

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Настроювання ланцюга подач для нарізування різьб може здійснюватись з допомогою коробки подач, або з допомогою гвинторізної гідари, або ромбінованим способом, тобто з використанням коробки подач і змінних шестерень гідари. Схема гвинторізного ланцюга приведена на рис. 1.

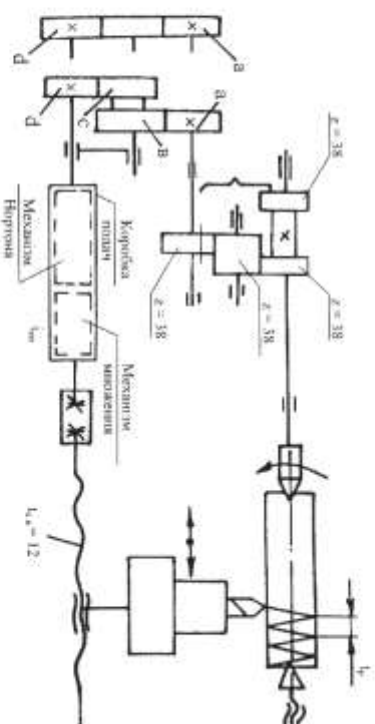


Рис. 1. Принципова кінематична схема гвинторізного ланцюга

При нарізуванні різьб підвищеної точності в універсальних токарно-гвинторізних верстатах ІК62, ІК630 та ін. є можливість виконання коробки подач з гвинторізного ланцюга. Вихідний вал ІУ гідари змінних коліс безпосередньо з'єднують з ходовим гвинтом V. В цьому випадку єдиною ланкою для настроювання гвинторізного ланцюга є гідара змінних коліс.

Розрахунковий рух: за один оберт заготовки супорт з різцем повинен переміститись на крок різьби

$$1 \text{ об. шп.} \rightarrow t_p$$

Рівняння кінематичного балансу ланцюга в заданому вигляді

$$t_p = 1 \text{ об. шп.} \cdot i_{\text{вст.}} \cdot i_1 \cdot i_{2,3} \cdot i_{4,5} \cdot i_{6,7}$$

де t_p – крок різьби, що нарізається; $i_{\text{вст.}}$ – передавальне відношення постійних зубчастих коліс; i_1 – передавальне відношення гідари змінних коліс; $i_{2,3}$ – передавальне відношення коробки подач; $i_{4,5}$ – крок ходового гвинта.

В рівняннях кінематичного балансу розмірність кроку різьби, що нарізається і кроку ходового гвинта повинна бути однакою, тому кроки всіх різьб, що нарізаються виражаються в метричній системі:

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни "Машини та устаткування галузі" для студентів спеціальностей 6.09.02.21 "Обладнання переробних і харчових виробництв", 6.09.02.12

"Обладнання електронної промисловості", Укл. Завербний А. Р., - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2000. - 7 с.

Укладач

Завербний А. Р., ст. викладач.

Відповідальний за випуск

Стоцько З. А., д-р техн. наук, проф.

Рецензенти:

Кодра Ю. В., канд. техн. наук, доц.
Шеремета Р. М., канд. техн. наук, доц.

• для дюймової різьби

$$t_0 = \frac{25,4}{\pi}$$

де π – число кроків на довжині одного дюйма ($1'' = 25,4$ мм);

• для модульної різьби

$$t_0 = \pi \cdot m,$$

де m – модуль шестерні, з якою буде в зачепленні черв'як;

• для підчевої різьби

$$t_0 = \frac{\pi \cdot 25,4}{p},$$

де p – pitch, число зубців зубчастого колеса, що припадають на один дюйм діаметра його ділячного кола.

В результаті рішення рівняння кінематичного балансу відносно гітари

$i_1 = \frac{a \cdot c}{b \cdot d}$ підбирають змінні колеса. Рольові об'єднуються набором змінних зубчастих коліс і умовами їх зчеплення. Переважно в верстатах застосовують п'ятірний і парний набори.

