

Проектування одиничних технологічних процесів

1. Аналіз вихідних даних для проектування технологічного процесу

Вихідні дані для вирішення завдання:

1. Конструкторська документація.
2. Відомості про програму випуску.

Завдання, які вирішуються на етапі:

1. Ознайомлення з призначенням і конструкцією виробу.
2. Визначення типу виробництва.
3. Аналіз технологічності конструкції.

2 Вибір і аналіз типового, групового технологічного процесу або пошук аналога одиничного технологічного процесу

Документи, що необхідні для вирішення завдання:

- 1. Конструкторська документація на деталь.**
- 2. Документація на типові, групові або одиничні технологічні процеси для даної групи деталей (Підручники, довідники, технологічні регламенти, державні та міждержавні стандарти)**

Завдання, що вирішуються на етапі:

- 1. Пошук техпроцесу на саму деталь або на аналогічну деталь.**
- 2. Аналіз технологічного процесу та розробка заходів щодо його покращення.**

Послідовність аналізу технологічного процесу і розробка заходів щодо його покращення:

1. Відповідність методу отримання заготовки і заданою програмою випуску.
2. Відповідність технології технічним вимогам креслення (тобто чи виконується технологічний принцип проектування).
3. Правильність вибору технологічних баз і дотримання принципів базування.
4. Відповідність технологічного обладнання до технічних вимог виконання даної операції.
5. Відповідність режимів різання прогресивним.

Послідовність аналізу технологічного процесу і розробка заходів щодо його покращення:

- 1. Аналіз рівня оснащеності операцій.**
- 2. Ступінь концентрації і диференціації операцій.**
- 3. Аналіз причин браку та завантаженість обладнання.**
- 4. В результаті проведеного аналізу розробляють пропозиції щодо проектування технологічного процесу, що розробляється.**
- 5. Застосування прогресивних різальних інструментів та нових марок інструментальних матеріалів**

3 Вибір вихідної заготовки і методів її виготовлення

Документація, що необхідна для вирішення даного завдання:

1. Стандарти і технічні умови на виготовлення заготовки та матеріал деталі.
2. Методика вибору і розрахунку конструкції заготовки та методика техніко-економічної оцінки її ефективності.

Завдання, що вирішуються на етапі:

1. Встановлення виду вихідної заготовки (або уточнення конструкції заготовки) прийнятому типу - вому техпроцесу.
1. Вибір методу виготовлення вихідної заготовки.
2. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.

Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

- ☐ *Вибір заготовки проводиться на основі порівняння декількох варіантів (2-х) її виготовлення, що технічно можуть бути здійснені в даних виробничих умовах.*

Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

- 2. Метод виготовлення заготовки змінюється, але це не впливає на технологічний процес механічної обробки. Розрахунок проводиться шляхом порівняння вартості заготовок. Ціни на заготовки встановлюються за діючими прейскурантами цін.**

$$S_{заг} = G_{заг} \cdot C_{заг} - g \cdot C_{отх},$$

$G_{заг}$ - маса заготовки, кг;

g - маса отходів, кг;

$C_{заг}$ – ціна 1 кг заготовки, руб

$C_{отх}$ – ціна 1 кг отходів, руб

Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

3. *Метод виготовлення заготовки змінюється та суттєво змінюється ряд операцій її механічної обробки. В цьому випадку рекомендується прорахувати два варіанти технологічного процесу до кінця, а в деяких випадках прораховують і два варіанти однієї операції.*

4. Технологічна собівартість:

$$S_T = G_{\text{заг}} [C_{\text{заг}} + C_c (1 - K_{\text{и.м.}})],$$

$G_{\text{заг}}$ - маса заготовки, кг;

$C_{\text{заг}}$ - стоимость 1 кг заготовки, руб;

$K_{\text{и.м}}$ - коэффициент использования материала;

C_c - стоимость срезания 1 кг стружки, руб;

4 Вибір технологічних баз

Документи, необхідні для вирішення завдання :

- 1. Методика вибору технологічних баз.***
- 2. Державний стандарт «Бази і базування у машинобудуванні»***
- 3. Підручники, довідники.***

Вихідні дані при виборі баз:

- 1. Робоче креслення деталі.**
- 2. Креслення заготовки.**
- 3. Технічні умови на виготовлення деталі і заготовки.**

Завдання, які вирішуються на даному етапі:

- 1. Вибір поверхонь деталі і заготовки, що використовуються для технологічних баз та послідовність їх зміни (якщо це необхідно).**
- 2. Оцінка точності і надійності базування.**

1 Вибір поверхонь, використовуваних для базування і порядок їх заміни

- При виборі поверхонь деталі, що використовуються для базування можливі три випадки:
- а) Заготовку базують на необроблену поверхню і повністю обробляють за 1 установ. Застосовують при обробці простих по конфігурації деталей на агрегатних верстатах і пристроях-супутниках.
- б) Заготовку базують на оброблені незмінні поверхні, отримані на перших операціях. Для складних деталей це найбільш поширений варіант.
- в) Заготовку базують на різні послідовно-змінювані поверхні (бази).

1 Вибір поверхонь, що використовуються для базування і порядок їх заміни

- При виборі технологічних баз необхідно дотримативуся **основних принципів базування.**
- Під час необхідної зміни технологічних баз необхідно переходити від менш точної до більш точної базової поверхні.
- Крім цього враховуються додаткові умови:
- зручність встановлення і зняття заготовки;
- надійність закріплення заготовки;
- можливість підведення різального інструменту з різних сторін заготовки.

2 Оцінка точності і надійності базування

- *Розробляють два альтернативних варіанти базування.*
- *Розраховується похибка базування для кожного із двох варіантів.*
- *За основу приймається варіант з найменшою похибкою базування, з врахуванням принципів суміщення та сталості технологічних баз.*

5 Розробка технологічного маршруту обробки та вибір засобів технологічного оснащення

Документи, необхідні для вирішення даного завдання:

- 1. Документація на типовий, груповий або одиничний технологічний процес (Підручники, довідники, технологічні регламенти, державні та міждержавні стандарти).**

Завдання, що вирішуються:

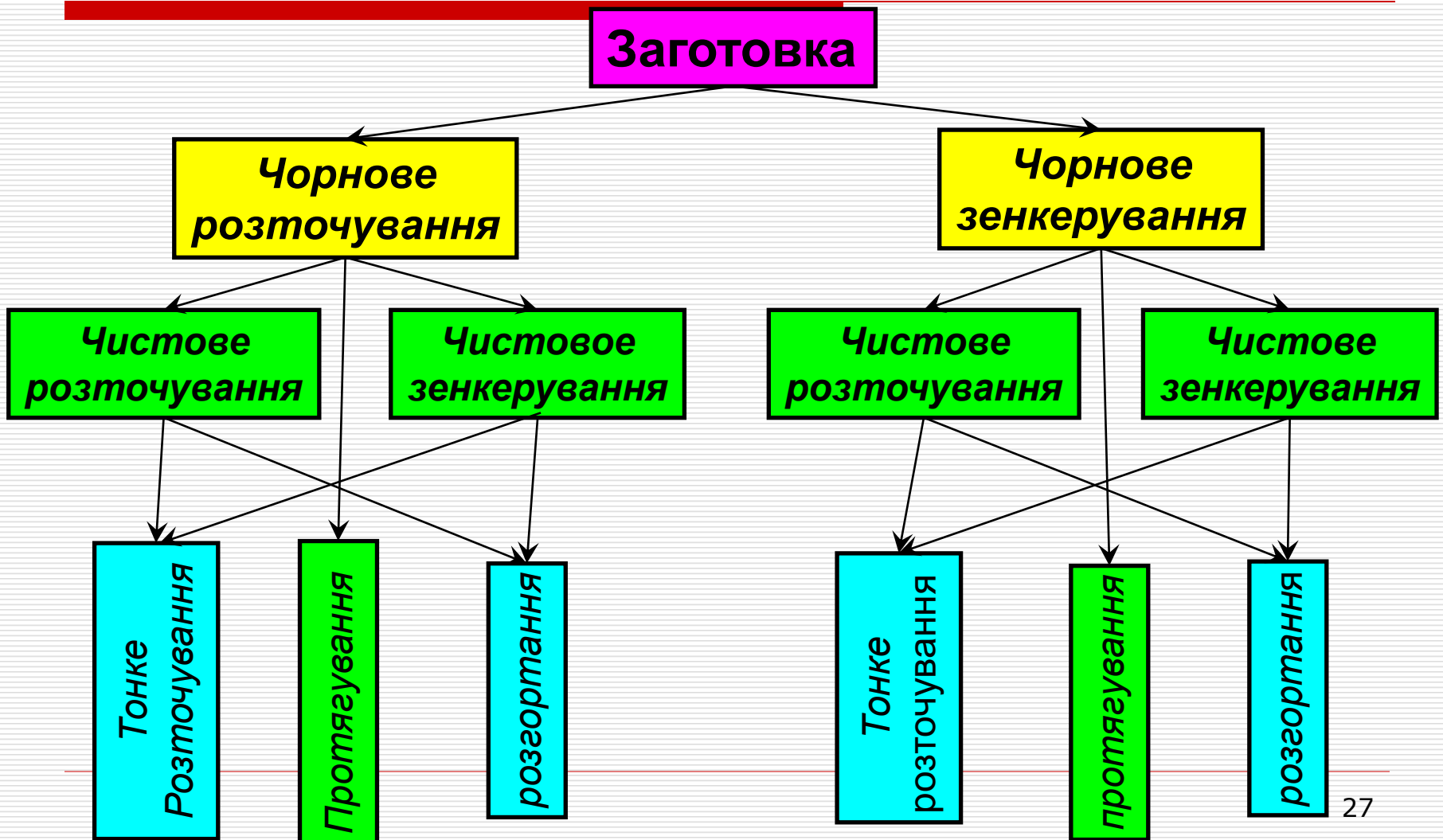
- 1. Встановлення послідовності виконання технологічних операцій.**
- 1. Вибір технологічного обладнання та засобів технологічного оснащення (пристрої, різальний, допоміжний та контрольо-вимірювальний інструменти).**

