

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Настроювання токарного автомата

Мета: Придбання практичних навичок у настроюванні токарного автомата на обробку з попередньою розробкою технологічного процесу, призначенням інструментів, розрахунком профілів кулачків.

1.1 Теоретичні відомості

Автомат призначений для виготовлення деталей різноманітної номенклатури 9...11 квалітетів точності з холодно тягнутих пруткових матеріалів. Використання для виготовлення деталей гарячекатаних прутків веде до передчасного зносу автомата.

Працює автомат на лівому обертанні з числом обертів шпинделя 160 ... 2500 об/хв. (13 ступенів), а також на зворотному правому обертанні з числом обертів 63...1000 об/хв. Зміна числа обертів шпинделя проводиться автоматично за допомогою командоапарата. У одній наладці можна використовувати шість ступенів частот обертання шпинделя (три правих та три лівих ступеня).

Налагодження токарного автомата. Розрахунок налагодження полягає у розробці технологічного процесу, встановленні послідовності операцій та роботи окремих супортів, виборі ріжучого інструменту та типу державок. Розрахунками визначають параметри кулачків та кінематичного налагодження верстата. За результатами розрахунків викреслюють контури кулачків та підбирають змінні зубчасті колеса.

Типові схеми утворення зовнішніх та внутрішніх поверхонь, що використовують при обробці деталі на токарних автоматах, показані на рисунку 1. зовнішні циліндричні поверхні отримують поздовжньою подачею радіальних або тангенціальних прохідних різців (рисунок 3.1,а), а також поперечним переміщенням широких різців, встановлених у поперечних супортах (рисунок 3.1,б). Для утворення фасонних поверхонь застосовують аналогічний метод обробки (рисунок 3.1,в). Для зачищення торця деталі при відрізанні передню ріжучу кромку різця скошують (рисунок 3.1,г). Перед свердлінням отвору заготовку звичайно зацентровують (рисунок 3.1,д). Свердління неглибоких отворів ($l \leq d$) короткими свердлами великого діаметру виконують без зацентрування при обертанні деталі та нерухомо закріпленому свердлі (рисунок 3.1,е). При свердлінні глибоких отворів ($l \geq 2,5d$) для попередження уводу свердла йому надають обертання у напрямку, протилежному обертанню заготовки (рисунок 3.1,ж). Після кожного проходу на глибину 2...2,5 діаметра, свердло виводять з отвору для видалення стружки. За допомогою спеціальних пристосувань на автоматах та напівавтоматах можна обробляти деталі по копіру, свердлити поперечні отвори, фрезерувати шліці у гвинтів та виконувати інші операції.

При розробці технологічного процесу необхідно користуватись наступними рекомендаціями:

- потрібно намагатись максимально поєднувати операції, що виконуються поздовжніми та поперечними супортами;
- якщо дозволяють умови, ділять довжину шляху одного інструмента на декілька ділянок, оброблюваних кожна своїм інструментом;
- доцільно найбільш важкі операції виконувати у першу чергу;
- з метою підвищення стійкості складного фасонного інструмента відповідні поверхні деталі обробляють попередньо;
- для отримання точних радіальних розмірів та меншої шорсткості поверхні при роботі поперечних супортів потрібно у кінці ходу інструмента зупиняти супорт по жорсткому упору та витримувати його деякий час нерухомим, після чого здійснювати відвід;
- бажано використовувати усі гнізда револьверної головки для встановлення інструмента.

При розрахунках настройки верстата для зручності користуються спеціальними картами, форма яких залежить від типу верстата. На цих картах

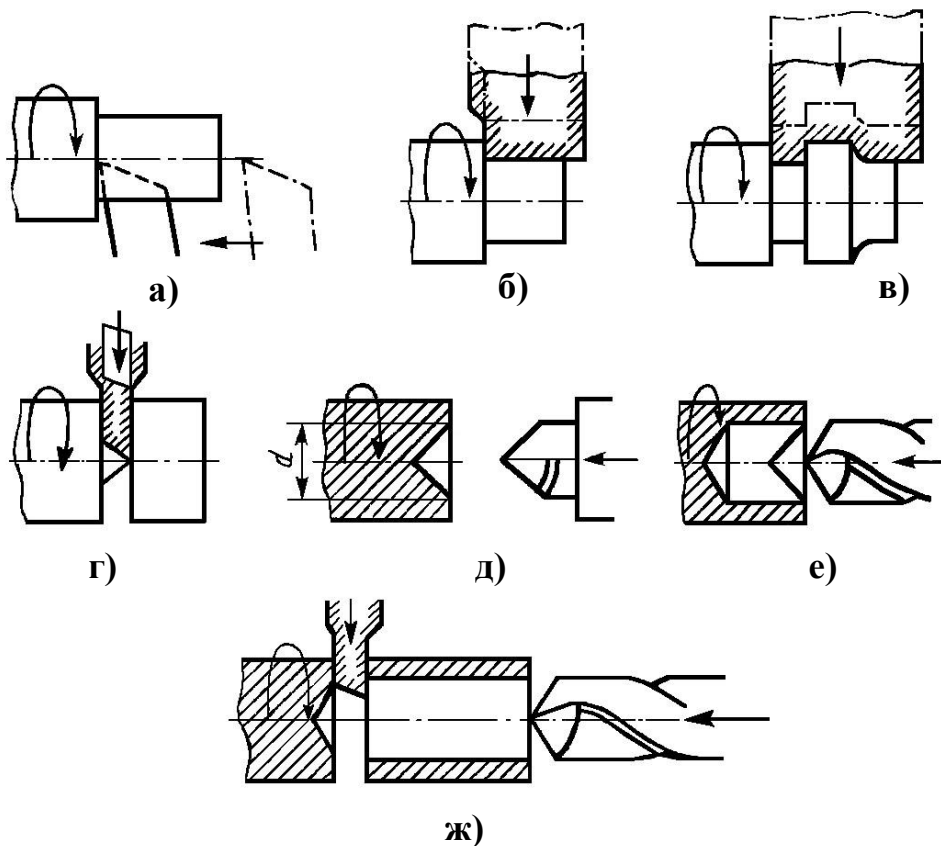


Рисунок 3.1 – Схеми обробки на токарних автоматах

звичайно викреслюють ескізи переходів, причому інструмент зображують у його кінцевих положеннях. Наносяться також усі розміри, необхідні для розрахунків параметрів кулачків.

