

УДК 677.054.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ПРОФИЛЕЙ
КУЛАЧКОВ БАТАННОГО МЕХАНИЗМА СТАНКА СТБ**

В.А. ГУСЕВ, В.В. ДАНИЛОВ, Д.М. ЦВЕТКОВ, А.Б. СМИРНОВ

(Костромской государственный технологический университет)

Особенностью батанного механизма станков СТБ является наличие в нем высших кинематических пар, которые имеют ограниченные возможности передачи больших усилий из-за значительных контактных напряжений. Применение кулач-

ков с геометрически сопряженными профилями (рис. 1: 1 – кулачок А; 2 – кулачок Б) требует высокой точности их изготовления, сборки и высокой износостойкости материалов кулачков и роликов [1].

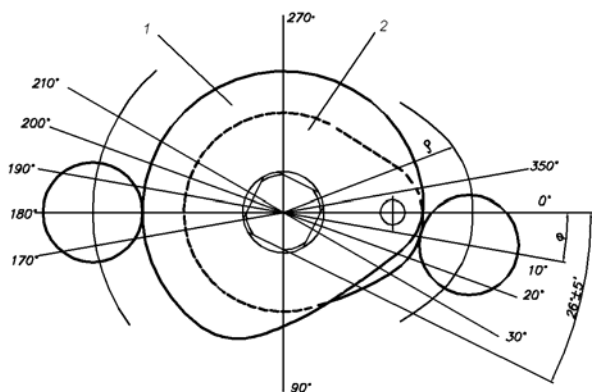


Рис. 1

Нормальная работа механизма достигается выбором теоретически правильного закона построения профиля кулачков, обеспечивающего плавность движения толкателя и минимальные величины динамических нагрузок (отсутствие условий “жестких и мягких ударов”) [1], в сочетании с высокой точностью выполнения профиля при обработке.

Износ профилей кулачков ведет к изменению закона движения батана и к увеличению динамических нагрузок, что вызывает неровный бой батана, недолет прокладчика утка из-за повышенной вибрации батана и другие [2].

Для повышения работоспособности кулачкового привода станков СТБ нами разработана методика оценки геометрической точности профилей кулачков, которая позволяет выбрать оптимальную технологию восстановления профилей с использованием металлизации или наплавки с последующим копирувальным шлифованием.

В настоящее время разработано достаточно много методов расчета профилей кулачков как аналитических, так и автоматизированных с использованием пакетов программ, которые позволяют легко адаптировать их к любому закону движения рабочего органа [1].

Значительно сложнее обстоит дело с обеспечением и контролем точности факти-

ческого радиус-вектора фасонного профиля кулачка, определенного чертежом детали. При изготовлении радиус-вектор задается таблично с интервалом 1° и точностью 1 мкм. Технология изготовления кулачкового вала является специфической с точки зрения методов обработки и измерения, применяемого оборудования и оснастки [2].

Высокая точность профиля кулачков и правильность геометрической формы требуют использования высокоточного оборудования, режущего инструмента и контрольно-измерительных устройств.

Точность контурной обработки оценивают вектором результирующей погрешности, представляющим собой отклонение фактического радиус-вектора фасонной поверхности от заданной чертежом детали. К основным погрешностям, влияющим на точность обработки, относят погрешность технологической оснастки, погрешность установки, погрешность обработки и погрешность измерения, основной из которых является погрешность установки на станке. Вектор погрешности, формируемый на всех этапах технологического процесса обработки, переносится на обрабатываемую поверхность детали в процессе резания. Поэтому формирование погрешности рассматривают как комплексный процесс, происходящий в технологической системе [3].

Суть применяемой методики заключается в измерении рабочих профилей кулачков батанного вала на трехкоординатной измерительной машине. Исследования были выполнены в условиях ЦЗЛ ООО "Пегас" г. Костромы на координатно-измерительной машине (КИМ) "OMICRON A0.01" фирмы "Digital Electronic Automation S.p.A." с системой управления "The partner". Для испытания были взяты два новых и два изношенных кулачковых вала.