1 Встановлення послідовності технологічних операцій

Послідовність виконання завдань:

- А** - Встановлення маршруту обробки окремих поверхонь;
- Б** - Розробка маршруту обробки заготовки в цілому.

A. Встановлення маршруту обробки окремих поверхонь (*чистова обробка литого отвору ІТ6-7*)



А. Встановлення маршруту обробки окремих поверхонь

- ☐ ***Вибір варіанту проводитися з врахуванням трудомісткості і собівартості.***
- ☐ ***Рекомендується використовувати типові маршрути обробки.***
- ☐ ***Маршрут обробки повинен бути якомога коротшим.***
- ☐ ***Необхідно враховувати жорсткість деталі та можливість обробки декількох деталей.***

В. Складання маршруту обробки заготовки в цілому

- 1. Встановити загальний план обробки заготовки.***
- 2. В першу чергу обробляти ті поверхні, щодо яких скоординовано більшість поверхонь і які будуть служити технологічними базами на наступних операціях; поверхні, на яких не допускаються дефекти.***
- 3. Після цього обробляють поверхні, з яких знімається найбільший шар металу.***

В. Складання маршруту обробки заготовки в цілому (продовження)

- 4. Поверхні обробляються в послідовності зворотної їх точності (тим точніше, тим пізніше обробка); останньою обробляють поверхню найбільшої точності та найбільш важливу для роботи деталі в машині.***
 - 5. В кінець маршруту виносять обробку поверхонь, що легко пошкоджуються (наприклад, різьбових).***
 - 6. Обробку необхідно ділити на 3 стадії:
а) чорнова; б)чистова; в)викінчувальна.***
-

В. Складання маршруту обробки заготовки в цілому (продовження)

- 7. Слід розділяти технологічний процес на два етапи: до термообробки та після термообробки.***
- 8. Обробку поверхонь з точним взаємним розташуванням слід включати, по можливості, в одну операцію і виконати за один установ.***

В. Складання маршруту обробки заготовки в цілому (закінчення)

- 9. Кращим є технологічний процес з максимальною концентрацією переходів.***
- 10. В одиничному і малосерійному виробництвах універсальні верстати та верстати з ЧПУ, в середньосерійному - напіваавтомати і агрегатні верстати, у великосерійному і масовому виробництві автомати та автоматичні лінії.***
- 11. Технологічний контроль виконують після тих етапів обробки, де є найбільша ймовірність появи браку - перед складними і дорогими операціями та в кінці обробки.***

2 Вибір засобів технологічного оснащення

- ***Встановлюються типи металорізального обладнання, орієнтовно модель верстата, тип пристроїв, різальний, допоміжний та контрольно-вимірювальний інструменти.***

6 Розробка технологічних операцій

Вихідні дані при розробці технологічних операцій:

- 1. Маршрут обробки заготовки.***
- 2. Схема встановлення і закріплення заготовки.***
- 3. Загальні припуски на обробку.***

Документація що необхідна для вирішення завдання:

- 1. Документація по виконанню типових, групових або одиничних технологічних операцій.**
- 2. Стандарти по вибору систем технологічного оснащення .**
- 3. Каталоги (альбоми) на системи технологічного оснащення.**
- 4. Документація по вибору технологічних нормативів (припусків, режимів різання, норм часу)**

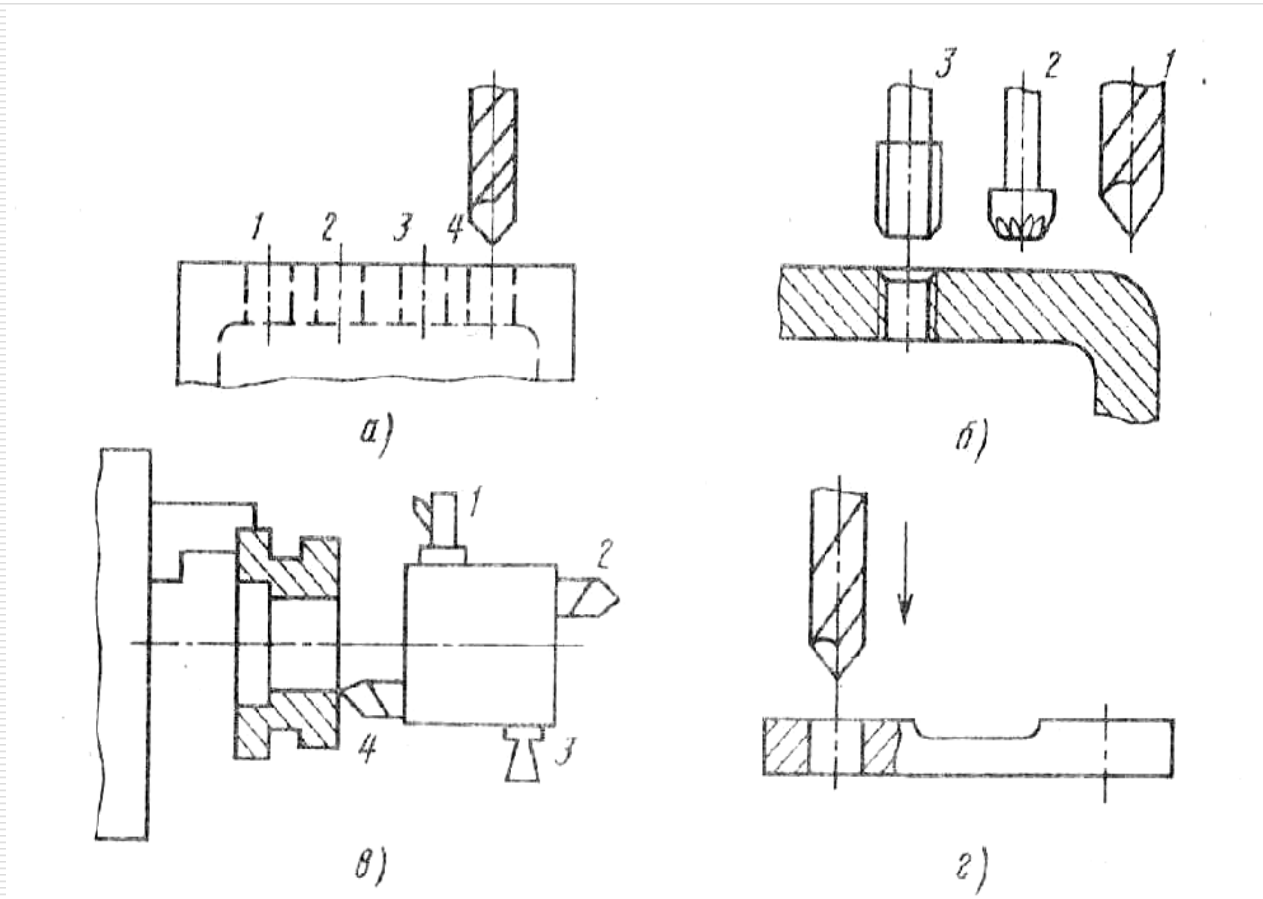
Завдання, що вирішуються :