Проектування дискових кулачків

Розрахунок та проектування кулачків полягає у побудові їх профілю. Для цього необхідно розподілити функції виконання робочих та допоміжних рухів між окремими ділянками кулачка та встановити розміри, що визначають положення кривих профілю у площині кулачка.

До профілю кулачка висуваються наступні вимоги:

- забезпечення рівномірної подачі супортів у процесі різання;
- швидкий підвід та відвід інструмента з мінімальними витратами часу та мінімальними силами інерції;
- точна синхронізація рухів усіх супортів.

Для кожного автомата та його супортів встановлені визначені розміри дисків-заготовок для кулачків:

- максимальний та мінімальний діаметри, в межах яких може розташовуватись профіль кулачка;
- діаметр отвору кулачка для монтажу на розподільчий вал;

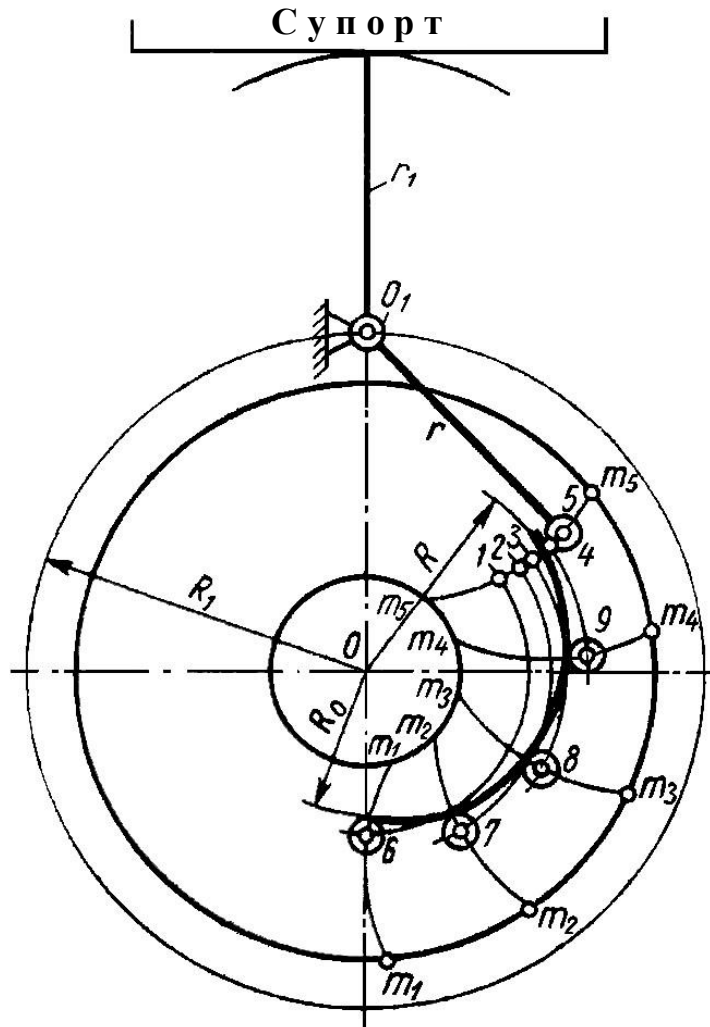


Рисунок 3.2 — Схема побудови робочих ділянок профілю дискового кулачка

– діаметр та розташування отвору для фіксування кулачка у визначеному положенні.

Наводяться також діаметри роликів важелів, які знаходяться у контакті з кулачками.

Диск-заготовка розбивається на 100 рівних ділянок, тому і кут обертання кулачка оцінюється кількістю сотих частин (поділок), на які він обертається. Нульова поділка, як правило, співпадає з віссю фіксуючого отвору.

Вимозі рівномірності подачі відповідає профіль ділянок робочих ходів кулачка, окреслений спіраллю Архімеда. Для побудови профілю кулачка необхідно знати величини початкового та кінцевого радіусів-векторів, а також поділки кулачка, між якими розташована ця ділянка профілю.

