

**УДК 621.9.08**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАНКА НА ЕГО ДОЛГОВЕЧНОСТЬ**

Егор Иванович Титков

*Студент 6 курса*

*Кафедра «Металлорежущие станки»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Б.М. Дмитриев*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Металлорежущие станки».*

Долговечность станка один из базовых параметров станочной системы. В существующей системе знаний (ССЗ) определяющим процессом, ответственным за параметры долговечности, считается процесс изнашивания [1]. Такой подход справедлив для станка, которому предъявляются требования только по выполнению механической работы, связанной с производством формообразования детали. В данном случае это выполнение механической работы по образованию конфигурации детали. За время эксплуатации станок теряет свою работоспособность и в частности точность производимых деталей. При наступлении предельного состояния, производят дефектацию базовых поверхностей трения сопряжений. Предельное состояние металлорежущих станков регламентирует износ направляющих [2]. Цель таких исследований состоит в том, чтобы путём восстановления утраченных свойств восстановить утраченную работоспособность станка. По результатам назначают процедуру восстановления.

Однако предельное состояние станка, которому предъявляют требования не только конфигурации детали, но и качества производимых поверхностей, например, точности. Точность производимых поверхностей зависит не только от результатов изменения геометрии поверхностей трения. Во время обработки на конструкцию станка воздействуют многообразные процессы, которые наряду с изнашиванием оказывают влияние на формирование погрешности обработки. Это такие процессы как вибрация, релаксация напряжений, термические процессы, упругопластические деформации и т.д. эти процессы суммируясь изменяют параметры долговечности станка [3].

### Цель разработки.

Процессы трения и изнашивания приводят к образованию термических процессов, которые совместно с выше названными способствуют возникновению термических процессов, способствующих изменению точности станка, соизмеримо с действием изнашивания. Оценка состояния станка, находящегося в предельном состоянии по параметрам изнашивания условие необходимое, но не достаточное. Достаточным следует признать оценку влияния термических процессов на предельное состояние станка.

Цель разработки состоит в том, чтобы определить показатель термического состояния конструкции, который совместно с изнашиванием характеризовал предельное состояние конструкции.

### Анализ существующего положения оценки параметров долговечности станка.

В ССЗ в качестве термического показателя применяют такие показатели как частота вращения шпинделя, температура конструкции [4]. Указанные и другие предложения исходят из рассмотрения станка как механической системы для

производства механической работы по образованию конфигурации детали. Частота вращения шпинделя весьма удобный параметр. Параметр сосредоточенный, легко управляемый не требующий при применении особых навыков. Однако это параметр не термодинамический и его действие зависит во многом от конструкции и не является однозначным в связи с термическим состоянием конструкции.

Температура конструкции, являясь параметром термодинамическим, является распределённым параметром по конструкции. Возникает вопрос о выборе точки на конструкции станка, в которой температура имела бы однозначную связь с показателями точности станка. Анализ существующих публикаций не обнаружил устойчивых методов определения таких точек.

Наличие влияния температуры на изменение долговечности станка, приводит к необходимости рассматривать станок как термодинамическую систему (ТДС) [5]. По определению ТДС представляет собой систему, состоящую из макротел, обменивающуюся энергией как с внешней средой, так и внутри, между составляющими частями. Обязательным условием ТДС является наличие изменения температуры в системе. Под это определение попадает станочная система как ТДС.

Станочная система обменивается электромагнитной энергией с внешней средой. Этот показатель является показателем, во-первых, термодинамическим, а во-вторых показателем сосредоточенным. Эти обстоятельства являются определяющими для характеристики термического состояния конструкции.

Внутреннее состояние конструкции станка, которое определяет состояние долговечности скрыто от внешнего наблюдателя. Для того, что бы определить количественное значение этого показателя, используют косвенный метод измерения. Косвенное измерение состоит в том, что измеряется не сама величина свойства, а другие величины, связанные с нею функционально. Количественное значение уровня свойства определяется как отношение реакции к возмущению.

