

Зайцев А.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Л.Г. Никитина
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 E-mail: alexeyzaycev14@yandex.ru

Проектирование привода главного движения широкоуниверсального инструментального фрезерного станка модели 67К25ПФ2

Проектирование привода главного движения проводим графо-аналитическим методом, который сводится к построению структурной сетки и графика частот вращения с целью определения передаточных отношений зубчатых колес.

Исходя из заданного диапазона частот вращения шпинделя $n_{\min}=40 \text{ мин}^{-1}$ и $n_{\max}=2000 \text{ мин}^{-1}$, определяем число Z ступеней частот вращения шпинделя, назначив знаменатель геометрического ряда $\varphi=1,26$:

$$Z = 1 + \frac{\lg R_n}{\lg \varphi} = 1 + \frac{\lg 50}{\lg 1,26} = 18,$$

где: $R_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{2000}{40} = 50$

Назначаем множительную структуру привода, состоящую из 3-х групповых передач P_a, P_b, P_c , имеющих число скоростей соответственно $P_a=3, P_b=3, P_c=2$.

Структура коробки следующая:

$$Z = 18 = P_a * P_b * P_c = 3 * 3 * 2$$

Определяем характеристики X_i групповых передач и строим структурную сетку привода, представленной на рис.1: $P_a=3, X_a=1; P_b=3, X_b=3; P_c=2, X_c=9$.

$$Z = P_a * P_b * P_c = 3_1 * 3_3 * 2_9.$$

Исходя из характеристик, получаем следующее соотношение передаточных отношений i в групповых передачах:

$$\begin{aligned} i_1 : i_2 : i_3 &= \varphi^1; \\ i_4 : i_5 : i_6 &= \varphi^3; \\ i_7 : i_8 &= \varphi^9. \end{aligned}$$

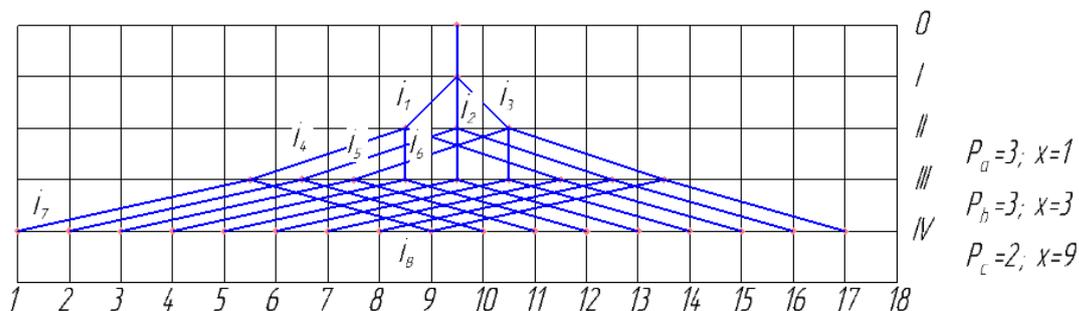


Рис.1- Структурная сетка привода

Определяем передаточные отношения для групповой передачи P_c , имеющей 2 зубчатые пары колес с редукцией $i_7 : i_8 = \varphi^9$. Назначаем передаточное отношение i_8

$$i_8 = \frac{1}{\varphi^6}; \text{ тогда } i_7 = i_8 * \varphi^9 = \frac{1}{\varphi^6} * \varphi^9 = \varphi^3.$$

Определяем передаточные отношения для групповой передачи Р_б, имеющей 3 зубчатые пары колес с редукцией $i_4 : i_5 : i_6 = \varphi^3$.

$$\frac{i_5}{i_6} = \varphi^3; \text{ назначаем } i_6 = \frac{1}{\varphi^5}; \text{ тогда } i_5 = i_6 * \varphi^3 = \frac{1}{\varphi^5} * \varphi^3 = \frac{1}{\varphi^2},$$

$$i_4 = i_5 * \varphi^3 = \frac{1}{\varphi^2} * \varphi^3 = \varphi.$$

Определяем передаточные отношения для групповой передачи Р_а, имеющей 3 зубчатые пары колес с редукцией $i_1 : i_2 : i_3 = \varphi^1$.

$$\frac{i_2}{i_3} = \varphi^1; \text{ назначаем } i_3 = \frac{1}{\varphi^3}; \text{ тогда } i_2 = i_3 * \varphi^1 = \frac{1}{\varphi^3} * \varphi^1 = \frac{1}{\varphi^2},$$

$$i_1 = i_2 * \varphi^1 = \frac{1}{\varphi^2} * \varphi^1 = \varphi.$$

Определяем передаточное отношение ременной передачи, выбираем диаметр шкивов:

$$i_p = \frac{1000}{1440} = \frac{125}{90}.$$

Строим график частот вращения шпинделя, рис.2:

