

По выражениям связи параметров (8) — (11) на основе равенства (1) ( $i = 0$ ) были получены значения координат точек контакта в неподвижной системе координат  $S_0$  при фиксированных значениях угла  $\delta$  для различных соотношений отрезков  $l_1$  и  $l_2$ . По результатам расчета были построены графики, представленные на рис. 2. В качестве примера использовалось зацепление со следующими параметрами:  $m = 2,5$  мм;  $z_2 = 40$ ;  $x = 0$ .

Анализируя графики, можно сделать следующие выводы.

1. В обоих ( $A$  и  $B$ ) случаях контактная линия, полученная при фиксированном значении угла  $\delta$ , не лежит в плоскости  $XOY$  и с увеличением угла  $\delta$  смещается в сторону —  $Z$  с интенсивностью, определяемой соотношением отрезков  $l_1$  и  $l_2$ .

2. В областях, характеризующихся малыми значениями угла  $\delta$  (до  $5^\circ$ ), а также при значении  $l_2$ , приближающемся к  $mz_2/2$ , контактные линии, соответствующие отмеченным выше способам нарезания, построенные при одинаковых значениях угла  $\delta$ , весьма близки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Громан М. Б., Зак П. С., Бочкообразный зуб, «Вестник машиностроения», 1976, № 4.
2. Солдаткин Е. П., Пространственная равномодульная передача с изменяющимся углом между осями колес, «Теория машин и механизмов», вып. 92—93, изд-во АН СССР, М., 1962.
3. Романов В. Ф., Расчеты зуборезных инструментов, изд-во «Машиностроение», М., 1969.

Статья поступила 23 января 1979 г.

621.941.2

## КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СТАНКА ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ С ПЕРЕМЕННЫМ ШАГОМ

*Канд. техн. наук А. И. ГОЛЕМБИЕВСКИЙ*

*Предлагается кинематическая структура станка для нарезания резьбы с переменным шагом. Разрабатывается методика настройки станка.*

При нарезании резьбы с переменным шагом, как известно, одно из двух элементарных движений — вращение заготовки или поступательное перемещение резца — выполняется переменным. Для этого в кинематику винторезных станков вводят механизм изменения шага [1], по сложившейся традиции размещаемый в винторезной цепи группы образования винтовой поверхности [2—5]. Общим недостатком такого исполнения является узкий диапазон приращения шага, в связи с чем на станках рассматриваемого вида могут обрабатываться только короткие винты с малой величиной приращения шага. Мы предлагаем станок с широким диапазоном приращения шага [6] и методику его настройки.

Формообразующая часть кинематической структуры (рис. 1) станка содержит одну сложную кинематическую группу — группу образования винтовой поверхности  $\Phi_v (B_1 P_2 + P_3)$ . В отличие от известных эта группа включает две внутренние связи: начального теоретического шага (традиционную винторезную цепь) и приращения шага, в которую вынесен механизм изменения шага.

Внутренняя связь начального теоретического шага

$$B_1 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow i_x \rightarrow 3 \rightarrow CM \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow \Pi_2$$

представляет собой кинематическую цепь, связывающую шпindelь 1 заготовки с инструментальным суппортом 7. Внутренняя связь приращения шага

$$B_1 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow i_y \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 12 \rightarrow 16 \rightarrow 17 \rightarrow i_z \rightarrow \\ \rightarrow 18 \rightarrow CM \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow \Pi_3$$

также связывает шпindelь 1 с суппортом 7. Эта связь содержит механизм изменения шага, выполненный в виде поворотной линейки-винта 10, несущего гайку 11, шарнирно связанную с зубчатой рейкой 12.

