |                                                      |                      |                         |                           |                         |
| 1        | 2       | 3        | 4     | 5                                                    | 6                    | 7                       | 8                         | 9                       |

## 2.12 Технічне нормування операцій

Норми часу на виконання операцій механічної обробки в умовах масового і серійного виробництва встановлюються розрахунково-аналітичним методом [11,39,40,49,55].

В масовому виробництві визначають норму штучного часу:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{т.о.} + T_{о.о.} + T_{відп.}, \text{ хв} \quad (28)$$

В умовах серійного та одиничного виробництва визначають норму штучно-калькуляційного часу,:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{N}, \text{ хв} \quad (29)$$

де  $T_o$  - основний час обробки (визначається при розрахунку режимів різання);

$T_d$  – допоміжний час;

$T_{т.о.}$ ,  $T_{о.о.}$  – час відповідно технічного та організаційного обслуговування верстата;

$T_{відп.}$  – час на відпочинок;

$T_{п-з}$  – підготовчо-заклучний час, який витрачається на ознайомлення робітника з кресленням деталі;

$N$  – число деталей в партії [51].

Допоміжний час складається з таких елементів:

$T_{д1}$  – час на установку та зняття деталі;

$T_{д2}$  – час на підведення і відведення різального інструмента;

$T_{д3}$  – час на управління верстатом;

$T_{д4}$  – час на проведення контрольних вимірів.

При обробці на багатопозиційних верстатах, верстатах-автоматах і напівавтоматах частина допоміжного часу може перекриватися основним часом (наприклад, при обробці на вертикальних багатошпиндельних токарних напівавтоматах елементи  $T_{д1}$ ;  $T_{д4}$  перекриваються основним часом), а частина елементів може бути відсутня.

Сума основного і допоміжного часів складають оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_{д}, \text{ хв} \quad (30)$$

Для умов масового виробництва норма часу на технічне та організаційне обслуговування обладнання визначається за формулами:

$$T_{т.о.} = \frac{\alpha}{100} T_o, \text{ хв} \quad (31)$$

$$T_{о.о.} = \frac{\beta}{100} T_o, \text{ хв} \quad (32)$$

де  $\alpha$  – нормативний відсоток від основного часу, % [11;49];

$\beta$  – нормативний відсоток від основного часу, % [11;49].

Норма часу перерв на відпочинок і особисті потреби,:

$$T_{відп.} = \frac{\gamma}{100} T_{оп}, \text{ хв} \quad (33)$$

де  $\gamma$  – нормативний відсоток від оперативного часу, % [11,49].

Підготовчо-заклучний час вибирається по нормативам [11,49,51] на партію деталей.

В умовах серійного та одиничного виробництва  $T_{т.о.}$ ,  $T_{о.о.}$ ,  $T_{відп.}$  об'єднані однією нормою часу:

$$T_{\text{обсл,відп}} = \frac{\alpha}{100} T_{\text{оп, хв}} \quad (33)$$

де  $\alpha$  – нормативний відсоток від оперативного часу, % [11,49];

Одержані розрахунки та нормативні дані необхідно занести до табл.

15.

Таблиця 15 – Результати технічного нормування операцій

| Номер операції | T <sub>о</sub> , хв. | T <sub>д</sub> , хв. | T <sub>оп</sub> , хв. | T <sub>обсл.</sub> , хв. |                   | T <sub>відп</sub> , хв. | T <sub>шт</sub> , хв. | $\frac{T_{п-з}}{N}$ , хв. | T <sub>шт-к</sub> , хв. |
|----------------|----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|
|                |                      |                      |                       | T <sub>т.о.</sub>        | T <sub>о.о.</sub> |                         |                       |                           |                         |
| 1              | 2                    | 3                    | 4                     | 5                        | 6                 | 7                       | 8                     | 9                         | 10                      |

### 3 Конструкторська частина

#### 3.1 Розрахунок і розробка конструкції затискного пристрою

##### 3.1.1 Опис конструкції пристрою та його роботи

У цьому розділі необхідно навести детальний опис будови і роботи затискного пристрою. В пояснювальній записці наводиться спрощене креслення (схемачи загальний вид) розробленого пристрою з позначенням основних його частин. Опис конструкції пристрою потрібно виконувати з посиланням на позиції вищезгаданого креслення.

Опис треба починати зі слів: “Затискний пристрій складається із таких основних вузлів (якщо вони є) і деталей: литого або зварного корпусу 1, установлювальних елементів 2, 3 виконаних у вигляді призм” тощо.

Після опису конструкції пристрою необхідно описати його роботу, починаючи зі слів: “Після встановлення заготовки на встановлювальні елементи, поворотом рукоятки крана керування, стиснуте повітря подається, наприклад, у штокову порожнину пневмоциліндра” і т. ін.



### **3.1.2 Розробка схеми базування деталі, визначення похибки базування**

При автоматичному отриманні потрібної точності обробки деталі на налагоджених верстатах кожна заготовка оброблюваної партії повинна автоматично, без участі верстатника займати по відношенню до установочних елементів затискного пристрою одне і теж положення.

Ця задача вирішується шляхом раціонального базування заготовок, яке необхідно виконувати з урахуванням таких обставин:

- кількості і характеру вимог точності до виконуваної операції;
- принципу суміщення технологічних і вимірювальних (конструкторських) баз оброблюваної деталі;
- рекомендацій існуючого стандарту ГОСТ 21495-76 “Базирование и базы в машиностроении”.

Базування – надання необхідного положення деталі в системі координат верстату, яке необхідне для виконання даної операції.

#### **Визначення похибки базування деталі**

У разі неможливості суміщення технологічних і вимірювальних (конструкторських) баз для безпосереднього виконання заданої вимоги, необхідно визначити можливу похибку базування і порівняти її з допуском (вимогою) на отримуваний розмір. Якщо похибка базування буде меншою за допуск, то таку схему можна прийняти. Якщо ж похибка базування буде більшою ніж допуск, то потрібно змінити схему базування, або збільшити допуск (якщо це можливо).