- 1. Визначення послідовності переходів в операції.**
- 2. Вибір засобів технологічного оснащення для операції.**
- 3. Призначення і розрахунок режимів різання.**
- 4. Визначення норм основного (технологічного) часу.**
- 5. Складання схем налагоджень на операції.**

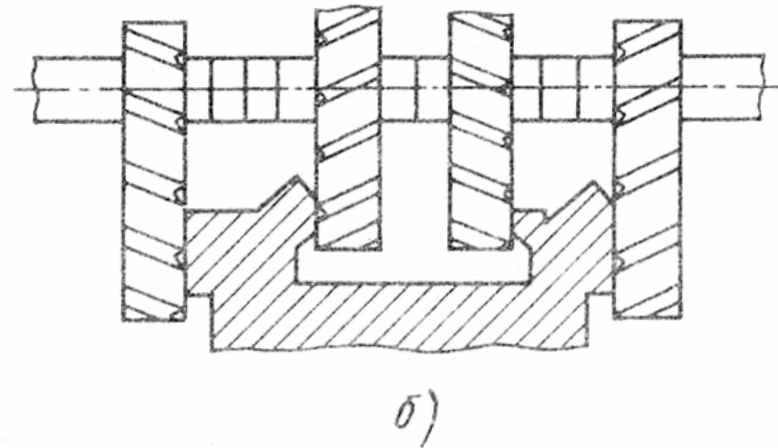
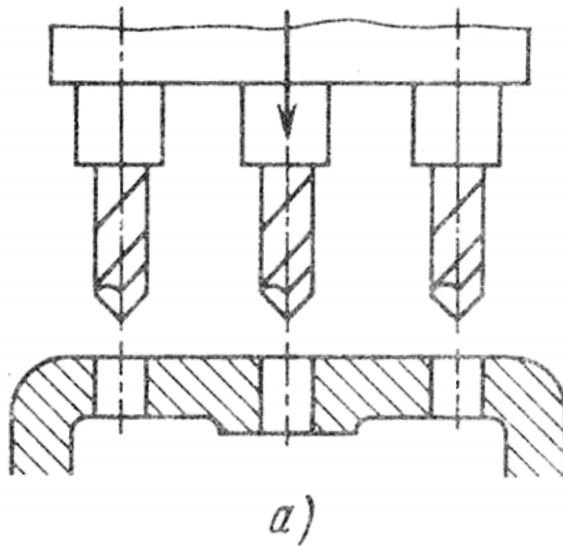
1 Визначення послідовності переходів в операції

- **Головне завдання - зменшення норми часу на обробку.**
- **Класифікація операцій:**
- **За кількістю встановлених заготовок:**
- **одномісні і багатомісні.**
- **За кількістю різальних інструментів:**
- **одноінструментальні та багатоінструментальні.**
- **За поєднаннях переходів:**
- **послідовні, паралельні та паралельно послідовні.**

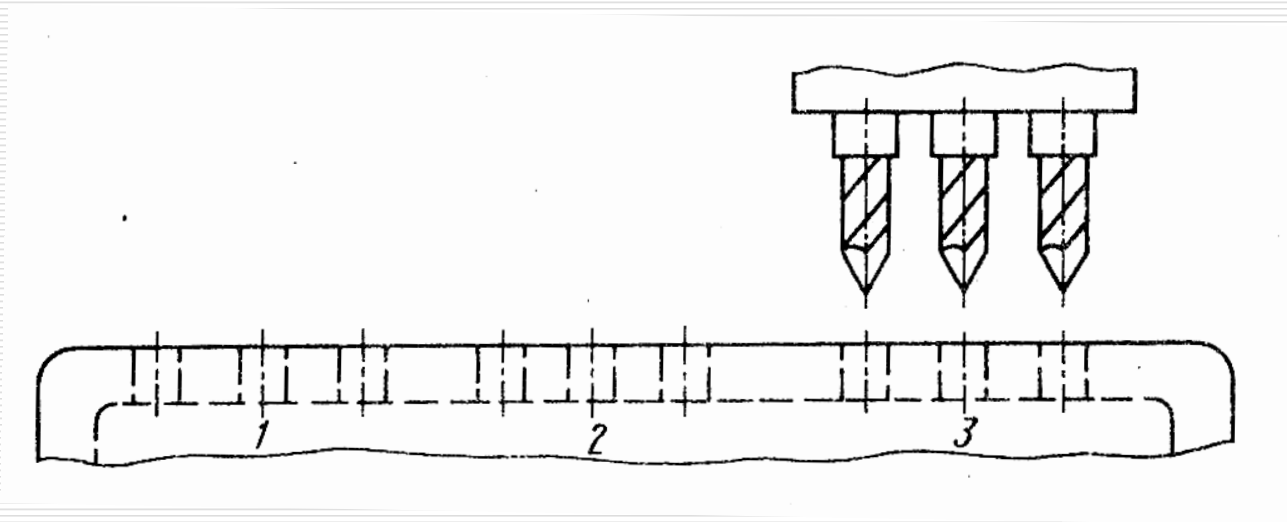
А. Одномісні схеми: послідовна обробка



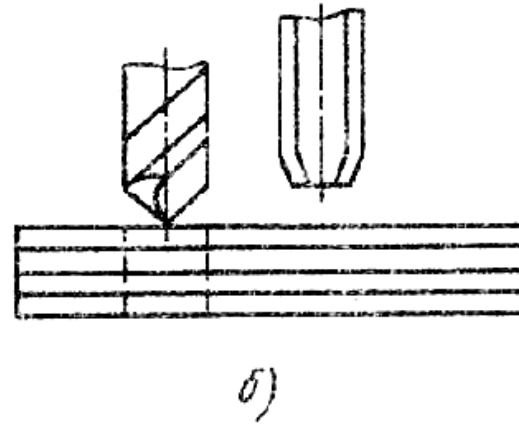
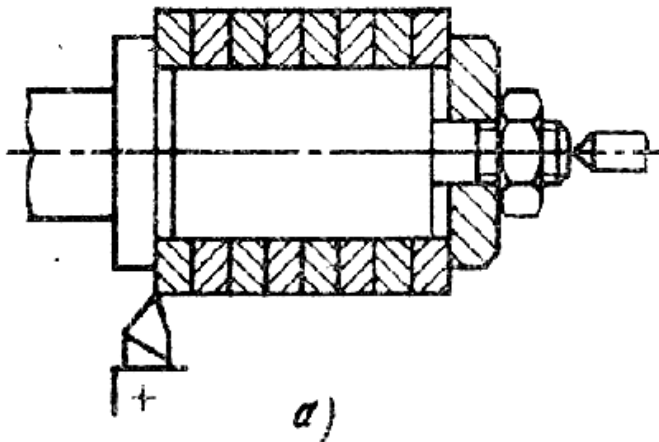
А. Одномісні схеми: паралельна обробка



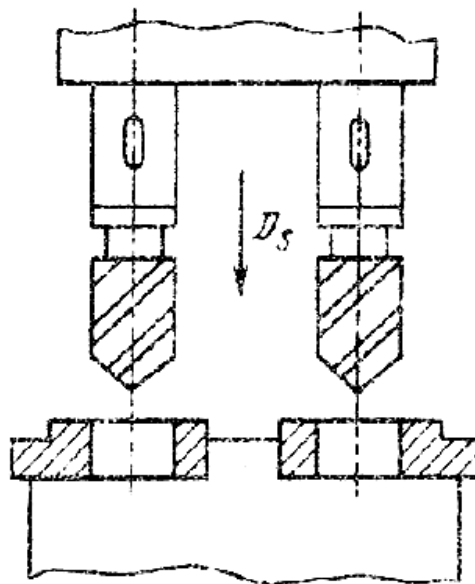
A. Одномісні схеми:
- паралельно послідовна обробка