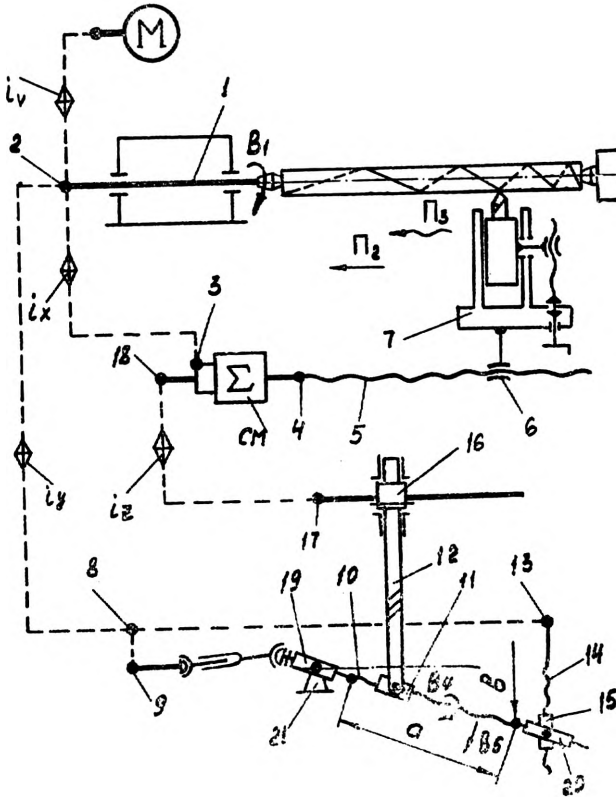


Рис. 1. Структурная схема станка для нарезания резьбы переменного шага

Конструктивные параметры механизма изменения шага — перемещение  $a$  гайки 11 по винту 10 и соответствующее ему поперечное перемещение  $b$  рейки 12 — связаны получаемым из кинематического контура

$$B_4 \rightarrow 10 \rightarrow 9 \rightarrow 8 \rightarrow 13 \rightarrow 14 \rightarrow 15 \rightarrow 20 \rightarrow B_5$$

очевидным соотношением

$$b = a i_0 \frac{t_{14}}{t_{10}}, \quad (1)$$

где  $i_0$  — передаточное отношение постоянных передач;  $t_{14}$  — шаг винта 14;  $t_{10}$  — шаг винта 10.

Обе внутренние связи соединены между собой суммирующим механизмом  $СМ$ . Внешняя связь группы передает энергию движения от электродвигателя  $M$  через орган настройки  $i_v$  и звено соединения связей 2 во внутренние связи.

При сообщении шпинделю 1 числа оборотов, равного числу витков нарезаемой резьбы, суппорт 7 по внутренней связи начального теоретического шага получит перемещение, равное сумме начальных шагов. Одновременно винт 10, получая движение по внутренней связи приращения шага, будет вращаться в опорах 19 и 20 и поворачиваться от горизонтального положения относительно кронштейна 21. Это вызовет перемещение гайки 11 и связанной с ней шарниром рейки 12 вдоль винта 10 на величину  $a$  и в поперечном направлении — на величину  $b$ . Причем движение на величину  $b$ , как видно из (1), будет равноускоренным. Это движение посредством передачи рейка 12 — реечное колесо 16 преобразуется во вращательное равноускоренное движение и сообщается через суммирующий механизм  $СМ$  суппорту 7. Таким образом, суппорт 7, наряду с перемещением на сумму начальных шагов, получит дополнительное перемещение, увеличивающееся на каждом шаге на постоянную величину. В итоге на заготовке будет получаться резьба с прогрессивно нарастающим шагом.

Сложное исполнительное движение  $B_1P_2+P_3$  на траекторию образования винтовой поверхности настраивается тремя гитарами сменных зубчатых колес  $i_x, i_y, i_z$ : гитара  $i_x$  служит для настройки начального теоретического шага, гитара  $i_y$  используется для настройки перемещения гайки 11 по винту 10, гитара  $i_z$  служит для настройки на приращение шага, возрастающее на каждом обороте шпинделя на постоянную задаваемую величину.

Для определения расчетных перемещений (РП) исполнительных органов, уравнений кинематических цепей (УКЦ) и формул настройки (ФН) для указанных гитар введем следующие обозначения:  $L$  — длина нарезаемой резьбы;  $k$  — число витков резьбы;  $T_1$  — шаг первого витка;  $\Delta T$  — приращение шага на каждом витке;  $T_0$  — начальный теоретический шаг,  $T_0 = T_1 - \Delta T$ ;  $\Sigma \Delta T$  — сумма приращений шагов всех витков,  $\Sigma \Delta T = L - kT_0$ .