Похибка базування – відхилення фактично досягнутого положення заготовки чи виробу при базуванні від необхідного.

Розглянемо приклад визначення похибки базування при обробці лиски на втулці, що встановлена на циліндричному пальці з буртом. Схему для визначення похибки базування наведено на рис. 3.

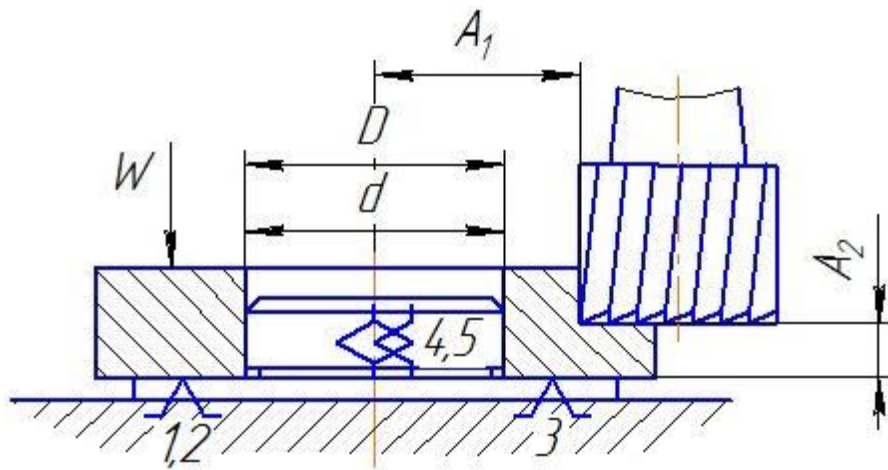


Рисунок 3 - Схема фрезерування лиски на втулці

Похибка базування для розміру  $A_1$  виникає в наслідок гарантованого зазору між базовою поверхнею заготовки та установочним пальцем. Тож

$$\varepsilon_{\delta(A_1)} = D_{\max} - d_{\min}, \quad (34)$$

де  $D_{\max}$  – максимальний діаметр посадочного отвору заготовки в межах допуску;

$d_{\min}$  – мінімальний діаметр установочного пальця.

Для розміру  $A_2$  вимірювальна та технологічна бази співпадають, тож  $\varepsilon_{\delta(A_2)} = 0$ .

### 3.1.3 Розрахунок пристрою на точність

Метою розрахунку пристрою на точність є визначення необхідної точності його виготовлення за вибраними параметрами, до яких відносяться:

а) допуски на координуючі розміри, що задані від баз чи базових поверхонь;

б) допуски взаємного розміщення (непаралельності або не перпендикулярності тощо) баз або базових поверхонь затискного пристрою.

Точність виготовлення пристрою, а саме тих його елементів, які впливають на точність оброблюваного розміру може бути оцінена величиною допуску, який визначається за формулою:

$$\varepsilon_{np} = T_A - k_m \cdot \sqrt{(k_{m1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + (k_{m2} \cdot \omega_{m.o})^2}, \quad (35)$$

де  $T_A$  – допуск на виконуваний розмір;

$k_m$  – коефіцієнт, що враховує відхилення розкиду значень складових величин від закону нормального розподілу ( $k_m=0,9\dots1,2$ );

$k_{m1}$  – коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі на налаштованому обладнанні ( $k_{m1}=0,8=\dots0,85$ );

$\varepsilon_{\delta}$  – похибка базування деталі;

$\varepsilon_z$  – похибка закріплення деталі [21, с.16-19];

$k_{m2}$  – коефіцієнт, що враховує долю похибки обробки в сумарній похибці, що є наслідком факторів, які не залежать від пристрою ( $k_{m2}=0,6\dots0,8$ );

$\omega_{m.o}$  – середня економічна точність обробки (визначається по таблицям допустимих похибок для даного методу обробки) [51, т.1, с.8-12].

При використанні механізованих затискних пристроїв, що забезпечують надійність сили затиску, похибка закріплення деталі наближається до нуля, оскільки вона може бути компенсована налагодженням верстатної системи.

### 3.1.4 Розрахунок сили затиску деталі

Для виконання цих розрахунків складають розрахункову схему із зображенням деталі в тій кількості проєкцій, що необхідно для розміщення всіх діючих сил. Наносять вісі координат так, щоб сили проєктувалися на них просто. За початок координат рекомендується вибирати точку, навколо якої може статися поворот заготовки. На

проекціях заготовки наносять сили різання та їх складові, а також силу затиску. Опорні точки умовно відкидають і замінюють їх реакціями. Між затискним елементом, а також між заготовкою і опорами вказують сили тертя.

Схема закріплення деталі розробляється з урахуванням таких обставин:

1. Для недопущення порушення положення деталі на опорах при дії сили затиску необхідно, щоб сила затиску була направлена перпендикулярно установлювальній базі деталі і при можливості проходила через центр ваги трикутника, утвореного трьома точками цієї бази.

2. З метою зменшення деформації деталі під дією сили затиску, коли установча база деталі при базуванні не використовується, або коли поверхня, протилежна установчій базі обробляється, силу затиску необхідно прикласти в іншому місці, але обов'язково навпроти опор затискного пристрою.

Після розробки розрахункової схеми, складають і розв'язують рівняння рівноваги заготовки під дією всіх сил. Кількість рівнянь повинна дорівнювати кількості невідомих сил.

При цьому в систему рівнянь необхідно також включити сили тертя, якщо вони фізично виникають:

$$F = N(W) \cdot f, \quad (36)$$

де  $F$  – сила тертя між затискним елементом і заготовкою, або між заготовкою і її опорою;

$W$  – сила затиску заготовки, або реакція опори –  $N$ ;

$f$  – коефіцієнт тертя ковзання, вибирають з таблиць [2].