П'ятірний набір: 2 шестерні по 20, потім через п'ять зубців до 100 і шестерні по 110 і 120 зубців. Парний набір має дві шестерні по 20 зубців, потім через чотири зубці – до 80. Крім того, в обох наборах є шестерні по 47, 97, 127, 157 зубців.

Підбір змінних зубчастих коліс гітари методом розкладання на спільноможливі полягає в тому, що в передавальному відношенні чисельник і знаменник розкладаються на множники таким чином, щоб безпосередньо або перетворенням привести їх у відповідність з цілим числом зубців змінних коліс з набору.

$$\text{Наприклад, } i_1 = \frac{51}{77} \cdot \text{Тоді } i_1 = \frac{a \cdot c}{b \cdot d} = \frac{51}{77} = \frac{17 \cdot 3}{11 \cdot 7} = \frac{17 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 10}{11 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 10} = \frac{85 \cdot 30}{770}$$

Якщо передавальне відношення являє собою число, яке не піддається перетворенню, тоді колеса підбираються наближеними способами.

ВИРАЗИ НАБЛИЖЕНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

$$\begin{aligned} \pi &= \frac{22}{7} (0,4) = \frac{32 \cdot 27}{25 \cdot 11} (0,07) = \frac{19 \cdot 21}{127} (0,04) = \frac{25 \cdot 47}{22 \cdot 17} = \\ &= \frac{18 \cdot 97}{13 \cdot 19} (0,03) = \frac{13 \cdot 29}{4 \cdot 30} (0,02) = \frac{5 \cdot 71}{113} (0,0006). \end{aligned}$$

$$25,4 = \frac{127}{5} (0) = \frac{18 \cdot 24}{17} (0,48) = \frac{40 \cdot 40}{7 \cdot 9} (0,12) = \frac{11 \cdot 30}{13} (0,61).$$

4

$$\begin{aligned} \pi \cdot 25,4 &= \frac{22 \cdot 127}{7 \cdot 5} (0,4) = \frac{21 \cdot 19}{5} (0,05) = \frac{10 \cdot 17 \cdot 23}{7 \cdot 7} (0,01) = \\ &= \frac{128 \cdot 48}{7 \cdot 11} (0,05) = \frac{330 \cdot 22}{7 \cdot 13} (0,2) = \frac{27 \cdot 65}{2 \cdot 11} (0,3) = \frac{30 \cdot 25}{47} (0,11) \end{aligned}$$

* В дужках вказані похибки по кроку в міліметрах на довжині 1 м різьби.

Умови зчеплення коліс

Для того, щоб змінні колеса помістилися на двошарпній гітарі з чотирох коліс і не випадали, у втулки суміжних валів, необхідно виконання умови зчеплення:

$$\begin{aligned} a + b &\geq c + (15 \dots 20) \\ c + d &\geq b + (15 \dots 20). \end{aligned}$$

Якщо числа зубців змінних коліс $\frac{a}{b}$ і $\frac{c}{d}$ не задовольняють умови, необхідно переставити місцями a і b в чисельнику, c і d в знаменнику і знову перевірити їх на зчепленість. Якщо це не привело до позитивного результату – необхідно перерахувати число зубців коліс.

Крок нарядуваної різьби може відрізнятися від стандартної в результаті підбору зубчастих коліс гітари. Тоді похибка визначається за формулою

$$\Delta t = t_n - t_{ст}$$

$$\text{де } t_n = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot t_{ст}$$

Отримавши похибку необхідно порівняти з допустимою (таблиця 2).

5

ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВУ РОБОТУ

1. Привести кінематичну схему гвинторізного ланцюга.
2. Розрахувати настройку гітари зміїних коліс для нарізання метричної, дюймової, модульної, пітчевої різьби, вибравши зубчасті колеса з її вітриного або парного набору верстата.
3. Переверити вибрані зубчасті колеса на умови зчеплення.
4. Визначити похибку різьби і порівняти її з допустимою.