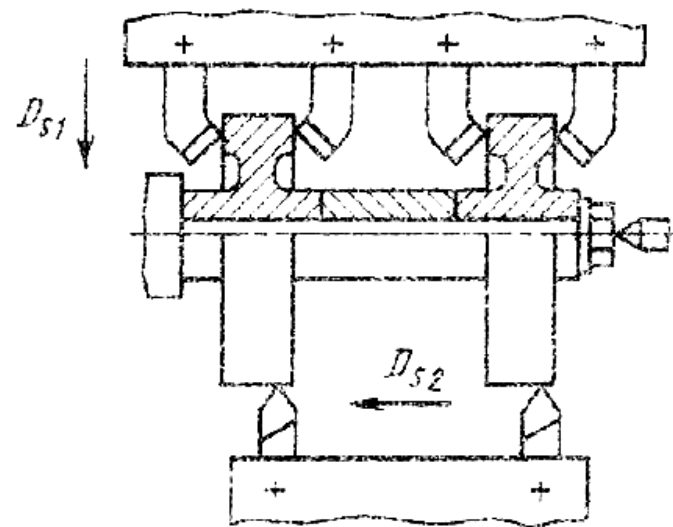
Б. Багатомісні схеми: послідовна обробка з одночасним встановленням заготовок



Б. Багатомісні схеми: паралельна обробка з одночасним встановленням заготовок

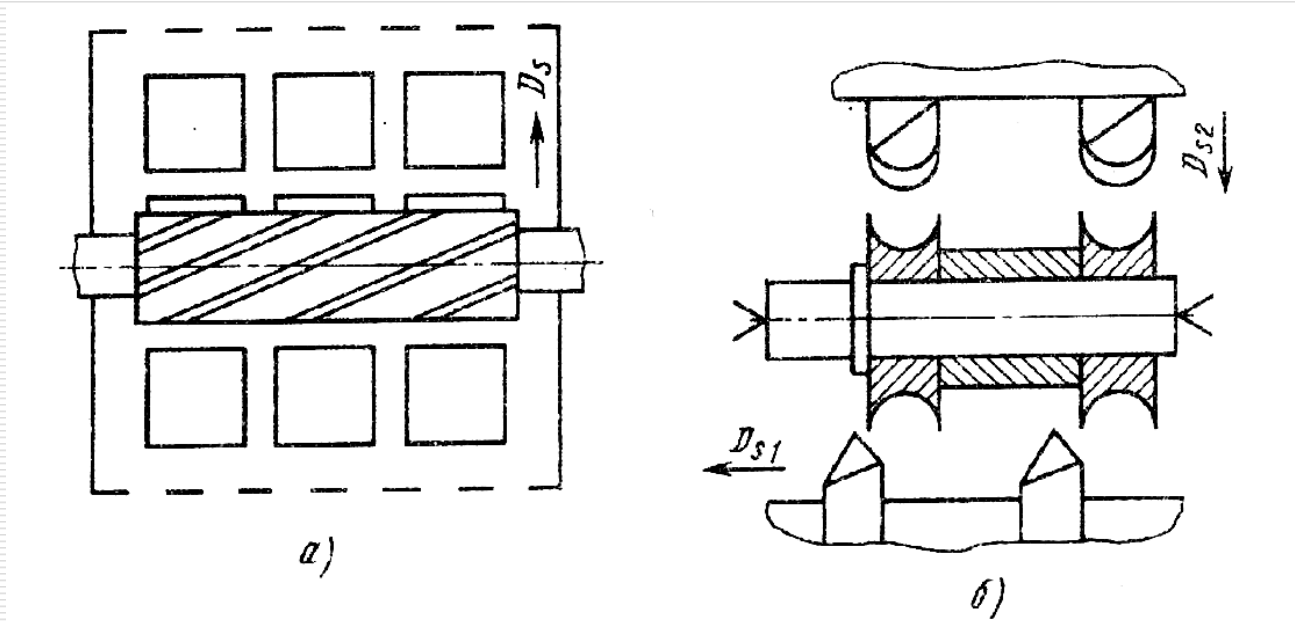


а.)

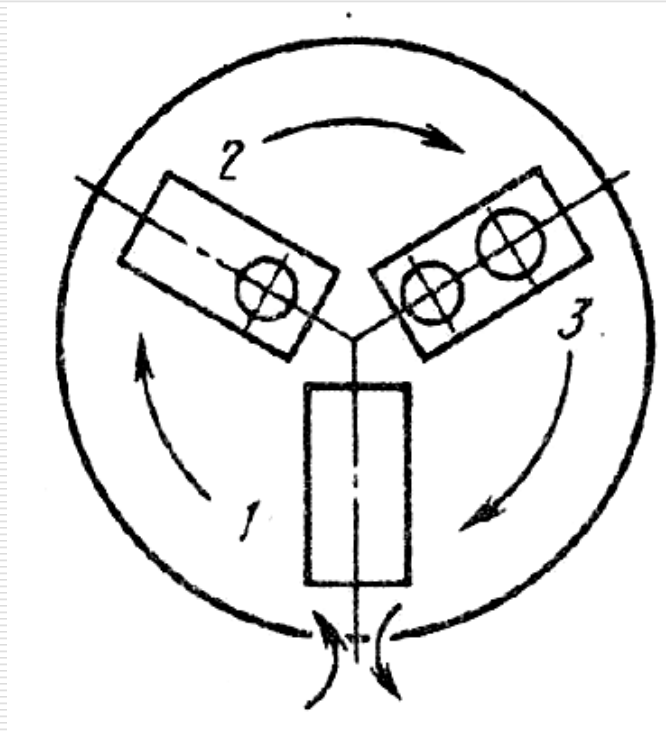


б.)

**Б. Багатомісні схеми: - паралельно послідовна
обробка з одночасним встановленням
заготовок**

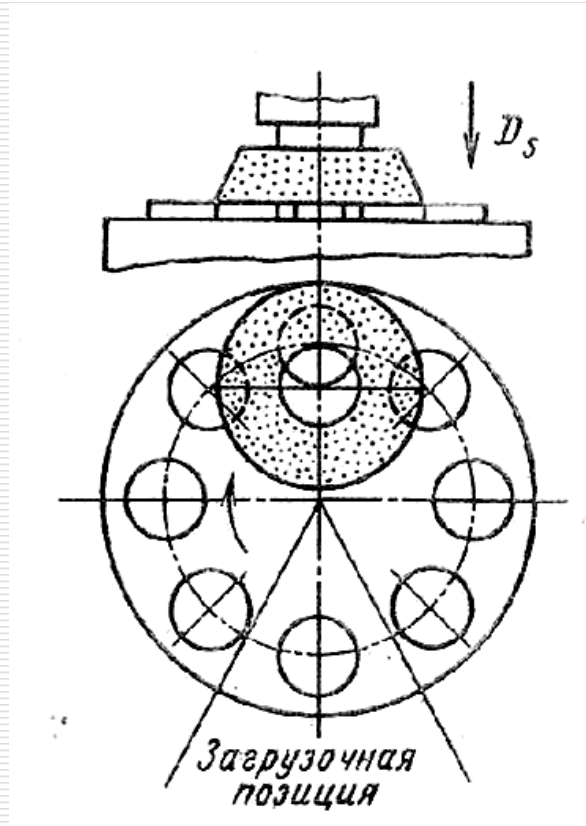


Б. Багатомісні схеми: послідовна обробка з роздільним установкою заготовок



- 1 - позиція завантаження і знімання заготовки;**
- 2 - позиція свердління малого отвору;**
- 3 - позиція свердління великого отвору.**

Б. Багатомісні схеми: обробка на столі, що безперервно обертається



Особливості побудови операцій:

1. У важкому машинобудуванні:

2. Доцільні складні багатоперехідних операції без спеціальних пристосування з установкою по вивірки.
3. Устаткування з широкими технологічними можливостями.
4. Застосування переносних верстатів.

5. На автоматичних лініях:

6. Паралельно - послідовна схема (заготівля подається з однієї позиції на іншу послідовно, на кожній позиції обробляється декількома інструментами, обробляються різні поверхні).
7. Необхідно вирішувати завдання з транспортування заготовок.
8. Контроль в автоматичному режимі.