*Количественное значение величины свойства = значение величины реакции/значение величины воздействия*

$$\xi = \frac{\delta}{P} \left[ \frac{\text{мкм}}{\text{кВт}} \right],$$

где  $\xi$  - показатель термического свойства конструкции станка;  $\delta$  - параметр реакции конструкции станка на термические воздействия. Как правило это параметры геометрической точности станка;  $P$  – мощность, потребляемая станком во время исследования.

При оценке величины свойства ( $\xi$ ), на конструкцию подаётся термическое воздействие ( $P$ ) известной величины. Одновременно оценивается реакция конструкции на это воздействие ( $\delta$ ). В качестве реакции используют изменение параметров точности станка. Данный показатель  $\xi$  изменяется за время эксплуатации станка.

В ССЗ в качестве реакции используют параметры геометрической точности станка, которые в конечном итоге определяют точность обработки производимых деталей. Как правило, это параметры точности взаимного положения баз станка под инструмент и заготовку. Это пять параметров термического движения базы инструмента относительно базы под заготовку (три линейных величины по осям координат и две угловых координаты). Эти параметры представлены в линейно-угловых величинах и определяют точность станка. В качестве измерительного устройства в данном случае применимо несколько известных средств измерения. Это линейно-угловые средства измерения (индикаторы), измерения потребляемой мощности (ваттметр) и хронометр для синхронизации процесса измерения.

Для апробации сформулированных положений были исследованы состояния двух станков. Один станок 676 другой 676П. Оба станка имеют одинаковую

конструкцию, примерно одного года выпуска (1972 и 1973), но имеют разный уровень точности изготовления. Параметры геометрической точности станков в начале эксплуатации отличаются в 1,6 раза. Более точные параметры у станка повышенной точности.

Исследованиям подвергались такие параметры геометрической точности станков как биение шпинделя. У станка нормальной точности биение в 2,3 раза больше чем у станка повышенной точности. Проверялась прямолинейность движения стола, которая зависит от изнашивания направляющих станков. Проверка показала, что как у одного станка, так и у другого составляет  $3 \pm 1,0$  мкм.

Кроме этого была проедена работа по определению термического состояния конструкции обоих станков.

Для проведения данных исследований собрана установка, состоящая из измерительных линейных средств, измерения потребляемой мощности и хронометра (см. рис 1).