Завдання для розрахунку наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

| № з/п | Різьба метрична, крок, мм | Різьба дюймова, число кроків на 1" | Різьба модульна, модуль, мм | Різьба пітчева, пітчі |
|-------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | 1 | 24 | 0,5 | 96 |
| 2 | 1,25 | 20 | 1 | 88 |
| 3 | 1,5 | 19 | 1,25 | 80 |
| 4 | 1,75 | 18 | 1,5 | 72 |
| 5 | 2 | 16 | 1,75 | 64 |
| 6 | 2,5 | 14 | 2 | 56 |
| 7 | 3 | 12 | 2,25 | 48 |
| 8 | 3,5 | 11 | 2,5 | 44 |
| 9 | 4 | 10 | 3 | 40 |
| 10 | 4,5 | 9 | 2 | 36 |
| 11 | 5 | 8 | 0,5 | 32 |
| 12 | 5,5 | 7 | 1 | 28 |
| 13 | 6 | 6 | 1,25 | 24 |
| 14 | 7 | 5 | 1,5 | 22 |
| 15 | 8 | 4,5 | 1,75 | 20 |
| 16 | 9 | 4 | 2 | 18 |
| 17 | 10 | $3\frac{1}{3}$ | 2,25 | 16 |
| 18 | 11 | $3\frac{1}{4}$ | 2,5 | 14 |
| 19 | 12 | 3 | 3 | 12 |
| 20 | 2 | 2 | 2 | 11 |

Допустимі відхилення кроків різьби

Таблиця 2

| Різьба метрична, крок, мм | Різьба дюймова, число кроків на 1" | Різьба модульна, мм | Різьба пітчева, пітчі | Допустимі відхилення кроку різьби, бл. мкм |
|---------------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|--|
| 1 | 24 | | 96, 88, 80, 72 | 18 |
| 1,25 | 20 | | 64 | 20 |
| 1,5 | 19, 18, 16 | 0,5 | 56 | 21 |
| 1,75 | 14 | | 48, 44 | 22 |
| 2 | 12 | | 40, 36 | 24 |
| 2,5 | 11, 10 | | 32 | 25 |
| 3 | 9, 8 | 1 | 28 | 30 |
| 3,5 | 7 | | 24, 22 | 32 |
| 4 | 6 | 1,25 | 20 | 34 |
| 4,5 | 5 | 1,5 | 18 | 35 |
| 5 | 5 | | 16 | 38 |
| 5,5 | 4,5 | 1,75 | 14 | 40 |
| 6 | 4 | 2 | 12 | 42 |
| 7 | | 2,25 | 11 | 48 |
| 8 | $3\frac{1}{3}, 3\frac{1}{4}, 3$ | 2,5 | 10 | 56 |
| 9 | | 3 | 9 | 68 |
| 10 | | | | 80 |
| 11 | | | 7 | 95 |
| 12 | 2 | | | 114 |

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бочков В. М., Сліп Р. І. Обладнання автоматизованого виробництва. Навчальний посібник / За редакцією Сліп Р. І. – Львів: Видавництво Державного університету "Львівська політехніка", 2000. – 380 с.



НАСТРОЮВАННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ ДІЛІЛЬНОЇ ГОЛОВКИ
ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА УНІВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОМУ
ВЕРСТАТІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ЗАВДАННЯ
до розрахунково-графічної роботи № 2 з дисципліни
"Машини та устаткування галузі"
для студентів спеціальностей
6.09.02.21 "Обладнання переробних і харчових виробництв",
6.09.02.12 "Обладнання електронної промисловості"

Затверджено
на засіданні кафедри
"Електронне машинобудування"
Протокол № 1 від 07.09.2000 р.

ЛЬВІВ-2000

ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

$$Z: 91; Z' = 92; B = 23; \quad n_p = \frac{N}{Z} = \frac{40}{92} = \frac{A}{23}, \quad A = 10, \quad B = \frac{A}{23}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{N}{Z} = \frac{40}{92} = \frac{92-91}{92} = \frac{40}{92} = \frac{10 \cdot 5}{23 \cdot 5} = \frac{50}{115} = \frac{70}{115} = \frac{70}{115}$$

ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВУ РОБОТУ

1. Привести кінематичну схему ділильної головки при її настроюванні на просте та диференціальне ділення.
2. Розрахувати настройку ділильної головки при її використанні для простого ділення.
3. Розрахувати настройку ділильної головки при її використанні для диференціального ділення, вибравши зубчасті колеса тієї пари змінних коліс з набору ділильної головки.
4. Перевернути вибрані зубчасті колеса на умови зчеплення.

