

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВРАЩЕНИЯ  
ГЛАВНОГО ВАЛА ТКАЦКОГО СТАНКА  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CAD/CAE-ТЕХНОЛОГИИ**

**MODELLING OF IRREGULARITY OF ROTATION OF A MAIN SHAFT  
OF A LOOM USING CAD/CAE-TECHNOLOGIES**

*B.B. РОМАНОВ, С.С. СМИРНОВ, С.Ю. СМИРНОВ*  
*V.V. ROMANOV, S.S. SMIRNOV, S.JU. SMIRNOV*

(Костромской государственной технологической университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: info@kstu.edu.ru

*В статье приводится методика динамического анализа ткацкого станка с учетом влияния батанного и боевого механизмов. Создание 3-мерных моделей механизмов в сочетании с таблично заданными параметрами кулачков и механической характеристикой асинхронного электродвигателя дают возможность смоделировать частоту вращения главного вала, не прибегая к сложным аналитическим расчетам.*

*The technique of the dynamic analysis of a loom taking into account the influence of a lathe and picking mechanisms is presented in the article. Creation of 3-dimensional models in combination with the tabular set parameters of cams and the mechanical characteristics of the asynchronous electric motor give the chance to simulate the frequency of a main shaft rotation, without resorting to difficult analytical calculations.*

**Ключевые слова:** ткацкий станок, главный вал, динамический анализ, компьютерное моделирование, частота вращения.

**Keywords:** a loom, a main shaft, a dynamic analysis, frequency of rotation.

Моделирование частоты вращения главного вала ткацких станков, как правило, выполняется на основе аналитического решения уравнения Лагранжа [1], [2]. Од-

нако в последнее время все шире в практику научных исследований входит использование гибридных методов прогнозирования поведения объектов, основанных на

мощных инженерно-физических программных пакетах различной направленности, таких как MatLab, ANSIS [3], [4]. В настоящей работе для динамического анализа ткацкого станка предлагается использование программного пакета Pro/Engineer корпорации PTC (США). Выбор данной среды проектирования обусловлен тем, что в нее интегрированы несколько взаимосвязанных компьютерных технологий, обеспечивающих сквозное прохождение модели от стадии проектирования до модели-

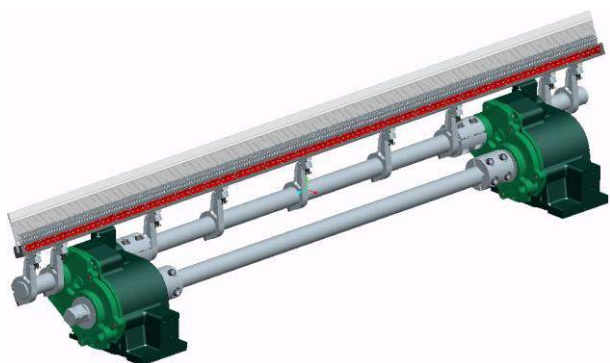


Рис. 1

Механическая характеристика электродвигателя рассчитывалась по уточненной формуле Клосса:

$$M = \frac{2M_k(1 + S_k)}{\left(\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S} + 2S_k\right)}, \quad (1)$$

где  $M_k$  – критический (наибольший) момент, Н·м;  $S_k$  – критическое скольжение (при  $M_k$ ), относительных единиц.

В моделируемом станке используется двигатель 4А80В4У3 с техническими данными: номинальная мощность  $P_n=1500$  Вт; номинальная частота вращения  $n_n=1415$  об/мин; синхронная частота вращения  $n=1500$  об/мин; номинальный вращающий момент  $M_n = 10,123$  Н·м; максимальный вращающий момент  $M_k=22,272$  Н·м; номинальное скольжение  $s=0,0567$ ; критическое скольжение  $s_k=0,2358$ .

рования ее поведения в условиях, приближенных к реальным.

Анализ динамики батанного и боевого механизмов ткацкого станка на примере СТБ 2-175 начинается с разработки точной трехмерной модели исследуемого механизма. Все детали этих механизмов вычерчены по заводским чертежам с учетом соответствующих физических свойств. Трехмерная (3-D) модель батанного механизма ткацкого станка СТБ представлена на рис. 1-а 3-D – модель боевого механизма – на рис. 2.



Рис. 2

На этапе создания трехмерных моделей механизмов могут быть получены такие технические характеристики объекта, для определения которых расчетным или экспериментальным путем потребовались бы значительные временные затраты [6]. Так, выходными величинами пакета еще на стадии проектирования могут быть: объем механизма, масса механизма, координаты центра тяжести каждой детали в отдельности, приведенный момент инерции механизма, радиусы инерции подвижных звеньев механизма относительно главных осей.