Схема побудови робочого профілю дискового кулачка показана на рисунку 3.2. під впливом кулачка на ролик важеля центр ролика описує дугу кола навкруги точки O_1 качання важеля. Тому спосіб побудови робочого профілю ділянки полягає у наступному. Припустимо, що робоча ділянка розташована між m_1 та m_5 поділками кулачка, а величина радіусів-векторів на початку R_0 , у кінці R . Через точки m_1 та m_5 радіусом r (радіус качання важеля), проводимо дуги кола m_1m_1 та m_5m_5 . Центри їх знаходяться на колі радіуса R_1 . З центра O кулачка проводимо дуги радіусом R_0 та R до перетинання з дугами m_1m_1 та m_5m_5 , на яких відмічена величина радіуса ролика, отримуємо точки 5 та 6. Ці точки дають положення центра ролика важеля на початку та в кінці робочої ділянки. Дугу m_1m_5 ділимо на довільне число рівних частин, наприклад, на чотири. Із центрів, що лежать на колі радіуса R_1 , радіусом r проводимо дуги m_2m_2 , m_3m_3 та m_4m_4 . Далі з точки O радіусом $O-6$ проводимо коло до перетинання з дугою m_5m_5 у точці 1. Відрізок дуги m_5m_5 між точками 1-5 ділимо на ту ж кількість рівних частин, у даному випадку на чотири. Отримуємо точки 2, 3 та 4. Далі із центра O радіусом $O-4$ проводимо коло до перетинання з дугою m_4m_4 у точці 9, потім радіусом $O-3$ — коло до перетинання з дугою m_3m_3 у точці 8 і так далі.

Точки 7, 8 та 9 відповідають проміжним положенням центра ролика. Провівши з них кола радіусом, що дорівнює радіусу ролика, та проводячи плавну лінію, дотичну до них, отримуємо профіль ділянки робочої подачі. Для спрощення побудови криву профілю можна замінити двома дугами відповідного радіуса. Звичайно при профілюванні кулачків важіль із зубчастим сектором та супортом не викреслюють.

Побудова ділянки профілю кулачка для нарізання різі має деяку особливість. Для того, щоб плашка не зривала різь, супорт під час нарізання різі повинен дещо відставати від інструмента, а під час вивертання — випереджувати його. Плашкоутримувач має для цього компенсуючи пружину. Таке відставання та випередження досягається таким чином (рисунок 3.3). Припустимо, що ділянка нарізання різі розташована між m_1 та m_2 поділками кулачка з радіусами початку R_0 та кінця R . На ділянці m_1m_2

нарізається різь, на ділянці m_2m_3 — вивертається плашка. Приймаємо, що подача супорта дорівнює кроку різі, і звичайним способом будемо криву

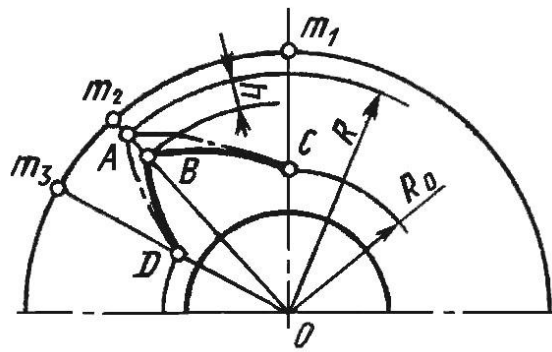


Рисунок 3.3 – Схема побудови робочої ділянки профілю кулачка для нарізання різі

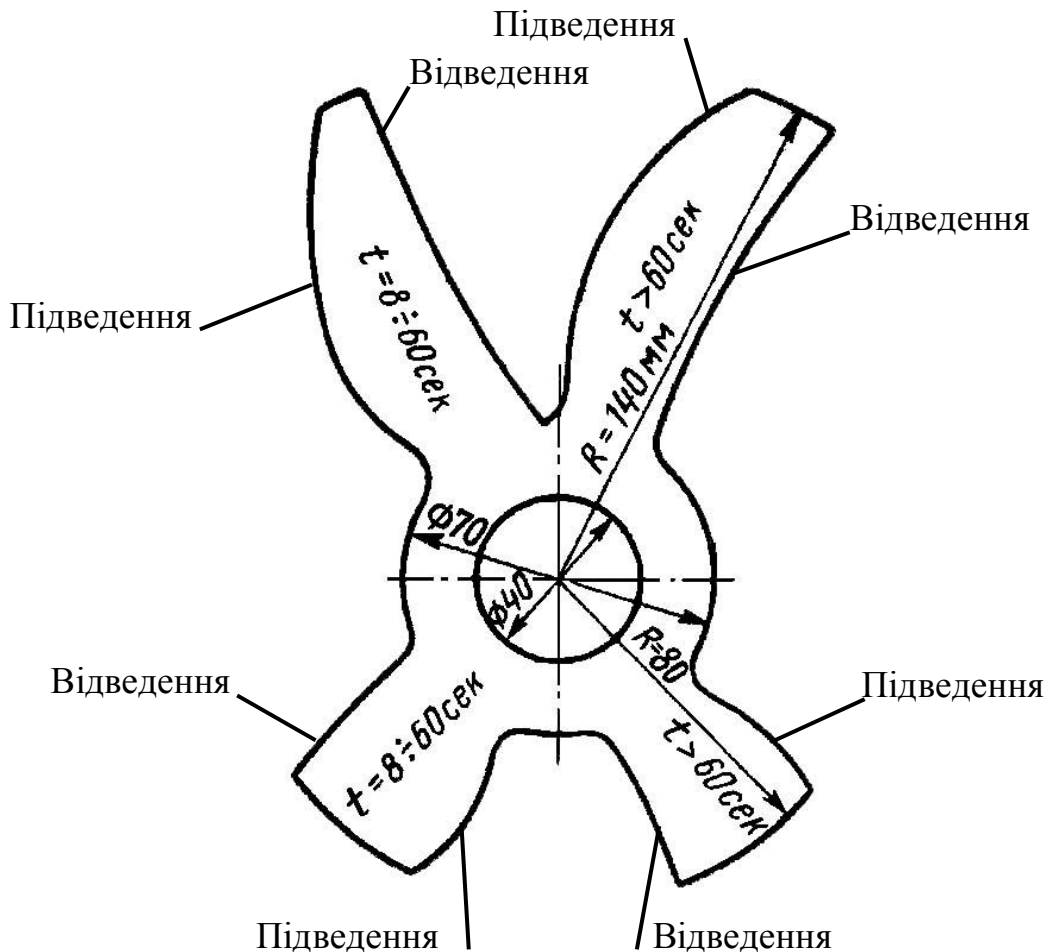


Рисунок 3.4 – Шаблон для викреслювання ділянок швидкого підводу та відводу супортів

профілю **CAD** (штрихова лінія). Від точки **A** відкладаємо у сторону центра **O** величину **h** (звичайно складає 1...2 мм) і отриману точку **B** з'єднуємо з точками **C** та **D**. Отримуємо потрібну криву **CBD**.