Визначену розв'язком рівнянь силу затиску необхідно збільшити на коефіцієнт запасу сили ( $K = 1,5 \dots 2,5$ ).

В якості прикладу розглянемо варіант токарної обробки валу при закріпленні трикулачковому патроні. Схема затиску деталі, із

вказанням точки прикладання сили затиску та її напрямком, та вказанням сил різання та сил тертя наведено на рис. 4.

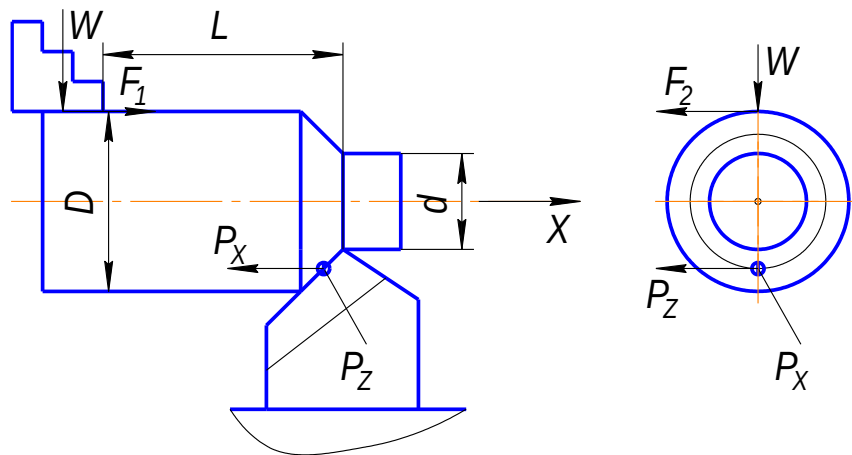


Рисунок4 - Схема до розрахунку сил затиску

При обробці виникає тангенційна сила  $P_z$ , яка діє назаготовку і намагається повернути її навколо вісі  $X$ . Осьова сила  $P_x$  намагається змістити деталь по відношенню до кулачків патрону вздовж тієї ж вісі  $X$ . Сили тертя, які виникають між кулачками та деталлю, перешкоджають її повертанню і зміщенню.

Тож умовно розділимо силу затиску на дві складові:

$$W = W_1 + W_2, \quad (37)$$

де  $W_1$  – складова сили затиску, яка протидіє зсуву деталі;

$W_2$  – складова сили затиску, яка протидіє повертанню деталі;

Складаємо рівняння рівноваги, та визначимо складову сили затиску  $W_1$ .

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ F_1 - P_x &= 0 \end{aligned} \quad (38)$$

де  $F_1$  – сила тертя;

$P_x$  – осьова сила різання.

Сила тертя визначається з залежності:

$$F_1 = W_1 \cdot f_1, \quad (39)$$

де  $f_1$  – коефіцієнт тертя.

Тож з рівняння рівноваги (39) складова сили затиску  $W_1$  визначається з залежності:

$$W_1 = \frac{P_x}{f_1}, \quad (40)$$

Складаємо рівняння рівноваги у вигляді моментів сил відносно вісі Х.

$$\sum M_x = 0; \quad (41)$$

$$P_z \frac{d+D}{4} - F_2 \frac{D}{2} = 0; \quad (42)$$

де  $F_2$  – сила тертя;

$P_z$  – тангенційна сила різання.

Сила тертя визначається з залежності:

$$F_2 = W_2 f_2, \quad (43)$$

де  $f_2$  – коефіцієнт тертя.

Тож з рівняння рівноваги (42) складова сили затиску  $W_2$  визначається з залежності:

$$W_2 = \frac{P_z(d+D)}{2f_2 \cdot D} \quad (44)$$

Тоді:

$$W = W_1 + W_2 = \frac{P_z(d+D)}{2f_2 \cdot D} + \frac{P_x}{f_1}, \quad (45)$$

Визначену силу затиску необхідно збільшити на коефіцієнт запасу  $K$ .

Приклади визначення необхідних сил затиску розглянуто в інших літературних джерелах[1].

### 3.1.5 Вибір параметрів силового приводу та його розрахунок

При виконанні операцій, які не потребують обертання заготовки під час її обробки, в якості силових приводів використовують стаціонарні пневматичні чи гідравлічні поршневі, діафрагмові та інші приводи [1, 12].

При необхідності обертання пристрою із заготовкою під час виконання операції використовують приводи, які обертаються разом зі шпинделем верстата або інерційні патрони, в яких для затиску деталі використовуються відцентрові сили [1, 12].

У всіх випадках зусилля на штоці приводу визначається за формулою:

$$Q = \frac{W}{i}, \quad (46)$$

де  $i$  – передавальне відношення сил вибраного типу затискного пристрою.

По цьому зусиллю визначають основний параметр (діаметр) силового приводу.

Діаметр приводу двосторонньої дії:

- у випадку, коли затиск відбувається при подачі повітря у безштокову порожнину:

$$D_u = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (47)$$

- у випадку, коли затиск відбувається при подачі повітря у штокову порожнину:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p \cdot \eta} + d_{\text{шт}}^2}, \quad (48)$$

де  $p$  – тиск стиснутого повітря ( $3 \dots 5$  кгс/см<sup>2</sup>);  $\eta$  – ККД приводу ( $0,8 \dots 0,9$ );  $d_{\text{шт}}$  – діаметр штока ( $0,25 \dots 0,3$ )  $D_{\text{ц}}$ .

Визначений діаметр циліндра необхідно округлити до більшого значення із стандартного ряду: 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250 і 320 мм.

Стандартний ряд рекомендованих діаметрів штоку ( $d_{\text{шт}}$ ): 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50 мм.

Посадка поршня в циліндр при шорсткості поверхні дзеркала циліндра  $2,5 \dots 1,25$  мкм –  $\frac{H8}{f9}$ , а при шорсткості  $0,63 \dots 0,32$  мкм –  $\frac{H7}{f7}$ , посадка штока в напрямну втулку  $\frac{H9}{f9}$  або  $\frac{H8}{f8}$ .