Вхідні дані для розрахунку і варіанти приведені в таблиці

| № варіанту | Просте ділення, Z | Диференціальне ділення, Z |
|------------|-------------------|---------------------------|
| 1 | 10 | 14 |
| 2 | 16 | 14 |
| 3 | 17 | 15 |
| 4 | 18 | 25 |
| 5 | 19 | 26 |
| 6 | 20 | 28 |
| 7 | 21 | 35 |
| 8 | 27 | 36 |
| 9 | 29 | 44 |
| 10 | 31 | 53 |
| 11 | 57 | 55 |
| 12 | 58 | 59 |
| 13 | 60 | 61 |
| 14 | 64 | 63 |
| 15 | 72 | 67 |
| 16 | 74 | 69 |
| 17 | 78 | 70 |
| 18 | 80 | 76 |
| 19 | 82 | 85 |
| 20 | 86 | 89 |

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни "Машини та устаткування галузі" для студентів спеціальностей 6.09 02 21 "Обладнання переробних і харчових виробництв", 6.09 02 12 "Обладнання електронної промисловості". Укл. Завербінний А. Р., - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2000. -7 с.

Укладач: Завербінний А. Р., ст. викладач.

Відповідальний за випуск: Стошко З. А., д-р техн. наук, проф.

Рецензенти: Коляра Ю. В., канд. техн. наук, доц.
Шеремета Р. М., канд. техн. наук, доц.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Універсальні дільничі головки призначені для точних повторюв. заготовки, що обробляється на верстаті, на різні частини кола. Поворот заготовки на дільничій головці може здійснюватися періодично (дільничий) при карі-занні прямих зубів колеса, шліфування валів, розмітці заготовки шліфувальними-скам'янілими поверхнями при карізанні гвинтових канавок. При дільничій заготовці на задане число частин кола, шпиндель головки разом з заготовкою повертаються від ручки через певний кінематичний ланцюг (рис. 1).

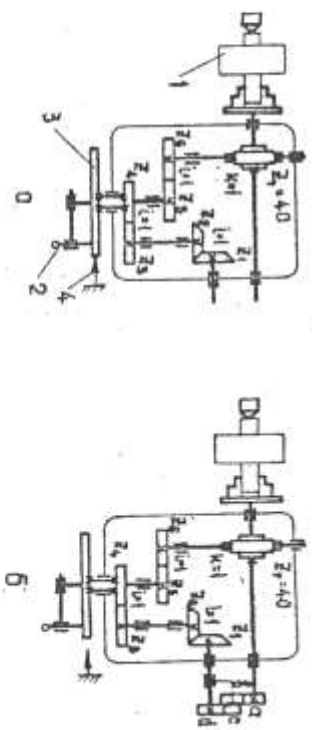


Рис. 1. Кінематична схема універсальної дільничої головки настроєної на:
а - просте ділення; б - диференціальне ділення.
1 - заготовка; 2 - ручки; 3 - дільничий диск; 4 - фіксатор

При обробці зубчасту коліс з гвинтовим зубом універсальна дільнична головка, в шпинделі якої закріплена заготовка (рис.2), разом зі столом 5 універсально-фрезерного верстата повертається на кут β , рівний куту нахилу гвинтової лінії зубів колеса. Необхідно, щоб настройка гвинторізного ланцюга забезпечувала рух фрези по заданій гвинтовій лінії. При цьому заготовка в процесі обробки повинна отримувати одночасно два рухи: неперервне обертання і поступальний рух вздовж осі столом верстата.

