

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
КУЛАЧКОВОГО ПРУЖИННОГО РАЗГРУЖАТЕЛЯ
БАТАННОГО МЕХАНИЗМА НА НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ
ГЛАВНОГО ВАЛА ТКАЦКИХ СТАНКОВ СТБ**

**INVESTIGATION OF THE INFLUENCE
OF CAM-OPERATED SPRING UNLOADER OF THE SLAY MECHANISM
ON THE UNSTEADY MOTION
OF THE DRIVING SHAFT OF STB WEAVING MACHINES**

С. В. ЛУШНИКОВ, Н. В. СТЕПНОВ
S.V. LUSHNIKOV, N.V. STEPNOV

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: office@msta.ac.ru

Проведено исследование кулачкового пружинного разгрузателя в момент разгона батанного механизма ткацкого станка СТБ. Установлено, что кулачковый разгрузатель увеличивает время разгона ткацкого станка и создает возможность для существенного снижения динамических нагрузок, возникающих в момент выравнивания скоростей ведущей и ведомой частей привода станка.

A study conducted cam spring unloader in overlocking of the slay driver loom STB. It is established, that cam spring unloader increases the acceleration time of the loom and creates an opportunity for significant reduction of dynamic loads that arise at the moment of the equalization of speeds master and slave parts of the drive of the machine.

Ключевые слова: ткацкий станок, кулачковый пружинный разгрузатель, разгон, батанный механизм, динамические нагрузки.

Key words: the loom, the cam spring unloader, acceleration, the slay drive, the dynamic loads.

Главный вал ткацких станков СТБ вращается с большой неравномерностью, которая в значительной степени вызвана неуравновешенными инерционными силами батана, совершающего качательное движение [1]. Повышенная неравномерность вращения главного вала не только искажает законы движения механизмов ткацкого станка, но и приводит к увеличению реакций в кинематических парах, повышению уровня шума и вибрации. Для уравновешивания сил, действующих на главный вал, и снижения неравномерности можно использовать кулачковый разгрузатель [2], при этом силы инерции самого

батана не уравновешены и сохраняется возможность инерционного прибоя. Возможна установка кулачкового разгрузателя на подбатанный вал [3], [4]. В этом случае уравновешиваются силы инерции батана, снижаются реакции в кинематических парах батанного механизма, уменьшается неравномерность вращения главного вала, однако прибой уточной нити выполняется за счет двигателя. Расчет кулачковых разгрузателей пружинного типа осуществляется для определенной скорости вращения главного вала ткацкого станка. При изменении угловой скорости уравновешивание инерционных нагрузок

становится не полным. На стадиях разгона и выбега скорость главного вала изменяется в широких пределах от нуля до номинального значения. Поэтому представляет интерес исследовать влияние разгрузителя на вращение главного вала при неустановившемся движении. Пуск главного вала ткацкого станка, оснащенного фрикционной муфтой, выполняется электродвигателем, который работает в установившемся режиме [4]. После включения фрикционной муфты разгон главного вала станка осуществляется силами сцепления, возникающими между дисками фрикционной муфты. Движение вала двигателя и главного вала описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} J_d \ddot{\varphi}_d &= M_d (\dot{\varphi}_d) - M_{сц}, \\ J_M \ddot{\varphi}_M + \frac{1}{2} \frac{dJ_M}{d\varphi_M} \dot{\varphi}_M^2 &= M_{сц} - M_C + M_K, \quad (1) \\ \dot{\varphi}_d &= \dot{\varphi}_{дс} \left[1 - v_d (M_d + T_d \dot{M}_d) \right], \end{aligned}$$

где $\varphi_M, \dot{\varphi}_M, \ddot{\varphi}_M$ – соответственно угол поворота, аналог угловой скорости и аналог углового ускорения главного вала ткацкого станка; $\varphi_d, \dot{\varphi}_d, \ddot{\varphi}_d$ – угол поворота, аналог угловой скорости и аналог углового ускорения ротора электродвигателя; J_M – приведенный момент инерции ткацкого станка; J_d – момент инерции ротора электродвигателя и жестко связанных с ним деталей; M_C – момент сил сопротивления; M_d – движущий момент; T_d – электромагнитная составляющая времени; v_d – крутизна статической характеристики; $\dot{\varphi}_{дс}$ – аналог угловой скорости идеального холостого хода двигателя; M_K – крутящий момент; $M_{сц}$ – момент сцепления, возникающий между дисками фрикционной муфты. Все параметры приведены к главному валу.