Діаметр діафрагми діафрагмового приводу односторонньої дії визначається з рівняння:

$$Q = 1.04p(R^2 + R \cdot r - 2r^2) - P_{\text{пр}}, \quad (49)$$

де  $R$  – радіус діафрагми в «світлі»;

$r$  – радіус опорної шайби ( $0,7R$ ).

Діаметр діафрагми діафрагмового приводу двосторонньої дії визначається з рівнянь:

- затиск відбувається при подачі повітря в безштокову порожнину:

$$Q = 1.04p(R^2 + R \cdot r - 2r^2), \quad (50)$$

- затиск відбувається при подачі повітря в штокову порожнину:

$$Q = \pi p \left( \frac{R^2 + R \cdot r - r^2}{3} - r_1^2 \right), \quad (51)$$



де  $r_1$  – радіус штока  $(0,25 \dots 0,3)R$ .

Крутний момент на штоці лопатевого неповноповоротного пневмодвигуна:

$$M_{кр} = 0,001B \cdot H \cdot R_{cp} \cdot p, \quad (52)$$

де  $B$  – ширина лопаті (мм);

$H$  – висота лопаті (мм);

$R_{cp}$  – середній діаметр лопаті (мм);

$p$  – тиск стиснутого повітря (мПа).

### 3.1.6 Розрахунок на міцність слабких елементів пристрою

В цьому пункті необхідно визначити слабкі ланки, і у відповідності до характеру навантаження на ці ланки розрахувати їх на міцність за відповідними формулами [47]. Розрахунок виконують для одного чи двох (за вказівкою викладача) найбільш навантажених елементів затискного пристрою.

До слабких ланок затискного пристрою зазвичай належать ланки найбільш навантажені силами, які утворює силовий привід, а саме: вісі важелів; самі важелі; вісі роликів клиноплунжерних механізмів; вісі шийок штоків пневмо- або гідроциліндрів; елементи кріплення приводів до корпусу пристрою тощо.

Вісі розраховують виходячи з умови міцності на зріз, а штоки – з умови міцності на розтягування або поздовжній згин за формулами опору матеріалів [47]. Міцність важелів перевіряють за напруженням згину, що виникає у найбільш небезпечному перерізі, який ослаблено отвором для вісі.

Розрахунок важеля на згин зводиться до розрахунку напруження  $\sigma_{зг}$ , що виникає у небезпечному перерізі:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{max}}{W}, \quad (53)$$

де  $M_{\max}$  – максимальний згинаючий момент;

$W$  – момент опору поперечного перерізу важеля.

Розрахунок на міцність вісі та штифтів виконують умовою міцності по напруженню на зріз ( $\tau$ ):

$$\tau = \frac{P}{F} \leq [\tau], \quad (54)$$

де  $P$  – сила, що діє на елемент;

$F$  – площа поперечного перерізу елемента.

### **3.1.7 Розробка креслення конструкції затискного пристрою**

Складальне креслення пристрою необхідно виконувати у двох-трьох проекціях з необхідними місцевими видами, розрізами, перерізами, які мають розкривати конструкцію кожної деталі. На усіх проекціях необхідно тонкими лініями показувати заготовку уявляючи її прозорою у вигляді, який вона має після виконання операції.

На розробленому кресленні необхідно проставити такі розміри:

- габаритні і розміри поверхонь, якими пристрій приєднується до верстата;

- посадки спряжень (наприклад поршня у циліндр, штока в напрямну втулку і т. д.);

- розміри з допусками, які характеризують точність взаємного розміщення тих елементів пристрою, від яких залежить точність виконуваної операції (наприклад, у кондукторах такими розмірами є міжцентрова відстань між осями кондукторних втулок, у фрезерних пристроях – відстань від робочих поверхонь установка до відповідних опор і т.д.). Допуски цих розмірів мають бути у 2...3 рази меншими ніж допуски відповідних вимог точності, які забезпечуються на даній операції, але не більшими як 0,1 мм;

- діаметри отворів кондукторних втулок під різальний інструмент. Якщо використовуються швидкозмінні втулки, то треба вказати розміри всіх кондукторних втулок;

- допуски на взаємну непаралельність, неперпендикулярність, неспіввісність, несиметричність, неплщинність опорних поверхонь.

До креслення необхідно прикласти специфікацію, до якої внести усі деталі, крім заготовки, інструмента, щупа, деталей верстата, якщо вони зображені на кресленні.

### **3.2 Розрахунок і розробка конструкції контрольного пристрою**

Опис конструкції потрібно починати зі слів: контрольний пристрій призначений для контролю (вказати параметр)...

На відміну від опису конструкції затискного пристрою у даному разі окрім переліку і опису конструкції корпусу, установчих елементів, затискного механізму (якщо він є), треба вказати тип вибраного вимірювального засобу, як він встановлюється або кріпиться на корпусі, [24] і як ним користуватись.

В описі роботи пристрою треба пояснити як саме встановлюється контрольована деталь, як підводиться і відводиться від деталі стрижень або інший контактний елемент вимірювального засобу, і оцінити отриманий результат виміру.