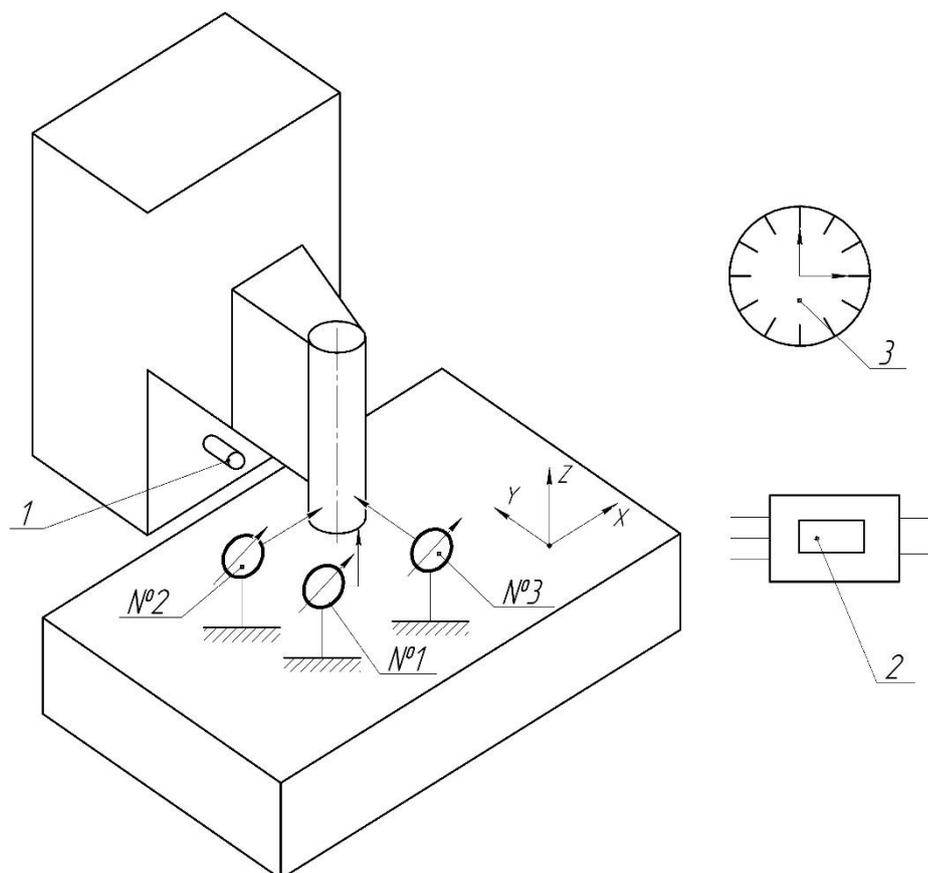


Рис.1. Система осей координат станка при исследовании термического свойства станка  
1 – Термопара; 2 – Ваттметр; 3 – Хронометр; №1, №2, №3 – Индикаторы.

Линейные измерения осуществлялись по трём координатам (OX; OY; OZ). Оценку производили на частоте вращения шпинделя  $1665 \text{ мин}^{-1}$ . Результаты приведены в таблице.

Таблица 1. Результаты оценки термического состояния станков.

Координатная ось	676	676П
OX	23,7	14,5
OY	3,8	0,4
OZ	9,8	3,1

### Анализ полученных результатов.

Проведённые исследования показали, что оценка состояния конструкции по параметрам износа не обладает однозначностью. Это следует из того что биение шпинделя отличается, в то время как показатель износа базового сопряжения имеет одинаковое значение в пределах погрешности измерения.

Параметр  $\xi$  показывает существенную разницу в состоянии обоих станков. Поскольку показатель  $\xi$  термического свойства несущей системы станка показывает разницу в термическом состоянии конструкции, он может служить дополнительным показателем состояния станка во время эксплуатации. Разница составляет от 1,6 раза по оси ОХ, 3,2 по оси ОZ и до 9,5 по оси ОУ.

Такая разница показывает на достаточно высокий уровень чувствительности данного показателя. Причём в исследованиях сохранены основные условия: одинаковая конструкция, одно время эксплуатации. Изменения зависят от того, что при изготовлении станка повышенной точности выполняется более квалифицированная работа, которая и обеспечивает увеличение долговечности станка.

### **Выводы:**

1. Выполнение условий необходимых и достаточных обеспечивает требуемый уровень качества информации при оценке долговечности станка;
2. Параметр  $\xi$  свойства станка определяет уровень термического состояния конструкции при действии термических нагрузок во время эксплуатации станка;
3. Параметр термического состояния конструкции изменяется за время эксплуатации конструкции,  $\xi_i = f(t)$ ;
4. Параметр  $\xi_i(t)$ , параметр индивидуальный для каждой конструкции станка и по осям координат.

### **Литература**

1. *Проников А.С.* Износ и долговечность станков. – М.: Машгиз, 1957. – 276 с.: ил.
2. *Якобсон. М.О.* Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий. /под ред. М.О. Якобсона. – М.: Машгиз, 1962. – 735 с.
3. *Проников А.С.* Надёжность машин. – М: Машиностроение, 1978. – 592 с.: ил.
4. *Поляков А. Н., Кравцов А. Г.* Прогнозирование тепловых характеристик станка в условиях непрерывной работы // Вестник машиностроения. – 2005. - №10. – С. 43-49. Библиогр.: с.49.
5. *Бер Г. Д.* Техническая термодинамика. – М.: Мир, 1977. – 518 с.