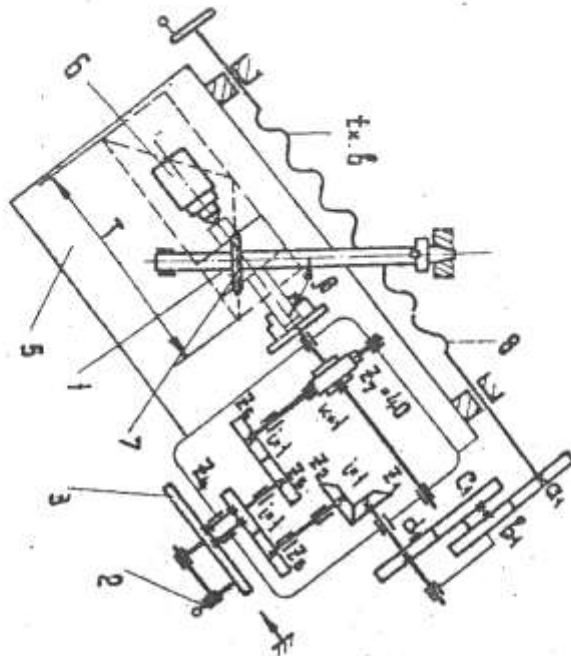


Рис. 2. Кінематична схема універсальної ділянової головки настроєної на обробку зубчастих коліс з гвинтовим зубом:
 1 - заготовка; 2 - ручка; 3 - діляльний диск; 4 - фіксатор; 5 - стіл верстака; 6 - задня гайка; 7 - фреза

НАСТРОЮВАННЯ ТА НАЛАГДУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ДІЛЯЛЬНОЇ ГОЛОВКИ НА ПРОСТЕ ДІЛЕННЯ

При простому діленні заготовки 5 повертають на $\frac{1}{Z}$ оберту (Z - число ділень) з допомогою ручки 2, повертаючи її по колу відносно нерухомого диска 3 (диск закріплений фіксатором 4). Кінематичний ланцюг ділянової головки не має обертованих ручок з обертованим шпинделем головки. Порядкові керування кінцемих ланок ланцюга: при поверnutí шпинделя головки на $\frac{1}{Z}$ оберту ручку 2 потрібно повернути відносно нерухомого диска 3 на n_p оберти:

$$n_p \rightarrow \frac{1}{Z}$$

4

Рівняння кінематичного балансу має вигляд

$$n_p \cdot \frac{z_2}{z_6} \cdot \frac{k}{z_1} = \frac{1}{Z} \quad (1)$$

$$\text{де } \frac{z_2}{z_6} \cdot \frac{k}{z_1} - \text{передавальні відношення передач, } \frac{z_2}{z_6} = 1, \frac{k}{z_1} = \frac{1}{40}$$

Обернене передавальне відношення від ручки до шпинделя головки називається характерним числом ділянової головки. Це число повних обертів N ручки головки, що необхідне для повороту її шпинделя на один повний оберт ($N = 40$).

При настроюванні універсальної ділянової головки на просте ділення необхідно визначити число обертів ручки (або частину оберта) відносно нерухомого диска, при якому заготовка повернеться на $\frac{1}{Z}$ оберту. З рівняння (1) отримаємо

$$n_p \cdot \frac{1}{N} = \frac{1}{Z} \quad \text{або} \quad n_p = \frac{N}{Z} = \frac{A}{B} \quad (2)$$

де A - число проміжків між отворами на вибраному ряді діляльного диска, на яке необхідно повернути ручку; B - повне число проміжків між отворами на вибраному ряді (A і B проті числа).

Кількість обертів ручки визначається відношенням $\frac{A}{B}$. За замкненим

ком даного відношення вибирають ряд на діляльному диску, кількість проміжків між отворами якого повинна бути рінна або кратна Z . При цьому

$n_p = \frac{A}{B}$ може бути як цілим так і дробним. У випадку, коли дріб неправильний, виділяється ціла частина і правильний дріб. Тоді для повороту заготовки на $\frac{1}{Z}$ оберту необхідно повернути ручку на певне число повних обертів,

а залишок на вибраному ряді діляльного диска B відповідатиме числу проміжків між отворами A .

Для полегшення багаторазового відліку проміжків між отворами A на диску встановлюється розсувний сектор, що складається з двох радіальних ділянок. Їх розсувають на кут, відповідно кількості проміжків між отворами A .