Потім оцінюються складові похибки вимірювання та перевіряється працездатність контрольного пристрою. Основна умова працездатності пристрою, що проектується, вимагає, аби сумарна похибка вимірювання за допомогою пристрою була не більшою за допустиму:

$$\Delta_{\Sigma_{вим}} \leq [\Delta]_{вим} \quad (55)$$

Значення  $[\Delta]_{вим}$  визначають з табл. 16, а значення  $\Delta_{\Sigma_{вим}}$  необхідно розрахувати за результатами аналізу її складових за формулою:

$$\Delta_{\Sigma_{вим}} = \sqrt{\Delta_{\delta}^2 + \Delta_{ВД}^2 + \Delta_{ПП}^2 + \Delta_{ВП}^2 + \Delta_{Ві\delta}^2 + \Delta_{ВГ}^2 + \Delta_{ВВЗ}^2}, \quad (56)$$

де  $\Delta_{\delta}$  – похибка базування деталі;

$\Delta_{ВД}$  – похибка встановлення деталі [20, табл. 3];

$\Delta_{ПП}$  – похибка передавальних пристроїв [20, табл. 4];

$\Delta_{ВП}$  – похибки важільних передач, що викликані зазорами в рухомих з'єднаннях [20, табл. 5];

$\Delta_{Ві\partial}$  – похибка відліку ( $0,2 \cdot j$ , де  $j$  – ціна поділки вимірювальної головки);

$\Delta_{ВГ}$  – похибка вимірювальної головки [20, табл. 7];

$\Delta_{ВВЗ}$  – похибка встановлення вимірювального засобу.

У разі відсутності у таблиці необхідного значення  $[\Delta]_{вим}$  необхідно приймати цю величину як  $0,25T_A$ .

Таблиця 16 – Граничні допустимі похибки вимірювання  $[\Delta]_{вим}$  для допуску  $IT_L$  мкм

| $IT_L$ | $[\Delta]_{вим}$ | $IT_L$ | $[\Delta]_{вим}$ | $IT_L$ | $[\Delta]_{вим}$ | $IT_L$ | $[\Delta]_{вим}$ | $IT_L$ | $[\Delta]_{вим}$ |
|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|
| 1,5    | 0,5              | 11     | 3,5              | 21     | 5,0              | 31     | 7,0              | 41     | 8,0              |
| 2,0    | 0,7              | 12     | 3,5              | 22     | 5,5              | 32     | 7,0              | 42     | 8,5              |
| 3,0    | 1,0              | 13     | 3,5              | 23     | 5,5              | 33     | 7,0              | 43     | 8,5              |
| 4,0    | 1,5              | 14     | 3,5              | 24     | 6,0              | 34     | 7,5              | 44     | 9,0              |
| 5,0    | 2,0              | 15     | 4,0              | 25     | 6,0              | 35     | 7,5              | 45     | 9,0              |
| 6,0    | 2,0              | 16     | 4,0              | 26     | 6,0              | 36     | 7,5              | 46     | 9,0              |
| 7,0    | 2,5              | 17     | 4,0              | 27     | 6,5              | 37     | 7,5              | 47     | 9,5              |
| 8,0    | 3,0              | 18     | 4,5              | 28     | 6,5              | 38     | 7,5              | 48     | 9,5              |
| 9,0    | 3,0              | 19     | 5,0              | 29     | 7,0              | 39     | 8,0              | 49     | 10,0             |
| 10,0   | 3,0              | 20     | 5,0              | 30     | 7,0              | 40     | 8,0              | 50     | 12,0             |

### 3.2.1 Вибір вузлів та елементів пристрою

На даному етапі розробки пристрою вибираються:

- а) установчі елементи в залежності від конструкції контрольованої деталі;
- б) затискні пристрої;
- в) передавальні пристрої (наприклад прямий, або важільний);
- г) стояки або штативи для закріплення засобів вимірювання;

- д) рухомі елементи (центрові або шпиндельні бабки і т. ін.);
- е) пристрої переміщень вимірювального засобу відносно контрольованої деталі;
- ж) корпус пристрою.

Конструкція корпусу вибирається чи розробляється з урахуванням наступних обставин:

- а) забезпечення найбільш раціонального розташування всіх вище означених елементів;
- б) забезпечення безпеки і зручності експлуатації.

### **3.2.2 Розробка креслення конструкції контрольного пристрою**

Складальне креслення загального виду пристрою необхідно виконувати у двох-трьох проекціях з необхідними місцевими видами, розрізами, перетинами, які мають розкривати конструкцію кожної деталі. На усіх проекціях слід зображати тонкими лініями контрольовану деталь, уявляючи її прозорою.

На кресленні необхідно проставити такі розміри:

- габаритні розміри пристрою;
- посадки спряжень;
- розміри з допусками, які характеризують точність взаємного розміщення тих елементів пристрою, від яких залежить його працездатність;
- допуски на взаємну непаралельність, неперпендикулярність, неспіввісність, несиметричність, неплщинність елементів контрольного пристрою.

До креслення необхідно прикласти специфікацію, в яку внести усі деталі, крім контрольованої деталі.

## Література

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975 – 656 с.
2. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. – М.: Машиностроение, 1978.
3. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2005 – 736 с.
4. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Изд-во стандартов, 1992 – 464 с.
5. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1969 - 556 с.
6. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения: В.кн.2. – М.: Машиностроение, 1982.
7. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. Технология машиностроения (специальная часть). 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1973 – 448 с.
8. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. – Львів: Світ, 1996 – 368 с.
9. Болотин Х.Л., Костромин Ф.В. Станочные приспособления. М.: Машиностроение, 1983 – 344 с.
10. Бурцев А.М., Васильев А.С., Дальский А.М. Основы технологии машиностроения. В 2-х кн. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001.
11. Горбачев А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: Высш.шк., 1984 – 256 с.
12. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979 – 303 с.
13. ГОСТ 31119-83. ДСТП. Комплектность документов в зависимости от характера производства.
14. ГОСТ 21495-76. Базы и базирование в машиностроении.
15. Дипломное проектирование по технологии машиностроения / Под ред. В.В.Бабука. – Минск: Высшэйша школа, 1979 – 464 с.