Особливості побудови операцій :

3. На верстатах з ЧПУ:

4. Побудова операцій в два етапи:
технологічна підготовка, програмування.
5. Технологічна підготовка:
6. креслення траєкторії руху ріжучих інструментів;
7. розрахунок припусків та режимів різання;
8. вибір ріжучих інструментів і пристосувань.
9. програмування:
10. кодування програми.

Особливості побудови операцій:

4. На багатоцільових верстатах:
5. Застосування багатоінструментальних послідовних схем обробки.
6. Застосування пристроїв-супутників..
 - t_o до 80% від $t_{шт}$.

2. Вибір засобів технологічного оснащення операції.

☐ Вибір верстата

☐ **Тип верстата** задається методом обробки.

1. Основні розміри верстата визначаються розмірами заготовки та оброблюваної поверхні.

2. модель верстата визначається ступенем концентрації технологічних переходів; точністю оброблюваної поверхні; продуктивністю, необхідною потужністю і т.д.

2. Вибір засобів технологічного оснащення операції

□ **Після вибору верстата необхідно отримати відомості про його основні характеристики :**

- *потужність приводу головного руху;*
- *ККД верстата;*
- *ряд чисел оборотів шпинделя (повний);*
- *ряд поздовжніх і поперечних подач;*
- *висота центрів (токарні верстати);*
- *розміри столу (фрезерні верстати), T-характеристики образних пазів;*
- *найбільший діаметр оброблюваного прутка (токарно-револьверні верстати).*

2. Вибір засобів технологічного оснащення операції.

□ Вибір різального інструменту

- 1. Тип визначається методом обробки.**
- 2. Розміри РІ визначаються операційних розмірів.**
- 3. Вибір здійснюється за державними та міжнародними стандартами (ISO,ГОСТ)**

2. Вибір засобів технологічного оснащення операції.

☐ вибір вимірювального інструменту

1. Залежно від типу виробництва,
 2. Виду вимірюваної поверхні
 3. Необхідної точності поверхні *Одиничне виробництво: лінійки, штангенциркулі, мікрометри, нутроміри і глибиноміри і т. д.*
 4. *Серійне і масове виробництво: спеціальний вимірювальний інструмент - калібри, шаблони і т.д.*
- ☐ Для спеціалізованого виду ЩО складається технічне завдання на проектування.

3. Призначення і розрахунок режимів різання

- Режими різання призначають на всі операції по всіх переходах.
- вихідні дані :
 - *операційний ескіз обробки (рід матеріалу, його характеристика, форма, розміри, допуски на обробку, відхилення форми, шорсткість);*
 - *паспортні дані верстата;*
 - *характеристика ріжучого інструменту (марка, геометричні параметри).*
- **Режими різання призначають по нормативам** таким чином, щоб була досягнута максимальна продуктивність при найменшій собівартості.

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: токарна обробка)

1. Глибина різання : $t = 0,5(D_z - D_d)$, мм
2. Подача S , мм/об по таблицям
 $(S_{min} \dots S_{max}) = S_{cp}, \quad S_{cp} \approx S_{верст}$
3. Стійкість інструмента T , хв, (для різців загального призначення – **15**... 60 хв)
4. Швидкість різання V , м/хв.

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_{cm}^y} \cdot K_v,$$

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: токарна обробка)

5. Частота обертання шпинделя :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_3}, \text{об/хв}$$

$$n_{cm} \leq n$$

6. Фактична швидкість різання

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_3 \cdot n_{cm}}{1000}, \text{м/хв.}$$

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: токарна обробка)

6. Перевірка режиму по потужності :

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot S_{cm}^y \cdot V_\phi^n \cdot K_{pz}, \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{60 \cdot 1020}, \text{ кВт}$$

$$N_{\text{верст}} \cdot \eta_{\text{верст}} \geq N, N_{\text{верст}} = N_{\text{дв}}, \eta_{\text{верст}} \approx 0,75$$

Якщо ця умова не виконується, повернутися до п. 2. і зменшити подачу.

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: фрезерна обробка)

1. **Ширина** (B) и **глибина** (t) фрезерування за кресленням, мм.
2. **Подача на зуб** (S_z) по таблицям, мм/зуб.
3. **Стійкість** (T) – по таблицям, в залежності від типу и $\varnothing$ фрези, мм. *Наприклад: Торцева фреза діаметр 110 мм - $T=180$ мин.*
4. **Швидкість різання** V , м/хв.

$$V = \frac{C_v \cdot D_{\phi p}^q}{T^m \cdot t^x \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

z - число зубів.

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: фрезерна обробка)

5. Частота обертання шпинделя :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{фр}}}, \text{об/хв}$$

$$n_{\text{ст}} \leq n$$

6. Хвилинна подача, мм/хв:

$$S_{\text{мин.}} = S_z \cdot z \cdot n_{\text{ст}},$$

$$S_{\text{мин.ст}} \approx S_{\text{мин.}},$$

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: фрезерна обробка)

7. Фактична подача на зуб и фактична швидкість :

$$S_{z\phi} = \frac{S_{xв.см}}{z \cdot n_{см}}, \text{ мм/зуб}$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{фр.} \cdot n_{см}}{1000},$$

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: фрезерна обробка)

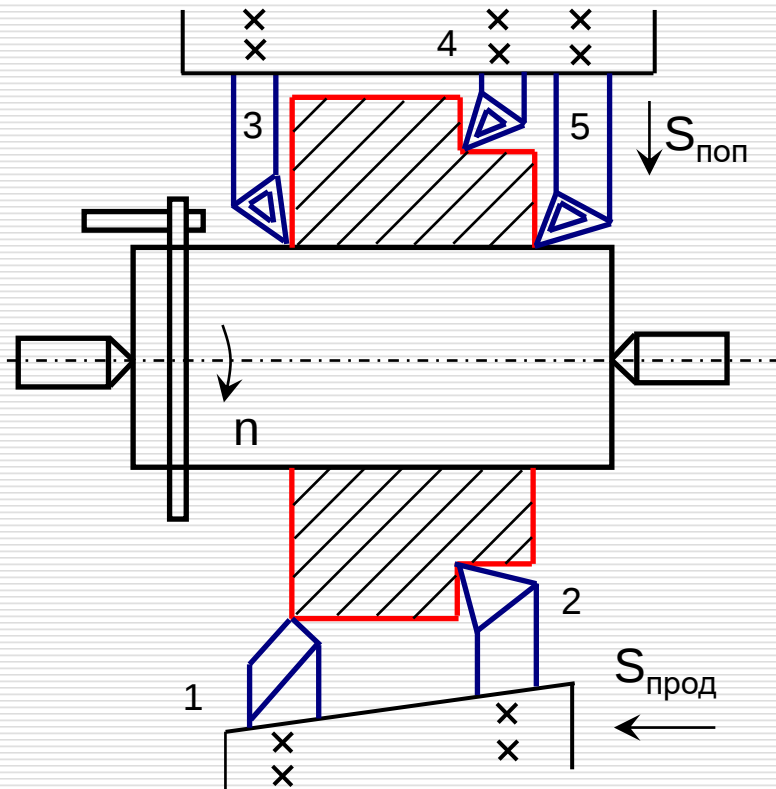
8. Перевірка режиму по потужності :

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_{z\phi}^y \cdot B^n \cdot z}{D_{\phi p}^q \cdot n_{cm}^w} \cdot K_{mp}, \text{Н}$$
$$N = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{60 \cdot 1020}, \text{кВт}$$

$$N_{\text{верст}} \cdot \eta_{\text{верст}} \geq N,$$

Якщо умова не виконується, повернутися до п. 2. і зменшити подачу

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: багатоінструментальна обробка)



Методика розрахунку:
«Устаткування й нормативи
режимів різання»

Приклад: обробка зубчатого
колеса на Багаторізцевий
напівавтоматі **Визначення
глибини різання** для
кожного різця ($t_1, t_2 \dots t_5$).