Корректирующий момент, создаваемый разгрузителем, определяется для номинальной угловой скорости главного вала:

$$M_K = M_{дн} - M_C - \frac{1}{2} \frac{dJ_M}{d\varphi_M} \dot{\varphi}_{МН}^2. \quad (2)$$

Момент сцепления дисков фрикционной муфты рассчитывался по формуле [1]:

$$M_{сц} = a(1 - e^{-nt}), \quad (3)$$

где a, n – постоянные коэффициенты, определяемые экспериментально.

Приведенный момент сил сопротивления равен:

$$M_C^{пр} = M_C + M_{проб} \Pi(\varphi), \quad (4)$$

где M_C – момент сопротивления движению, зависящий от трения в кинематических парах механизмов станка и от трения между рабочими органами и элементами системы заправки; $M_{проб}$ – момент сопротивления, возникающий во время прибора уточной нити к опушке ткани, определяется в соответствии с рекомендациями работы [5].

После выравнивания угловых скоростей ротора двигателя и главного вала станка дифференциальные уравнения движения имеют вид:

$$\begin{aligned} (J_M + J_d u^2) \ddot{\varphi}_M + \frac{1}{2} \frac{dJ_M}{d\varphi_M} \dot{\varphi}_M^2 &= M_d - M_C + M_K, \\ \dot{\varphi}_d &= \dot{\varphi}_{дс} \left[1 - v_d (M_d + T_d \dot{M}_d) \right]. \quad (5) \end{aligned}$$

Батанный механизм ткацких станков СТБ работает на сравнительно небольшом участке поворота главного вала порядка 140...155 град.

Расчеты с использованием дифференциальных уравнений (1), (5) по определению угловой скорости главного вала станка на стадии разгона проводились для 3-х случаев:

1) разгон ткацкого станка из положения главного вала, при котором батан неподвижен и остается неподвижным за все время разгона;

2) разгон ткацкого станка из положения главного вала, которое соответствует началу движения батана;

3) разгон ткацкого станка, оснащенного разгрузителем из положения главного вала, которое соответствует началу движения батана.

Графики угловой скорости и углового ускорения главного вала для 1-го варианта

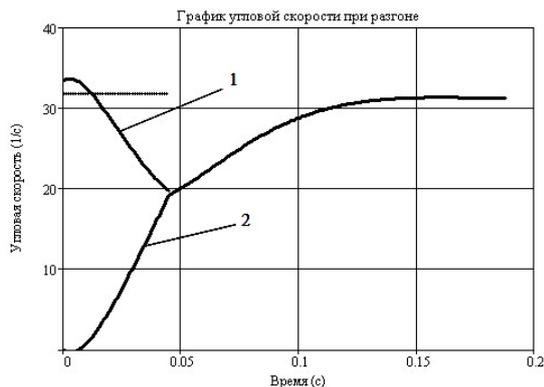


Рис. 1

разгона показаны на рис.1, 2.

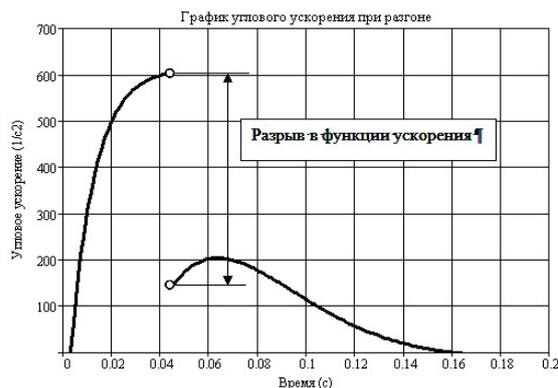


Рис. 2

На рис.1 кривая 1 показывает изменение угловой скорости ведущей части привода, кривая 2 – ведомой. На рис. 2 показан график углового ускорения ведомой части привода. Из графиков следует, что в момент выравнивания угловых скоростей ротора электродвигателя и главного вала

станка наблюдается “излом” кривой скорости, а на графике ускорения разрыв, что говорит о том, система испытывает “мягкий” удар. Время достижения установившегося движения составляет 0,16 с, угол поворота главного вала 200 град.