16. Долматовский Г.А. Справочник технолога по обработке металлов резанием. – М.: Машгиз, 1962 – 236 с.
17. Дунаев П.Ф., Лелихов О.П. Расчет допусков размеров. – М.: Машиностроение, 1981 – 189 с.
18. Иващенко И.П. Технологические размерные расчеты и способы их автоматизации. – М.: Машиностроение, 1975 – 224 с.
19. Каплунов Р.С. Точность контрольных приспособлений. – М.: Машиностроение, 1968 – 219 с.
20. Контрольно-вимірювальні пристрої. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи студентами денної та заочної форми навчання напрямку “Інженерна механіка” з профілюванням за спеціальністю “Технологія машинобудування”. / Укл. Мажара В.А. - Кіровоград: КНТУ, 2010 – 70 с.
21. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983 – 277 с.
22. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 1976 – 288 с.
23. Краткий справочник металлиста. / Под ред. Е.А.Скороходова. – М.: Машиностроение, 1986 – 455 с.
24. Марков Н.Н. Выбор измерительных средств для линейных измерений от 1 до 500 мм в зависимости от точности изготовления. – М.: НИИМАШ, 1965 – 56 с.
25. Марков Н.Н., Осипов В.В., Шабалина М.Б. Нормирование точности в машиностроении. – М.: Высш.шк.: Изд. Центр Академия, 2001 – 335 с.
26. Маталин А.А. Технология машиностроения. – М.: Машиностроение, 1985- 496 с.
27. Металлорежущие станки. Каталог-справочник. - М.: НИИМАШ, 1974 -134 с.
28. Металлорежущие станки с ЧПУ. Каталог. М.: НИИМАШ, 1987 – 120 с.

29. Методические указания к выполнению дипломного проекта по кафедре «Технология машиностроения» Сост. И.И.Павленко и др. – Кировоград: КИСМ, 1986 – 88 с.
30. Методические указания к выполнению курсового проекта по кафедре «Технология машиностроения» Сост. И.И. Павленко и др. – Кировоград: КИСМ, 1986 – 68 с.
31. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування. – Житомир: ЖДТУ, 2005 – 882 с.
32. Микитянский В.В. Точность приспособлений в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1984 – 128 с.
33. Митрофанов С.Н. Групповая технология машиностроительного производства. - Л.: Машиностроение, 1983 – 240 с.
34. Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения. – М.: Машиностроение, 1990 – 288 с.
35. Мягков В.Д. и др. Допуски и посадки. Справочник в 2-х ч. – Л.: Машиностроение, 1976.
36. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. – М.: Машиностроение, 1980 – 400 с.
37. Обработка металлов резанием. Справочник технолога/ Под ред. А.А.Панова. – М.: Машиностроение, 1988 – 736 с.
38. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1973 – 455 с.
39. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках (массовое производство). – М.: Машиностроение, 1974 - 95.
40. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974 – 128 с.



41.     Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. – М.: Машиностроение, 1982 – 264 с.
42.     Режимы резания металлов. Справочник технолога. / Под. ред. Ю.В. Барановского. М: Машиностроение, 1972 – 407 с.
43.     Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків на механічну обробку. Методичні вказівки для студентів напрямку 050502 «Інженерна механіка». / Укл.: Підгаєцький М.М., Охремчук М.О. -Кіровоград, КНТУ, 2010 – 45 с.
44.     Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Учебний посібник – К.:Вища школа, 1993 – 293 с.
45.     Руденко П.О. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.: Вища школа, 1997 - 247 с.
46.     Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. / Под ред. Нефедова Н.А., Осипова К.А. – М. : Машиностроение, 1984 – 288 с.
47.     Сопротивление материалов / Под ред. акад. Писаренко Г.С. – К.: Вища школа, 1986. – 775с.
48.     Справочник инструментальщика. / Под ред. Ординарцева И.А. – М.: Машиностроение, 1987 – 845 с.
49.     Справочник нормировщика - машиностроителя. В 2-х т. Т.2. Техническое нормирование станочных работ. /Под общ. ред. Е.И. Стружестраха – М.: Машгиз, 1961 – 892 с.
50.     Справочник по обработке металлов резанием. / Ф.Н.Абрамов, В.В.Коваленко, В.Е.Любимов и др.- К. : Техника, 1983 – 239 с.
51.     Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.Г.Косиловой, В.К.Мещерякова – М.: Машиностроение, 1985.
52.     Технология машиностроения: Учебник в 2-х т. / Под ред. А.М.Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2001.
53.     Технологія машино- та приладобудування / О.В.Якімов, В.І.Марчук, П.А.Лінчевський – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2005 – 710 с.

54. Технологія машинобудування. Навчальний посібник / За ред. І. І. Юрчишина. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009 – 528 с.
55. Техническое нормирование труда в машиностроении. / Э.Э.Миллер. – М.: Машиностроение, 1973 – 457 с.
56. Технологичность конструкций изделий. Справочник. / Под общ.ред. Ю.Д.Амирова. – М.: Машиностроение, 1985 – 368 с.
57. Толченев Т.В. Техническое нормирование станочных и слесарных работ. – М.: Машгиз, 1974 – 399 с.
58. Чарнко Д.В. Основы выбора технологического процесса механической обработки деталей машин. – Львов, 1975 – 319 с..
59. Чернин И.М. и др. Расчеты деталей машин. Справочное пособие. Изд.2-е пер. и доп. – Минск: Вышэйшая школа, 1978 – 400 с.
60. Шабайкович В.А. Выбор оптимального технологического процесса механической обработки деталей машин. – Львов, 1975 – 25 с.