При моделировании приняты следующие допущения:

- влияние нагрузок, вызываемых зевобразующим механизмом, незначительно;
- силы трения в опорах пренебрежимо малы;
- механическая характеристика электродвигателя  $\omega=f(M)$  описывается статической моделью [5];

– постоянная составляющая момента инерции деталей, жестко связанных с главным валом, учитывается подключением к модели диска с моментом инерции  $J=1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

Законы перемещений рабочих органов задаются профилем соответствующих кулачков. Момент сопротивления  $M_{\text{приб}}$ , возникающий во время прибора уточной нити к опушке ткани, задавался аналитически по формуле (2) [2]:

$$M_{\text{приб}} = M_{\Pi} \sin\left(\pi \frac{\phi - \phi_1}{\phi_{\Pi} - \phi_1}\right), \quad (2)$$

где  $\phi_1$  – угол поворота кулачка, соответствующий началу прибора, рад.;  $\phi_{\Pi}$  – угол поворота кулачка, соответствующий окончанию прибора, рад.;  $M_{\Pi}$  – максимальное значение момента от сил прибора, Н·м.

Для динамического анализа общая сборка основных узлов станка открывается в приложении "Механизм", в котором создаются необходимые переменные ("измерения").

После расчета всех переменных задаются параметры динамического анализа машинного агрегата с учетом начальных условий и характеристики силового привода. После определения всех необходимых "измерений", параметров анализа и регенерации всей сборки в начальное положение производится запуск анализа на выполнение: "АНАЛИЗ" → Analiz (ДИНАМИЧЕСКИЙ) → "Выполнить".

Выходными данными анализа являются.

1. Величина углового перемещения лопасти батана.
2. Угловая скорость, угловое ускорение подбатанного вала.
3. Линейные перемещение, скорость и ускорение берда в точке контакта с опушкой ткани.
4. Крутящий момент на подбатаном вале от сил инерции батана, тяжести батана и прибора.

5. Крутящий момент на главном вале станка.

6. Угловая скорость главного вала (неравномерность частоты вращения).

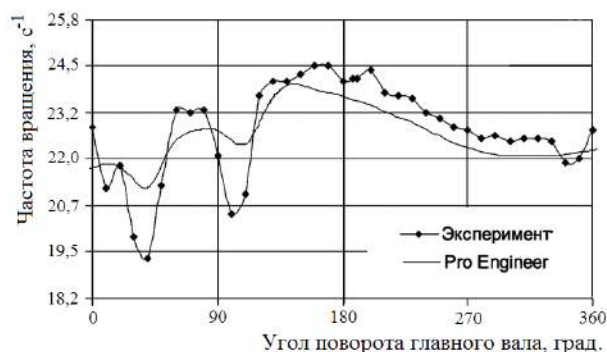


Рис. 3

При совместной работе батанного и боевого механизмов результирующий график изменения угловой скорости главного вала представлен на рис.3. На этом же рисунке показаны результаты экспериментальных измерений, выполненные в [7].

Отклонение расчетной частоты вращения главного вала, полученной в программе Pro/Engineer, от экспериментальных данных не превышает 10%. Выполненная по критерию Фишера ( $F = \frac{S_{\text{Ад}}^2}{S_{\text{В}}^2} = 3,26$ ) проверка расчетной модели показала ее адекватность.

## ВЫВОДЫ

1. Предложен метод конструкторско-аналитического анализа частоты вращения главного вала ткацкого станка, учитывающий влияние батанного и боевого механизмов.

2. Изменение частоты вращения главного вала в разработанной модели согласуется с теоретическими и экспериментальными данными с погрешностью, не превышающей 10%, что свидетельствует о возможности использования данного метода моделирования для динамических исследований ткацких станков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынов А.Н., Мостейкис В.С. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1967, №3. С.128...131.
2. Лушников С.В., Саранчук Г.А., Белый М.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №4, С.75...78.
3. Коробов Н.А. Развитие теории и практики построения методов измерения характеристик строения текстильных материалов с использованием современных информационных технологий: Дис.... докт. техн. наук. – Иваново, ИГТА, 2007.
4. Киселев М.В. Моделирование строения льняного чесаного волокна и процесса дробления его

комплексов: Дис.... докт. техн. наук. – Кострома, КГТУ, 2009.

5. Мартынов И.А., Мещеряков А.В., Корнев Б.И. Динамика приводов ткацких машин. – М.: МГТА им. А.Н. Косыгина, 2002.

6. Буданов К. Д., Мартиросов А. А., Попов Э.А., Туваева А.А. Основы теории, конструкция и расчет текстильных машин. – М.: Машиностроение, 1975.

7. Романов В.В., Титов С.Н., Померанцев М.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №2. С.80...84.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 02.02.11.

---