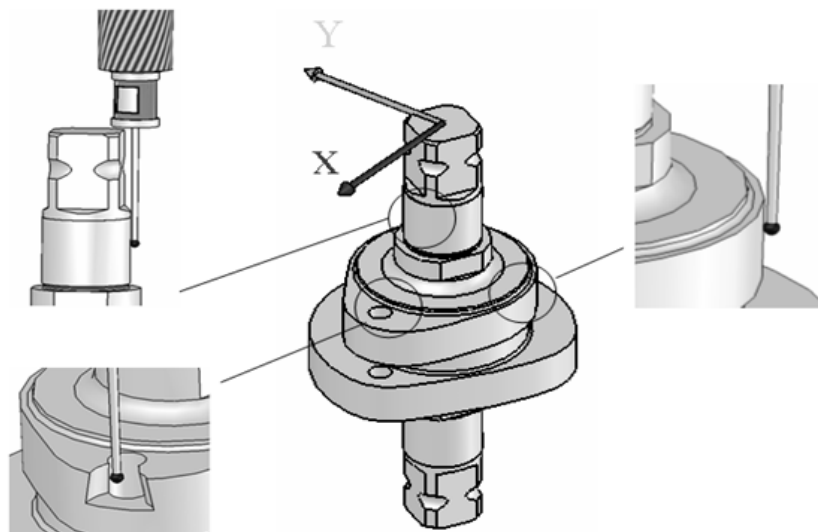


Рис. 2

Кулачковый вал устанавливался на столе КИМ и закреплялся при помощи призм в вертикальном положении таким образом, чтобы плоскость измерения располагалась горизонтально (рис. 2 – схема снятия точек профиля кулачка). Затем определялись координаты оси вала и центра технологического отверстия. Для этого с помощью щупа КИМ снимались координаты 4 точек с цилиндрической поверхности вала и координаты 4 точек с технологического отверстия, а компьютер автоматически определял координаты центров, которые служат началом отсчета при выборе системы координат.

После задания системы отчета измерялись координаты точек профиля путем последовательного перемещения щупа КИМ вдоль контура кулачка с фиксированием координат центра щупа в каждой точке касания. Полученные координаты профиля в декартовой системе координат каждого измеренного кулачка записывались в отдельные файлы. В качестве опорных координат взяты координаты расчетных точек теоретических профилей кулачков из чертежа.

Определение вектора результирующей погрешности фасонных профилей кулачков производилось в программе MathCAD. Поскольку перемещение щупа, для каждого кулачка, производилось вручную, то получаемые при измерении координаты профиля соответствовали неравным шагам по длине контура кулачка. Из полученных

данных выделяли замкнутый профиль кулачка, затем координаты его профиля переводили из декартовой системы координат в полярную и интерполировали полиномом Лагранжа четвертой степени через равные промежутки по всей длине профиля:

$$P(x) = \sum_{j=0}^N f_j \prod_{j \neq k} \frac{x - x_k}{x_j - x_k}. \quad (1)$$

После этого определяли действительный профиль кулачков путем построения эквидистантных кривых. Каждая точка эквидистанты определяется как равноотстоящая к исходной кривой и лежащая на нормали, проведенной через искомую точку $(x_i; y_i)$ (рис. 3 – определение координат точек эквидистанты).

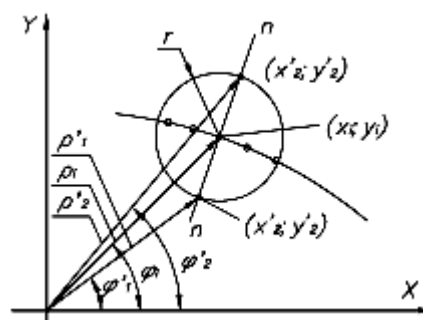


Рис. 3

В каждой точке исходного профиля выделялся участок кривой, который аппроксимировали полиномом Лагранжа (1). Дифференцируя полученный полином и

вычисляя значение производной в искомой точке $(x_i; y_i)$, определяем угловой коэффициент касательной k_i :

$$k_i = P'(x). \quad (2)$$

Используя известные математические зависимости, определили уравнение нормали:

$$y_i = n_i x_i + b_i, \quad (3)$$

где $n_i = -\frac{1}{k_i}$ – угловой коэффициент нормали; b_i – свободный член.