ДОДАТОКА  
(довідковий)  
**ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНИХ АРКУШІВ**  
ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти  
і науки України  
29 березня 2012 року № 384  
Форма № Н-6.01

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра технології машинобудування  
(повна назва кафедри, циклової комісії)

**КУРСОВИЙ ПРОЕКТ**  
**(РОБОТА)**

з технології обробки типових деталей та складання машин  
(назва дисципліни)

на тему: \_\_\_\_\_

Студента (ки) \_\_\_\_\_ курсу \_\_\_\_\_ групи \_\_\_\_\_  
напряму підготовки \_\_\_\_\_  
спеціальності \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала \_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_ Оцінка ECTS \_\_\_\_\_

Члени комісії \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище та ініціали)

м. Кропивницький – 20\_\_ рік

ДОДАТОК Б  
(довідковий)  
**ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ БЛАНКУ ЗАВДАННЯ**

(перша сторінка)

Центральноукраїнський Національний Технічний Університет

( назва вищого навчального закладу )

Кафедра Технології машинобудування

Дисципліна Технологія обробки типових деталей та складання машин

Спеціальність \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_ Група \_\_\_\_\_ Семестр \_\_\_\_\_

**ЗАВДАННЯ**

на курсовий проект (роботу) студента

( прізвище, ім'я, по батькові )

1. Тема проекту \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Строк здачі студентом закінченого проекту \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту: робочекресленнядеталі; технічні вимоги  
на деталь; річна програма випуску        штук

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які  
підлягають розробці) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5.Перелік графічного матеріалу \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6.Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| №з/п | Назва етапів курсового проекту | Строк виконання етапів проекту | Примітки |
|------|--------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1.   |                                |                                |          |
| 2.   |                                |                                |          |
| 3.   |                                |                                |          |
| 4.   |                                |                                |          |
| 5.   |                                |                                |          |
| 6.   |                                |                                |          |
| 7.   |                                |                                |          |
| 8.   |                                |                                |          |
| 9.   |                                |                                |          |
| 10.  |                                |                                |          |
| 11.  |                                |                                |          |
| 12.  |                                |                                |          |
| 13.  |                                |                                |          |
| 15.  |                                |                                |          |
| 16.  |                                |                                |          |
| 17.  |                                |                                |          |
|      |                                |                                |          |
|      |                                |                                |          |
|      |                                |                                |          |

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

ДОДАТОК В  
(довідковий)

**ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ВІДОМОСТІ ПРОЕКТУ**

| № строки          | Формат | Визначення             | Найменування                   | Кіл. листів | № екз. | Прим.  |
|-------------------|--------|------------------------|--------------------------------|-------------|--------|--------|
|                   |        |                        | <u>Документація загальна</u>   |             |        |        |
|                   |        |                        |                                |             |        |        |
|                   |        |                        | Знову розроблена               |             |        |        |
|                   |        |                        |                                |             |        |        |
|                   | A4     |                        | Завдання на проект             | 1           |        |        |
|                   | A4     | КПТМ 16.11.XX.00.00.ПЗ | Пояснювальна записка           | 45          |        |        |
|                   | A4     | КПТМ 16.11.XX.00.00.ТП | Комплект технологічних         | 14          |        |        |
|                   |        |                        | документів                     |             |        |        |
|                   | A1     | КПТМ 16.11.XX.01.00.С2 | Схема механічної обробки       | 1           |        |        |
|                   | A2     | КПТМ 16.11.XX.02.00.С2 | Схема механічної обробки       | 1           |        |        |
|                   |        |                        |                                |             |        |        |
|                   |        |                        | <u>Документація по</u>         |             |        |        |
|                   |        |                        | <u>складальним одиницям</u>    |             |        |        |
|                   |        | КПТМ 16.11.XX.10.00.СК | Пристрій затискний             |             |        |        |
|                   | A1     |                        | Складальне креслення           | 1           |        |        |
|                   |        |                        | Пристрій затискний             |             |        |        |
|                   | A4     | КПТМ 16.11.XX.10.00.СП | Специфікація                   | 2           |        |        |
|                   |        |                        | Пристрій контрольний           |             |        |        |
|                   | A1     | КПТМ 16.11.XX.20.00.СК | Складальне креслення           | 1           |        |        |
|                   |        |                        | Пристрій контрольний           |             |        |        |
|                   | A4     | КПТМ 16.11.XX.20.00.СП | Специфікація                   | 1           |        |        |
|                   |        |                        |                                |             |        |        |
|                   |        |                        | <u>Документація по деталях</u> |             |        |        |
|                   | A2     | КПТМ 16.11.XX.00.01    | Цапфа (поковка)                | 1           |        |        |
|                   |        |                        | КПТМ 16.11.XX.00.00.ВП         |             |        |        |
|                   |        |                        |                                |             |        |        |
|                   |        |                        |                                |             |        |        |
| Зм.               | Арк.   | № докум.               | Підпис                         |             |        |        |
| Розробив          |        |                        |                                |             |        |        |
| Перевірів         |        |                        |                                |             |        |        |
|                   |        |                        |                                |             |        |        |
| Н. контр.         |        |                        |                                |             |        |        |
| Затвердив         |        |                        |                                |             |        |        |
| Відомість проекту |        |                        |                                | Літера      | Лист   | Листів |
|                   |        |                        |                                |             | 1      | 1      |
|                   |        |                        |                                | ЦНТУ<br>гр. |        |        |

ДОДАТОК Г  
(довідковий)  
**ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ МАРШРУТНОЇ КАРТИ**

Дубл.

Взам.

Побл.

ГОСТ 3.1118-82

Форма 1

Разраб.

Пров.

Н.контр.

ЦНТУ

НШ 6Д6 - 4 - 00 - 02

Корпус

Код

ЕН

МД

ЕВ

КД

МЗ

Профиль и размеры

Видливка: 102 x 90 x 50

А

Цех

Уч.

РМ

Опер.

Код, наименование операции

Б

Код, наименование оборудования

СМ

Проф.

Р

УТ

КР

КОИД

ЕН

ОП

Кшт.

Тпз

Тшт.