Поруч з ділянками робочої подачі кулачка мають ділянки для забезпечення швидкого підводу інструмента до деталі та швидкого відводу після закінчення обробки. Такі ділянки викреслюють за спеціальними шаблонами, форма яких залежить від часу циклу обробки (рисунок 3.4). Верхня частина шаблону призначена для профілювання кулачків револьверної головки, нижня — для кулачків поперечних супортів.

Для руху усіх супортів та виконавчих механізмів необхідно так проектувати кулачки, щоб операції проходили у заданій послідовності з мінімальними втратами часу між окремими переходами. Тому спочатку потрібно встановити розміри окремих ділянок (кутів повороту) кулачка в залежності від тривалості переходів, а потім розташувати їх у визначеному порядку. За час одного циклу обробки кулачок з розподільчим валом проходить один оберт, тобто повертається на 360° або на 100 поділок. Тому розміри ділянок зручніше подавати кількістю поділок кулачка, а їх розташування позначати номерами початкової та кінцевої поділки. При розподілі ділянок враховують як робочі, так і допоміжні рухи. Кулачки різних супортів проектують окремо, але пов'язують їх між собою. Найбільш складний кулачок револьверного супорта, оскільки він керує роботою багатьох інструментів.

В загальному вигляді розміри ділянок кулачка визначають, виходячи з наступних положень. За один цикл обробки шпиндель виконує $n_{\text{ц}}$ обертів, а кулачок обертається на 100 поділок. Таким чином, повороту кулачка на одну поділку відповідає $0,01n_{\text{ц}}$ обертів шпинделя. Поділивши на цю величину кількість обертів шпинделя, потрібних для здійснення окремого робочого та допоміжного ходів, можна отримати число поділок кулачка для кожного переходу. Проте на практиці такий прийом часто зустрічає ускладнення, особливо при повільному обертанні кулачків. Величина ділянки кулачка, що відповідає перемиканню револьверної головки, може виявитись настільки малою, що ролик не зможе вміститися на кулачку при переході з одної робочої ділянки на іншу. Тому доцільно розрахунок вести в залежності від часу обробки деталі T . Для виконання таких розрахунків дані вибираються з таблиць, які розробляються для кожної моделі верстата (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Число поділок кулачка на допоміжні операції

Операція	Час обробки одної деталі, с					
	8–16	17–20	22–32	34–65	66–100	101–270
Подача та затискання прутка	13–7	6	5–4	3	2	1
Перше перемикання револьверної головки	9–5	4	3	2	2	1
Кожне наступне перемикання револьверної головки	9–5	4	4	3	3	3

Якщо U_d — кількість поділок кулачка, що припадають на усі допоміжні рухи, то для робочих ходів лишається $100 - U_d$ поділок. Тоді кількість обертів шпинделя, що відповідають одній поділці робочих ходів:

$$q = \frac{n_{px}}{100 - U_d}, \quad (3.1)$$

а кількість поділок кулачка, що припадає на кожний робочий перехід:

$$U = \frac{n_p}{q}, \quad (3.2)$$

де n_{px} — кількість обертів шпинделя за час усіх робочих переходів;

n_p — кількість обертів шпинделя за час даного робочого переходу.

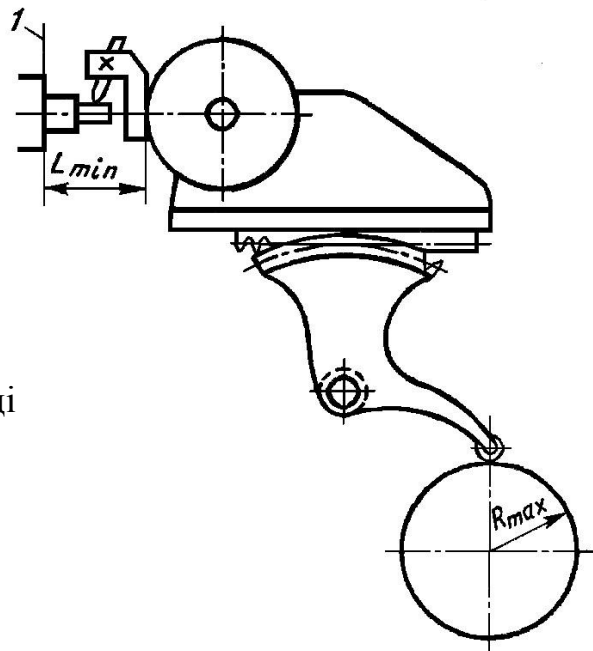


Рисунок 2.5 – Схема для визначення радіуса-вектора кулачка на початку та у кінці переходу