Далее строили окружность с центром в искомой точке $(x_i; y_i)$ и радиусом, равным радиусу шупа r . Пересечение окружности с нормалью дает две точки (x'_1, y'_1) и (x'_2, y'_2) , которые принадлежат эквидистантам к исходной кривой. Поскольку радиус-вектор искомого профиля должен быть меньше радиус-вектора исходного, то из полученных двух точек выбирали ту, у которой ρ' был меньше.

Далее определяли отклонения действительных профилей новых и изношенных кулачков от расчетных ΔR (рис. 4). Для этого для каждой точки $(x_i; y_i)$ расчетного профиля кулачка находили расстояние между данной точкой и действительным профилем кулачка, измеряемое по нормали к расчетному профилю.

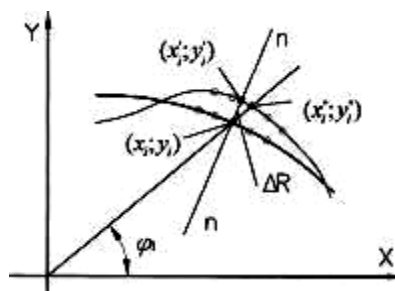


Рис. 4

Расчетный и действительный профили кулачков аппроксимировались полиномом Лагранжа (1) в окрестностях точки $(x_i; y_i)$ и $(x''_i; y''_i)$ соответственно. Затем проводили нормаль (3) к расчетному профилю кулачка в точке $(x_i; y_i)$ и определяли точку пересечения $(x'_i; y'_i)$ нормали с действительным профилем кулачка.

Отклонение действительного профиля кулачка от расчетного определяли как расстояние между двумя точками:

$$\Delta R^2 = (x'_i - x_i)^2 + (y'_i - y_i)^2. \quad (4)$$

На рис. 5 изображены графики отклонений действительных профилей новых кулачков от расчетных (а – кулачок А; б – кулачок Б), а на рис. 6 – характер распределения отклонений по длине контуров кулачков (а – кулачок А; б – кулачок Б).