001

0401

Транспортна

ІОТ №89

ЕВ - 678

Електронавантажувач

2

8334.2

2

2

1

1

1

1

1

1

Транспортувати заготовки на дільницю механічної обробки

005

4237

Комплексна на ОЦ з ЧПУ

ІОТ№1

НСЕ400Р

Обробний центр з ЧПУ

1

8211.1

5

1

1

1

1

30

16,37

Фрезерувати площини, свердлити отвори для кріплення, свердлити штифтові отвори, свердлити отвори в платіках, нарізати різь, розточити колоди

010

0220

Контрольна

ГМ3112

Стіл

1

7223.1

3

1

1

1

0,539

Перевірити розміри

МК

Маршрутна карта

1

## ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ КАРТИ

64



## ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ КАРТИ ЕСКІЗІВ

|    |               |
|----|---------------|
| КЕ | Карта ескізів |
|----|---------------|

ДОДАТОК И  
(довідковий)

**ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ КАРТИ ТЕХНІЧНОГО  
КОНТРОЛЮ**

| ГОСТ 3.1502-82    форма 2 |                                                                                                   |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|--|-------------|-------|-----------------------------------|-----|--------------|
| Дубл.                     |                                                                                                   |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| Взам.                     |                                                                                                   |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| Подл.                     |                                                                                                   |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| Розр.                     |                                                                                                   |                |                         |  | НШ250-4     |       | 2                                 |     | 1            |
| Перев.                    |                                                                                                   |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| Норм.                     |                                                                                                   |                |                         |  | КНТУ        |       | Обойма підшипникова НШ250-4-05-01 |     | 040          |
| Н. контр.                 |                                                                                                   |                |                         |  |             |       | Найменування, марка матеріалу     |     |              |
| Найменування операції     |                                                                                                   |                |                         |  | Контроль    |       |                                   |     |              |
|                           |                                                                                                   |                |                         |  | Сплав АК5М2 |       |                                   |     |              |
| Найменування обладнання   |                                                                                                   |                |                         |  | То          | Тв    | Тпз                               | Тшт | Значення ИОТ |
| Стіл контрольний ГМ1765   |                                                                                                   |                |                         |  | 57          |       |                                   |     |              |
| Р                         | Контролюючі параметри                                                                             | Код засобів ТО | Найменування засобів ТО |  | Об'єм ПК    | То/Тв |                                   |     |              |
| О 01                      | 01. Перевірити зовнішній вид деталі візуально                                                     |                |                         |  | 100         |       |                                   |     |              |
| 02                        | Особливі вказання. Гострі кромки не допускаються                                                  |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| 03                        |                                                                                                   |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| О 04                      | 02. Перевірити шорсткість поверхні 8                                                              |                |                         |  | 3           |       |                                   |     |              |
| Т 05                      | Профілометр с системи МГОСТ19300-86                                                               |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| 06                        |                                                                                                   |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| О 07                      | 03. Перевірити розміри 3,4,5,9                                                                    |                |                         |  | 1           |       |                                   |     |              |
| Т 08                      | ШЦ-I 125-0,1 ГОСТ166-89 Штангенциркул                                                             |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| 09                        | ШЦ-II250-0,05 ГОСТ166-89 Штангенциркул                                                            |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| 10                        | 8371-4001-04 Калібр 2,5x45°                                                                       |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| 11                        |                                                                                                   |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| О 12                      | 04. Перевірити розміри 11,12 допуск перпендикулярності 1,2, допуск позиційний 7, симетричності 10 |                |                         |  | 2           |       |                                   |     |              |
| 13                        |                                                                                                   |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |
| ОКТО                      |                                                                                                   |                |                         |  |             |       |                                   |     |              |

## ЗМІСТ

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Передмова.....                                                                                              | 5  |
| Основні вимоги до виконання курсового проекту.....                                                          | 6  |
| 1 Загальна частина.....                                                                                     | 8  |
| 1.1 Службове призначення деталі в складальній одиниці.....                                                  | 8  |
| 1.2 Аналіз технологічності деталі та технічних умов на її виготовлення.....                                 | 8  |
| 1.3 Визначення типу виробництва.....                                                                        | 11 |
| 2 Технологічна частина.....                                                                                 | 15 |
| 2.1 Аналіз базового (типового) технологічного процесу.....                                                  | 15 |
| 2.2 Вибір методу виготовлення заготовки та його обґрунтування.....                                          | 16 |
| 2.2.1 Аналіз матеріалу деталі.....                                                                          | 16 |
| 2.2.2 Вибір методу виготовлення заготовки.....                                                              | 17 |
| 2.3 Вибір маршрутів обробки поверхонь деталей.....                                                          | 18 |
| 2.4 Проектування маршрутного технологічного процесу механічної обробки деталі.....                          | 19 |
| 2.5 Вибір технологічних баз.....                                                                            | 22 |
| 2.6 Розробка структури та змісту технологічних операцій, вибір обладнання для їх виконання.....             | 24 |
| 2.7 Вибір затискних верстатних пристроїв.....                                                               | 27 |
| 2.8 Вибір різальних інструментів.....                                                                       | 28 |
| 2.9 Вибір вимірювальних інструментів.....                                                                   | 29 |
| 2.10 Розрахунок припусків та операційних розмірів.....                                                      | 30 |
| 2.11 Визначення режимів різання.....                                                                        | 33 |
| 2.12 Технічне нормування операцій.....                                                                      | 37 |
| 3 Конструкторська частина.....                                                                              | 40 |
| 3.1 Розрахунок і розробка конструкції затискного пристрою.....                                              | 40 |
| 3.1.1 Опис конструкції пристрою та його роботи.....                                                         | 40 |
| 3.1.2 Розробка схеми базування деталі, визначення похибки базування та розрахунок пристрою на точність..... | 40 |
| 3.1.3 Розрахунок пристрою на точність.....                                                                  | 42 |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.4 Розрахунок сили затиску деталі.....                           | 43 |
| 3.1.5 Вибір параметрів силового приводу та його<br>розрахунок.....  | 47 |
| 3.1.6 Розрахунок на міцність слабких ланок пристрою.....            | 49 |
| 3.2 Розрахунок і розробка конструкції<br>контрольного пристрою..... | 51 |
| 3.2.1 Вибір вузлів та елементів пристрою.....                       | 53 |
| Література.....                                                     | 55 |
| Додатки.....                                                        | 60 |