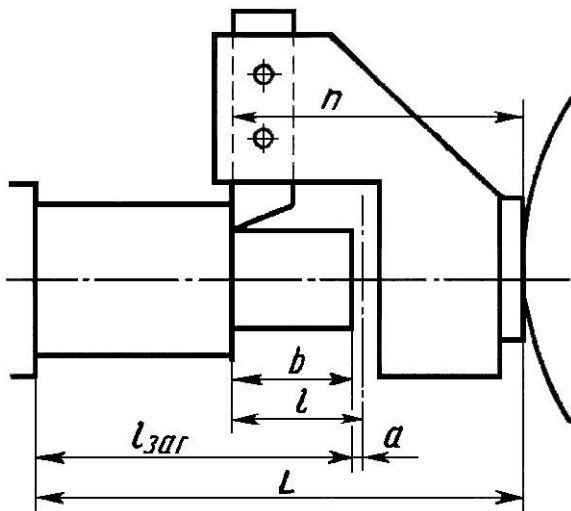


Рисунок 2.6 – Визначення відстані від цанги до револьверної головки

Положення супорта відносно будь-якої нерухомої площини, наприклад, площини **1** цанги (рисунок 3.5), залежить від положення ролика на дисковому кулачку. Якщо ролик займає положення, що відповідає найбільшому радіусу кулачка R_{max} , то відстань від револьверної головки до площини цанги буде мінімальною (L_{min}). Якщо в кінці переходу револьверна

головка зупиниться на відстані $L = L_{\min}$ від цанги, то радіус кулачка у кінці ходу $R = R_{\max}$, а на початку ходу:

$$R_0 = R_{\max} - l, \quad (3.3)$$

де l — робочий шлях інструменту.

У загальному випадку $L = L_{\min}$, тоді приймаємо

$$L - L_{\min} = \Delta L, \quad (3.4)$$

Тоді радіуси-вектори кінця та початку профілю робочої ділянки кулачка:

$$R = R_{\max} - \Delta L; \quad (3.5)$$

$$R_0 = R_{\max} - \Delta L - l. \quad (3.6)$$

Величина L_{\min} звичайно наводиться у паспорті автомата, а значення L або задаються, або визначаються розрахунковим шляхом. Наприклад, за рисунком 6 значення L визначаються за виразом:

$$L = l_{\text{заг}} - b + h, \quad (3.7)$$

де $l_{\text{заг}}$ — довжина виступаючої частини заготовки;

b — довжина точіння або відстань до інструменту у кінцевому положенні від правого кінця деталі без врахування величини a (a — шлях різця при повільному підході до деталі);

h — відстань від площини ріжучої кромки різця до револьверної головки.

Звичайно довжину заготовки визначають наступним шляхом:

$$l_{\text{заг}} = l_{\text{д}} + B + 5 \text{ мм}, \quad (3.8)$$

де $l_{\text{д}}$ — довжина деталі;

B — ширина відрізного різця.

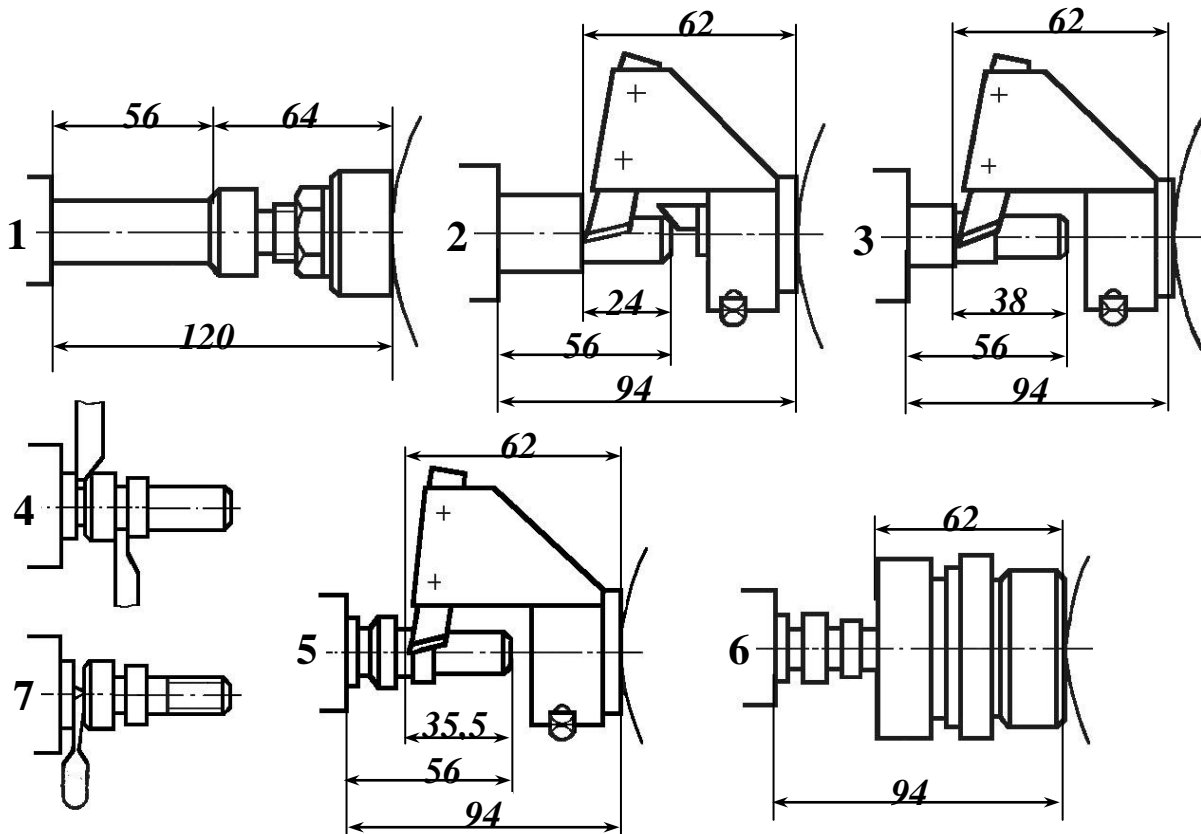


Рисунок 3.7 – Схема технологічного процесу

Приклад розрахунку налагодження токарно-револьверного автомата 1Б140.