Діляльний диск має такі ряди отворів: 16; 17; 19; 21; 23; 29; 30; 31; 33; 37; 39; 41; 43; 47; 49; 54.

5

ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

$$Z = 66; B = 33$$

$$N = \frac{A}{Z} = \frac{40}{66} = \frac{A}{33}$$

$$Z = \frac{A}{B} = \frac{66}{33}$$

$A = 20$, $\frac{A}{B} = \frac{20}{33}$. Для повороту заготовки на $\frac{1}{66}$ оберту необхідно повернути ручку на 20 проміжки на ряду 33.

$$Z = 23; B = 23; \frac{N}{Z} = \frac{A}{B}; \frac{40}{23} = \frac{A}{23}$$

$$A = 40; \frac{A}{B} = \frac{40}{23} = 1 \frac{17}{23}$$

Для повороту заготовки на $\frac{1}{23}$ оберту необхідно повернути ручку на один повний оберт і на 17 проміжків на ряду 23.

НАСТРОЮВАННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ДІЛІЛЬНОЇ ГОЛОВКИ НА ДИФЕРЕНЦІЙНЕ ДІВЛЕННЯ

Диференційне ділення застосовується у випадку, коли на ділальному диску відсутній ряд і кількість отворів кратних Z (просто ділення неможливе).

При встановленні ділальної головки на диференційне ділення необхідно виконати передальніе відношення диференційної гідари та число обертів ручки при якому заготовка повернеться на $\frac{1}{Z}$ оберту. Ділальний диск (див. Рис. 16) при диференційному діленні замикається від фіксатора. Кількість обертів ручки відносно ділального диска визначається як при простому діленні, але при цьому замість Z в вираз (2) підставляється Z' :

$$P_p = \frac{N}{Z'} \quad (3)$$

де Z' - число ділень, найближче до Z, що дозволяє настроїти ділальну головку на просте ділення, тобто відібрати ряд отворів на ділальному диску.

У зв'язку з прийнятим наближенням, необхідно компенсувати допущення помилку додатковим обертанням диска. Обертаний рух ділальному диску передається по кінематичному ланцюгу від шпинделя головки через гітару диференціала $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$, конічну пару Z₁ - Z₂ і колеса Z₃ - Z₄.

6

Кінцеві ланки ланцюга - шпиндель головки і ділальний диск. Розрахункові переділення кінцевих ланок ланцюга: при повороті шпинделя головки на $\frac{1}{Z}$ оберту диск повернеться відносно ручки на P_p обертів:

$$\frac{1}{Z} \rightarrow P_p$$

Рівняння кінематичного балансу має вигляд

$$\frac{1}{Z} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = P_p \quad (4)$$

Значення додаткового обертання ручки рівне значенню повороту ділального диску:

$$P_{\text{доб}} = P_p \quad (5)$$

Додаткове обертання ручки відносно ділального диска повинно компенсувати допущену помилку:

$$P_{\text{руч}} = \frac{N}{Z} - \frac{N}{Z'} \quad (6)$$

Використовуючи вирази (4) і (6), отримаємо

$$\frac{N}{Z} - \frac{N}{Z'} = \frac{1}{Z} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$$

При $\frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = 1$ передальніе відношення змінних коліс гідари диференціала

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = N \cdot \frac{Z' - Z}{Z'} \quad (7)$$

Якщо передальніе відношення змінних коліс додатне, то ділальний диск повинен обертатись в той же бік, що і ручка, а якщо передальніе відношення від'ємне, то - навстріч обертанням ручки. Зустрічне обертання домагається встановленням додаткового проміжного колеса в гітару змінних коліс.

При виборі змінних коліс гідари необхідно дотримуватись виконання умови зчеплення зубчастих коліс:

$$a + b \geq c + d \quad (15...20)$$

Набір зубчастих коліс ділальної головки: зубчасті колеса 25 + 5 зубців до 115 по 2 шт., 35 і 50 по 3 шт., 85, 95, 110, 115 по 1 шт.

7