

**ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ГЛАВНОГО ВАЛА ТКАЦКОГО СТАНКА \****С.М. КЛОПОВ***(Костромской государственный технологический университет)**

Попытки точного измерения неравномерности вращения главного вала путем варьирования различных датчиков предпринимались неоднократно [1]. Однако многообразие технических средств исследований не позволяло сделать эту процедуру универсальной и оптимальной. В КГТУ изготовлен стенд, который включает плату сопряжения PCL-833 производства фирмы Advantech и фотоимпульсный датчик (энкодер) ROD-426E производства фирмы Heidenhein, соединенный с главным валом ткацкого станка СТБ 2-175. Для определения средней скорости обычно измеряется перемещение за некоторый фиксированный интервал времени. Но возможен также и обратный способ, когда измеряется время прохождения некоторого фиксированного пути. По первому способу подсчитывается количество импульсов, генерируемых энкодером при вращении.

Показания счетчика прямо пропорциональны угловой скорости вращения главного вала  $\omega$ , значение которой можно вычислить по формуле (1):

$$\omega = \frac{\Delta Z 2\pi}{Z \Delta t}, \quad (1)$$

где  $\Delta Z$  – показания счетчика;  $Z$  – константа датчика;  $\Delta t$  – интервал таймера, с.

Для оценки точности данного метода проведены эксперименты на ткацком станке СТБ2-175. Для частоты вращения главного вала  $n_{\text{вращ}}=300 \text{ мин}^{-1}$  и  $Z=2500$  выполнены оценочные расчеты (3)...(8) с целью построения зависимости погрешности  $\eta_{\text{изм}}$  и угловой дискретности измерений  $\delta_{\text{изм}}$  от интервала таймера  $\Delta t$ , который принимался равным  $10^{-4}, 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1}, 10^0$  с.

\* Работа выполнена под руководством доц., канд. техн. наук В.В. Романова.

Период обращения главного вала, с:

$$T_{\text{вращ}} = \frac{60}{n_{\text{вращ}}}, \quad (2)$$

где  $n_{\text{вращ}}$  – частота вращения главного вала,  $\text{мин}^{-1}$ .

Период следования импульсов с фотоимпульсного датчика, с:

$$T_{\text{имп}} = \frac{T_{\text{вращ}}}{Z}. \quad (3)$$

Количество импульсов за интервал таймера:

$$Z_{\text{инт}} = \frac{\Delta t}{T_{\text{имп}}}. \quad (4)$$

Количество измерений на один оборот:

$$N_{\text{изм}} = \frac{T_{\text{вращ}}}{\Delta t}. \quad (5)$$

Погрешность измерений, %:

$$\eta_{\text{изм}} = \frac{1}{Z_{\text{инт}}} \cdot 100\%. \quad (6)$$

Угловая дискретность измерений, %:

$$\delta_{\text{изм}} = \frac{1}{\frac{N_{\text{изм}}}{N_{\text{изм}}^{\text{max}}}} \cdot 100\%. \quad (7)$$



Рис. 1

Из расчетов следует, что для получения максимального количества отсчетов угловой скорости (наименьшей дискретности) период следования сигналов таймера должен быть минимальным. Однако уменьшение интервала времени в равной мере сокращает точность этих измерений (рис.1).

Для разрешения этого противоречия необходимо использовать умножающие режимы счета или использовать дорогостоящие энкодеры с большей разрешающей способностью. Оптимальным можно считать интервал таймера порядка 0,01 с. При таком интервале достигается компромисс между точностью и угловой дискретностью измерений.

На рис.2 показана динамика изменения частоты вращения главного вала с постоянным интервалом времени измерения  $\Delta t=0,013$  с.

По второму способу частота вращения валов механизмов может быть получена в результате анализа сигналов оптического преобразователя круговых перемещений, импульсы от которого связаны с текущим временем, то есть помечены моментами времени.