Для розрахунку налагодження взято гвинт, ескіз якого подано на розрахунковому листі (таблиця 3.2).

1 Розробка технологічного процесу. Схема технологічного процесу зображена на рисунку 7. Переходи 1–3, 5 та 6 здійснюються револьверним супортом, перехід 4 — переднім та заднім супортами, перехід 7 — вертикальним супортом. Усі операції робочих та допоміжних ходів у встановленій послідовності заносять у розрахунковий лист налагодження, окремо для кожного супорта.

2 Вибір режимів різання. За нормативами режимів різання для обробки сталі 12 різцями із швидко ріжучої сталі Р6М5 призначаємо наступні режими різання: швидкість різання — для точіння та відрізання $v_1 = 65$ м/хв., для нарізання різі $v_2 = 8$ м/хв.; подачі — для поздовжнього точіння $s_1 = 0,12$ мм/об, для поперечного точіння $s_2 = 0,05$ мм/об, для відрізання $s_3 = 0,04$ мм/об. Значення подач заносимо у графу 5 розрахункового листа (таблиця 2).

3 Визначення частоти обертання шпинделя:

при точінні та відрізанні

$$n_{\text{шпн1}} = \frac{1000v_1}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 65}{3,14 \cdot 24} = 863 \text{ об/хв.};$$

при нарізанні різі

$$n_{\text{шпн2}} = \frac{1000v_2}{\pi d_1} = \frac{1000 \cdot 8}{3,14 \cdot 16} = 159 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстата вибираємо найближчу частоту обертання шпинделя: при точінні та відрізанні $n_{\text{шпн1}} = 800$ об/хв., при нарізанні різі $n_{\text{шпн2}} = 160$ об/хв.

Фактичні швидкості різання:

$$n_{\text{шпн2}} = \frac{\pi d n_{\text{шпн1}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 800}{1000} = 60,5 \text{ м/хв.};$$

$$n_{\text{шпн1}} = \frac{\pi d_1 n_{\text{шпн2}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 160}{1000} = 8,05 \text{ м/хв.}$$

Такі значення швидкостей різання допустимі.

4 Визначення величини робочого шляху інструмента.

Операція 2 — точіння ділянки під різь М16×2:

$$l_2 = a + b_2 = 0,5 + 24 = 24,5 \text{ мм,}$$

де a — ділянка шляху повільного підводу інструмента.

Операція 3 — чорнове точіння поверхні діаметром 20 мм (до 20,5 мм):

$$l_3 = a + b_3 = 0,5 + 14 = 14,5 \text{ мм.}$$

Операція 4 — точіння канавки:

$$l_4 = a + 0,5(d_{\text{заг}} - d) = 0,5 + 0,5(20,5 - 18) = 1,75 \text{ мм.}$$

Операція 4 — підрізання та обробка фаски $1 \times 45^\circ$, приймаємо $l'_4 = 3$ мм.

Операція 5 — чистове точіння поверхні діаметром 20 мм:

$$l_5 = a + b_5 + 0,5 = 0,5 + 11 + 0,5 = 12 \text{ мм},$$

де 0,5 — перебіг інструмента у мм.

Операція 6 — нарізання різі:

$$l_6 = t(m + 2) = 2(10 + 2) = 24 \text{ мм},$$

де t — крок різі;

m — число ниток різі на оброблюваній ділянці.

Операція 7 — відрізання. Зважаючи на те, що при підрізання та обробці фаски була проточена поверхня діаметром 22 мм, та враховуючи ширину прорізного різця $B = 3$ мм, отримуємо:

$$l_7 = a + 0,5d + C + 0,5 = 0,5 + 11 + 1 + 0,5 = 13 \text{ мм},$$

де $C = 0,3B$ — величина додаткового ходу різця для зачищення торця.

Отримані значення робочого шляху заносимо у графу 2 розрахункового листа (таблиця 2).

5 Визначення кількості обертів шпинделя, необхідних для виконання кожного робочого переходу.

Операція 2 — точіння ділянки під різь M16×2:

$$n_2 = \frac{l_2}{s_2} = \frac{24,5}{0,12} = 205 \text{ об.}$$

Операція 3 — чорнове точіння поверхні діаметром 20 мм:

$$n_3 = \frac{l_3}{s_1} = \frac{14,5}{0,12} = 121 \text{ об.}$$

Операція 4 — точіння канавки:

$$n_4 = \frac{l_4}{s_2} = \frac{1,75}{0,05} = 35 \text{ об.}$$

Операція 4 — підрізання та обробка фаски:

$$n'_4 = \frac{l'_4}{s_2} = \frac{3}{0,05} = 60 \text{ об.}$$

Операція 5 — чистове точіння поверхні діаметром 20 мм:

$$n_5 = \frac{l_5}{s_1} = \frac{12}{0,12} = 100 \text{ об.}$$

Операція 6 — нарізання різі M16×2:

$$n_6 = \frac{l_6}{t} k = \frac{24}{2} \cdot 5 = 60 \text{ об.}$$

Операція 6 — вивертання плашки:

$$n'_6 = \frac{l_6}{t} = \frac{24}{2} = 12 \text{ об.}$$

Операція 7 — відрізання:

$$n_7 = \frac{l_7}{s_3} = \frac{13}{0,04} = 325 \text{ об.}$$

Отримані значення кількості обертів заносимо у графу 4 розрахункового листа (таблиця 2). У графу 5 вписуємо кількість обертів, що припадають на робочі переходи, які не перекриваються. Підсумовуючи дані графи 5, визначаємо загальну кількість обертів шпинделя, потрібну для здійснення усіх робочих переходів:

$$\sum n_{px} = 205 + 121 + 100 + 60 + 12 + 60 + 325 = 883 \text{ об.}$$

6 Попереднє визначення часу одного циклу.

