

Для конкретных условий был проведен расчет рекуператора для нагрева воздуха отходящими газами. Минимально необходимая поверхность нагрева составляет  $21 \text{ м}^2$

Исходя из имеющегося оборудования - емкости  $d = 2000 \text{ мм}$  и  $\ell = 4000 \text{ мм}$ , предлагается выполнить рекуператор с поверхностью нагрева из стальных труб  $d = 108 \text{ мм}$  и  $\ell = 3500 \text{ мм}$ . Минимальное количество труб в рекуператоре, по расчету, составит 16 штук.

Учитывая сечение газохода и дымовой трубы, количество труб рекуператора необходимо увеличить, чтобы уменьшить аэродинамическое сопротивление для отходящих газов. Если общий газоход будет выполнен трубой  $d = 700 \text{ мм}$ , то количество труб  $d = 108 \text{ мм}$  при этом должно быть 45 шт.

Количество воздуха, необходимое для снятия тепла отходящих газов  $L = 4500 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Это минимальное количество воздуха при заданных температурах, которое должен подавать вентилятор. Необходимый напор вентилятора определяется по сопротивлению воздуха.

Также произведен расчет расхода воды и диаметр трубопроводов по зонам установки. По полученным данным выбран насос К 45/30, с расходом воды  $G = 45 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Данный расчет выполнен на одну установку. При одновременной работе двух установок объем воды и тепла увеличивается вдвое.

На каждом своде установки предусматривается установка воздушников для удаления воздуха при заполнении системы охлаждения.

Экономическая выгода от внедрения оборудования, работающего на вторичном тепле, очевидна. Через энергосбережение прокладывается путь к повышению конкурентоспособности продукции.

**Полякова Т.В., Новоселов В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)**

[nauka-les@yandex.ru](mailto:nauka-les@yandex.ru)

### **ТЕХНИКА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕРЕВЯННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

#### ***THE TECHNICS AND THE METHODS OF THE EXPERIMENTAL RESEARCH OF WOODEN PRODUCTS ACCURACY PROCESSING***

Одним из основных показателей качества изготавливаемой продукции по ГОСТ 27.202-83 [1] с точки зрения надежности технологической системы по параметрам продукции является точность.

Основным, определяющим точность обработки, является фактическое положение плоскости резания. Жесткие режимы эксплуатации приводят к высокой интенсивности изнашивания инструмента и затуплению лезвия. В результате радиус вписанной окружности увеличивается, а ее центр перемещается по биссектрисе угла заточки. Со-

ответственно смещается и поверхность обработки. В результате фактические размеры обработанной детали выходят за пределы соответствующих допусков, происходит отказ и наступает неработоспособное состояние технологической системы по параметру качества продукции «точность».

Физическая модель, описывающая потерю точности в деревообработке по мере износа инструмента, и закономерности возникновения соответствующих отказов приведена в работе [2].

Теоретическое исследование предложенной модели методом численного эксперимента, выполненное в работе [3], позволило выдвинуть гипотезу о том, что наибольшее влияние на наработку до отказа оказывает изменение таких факторов как: допустимое смещение поверхности обработки; интенсивность изнашивания и припуск на обработку. Коэффициенты регрессии других факторов в рассмотренных диапазонах их варьирования составляют величины второго и выше порядка малости. Для проверки этой гипотезы необходимо провести экспериментальные исследования.

Определение параметров точности технологических систем операций (процессов) производится на основе статистической обработки результатов измерений партии (выборки) обработанных деталей (ГОСТ 27.202-83). Выборка объемом 50...200 деталей носит название выборки из случайно отобранных деталей, изготовленных при одной или нескольких настройках на одной машине. Результаты замера такой представительной выборки дают уверенность в том, что подсчитанные значения точности действительно отражают техническое состояние машины.

Одним из основных показателей технологической точности деревообрабатывающих машин как технологических систем является коэффициент точности (по контролируемому параметру)  $K_T = \omega/\delta$ , где  $\delta$  – допуск на контролируемый размер детали для заданного качества;  $\omega$  – фактическое поле рассеивания контролируемого размера (рис. 1).