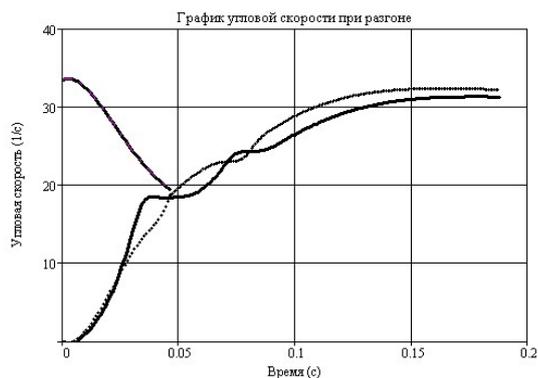


Рис. 3

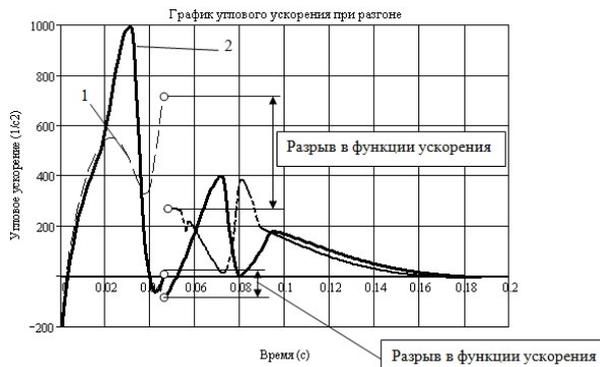


Рис. 4

Графики угловой скорости и углового ускорения главного вала для 2-го варианта разгона показаны на рис. 3, 4 (кривая 1). Как видим из графиков, разрыв в функции ускорения составляет примерно такую же величину, что и в 1-м случае, так же как и время достижения установившегося движения. Движение батанного механизма проявляется в колебаниях углового ускорения главного вала на участке разгона, а также в том, что максимальная величина ускорения возросла с 600 до 700 $1/c^2$. В момент сцепления дисков фрикционной муфты наблюдается разрыв в функции

ускорения примерно такой же величины как и в 1-м случае. Время достижения установившегося движения составляет 0,16 с, угол поворота главного вала 203 град.

Графики угловой скорости и углового ускорения главного вала для 3-го варианта разгона представлены на рис. 3, 4 (кривая 2). Анализ графиков показывает, что движение батанного механизма с пружинным разгрузителем вызывает повышенные колебания угловой скорости на стадии разгона. Максимальное значение углового ускорения возрастает до 1000 $1/c^2$, время

достижения установившегося движения 0,18 с, угол поворота главного вала 230 град. При установленном разгрузателе появляется возможность значительно уменьшить разрыв в функции ускорения главного вала в момент выравнивания скоростей ведущей и ведомой частей привода и, следовательно, смягчить ударные нагрузки в механической системе ткацкого станка во время разгона.

При установке разгрузателя на подбатанном валу ткацкого станка [3], [4] корректирующий момент, создаваемый разгрузателем, который должен уравновесить момент сил инерции батана, также определяется для номинальной угловой скорости главного вала. Корректирующий момент, приведенный к главному валу при учете только момента сил инерции батана, равен:

$$M_K = J_B \frac{d^2 \psi}{d\varphi_M^2} \frac{d\psi}{d\varphi_M} \dot{\varphi}_{MH}^2 \quad (6)$$

Как показывают расчеты, графики угловой скорости главного вала при разгоне практически не зависят от места установки разгрузателя на главном валу или подбатанном.

ВЫВОДЫ

Проведено исследование движения главного вала ткацкого станка типа СТБ, оснащенного кулачковым, пружинным

разгрузателем, на стадии разгона для участка циклограммы, соответствующего перемещению батана. Установлено, что кулачковый разгрузатель на 10...12% увеличивает время разгона ткацкого станка. Наличие кулачкового разгрузателя создает возможность для существенного снижения динамических нагрузок, возникающих в момент выравнивания скоростей ведущей и ведомой частей привода станка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынов И.А., Мецераков А.В., Корнев Б.И. Динамика приводов ткацких машин. – М.: РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002.
2. Лушников С.В., Белый М.А. Исследование возможности уравнивания сил на главном валу ткацких станков СТБ с использованием кулачков-разгрузателей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 2С. С. 85...88.
3. Лушников С.В., Кузнецова В.С., Степнов Н.В. Исследование возможности уравнивания сил инерции батана ткацких станков СТБ // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 6. С. 101...104.
4. Лушников С.В., Белый М.А., Степнов Н.В. Патент на полезную модель РФ № 99486. Батанный механизм с кулачковым разгрузателем. Оpubл. 20.11.2010. Бюл. №32.
5. Основы проектирования машин ткацкого производства / Под ред. Дицкого А.В. – М: Машиностроение, 1983.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и теории механизмов и машин. Поступила 16.07.13.