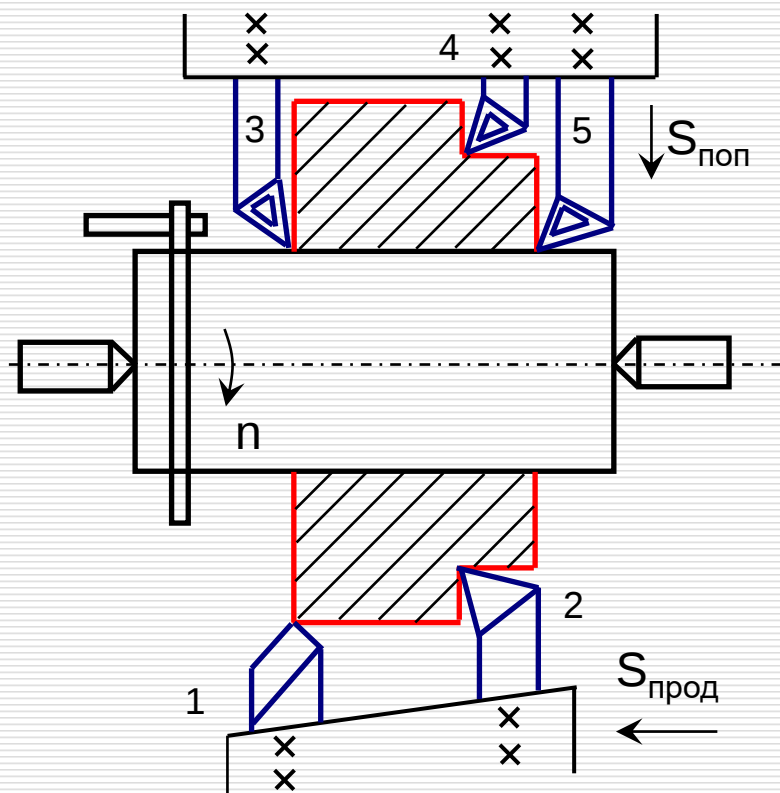
$$t_{\Sigma \text{прод}} = t_1 + t_2$$

$$t_{\Sigma \text{поп}} = t_3 + t_4 + t_5$$

2. **Визначення довжин
робочих ходів** різців (L_1, L_2
 $\dots L_5$). $L_i = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}}$

3. **Визначення довжин робочих ходів
супортів** ($L_{\text{прод}} = L_1$; $L_{\text{поп}} = L_3$)

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: багатоінструментальна обробка)

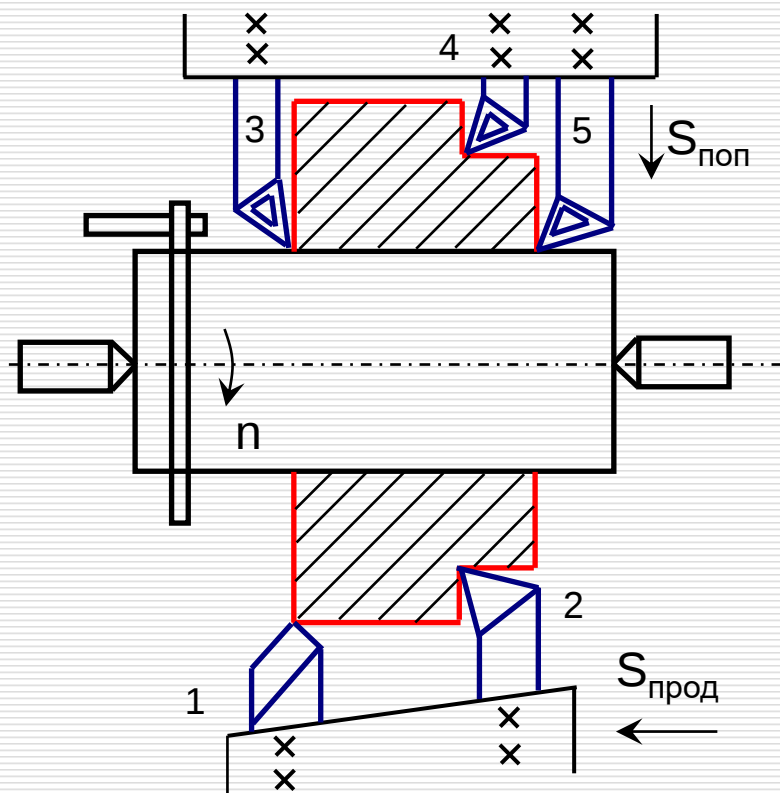


4. **Визначення подачі**

5. S_1 и S_2 $S_{\text{прод}} = \min (S_1; S_2)$
 $S_3 ; S_4$ и S_5 $S_{\text{поп}} = \min (S_3; S_4; S_5)$

Коригування подач по паспорту
верстата, зменшення подачі менш
завантаженого супорта :
 $(L_{\text{поп}}/S_{\text{поп}}) = (L_{\text{прод}}/S_{\text{прод}})$

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: багатоінструментальних обробка)



5. Визначення стійкості

лімітуючих інструментів.

Лімітуючий інструмент - це інструмент має найбільшу довжину різання або найбільший діаметр обробки

$$T_i = T_H \cdot \lambda, \text{ хв}$$

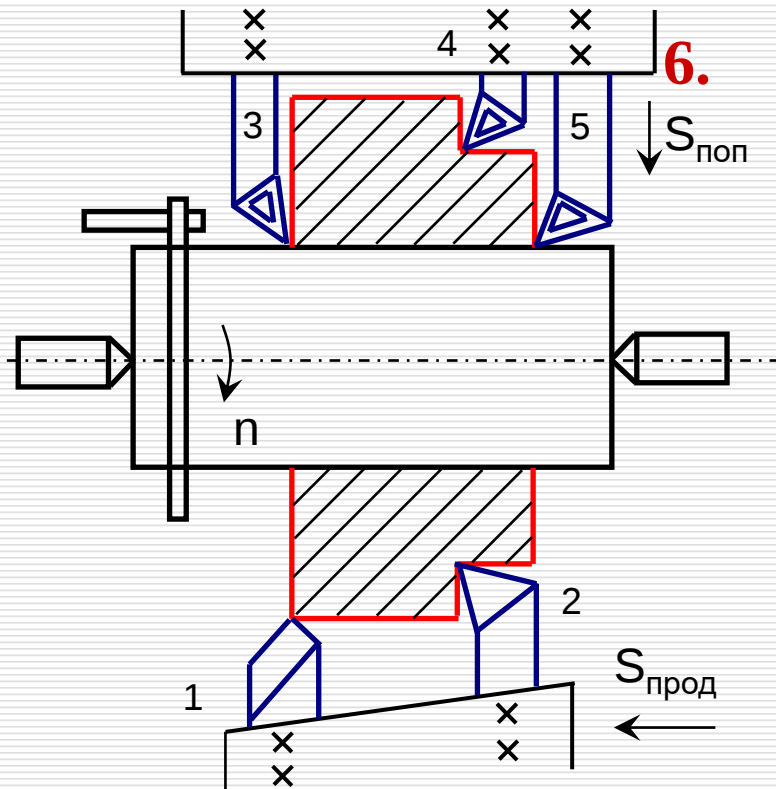
T_H – нормативна стійкість;

$\lambda = L_i / L_{\text{суп}}$ – коефіцієнт часу різання.

$$T_1 = T_H \cdot (L_1 / L_{\text{прод}})$$

$$T_3 = T_H \cdot (L_3 / L_{\text{поп}})$$

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: багатоінструментальних обробка)



6. Визначення швидкості для лімітують інструментів

$$V_1 = \frac{C_v}{T_1^m \cdot t_{\Sigma_{прод}}^x \cdot S_{прод}^y} \cdot K_v,$$

$$V_3 = \frac{C_v}{T_3^m \cdot t_{\Sigma_{non}}^x \cdot S_{non}^y} \cdot K_v,$$

$$\min (V_1, V_2)$$

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\min}}{\pi \cdot D_3}, \text{об/хв}$$

$$n_{cm} \leq n$$

3. Призначення і розрахунок режимів різання (приклад: багатоінструментальна обробка)

