

## Секция «Оборудование текстильной и легкой промышленности»

УДК 677.054.3-83

### **ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, РАСЧЕТОВ И ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИВодОВ ТКАЦКИХ МАШИН**

И.А. Мартынов, Б.И. Корнев, А.В. Мещеряков

Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина

Привод ткацкой машины является одним из основных узлов, определяющих динамику ее подвижной механической части в целом и процесса тканеформирования. Авторами на базе проведенных теоретических и экспериментальных исследований серийных приводных устройств разработано несколько конструкций автоматизированных приводов к ткацким машинам СТБ и АТПР разных принципов действия.

На рис. 1 представлена конструкция автоматизированного привода машины СТБ. Работу сцепной муфты обеспечивает электромагнит с дисковым якорем, а тормоза – силовые пружины и электромагнит с втяжным якорем. Тормоз позволяет осуществить дифференцированный останов машины. Главный вал при таком тормозе поворачивается на угол 0,44 или 0,78 рад.

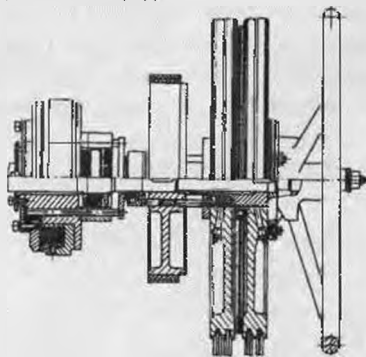


Рисунок 1

При теоретических исследованиях таких приводных систем ткацких машин хорошие результаты дает пятизвенная динамическая модель (рис. 2). В этой модели все исполнительные механизмы объединены в одно звено  $J_4$  (ведомую часть привода). Звенья с  $J_0$  по  $J_2$  включают все функциональные части привода. Пятизвенная модель позволяет проследить все процессы, происходящие в самом приводе машины, при разгоне, установившемся движении, останове и медленном движении.

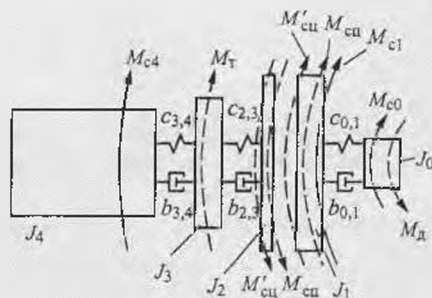


Рисунок 2

В зависимости от этапа работы машины движение звеньев этой модели описывается разными системами дифференциальных уравнений.

На этапе движения только звеньев 0 – 1, когда сцепная муфта выключена, эти уравнения имеют вид

$$J_0 \ddot{\varphi}_0 = M_d - M_{c0} - c_{0,1}(\varphi_0 - \varphi_1) - b_{0,1}(\dot{\varphi}_0 - \dot{\varphi}_1);$$

$$J_1 \ddot{\varphi}_1 = c_{0,1}(\varphi_0 - \varphi_1) + b_{0,1}(\dot{\varphi}_0 - \dot{\varphi}_1) - M_{c1} - M'_{cu},$$

где  $\ddot{\varphi}_0, \dot{\varphi}_0, \varphi_0, \ddot{\varphi}_1, \dot{\varphi}_1, \varphi_1$  – ускорения, скорости и углы поворота звеньев 0 и 1,  $c_{0,1}, b_{0,1}$  – коэффициенты жесткости и диссипации связи между звеньями 0 – 1,  $M_d$  – движущий момент, приложенный к ротору электродвигателя;  $M_{c0}, M_{c1}$  – моменты сопротивления движению звеньев 0 и 1;  $M'_{cu}$  – остаточный момент в сцепной муфте.

При включении сцепной муфты между звеньями 1 и 2 начинает действовать момент сцепления  $M_{cu}$ . Уравнения этого этапа имеют вид

$$J_0 \ddot{\varphi}_0 = M_d - M_{c0} - c_{0,1}(\varphi_0 - \varphi_1) - b_{0,1}(\dot{\varphi}_0 - \dot{\varphi}_1);$$

$$J_1 \ddot{\varphi}_1 = c_{0,1}(\varphi_0 - \varphi_1) + b_{0,1}(\dot{\varphi}_0 - \dot{\varphi}_1) - M_{c1} - M_{cu};$$

$$J_2 \ddot{\varphi}_2 = M_{cu} - c_{2,3}(\varphi_2 - \varphi_3) - b_{2,3}(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3);$$

$$J_3 \ddot{\varphi}_3 = c_{2,3}(\varphi_2 - \varphi_3) + b_{2,3}(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3) - c_{3,4}(\varphi_3 - \varphi_4) - b_{3,4}(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4);$$

$$J_4(\varphi_4) \ddot{\varphi}_4 + \frac{1}{2} \frac{dJ_4(\varphi_4)}{d\varphi_4} \dot{\varphi}_4^2 = c_{3,4}(\varphi_3 - \varphi_4) + b_{3,4}(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4) - M_{c4},$$