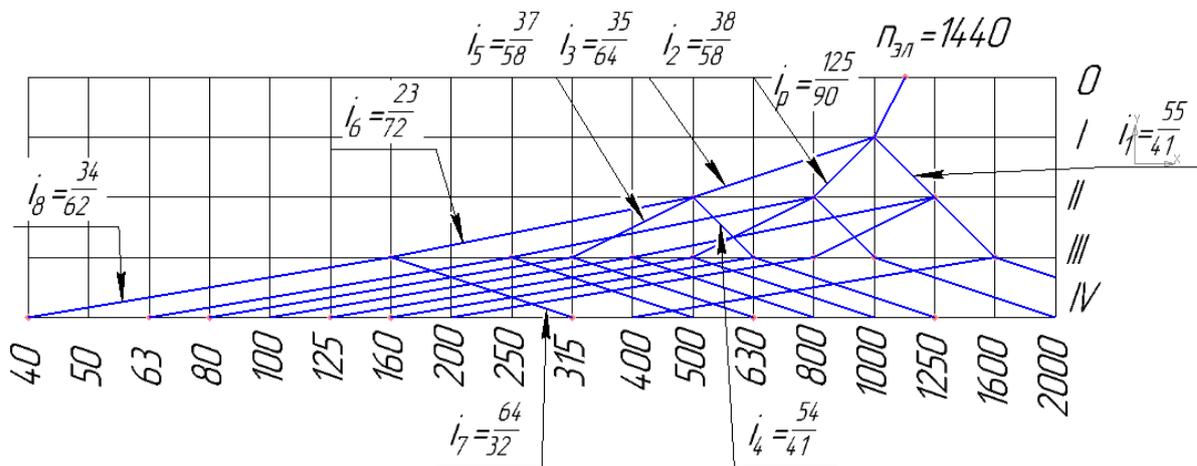


Рис.2 – График частот вращения шпинделя

Зная передаточные отношения зубчатых пар коробки скоростей, подбираем числа зубьев колес для групповых передач [2].

Мощность привода главного движения выбираем исходя из эффективной мощности резания [1]:

$$N_{рез}^{эф} = \frac{P_z * V}{1020 * 60}, \text{ кВт},$$

где P_z - главная составляющая силы резания, которая определяется [1]:

$$P_z = \frac{10C_p * t^x S^y Z^w}{D^n n^w} K_{mp} = \frac{10 * 68,2 * 2,5^{0,86} * 200^{0,72} * 14}{63^{0,86} * 160^0} * 1 = 5227 \text{ Н},$$

где $C_p=68,2$ – коэффициент, учитывающий инструмент (быстрорежущая сталь) и материал заготовки (сталь, $\sigma_B=750$ МПа);

$x=0,86$, $y=0,72$, $q=0,86$, $w=0$ – показатели степени;

$K_{mp}=1$ – коэффициент, учитывающий влияние марки обрабатываемого материала;

$D= 63$ мм- диаметр цилиндрической фрезы;

$Z=14$ - число зубьев фрезы;

$t = 2,5$ мм- глубина резания;

$S = 200$ мм/мин- подача;

$n = 160$ об/мин- частота вращения шпинделя.

Скорость резания определяется по формуле [1]:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 * 63 * 160}{1000} = 31,6 \text{ м/мин}$$

Тогда эффективная мощности резания:

$$N_{\text{рез}}^{\text{эф}} = \frac{5227 * 31,6}{1020 * 60} = 2,69 \approx 2,7, \text{ кВт}$$

Электродвигатель привода главного движения определяют по наибольшей эффективной мощности, необходимой для резания, по формуле:

$$N_{\text{гл}} = \frac{N_{\text{рез}}^{\text{эф}}}{\eta},$$

где η – КПД привода станка (0,7-0,85).

$$N_{\text{гл}} = \frac{2,7}{0,85} = 3,17 \text{ кВт}$$

Учитывая возможность перегрузки двигателя на 25%, принимаем:

$$N_{\text{гл}} = N_{\text{гл1}} * 1,25 = 3,17 * 1,25 = 3,96 \text{ кВт}$$

Выбираем трехфазный асинхронный электродвигатель 4А90L2НПУ3 с мощностью 4 кВт.

Литература

1. Справочник технолога - машиностроителя / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова, т.1, т.2 - М: Машиностроение, 1985 г.
2. Пуш В.Э. Конструирование металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1977 г.
3. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. В.Э. Пуша. М.: Машиностроение, 1985 г.