7. Визначення фактичної швидкості різання для всіх різців ($V_{\phi i}$).
8. Перевірка по потужності :

$$P_{zi} = 10 \cdot C_{pz} \cdot t_i^{x_{pz}} \cdot S_i^{y_{pz}} \cdot V_{\phi i}^{n_{pz}} \cdot K_{pz}, \text{ Н}$$

$$N_i = \frac{P_{zi} \cdot V_{\phi i}}{60 \cdot 1020}, \text{ кВт}$$

$$\sum_{i=1}^5 N_i \leq N_{cm} \cdot \eta_{cm}$$

4. Визначення норм основного (технологічного) часу

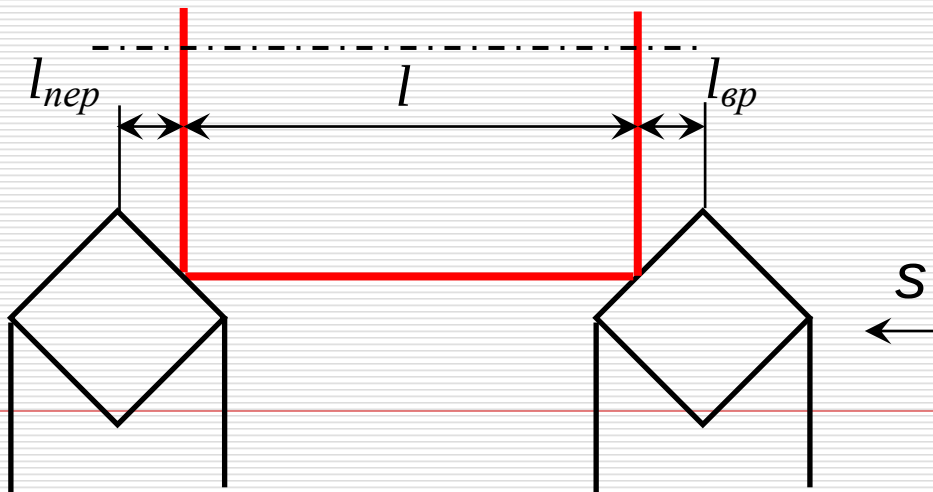
- Основний (технологічний) час – цей час, протягом якого виробляється зняття стружки, тобто відбувається зміна форми, розмірів і зовнішнього вигляду заготовки.

4. Визначення норм основного (технологічного) часу

□ Токарна обробка :

$$t_o = \frac{L_{p.x.}}{n_{cm} \cdot S_{cm}}, \text{ МИН,}$$

$$L_{p.x.} = l + l_{вр.} + l_{пер.}$$

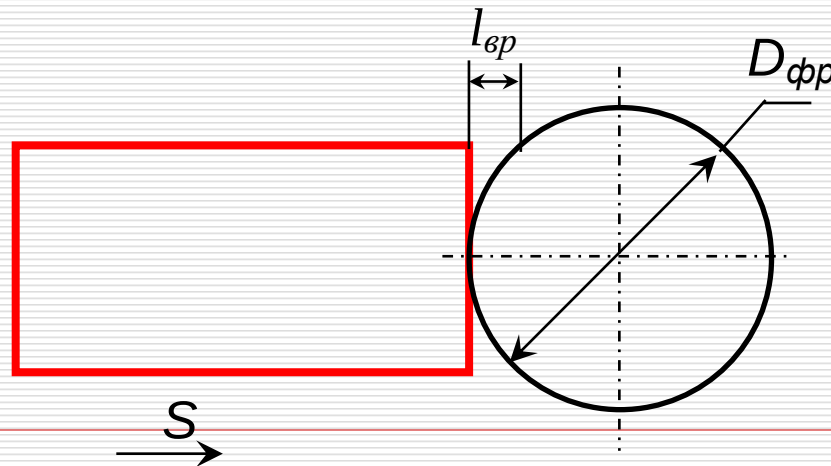


4. Визначення норм основного (технологічного) часу

□ Фрезерна обробка:

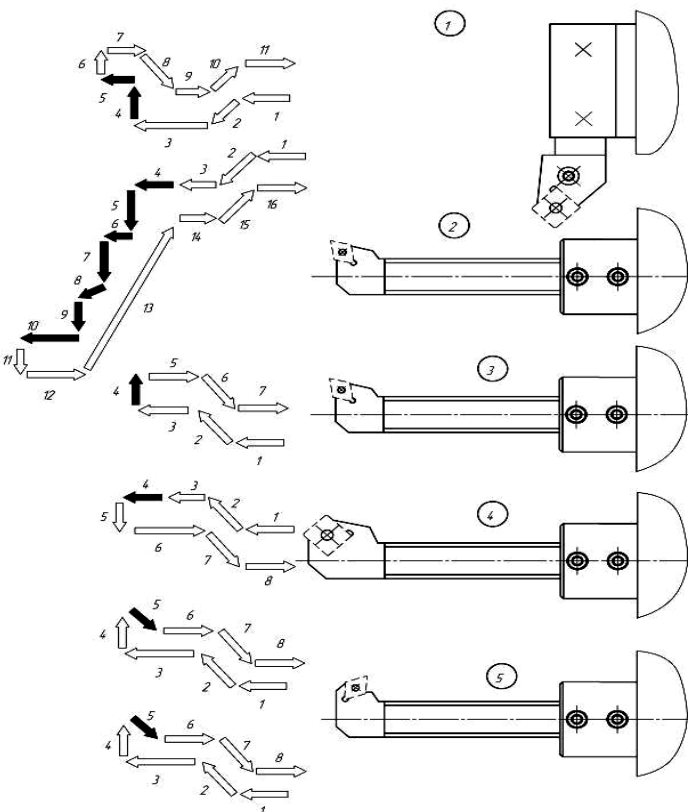
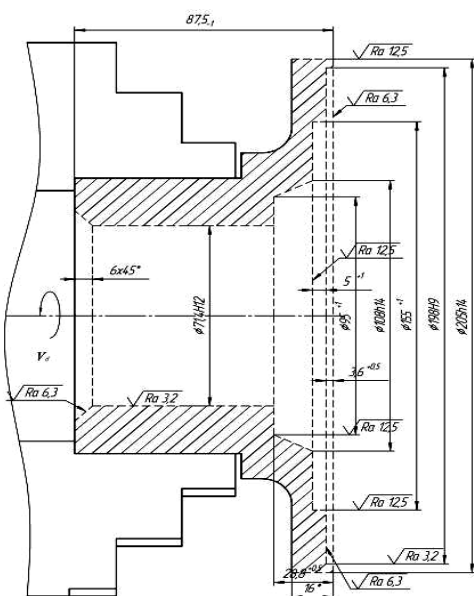
$$t_o = \frac{L_{p.x.}}{S_{мин.ст}}, \text{МИН}$$

где $S_{мин ст}$ – хвилинна подача столу,
ММ/ХВ



5. Складання схем налагоджень на технологічні операції

010 ТОКАРНАЯ с ЧПУ
Токарный полуавтомат мод. СТП-320АП



№ п/п	№ЭИ	Содержание периода	t, мин	S, мм/об	V, м/мин	п, об/мин	T, мин	T, мин	T, мин
1	1	Подрезать торцы в размер 875 _{±1}	1	0.8	82	125	0.15		
2	1	Точить поверхность $\phi 125$ в размер ± 0.05 мм	1.2	0.8	73	100	0.2		
3	2	Расточить отверстие $\phi 125$ в размер 2.5 _{±0.05} мм	2.5	0.5	150	200	0.1		
4	2	Расточить отверстие $\phi 155$ в размер 2.5 _{±0.05} мм	2	0.4	135	250	0.1		
5	2	Расточить отверстие с $\phi 125$ до $\phi 95$ мм в размер 20 _{±0.05} мм	6.5	0.4	138	400	0.1	35	5.34
6	2	Расточить отверстие $\phi 125$ в размер 2.5 _{±0.05} мм	3.4	0.32	195.8	315	0.25		
7	3	Расточить отверстие $\phi 125$ в размер 2.5 _{±0.05} мм	0.3	0.2	186.5	300	0.1		
8	4	Точить фаску с $\phi 125$ в размер 3x45°	3	0.38	194.4	800	0.05		
9	4	Точить фаску с $\phi 125$ в размер 6x45°	3	0.38	194.4	800	0.05		

Исполнитель	Проверен	Дата	Место	Итого	Всего	Всего	Всего	Всего	Всего
Исполнитель	Проверен	Дата	Место	Итого	Всего	Всего	Всего	Всего	Всего
Исполнитель	Проверен	Дата	Место	Итого	Всего	Всего	Всего	Всего	Всего
Исполнитель	Проверен	Дата	Место	Итого	Всего	Всего	Всего	Всего	Всего
Исполнитель	Проверен	Дата	Место	Итого	Всего	Всего	Всего	Всего	Всего



7. Нормування т/п

Документи, необхідні для вирішення завдання:

1. Нормативи часу.
2. Класифікатори розрядів робіт.