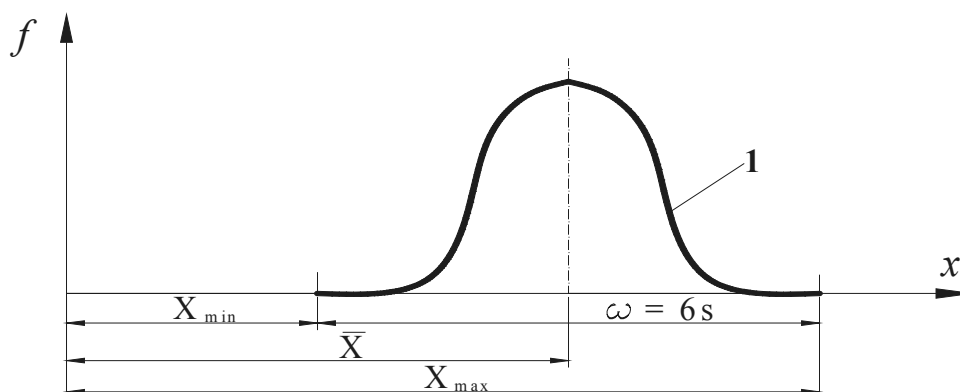


Рисунок 1 – Схема формирования технологической точности обработки:  
1 — кривая плотности нормального распределения

Все измеренные значения размера  $X$  графически можно отложить на отрезке, заключенном между граничными значениями  $X_{\max}$   $X_{\min}$ . Разбиваем этот отрезок на  $N$  равных интервалов. Величина интервала, мм

$$K = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{N}.$$

Находим середины интервалов и считаем, сколько раз они встречаются в выборке, устанавливаем распределение частот в выборке. При статистической обработке материалов наблюдений находим среднее выборочное, среднее квадратическое отклонение и допуск качества.

Центр группирования размеров партии деталей (среднее арифметическое значение):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i n_i}{n},$$

где  $x_i$  - среднее значение интервала;

$n_i$  - частота (число размеров деталей в интервале);

$n$  - количество измерений размеров в совокупности.

Среднее квадратическое отклонение выборочное определяем по формуле:

$$s = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n-1}}.$$

Поле рассеяния размеров партии деталей, обработанных на станке, может быть найдено по формуле:  $\omega = 6s$ .

Технологическая точность работы станка по заданному качеству обеспечивается при выполнении условия  $K_T \leq 1$ .

Для целей контроля соответствия точности обработки деревянных деталей требованиям нормативно-технической документации используют индикаторные толщиномеры, настраиваемые на номинальный размер по соответствующим образцовым концевым мерам. Цена деления индикатора в таком толщиномере составляет 0,1 мм, что достаточно для контроля процесса обработки в соответствии с нормами точности на деревообрабатывающие станки. То есть, при измерении фиксируется только факт соответствия или не соответствия размера полю допуска по чертежу (0,10...0,15 мм [4]).

Как показано в работе [5], для определительных испытаний на надежность технологических систем деревообработки по параметру качества продукции «точность» необходимо применять средство измерения с ценой деления не более 0,01 мм. Этому требованию отвечает электронный штангенциркуль типа ШЦЦ-I по ГОСТ 166-89 с глубиномером, предназначенный для абсолютных и относительных измерений наружных и внутренних размеров и глубин до 125 (150, 200, 250, 300) мм, со значением отсчета по цифровому дисплею 0,01 мм (рис. 2).

Перед измерением необходимо протереть измерительные поверхности чистой сухой тканью и выдержать на рабочем месте не менее 3 часов. Включить электронное устройство штангенциркуля нажатием кнопки «OFF/ON». Переключить режим единиц измерения штангенциркуля дюйм/миллиметр в необходимый с помощью кнопки «INCH/MM». Проверить плавность хода рамки и нулевую установку на дисплее при сомкнутых губках штангенциркуля.

Не допускать:

- грубых ударов или падений во избежание изгиба штанги и повреждения электронного устройства;
- царапин на измерительных поверхностях.



Рисунок 2 – Электронный штангенциркуль типа ШЦЦ- I – 200

При измерении наружных поверхностей необходимо, чтобы не было перекосов, губки были перпендикулярны измеряемой поверхности. Губки для наружных измерений опустить настолько это возможно.