Цепь начального теоретического шага с гитарой  $i_x$

РП: 1 оборот шпинделя  $\rightarrow T_0$  перемещения суппорта,

УКЦ:

$$T_0 = 1 i_x i_{01} i_{CM} t_5,$$

ФН:

$$i_x = \frac{T_0}{i_{01} i_{CM} t_5},$$

где  $i_{01}$  — передаточное отношение постоянных передач расчетной цепи;  $i_{CM}$  — передаточное отношение суммирующего механизма;  $t_5$  — шаг ходового винта 5.

Цепь перемещения гайки 11 с гитарой  $i_y$

РП:  $k$  оборотов шпинделя  $\rightarrow a$  перемещения гайки 11,

УКЦ:

$$a = k i_y i_{02} t_{10},$$

ФН:

$$i_y = \frac{a}{k i_{02} t_{10}},$$

где  $i_{02}$  — передаточное отношение постоянных передач расчетной цепи;  $t_{10}$  — шаг винта 10.

Цель приращения шага с гитарой  $i_z$ . За  $k$  оборотов шпинделя гайка 11 переместится на величину  $a$ , а зубчатая рейка 12 в поперечном направлении — на величину  $b$ . За это время суппорту 7 должно быть сообщено дополнительное перемещение на величину  $\Sigma \Delta T$ . Следовательно,

РП:  $b$  перемещения рейки  $\rightarrow \Sigma \Delta T$  дополнительного перемещения суппорта,

УКЦ:

$$\Sigma \Delta T = \frac{b}{\pi m_{16} Z_{16}} i_z i_{03} i_{CM} t_5,$$

ФН:

$$i_z = \frac{\Sigma \Delta T \pi m_{16} Z_{16}}{b i_{03} i_{CM} t_5},$$

где  $m_{16}$  и  $Z_{16}$  — соответственно модуль и число зубьев реечного колеса 16;  $i_{03}$  — передаточное отношение постоянных передач расчетной цепи;  $i_{CM}$  — передаточное отношение суммирующего механизма.

На скорость образования винтовой поверхности возрастающего шага движение  $B_1 P_2 + P_3$  настраивается органом настройки  $i_v$  (коробка скоростей, сменные шкивы или гитара зубчатых колес).

Введение в группу образования винтовой поверхности второй настраиваемой внутренней связи и перенос в нее механизма изменения шага нарезаемой резьбы позволяют нарезать винты любой длины с широким диапазоном приращения шага. Станок можно использовать также для нарезки резьбы постоянного шага. Для этого достаточно отключить гитары  $i_y$  и  $i_z$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федотенок А. А., Кинематическая структура металлорежущих станков, изд-во «Машиностроение», М., 1970.
2. Бендет С. И., Свечков И. П., Станок для нарезания винтов с переменным шагом, «Станки и инструмент», 1974, № 9.
3. Кучер И. М., Ершов Б. А., Станок для обработки винтов с переменным шагом и диаметром, Авторское свидетельство № 476949, В 23G 3/10, «Бюллетень изобретений», 1975, № 26.
4. Зайцев В. И. и др., Устройство к токарно-винторезному станку для нарезания винтовых профилей с непрерывно изменяющимся шагом, Авторское свидетельство № 522909, В 23 В 7/02, «Бюллетень изобретений», 1976, № 28.
5. Рази А. А., Ершов Б. А., Устройство к токарно-винторезному станку для нарезания резьб с переменным шагом, Авторское свидетельство № 548990, В 23G 3/10, «Бюллетень изобретений», 1977, № 47.
6. Голембиевский А. И., Токарный станок для нарезания винтов с переменным шагом, Авторское свидетельство № 607654, В 23G 3/10, «Бюллетень изобретений», 1978, № 19.

Статья поступила 7 февраля 1979 г.