Час, потрібний для здійснення робочих ходів:

$$t_{px} = \frac{60n_{px}}{n_{шпд}} = \frac{60 \cdot 883}{800} = 66 \text{ с.}$$

Відповідно до паспорту верстата: час, необхідний для подачі та затиснення прутка — $t_n = 1$ с; час повороту револьверної головки на одну позицію — $t_{пг} = 1$ с.

Враховуючи час відходу відрізного різця $t_{вр} = 1$ с, визначимо тривалість допоміжних ходів:

$$t_{дх} = t_n + mt_{пг} + t_{вр} = 1 + 4 \cdot 1 + 1 = 6 \text{ с,}$$

де m — число поворотів револьверної головки.

Загальний час одного циклу:

$$T = t_{px} + t_{дх} = 66 + 6 = 72 \text{ с.}$$

7 Визначення кількості поділок кулачків для здійснення допоміжних ходів. За паспортом верстата приймаємо: для подачі та затиснення прутка — 3 поділки; для першого перемикання револьверної головки — 2 поділки і для наступних перемикань револьверної головки — по 3 поділки; для перемикання напрямлення та частоти обертання шпинделя — 1 поділка; для відходу відрізного різця — 1 поділка.

Отримані поділки заносимо у графу 6 розрахункового листа. Поділки, що відповідають двом перемиканням револьверної головки після шостої операції, не враховуємо, оскільки час, протягом якого ці рухи відбуваються, перекривається. Загальне число поділок кулачка для виконання усіх допоміжних рухів складає 16.

8 Визначення кількості поділок кулачків для здійснення робочих ходів. Кількість поділок кулачків на усі робочі рухи: $100 - 16 = 84$. Кількість обертів шпинделя, що відповідає одній поділці ділянок робочих ходів, визначаємо з рівняння (11):

$$q = \frac{n_{px}}{100 - U_b} = \frac{883}{84} = 10,5 \text{ об/под.}$$

Кількість поділок кулачка, що припадає на кожний робочий перехід, визначимо згідно рівності (12).

Операція 2 — точіння ділянки під різь М16×2:

$$U_2 = \frac{n_2}{q} = \frac{205}{10,5} = 19,4; \text{ приймаємо } 19 \text{ поділок.}$$

Операція 3 — чорнове точіння поверхні діаметром 20 мм:

$$U_3 = \frac{n_3}{q} = \frac{121}{10,5} = 11,5; \text{ приймаємо 11 поділок.}$$

Операція 4 — точіння канавки (перекривається):

$$U_4 = \frac{n_4}{q} = \frac{35}{10,5} = 3,3; \text{ приймаємо 3 поділки.}$$

Операція 4 — підрізання та обробка фаски:

$$U'_4 = \frac{n'_4}{q} = \frac{60}{10,5} = 5,7; \text{ приймаємо 6 поділок.}$$

Операція 5 — чистове точіння поверхні діаметром 20 мм:

$$U_5 = \frac{n_5}{q} = \frac{100}{10,5} = 9,5; \text{ приймаємо 10 поділок.}$$

Операція 6 — нарізання різі М16×2:

$$U_6 = \frac{n_6}{q} = \frac{60}{10,5} = 5,7; \text{ приймаємо 6 поділки.}$$

Операція 6 — вивертання плашки:

$$U'_6 = \frac{n'_6}{q} = \frac{12}{10,5} = 1,2; \text{ приймаємо 1 поділку.}$$

Операція 7 — відрізання:

$$U_7 = \frac{n_7}{q} = \frac{325}{10,5} = 30,9; \text{ приймаємо 31 поділку.}$$

Отримані значення кількості поділок заносимо у графу 7 розрахункового листа. В залежності від кількості поділок, прийнятих для робочих та допоміжних ходів, розподіляємо ділянки кулачків револьверного та поперечних супортів за порядком операцій, встановлюючи їх межі нумерацією поділок.

У графі 8 показані номери поділок, з яких починається ділянка, а у графі 9 — номери поділок, якими вона закінчується.

9 Визначення продуктивності автомата. Оскільки одній поділіці кулачка відповідають 10,5 обертів шпинделя, для здійснення повного циклу обробки деталі потрібно:

$$n_{\text{ц}} = 10,5 \cdot 100 = 1050 \text{ об.}$$

Час, потрібний для виготовлення одної деталі:

$$T = \frac{60n_{\text{ц}}}{n_{\text{шпн1}}} = \frac{60 \cdot 1050}{800} \approx 79 \text{ с.}$$

Технологічна продуктивність верстата:

$$Q = \frac{n_{\text{шпн1}}}{n_{\text{ц}}} = \frac{800}{1050} = 0,76 \text{ шт./хв.} = 45,6 \text{ шт/год.}$$

За паспортом верстата приймаємо $T = 80,1 \text{ с}$; тоді фактична продуктивність верстата складає:

$$Q_{\text{факт}} = \frac{3600}{T} = \frac{3600}{80,1} = 45 \text{ шт/год.}$$

10 Підбір змінних коліс на гітарі розподільчого вала. У відповідності із штучним часом $T = 80,1$ с за паспортом верстата призначаємо змінні зубчасті колеса: $a = 73$; $b = 27$; $c = 35$; $d = 65$; $e = 30$; $f = 70$.