После окончания работы штангенциркуль протереть чистой тканью, выключить с помощью кнопки «OFF/ON» и уложить в футляр.

Измерения обработанных деревянных деталей в соответствии с ГОСТ 7228-75 [6] производим в трех сечениях: по середине и на расстоянии от торцов 20 мм, через определенные промежутки времени. Разное количество деталей измеряем за одно и тоже время. Результаты протоколируем в журнале измерений. По результатам протокола измерений для каждой детали определяется среднее значение размера.

Средние замеры контролируемого параметра обработанных деталей составляют вариационный ряд, который подвергается статистической обработке. Находят наименьший  $X_{\min}$  и наибольший  $X_{\max}$  размер обработки, а весь диапазон от  $X_{\min}$  до  $X_{\max}$  разбиваем на временные интервалы наблюдений. Каждый замер обрабатывается по времени и результаты измерений приводятся в табличной форме.

О степени соответствия фактического рассеивания погрешностей нормальному закону распределения можно судить по практической кривой рассеивания и теоретической кривой нормального распределения. При стабильном технологическом процессе и хорошем техническом состоянии станка полигон рассеивания близок к теоретической кривой. По средним значениям, полученным для каждого временного интервала, строим подходящую линию тренда и по ней определяем момент наступления отказа по параметру продукции «точность».

## Библиографический список

1. ГОСТ 27.202-83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. [Текст]. Введ. 1984-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 50 с.

2. Новоселов В.Г. Физический метод расчета надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «точность» [Текст] / В.Г.Новоселов, И.Т.Глебов // Надежность и качество: материалы международного симпозиума, Пенза, 25-31 мая 2006 г./ Пензенский гос.техн.ун-т. – Пенза, 2006. - С. 276-

278.

3. Новосёлов В.Г. Теоретическое исследование надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «точность» [Текст]/ В.Г.Новосёлов, Т.В.Полякова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 20-21 сентября 2006 г./ Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т.- 2006. С.108-114.

4. ГОСТ 6449.1-82. Изделия из древесины и древесных материалов. Поля допусков для линейных размеров и посадки [Текст]. Введ. 1982-03-26. М.: Изд-во стандартов, 1991. 21 с.

5. Новосёлов В.Г. Критерии, методы и средства определения надежности технологических систем деревообработки по показателю качества «точность» / Т.В.Полякова, В.Г.Новосёлов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы II международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 2-5 октября 2007 г./ Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т.- 2007. С.123-128.

6. ГОСТ 7228-75. Деревообрабатывающее оборудование. Станки рейсмусовые. Нормы точности. [Текст] Введ. 1976-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1986. 7 с.

**Рогожникова И.Т., Новоселов В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)**

[nauka-les@yandex.ru](mailto:nauka-les@yandex.ru)

**МЕТОД ПРОФИЛОМЕТРИРОВАНИЯ ДЛЯ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЕРЕВООБРАБОТКИ ПО  
ПАРАМЕТРАМ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ**

*METHOD OF PROFILE-MEASUREMENT FOR THE EXPERIMENTAL  
RESEARCH OF WOODWORKING TECHNOLOGY SYSTEMS  
RELIABILITY ON THE QUALITY INDEX "THE SURFACE  
ROUGHNESS"*

Одним из основных показателей надежности технологической системы по параметрам продукции с точки зрения качества является шероховатость обработанных поверхностей. Физическая модель, описывающая потерю качества по показателю "шероховатость поверхности" в деревообработке по мере износа инструмента и закономерности возникновения соответствующих отказов, приведена в работе [1].

Теоретическое исследование предложенной модели методом численного эксперимента, выполненное в работе [2], позволило выдвинуть гипотезу о том, что наибольшее влияние на наработку до отказа оказывает изменение таких факторов как: шероховатость в начальный период обработки; интенсивность изнашивания инструмента и припуск на обработку. Коэффициенты регрессии других факторов в рассмотренных диапазонах их варьирования составляют величины второго и выше порядка малости. Для проверки этой гипотезы необходимо провести экспериментальные исследования.