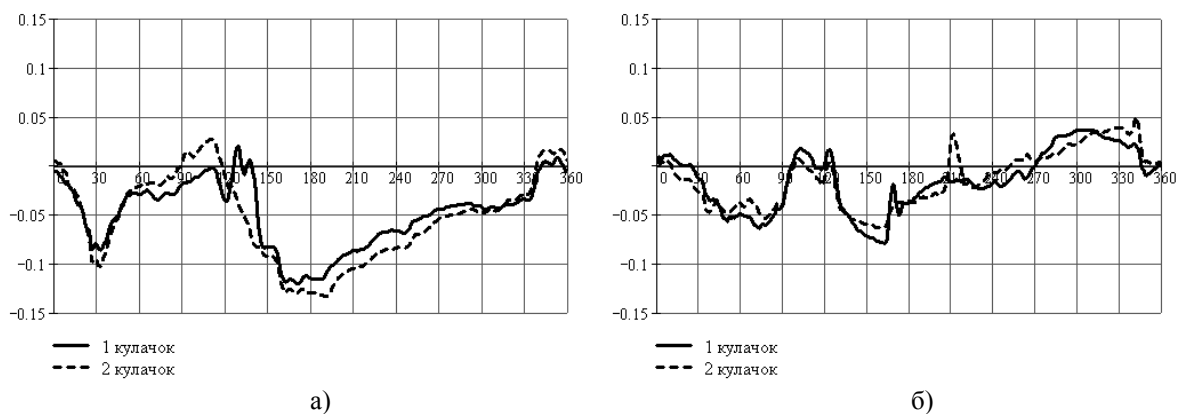


Рис. 5

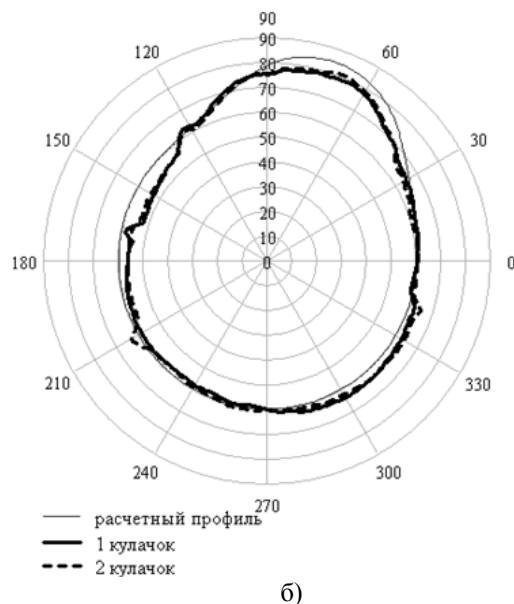
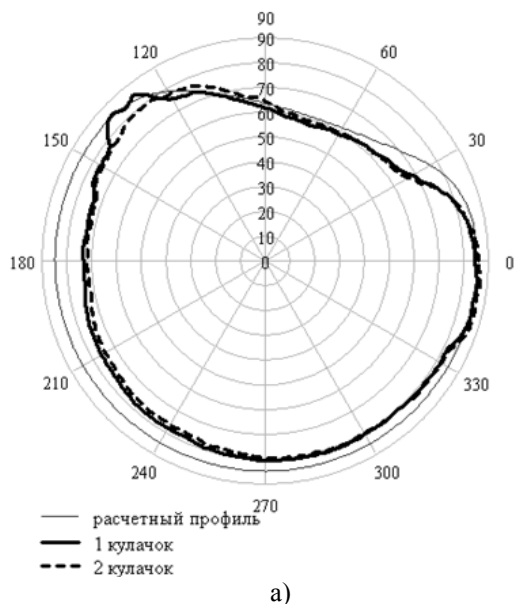


Рис. 6

Максимальная величина погрешности формы фасонной поверхности составляет на первом валу для кулачка А – 0,12 мм,

для кулачка Б – 0,079 мм; на втором – для кулачка А – 0,133 мм, для кулачка Б – 0,063 мм.

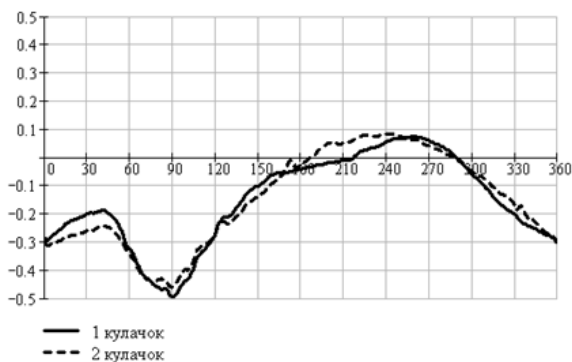
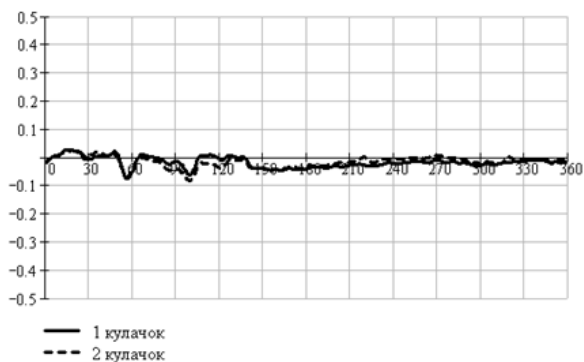