где  $\ddot{\varphi}_2, \ddot{\varphi}_3, \dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_3, \varphi_2, \varphi_3$  – ускорения, скорости и углы поворота звеньев 2 и 3;  $c_{2,3}, c_{3,4}, b_{2,3}, b_{3,4}$  – коэффициенты жесткости и диссипации связей между звеньями 2 – 3 и 3 – 4;  $M_{c4}$  – момент сопротивления движению звена 4.

На этапе, когда скорости звеньев 1 и 2 выравниваются и дальше они движутся как одно звено, уравнения движения преобразуются к виду

$$\begin{aligned}
 J_0\dot{\varphi}_0 &= M_{\tau} - M_{c0} - c_{0,1}(\varphi_0 - \varphi_1) - b_{0,1}(\dot{\varphi}_0 - \dot{\varphi}_1); \\
 (J_1 + J_2)\dot{\varphi}_1 &= c_{0,1}(\varphi_0 - \varphi_1) + b_{0,1}(\dot{\varphi}_0 - \dot{\varphi}_1) - c_{2,3}(\varphi_1 - \varphi_3) - b_{2,3}(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_3); \\
 J_3\dot{\varphi}_3 &= c_{2,3}(\varphi_1 - \varphi_3) + b_{2,3}(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_3) - c_{3,4}(\varphi_3 - \varphi_4) - b_{3,4}(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4); \\
 J_4(\varphi_4)\dot{\varphi}_4 + \frac{1}{2} \frac{dJ_4(\varphi_4)}{d\varphi_4} \dot{\varphi}_4^2 &= c_{3,4}(\varphi_3 - \varphi_4) + b_{3,4}(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4) - M_{c4}.
 \end{aligned}$$

На этапе останова движение звеньев 0 – 1 описывается уравнениями

$$\begin{aligned}
 J_0\dot{\varphi}_0 &= -M_{c0} - c_{0,1}(\varphi_0 - \varphi_1) - b_{0,1}(\dot{\varphi}_0 - \dot{\varphi}_1); \\
 J_1\ddot{\varphi}_1 &= c_{0,1}(\varphi_0 - \varphi_1) + b_{0,1}(\dot{\varphi}_0 - \dot{\varphi}_1) - M_{c1} - M'_{ц1}.
 \end{aligned}$$

Движение звеньев 2 – 4 описывается уравнениями

$$\begin{aligned}
 J_2\dot{\varphi}_2 &= M'_{ц1} - c_{2,3}(\varphi_2 - \varphi_3) - b_{2,3}(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3); \\
 J_3\dot{\varphi}_3 &= c_{2,3}(\varphi_2 - \varphi_3) + b_{2,3}(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3) - M_{\tau} - c_{3,4}(\varphi_3 - \varphi_4) - b_{3,4}(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4); \\
 J_4(\varphi_4)\dot{\varphi}_4 + \frac{1}{2} \frac{dJ_4(\varphi_4)}{d\varphi_4} \dot{\varphi}_4^2 &= c_{3,4}(\varphi_3 - \varphi_4) + b_{3,4}(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4) - M_{c4}.
 \end{aligned}$$

где  $M_{\tau}$  – момент, развиваемый тормозом.

Интегрирование указанных дифференциальных уравнений осуществлялось методом Рунге-Кутты.

В результате расчета характеристик разгона получены закономерности изменения угловых скоростей ведущего  $\dot{\varphi}_1$  и ведомого  $\dot{\varphi}_2$  звеньев привода до и после их сцепления для различных режимов включения электромагнитной катушки (рис. 3). Используемая при расчетах характеристик разгона методика позволила подобрать режим включения электромагнитной катушки

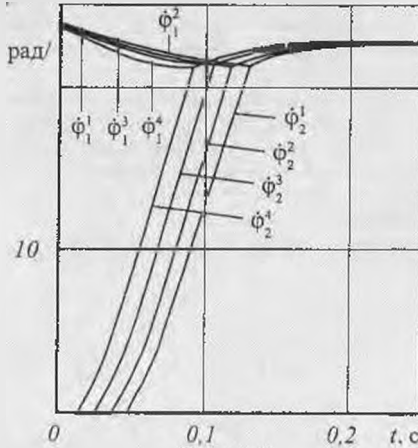


Рисунок 3