11 Визначення відстані револьверної головки до цанги у кінці кожного переходу. Враховуючи довжину деталі $I_d = 48$ мм та ширину відрізного різця $B = 3$ мм, виступаюча частина прутка складе:

$$I_{\text{заг}} = I_d + B + 5 = 56 \text{ мм,}$$

де 5 — відстань від цанги до відрізного різця у мм.

Величина найменшої відстані від револьверної головки до цанги L_{min} призначається за даними паспорта верстата. Для даного верстата ця відстань становить $L_{\text{min}} = 75$ мм.

Відстані між револьверною головкою та цангою з урахуванням розмірів державок (рисунок 2) визначимо з рівнянь (7) та (8):

- операція 1 $L_1 = I_{\text{заг}} + I_{\text{уп}} = 56 + 64 = 120$ мм, $\Delta L_1 = 45$ мм;
- операція 2 $L_2 = I_{\text{заг}} - I_2 + h_2 = 56 - 24 + 62 = 94$ мм, $\Delta L_2 = 19$ мм;
- операція 3 $L_3 = I_{\text{заг}} - I_3 + h_3 = 56 - 38 + 62 = 80$ мм, $\Delta L_3 = 5$ мм;
- операція 5 $L_5 = I_{\text{заг}} - I_5 + h_5 = 56 - 35,5 + 62 = 82,5$ мм, $\Delta L_5 = 7,5$ мм;
- операція 6 $L_6 = I_{\text{заг}} - I_6 + h_6 = 56 - 24 + 62 = 99$ мм, $\Delta L_6 = 24$ мм.

Величини $L_1 \dots L_6$ заносимо у графі 11 та 12 розрахункового листа.

12 Визначення радіусів кулачка револьверної головки. За паспортом верстата максимальний радіус кулачка револьверної головки $R_{\text{max}} = 140$ мм, мінімальний — $R_{\text{min}} = 60$ мм. Радіуси кулачка у кінці (R) та на початку (R_0) переходу знаходимо за рівняннями (5) та (6):

- операція 1 $R_1 = 140 - 45 = 95$ мм, $R_{01} = 95$ мм;
- операція 2 $R_2 = 140 - 19 = 121$ мм, $R_{02} = 121 - 24,5 = 96,5$ мм;
- операція 3 $R_3 = 140 - 5 = 135$ мм, $R_{03} = 135 - 14,5 = 120,5$ мм;
- операція 5 $R_5 = 140 - 7,5 = 132,5$ мм, $R_{05} = 132,5 - 12 = 120,5$ мм;
- операція 6 $R_6 = 140 - 24 = 116$ мм, $R_{06} = 116 - 24 = 92$ мм.

Отримані дані заносимо у графі 11 та 12 розрахункового листа.

13 Визначення радіусів кулачків поперечних супортів. Звичайно радіус кулачків поперечних супортів у кінці переходу приймається R_{max} , а на початку переходу визначається розрахунком. За паспортом для даного верстата максимальний радіус кулачків $R_{\text{max}} = 80$ мм. Для операції 4 (передній супорт) $R_4 = 80$ мм, $R_{04} = 80 - 1,75 = 78,25$ мм; для операції 4 (задній супорт) $R'_4 = 80$ мм, $R'_{04} = 80 - 3 = 77$ мм; для операції 7 (верхній супорт) $R_7 = 80$ мм, $R_{07} = 80 - 13 = 67$ мм.

Отримані дані заносимо у розрахунковий лист.

Профілі дискових кулачків, побудовані за даними розрахункового листа, показані на рисунку 8. При побудові профілів враховано, що супорти, не працюючі у даний момент, звичайно відводяться у крайнє положення. Ділянки кулачків у такому випадку окреслюють по колу радіусом, який дорівнює мініальному радіусу кулачка.

Ділянку кулачка револьверної головки, яка забезпечує нарізання різи, знижуємо при виготовленні кулачка на 1...2 мм, щоб плашка під час різання мала вільний хід, який сприяє її нормальній роботі.

Також потрібно при профілюванні кулачка враховувати число поділок, що займає ролик, яке залежить від радіуса кулачка на цій ділянці. Залежність числа поділок, що займає ролик, від розміру кулачка наведено у таблиці 3.

Таблиця 3.3 – Залежність числа поділок кулачка, що займає ролик, від радіуса кулачка

Радіус кулачка, мм	Число поділок, що займає ролик	Радіус кулачка, мм	Число поділок, що займає ролик	Радіус кулачка, мм	Число поділок, що займає ролик	Радіус кулачка, мм	Число поділок, що займає ролик
40	6,5	60	4,5	80	4	100	3
45	6	65	4,5	85	3,5	105	3
50	5,5	70	4,5	90	3,5	110	3
55	5	75	4	95	3,5	115	2,5

1 – 5 переходів (Рисунок .1)

Розміри Варіант	D_3	d_1	d_2	L	l_1	l_2
1	18	15	13	40	30	10
2	22	18	16	36	26	14
3	16	14	12	28	18	13
4	25	22	20	42	32	17
5	20	18	16	25	15	15
6	32	29	27	48	38	19
7	24	21	19	45	35	18
8	36	33	31	56	46	20
9	30	27	25	20	12	16
10	14	12	10	18	10	12