Рис. 7

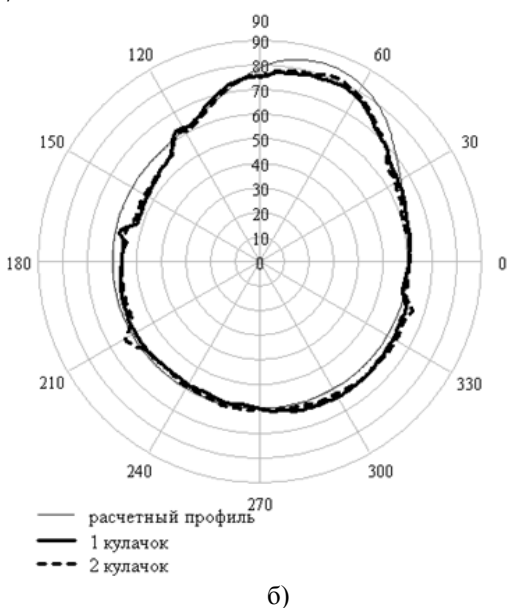
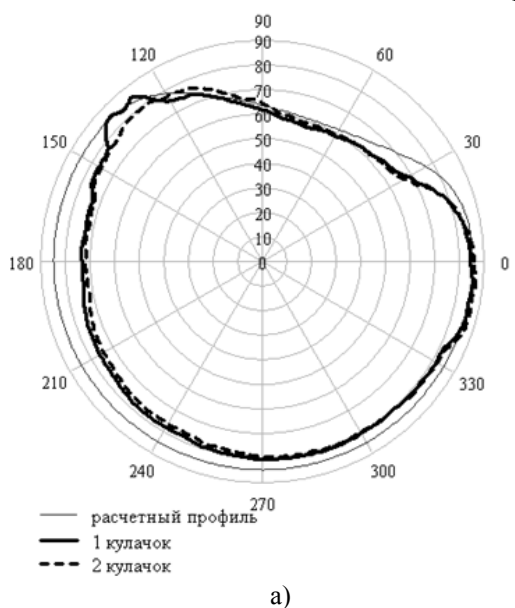


Рис. 8

В Ы В О Д Ы

На рис. 7 изображены графики отклонений действительных профилей изношенных кулачков от расчетных профилей, а на рис. 8 – характер распределения отклонений по длине контуров кулачков (для обоих рисунков: а – кулачок А; б – кулачок Б).

Из графиков видно, что наибольшее отклонение профиля наблюдается у кулачка Б и составляет для первого вала – 0,497 мм и 0,459 мм – для второго. Кулачок А имеет значительно меньшие отклонения профиля, так для первого вала – 0,074 мм и 0,082 мм – для второго. Наибольшее отклонение профиля кулачка Б происходит на участке, соответствующем движению батана к опушке ткани, а у кулачка А – в начале обратного движения батана к положению выстоя. Это объясняется наличием на данных участках профиля максимальных нагрузок и контактных напряжений [4].

Не вызывает сомнений тот факт, что появление отклонений действительных профилей кулачков от расчетных в процессе работы станка приводит к изменению зазора между кулачками и роликами. Установлено [5], что зазор в зависимости от угла поворота изношенного кулачкового вала распределяется неравномерно. Это связано с изменением величины действующих нагрузок на различных участках рабочих поверхностей кулачков. Неравномерный характер нагрузки за один рабочий цикл обуславливает и неравномерный характер радиального износа.

1. Разработана методика оценки геометрической точности профилей кулачков батанной коробки станка СТБ, которая позволяет определять отклонения действительного профиля от расчетного.

2. Действительные фасонные профили новых кулачков отличаются от расчетных, что является результатом проявления комплексной погрешности механической обработки.

3. Наибольший износ наблюдается на рабочей поверхности кулачка Б, обеспечивающего прибой утка к опушке ткани.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Шан Бао Пин*. Исследование батанного механизма ткацких станков типа СТБ и разработка технических мероприятий по увеличению его ресурса: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, 2005.

2. *Технология текстильного машиностроения: Учебник для вузов/ Л.К. Сизенов, А.А. Мизери, Е.В. Григорьев и др.* – М.: Машиностроение, 1988.

3. *Кулик В.К. и др.* Прогрессивные процессы обработки фасонных поверхностей.– Киев: Техника, 1987.

4. *Худых М.И.* Технология ремонта оборудования ткацкого производства: учебник для сред. спец. учеб. заведений. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

5. *Данилов В.В.* Восстановление работоспособности кулачковых валиков батанных коробок станка СТБ // Вестник КГТУ. – Кострома, 2003, №7. С.58...59.

Рекомендована кафедрой технологии художественной обработки материалов и технического сервиса. Поступила 16.06.07.