Завдання, які вирішуються на етапі

:

1. Розрахунок і нормування витрат праці на виконання процесу.
2. Визначення розряду роботи (за тарифно-кваліфікаційним довідником).

1. Розрахунок і нормування витрат праці на виконання процесу

- Норма штучного часу - це норма на виконання обсягу робіт, що дорівнює одиниці нормування (наприклад, на 1 деталь)

$$t_{шт} = t_o + t_v + t_{обс} + t_{отд}$$

де t_o – основний час;

t_v – допоміжний час;

$t_v = t_{уст} + t_{пер} + t'_{пер} + t_{изм}$ – за нормативами;

$t_o + t_v = t_{оп}$ – оперативне час;

$t_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця ($t_{обс} = 0,04 t_{оп}$);

$t_{отд}$ – час на особисті потреби і (при обтяжливих роботах) додатковий відпочинок ($t_{отд} = 0,04 t_{оп}$).

1. Розрахунок і нормування витрат праці на виконання процесу

- **Норма штучно-калькуляційного часу** (технічно обгрунтована норма часу)–

$$T_{шт.к} = t_{шт} + T_{п.з.}/n$$

де $T_{п.з.}$ – підготовчо-заключний час (за нормативами);

n – кількість штук в партії заготовок (партія запуску)

$$n = \frac{N \cdot a}{F},$$

де F – число робочих днів у році;

N – годова програма випуску;

$a = 3, 6, 12, 24$ - періодичність запуску в днях.

8. Визначення вимог екології та БЖД

Завдання, які вирішуються на етапі:

1. Розробка або підбір наявних вимог безпеки і виробничої санітарії до умов виробництва (шуму, вібрації, загазованості, небезпечним і шкідливим речовинам в повітрі робочої зони і т.п.).
2. Розробка вимог, вибір методів і засобів забезпечення стійкості екологічного середовища.

Документи, необхідні для вирішення завдання:

1. Інструкції з техніки безпеки і виробничої санітарії.

9. Розрахунок економічної ефективності т / п

Завдання, які вирішуються на етапі:

1. Вибір оптимального варіанту технологічного процесу.

Документи, необхідні для вирішення завдання:

1. Методика розрахунку економічної ефективності процесів (..
Розрахунок економічної ефективності нової техніки
Довідник під ред К.М. Великанова,
Л. Машинобудування, 1990, 446 с.
- Нормативи наведених витрат на 1
годину роботи металорізального
обладнання).

Річний економічний ефект:

$$\mathcal{E}_z = (C_{п.н.}^I - C_{п.н.}^{II})N, \text{руб}$$

где $C_{п.н.}$ – наведені витрати

$$C_{п.н.} = \sum_{i=1}^k C_{п.н.i}$$

де k – кількість операційв т/п.

$$C_{п.н.i} = \frac{C_{п.н.н}}{6000} T_{шт.к.i}$$

де $C_{п.н.н}$ – наведені витрати, що припадають на 1 годину роботи металорізального верстата.

10. Оформлення технологічної документації

Завдання, які вирішуються на етапі:

1. Нормоконтроль технологічної документації.
2. Узгодження документації впровадження нових технологічних процесів з усіма зацікавленими службами і її твердження.

Документи, необхідні для вирішення завдання:

1. Стандарти ISO (ЄСКД).

Документи т / п:

- ❑ У середньосерійному, великосерійному і масовому виробництві - МК, ОК, КЕ.
- ❑ ГОСТ 3.1702 – правила запису операцій і переходів.
- ❑ ГОСТ 3.1119–83 – загальні вимоги до комплектності та оформлення комплектів документів на одиничні т / п.
- ❑ ГОСТ 3.1104–84 – загальні вимоги до форм, бланків та документів.
- ❑ ГОСТ 3.1118–82 – форми та правила оформлення МК.
- ❑ ГОСТ 3.1404–86 – форми та правила оформлення ОК.
- ❑ ГОСТ 3.1105–84 – форми та правила оформлення документів загального призначення.
- ❑ У дрібносерійному виробництві - маршрутна карта;
- ❑ Існує оформлення документації в електронному вигляді.

Титульный лист

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 2	
										Иванов			
										Петров			
										Всего листов			
										ЮТИ ТПУ гр. XXXXX		ФЮРА XXX.XXX	
										Рычаг		4	
УТВЕРЖДАЮ: Гл. инженер _____ 200 г. КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС <u>Механической обработки</u> Гл. технолог _____ 200 г. Начальник ТБ _____ 200 г.													
Акт № _____ от _____													
Т/Т													

Маршрутна карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1																	
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
										02100.31708	2	1					
Разраб.										Б610 314-170	—	10100.00001					
Н.контр.										Фланец				Г			
М 01	Круг 42-В-н12 ГОСТ 7417-75/45-В-2 ГОСТ 1050-88										ИОТ № 10-98 (для опер 020, 045)						
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры			КД	МЗ					
М 02	03	кз	0,62	1	—	0,52	штамповка	Ф 42×110			1	1,19					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.	Тшт.
А 03	005 4287 Абразивно-отрезная						ИОТ № 11-98										
Б 04	Абразивно-отрезной автомат 8Г240						1	49018	024	201	1	1	1	900	0,48		
О 05	Отрезать заготовку L=110±0,5														0,50	0,07	
А 06	010 2121 Осадка						60121.00010										
Б 07	Горизонтально-ковочная машина (800 кН)						3	32290	025	101	1	1	1	900	1	18	0,1
А 08	015 5010 Отжиг						ИОТ № 31-98										
Б 09	Электропечь СНВ-5.15.5						3	91000	025	202	1	450	100	900	0,39	—	—
А 10	020 4111 Токарно-револьверная																
Б 11	1Е340П						2	91655	023	101	1	1	1	900	1	11	1,2
О 12	Подрезать торцы Ф85/Ф42 и Ф42; точить цилиндр Ф42 _{дх} на длину L=12±0,2; точить фаску 1,5×45°														0,7	0,5	
Г 13	ВИ резцедержатель 1-30 (2) ОСТ2 П15-4-84, РИ резец 2102-0021 ГОСТ 18877-73; резец 2112-0084 ГОСТ 18880-73																
А 14	025 4233 Токарная с ЧПУ						60142.00002; 67142.00003; 62142.00006										
Б 15	16К20Ф3С32						1	60459	025	101	1	1	1	900	0,48	19	3,68
16																	
МК																	

Операційна карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3									
Дубл.									
Взам.									
Подл.									
						02100 31708	3	1	
Разраб.					БГЛА	Б610.314-170	—	60142.00002	
Н.контр.					Фланец				025
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ
Токарная с ЧПУ		Сталь 45		210 НВ	кг	0,62	Ф85×57		1,19
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T _о	T _в	T _{пз}	T _{шт.}	СОЖ	
16K20Ф3С32, 2P22		ЧП 31708-025/2P22		2,42	1,26	19	3,68	5% Укриол-1	
Р		ПИ	Д или В	L	l	i	S	п	V
01	67142.00003; 62142.00006; ИОТ № 14-98								
0 02	1. Установить заготовку в патрон и закрепить								0,15
Т 03	ПР патрон 7102-0071 ГОСТ 16886-71								
0 04	2. Подрезать торец 7 предварительно								0,16 0,06
Т 05	РИ резец 2101-0637 Т15К6 ГОСТ 20872-80 (пер. 2...6); СИ ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 (пер. 2, 3, 6, 8, 11); образцы шерохова-								
06	тости Ra 6,3...12,5 мкм, точение ГОСТ 9378-75								
Р 07	1	87	18,5	2,75	1	0,56	210	57	
0 08	3. Подрезать торец 4								0,09 0,01
Р 09	52	17,5	3	1	0,35	550	90		
0 10	4. Точить фаску 1×45° предварительно, точить поверхность 8 предварительно								0,11 0,02
Р 11	80,51	14	2,25	2	0,35	380	96		
0 12	5. Точить фаску 1,5×45° предварительно, точить поверхн. 5 предварительно								0,22 0,05
Р 13	52	27,25	2,4	2	0,35	730	119		
OK	Обработка на металлорежущем станке								