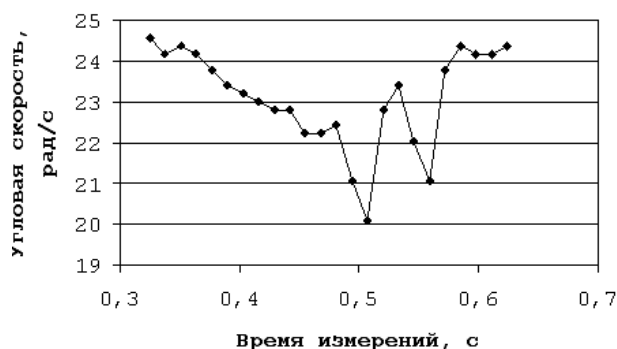


Рис. 2

Если фронтам двух соседних импульсов, формируемых преобразователем круговых перемещений, соответствуют моменты времени  $t_1$  и  $t_2$ , то частота вращения вала в пределах этого интервала может быть найдена по формуле:

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{t_2 - t_1} = \frac{2\pi}{N(t_2 - t_1)}, \quad (8)$$

где  $\Delta\varphi$  – угловой шаг маски преобразователя;  $N$  – число импульсов, формируемых преобразователем за один оборот.

Такой способ измерения скорости имеет очевидное преимущество перед предыдущим в том, что за один оборот главного вала можно получить число отсчетов угловой скорости, равное числу импульсов на оборот используемого энкодера. Кроме того, есть возможность жесткой привязки полученных значений угловой скорости к

реальной угловой координате главного вала по нулевой метке, что имеет существенное значение для диагностики контролируемого механизма.

Для оценки ресурсов этого метода измерения проведены эксперименты на основе принципиально отличающейся схемы подключения датчика и значительно переработанного программного обеспечения (рис. 3).



Рис. 3

Сравнение результатов измерений частоты вращения, выполненных различными способами (рис. 2 и 3), показывает хорошее количественное и качественное совпадение результатов измерения при очевидных преимуществах второго метода за счет практически неограниченной точности.

Измерение неравномерности частоты вращения представляет интерес как с точки зрения оптимизации конструкции станка, так и для диагностики состояния его узлов и механизмов. Традиционно в качестве диагностического признака используется спектральный анализ функции  $\omega(\alpha)$ , то есть зависимости угловой скорости

главного вала от угла его поворота. Эта задача может быть также решена с использованием ресурсов среды программирования LabVIEW. На рис. 4 показан фрагмент "виртуального прибора", производящий преобразование Фурье входного сигнала – угловой скорости. Полученные в результате анализа данные показывают, что более перспективным следует считать разложение в спектр не абсолютного значения частоты вращения, а ее отклонения от некоторого эталона. Для получения эталонного значения неравномерности хода станка необходимо создание его комплексной математической модели.

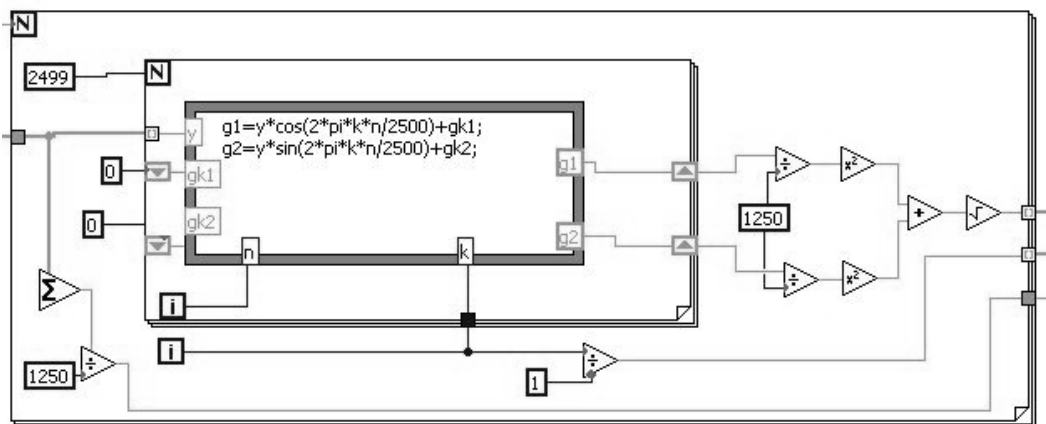


Рис.4

## ВЫВОДЫ

1. Использование режима прерываний, позволяющее фиксировать временные интервалы между импульсами энкодера, значительно повышает точность измерений.

2. Использование частоты вращения в качестве диагностического признака станка целесообразно применять в сравнении с ее теоретической моделью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сигачева В.В. Возможность определения общего технического состояния ткацкого станка по изменению динамических характеристик главного вала / В кн.: Автоматизация оборудования и технологических процессов текстильной промышленности. – Л.: ЛИТЛП, 1987. С.93...99.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 30.06.08.

---