

**УДК 621.9.08**

## **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ СТАНКА ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ**

Ксения Олеговна Гречушникова

*Студент 6 курса, специалитет*

*кафедра «Металлорежущие станки»*

*Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Б.М. Дмитриев*

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

### Вступление.

Современное станкостроение характеризуется двумя противоречивыми тенденциями. Первая тенденция – это требование автоматизации рабочего процесса в механической обработке и ужесточения режимов резания. Вследствие этого увеличивается энерговооружённость станочной системы. Как следствие, усиливается влияние термических воздействий на точность станка. Вторая тенденция состоит в том, что современные требования качества изделий машиностроения требуют ужесточения требований точности производимых деталей через ужесточение точности станка.

Разрешению данного противоречия посвящено достаточное количество различных способов стабилизации термических воздействий [1-3]. Каждое из этих предложений имеет свою область применения.

Один из таких способов состоит в создании пред искажения положения в пространстве формообразующих узлов станка в процессе сборки [4]. Действие такого способа состоит в том, что положения формообразующих узлов станка располагают согласно ГОСТ определённым образом (см. ГОСТ 18097-93). Во время рабочего процесса теплота, возникающая от работающих механизмов, приводит конструкцию в механическое движение. Начальное положение формообразующих узлов изменяется от этого действия и точность станка изменяется. Начальное положение наладки станка на точность обработки изменяется. По истечении времени, движение приводит точность станка в состояние отказа. Во время сборочного процесса пред искажают положение оси шпинделя в сторону противоположную будущим действиям термических процессов. Во время рабочего процесса ось шпинделя под действием теплоты перемещается в сторону повышения точности станка. В какой-то момент, к середине смены, конструкция имеет наивысшее значение точности станка. При дальнейшей работе термические воздействия, продолжая свои действия, ухудшают точность станка. Реализация такого способа требует наличия предварительной информации о величине пред искажения и его направления относительно положения сборочных единиц в процессе сборки. Данную информацию на станкостроительных заводах собирают по результатам длительных работ в условиях эксплуатации. Однако за время сбора требуемой информации возникает новая модель станка и полученная информация теряет свою актуальность, так как новая модель имеет иную конструкцию.

Для использования положительных моментов способа пред искажения предлагается использовать в качестве базы для проведения исследований опытный образец станка перспективной модели. Опытный образец станка, прошедший все виды испытаний и принятый к серийному производству, подвергают исследованию термическими воздействиями. Цель таких исследований состоит в том, чтобы определить поведение конструкции станка во время действия термических возмущений на всём диапазоне возможных термических воздействий.

Методика проведения исследований

В качестве технического объекта апробации подхода использовали станок с горизонтальным расположением оси шпинделя. В силу того, что термические воздействия приводят конструкцию в термическое движение, то для исследования параметров термического движения требуется выбрать систему отсчёта.

Система отсчёта состоит из следующих составляющих. Это прямоугольная система координат, расположенная внутри рабочего пространства. (рис. 1).

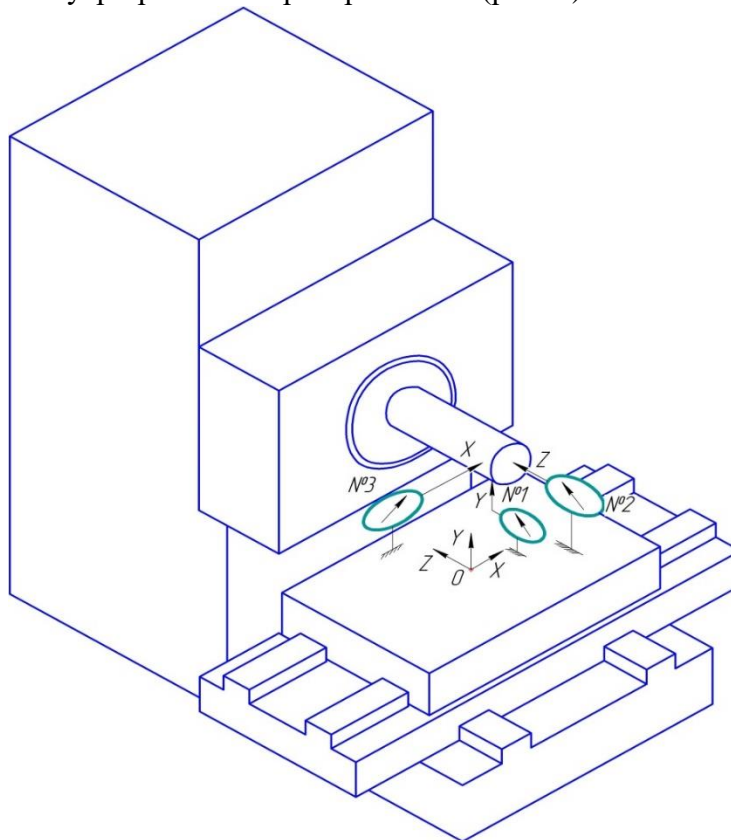


Рис. 1. Измерение параметров положения оси шпинделя по трем координатам.

В этой системе определяют изменение положения оси шпинделя во время проведения исследований. Линейные преобразователи оценивают параметры траектории движения оси шпинделя относительно стола станка при действии термических воздействий. Исследования проводят на каждой частоте вращения шпинделя.

В процессе эксплуатации станок не всегда находится в работе, так как периодически производится смена заготовки, инструмента и другие мероприятия по обслуживанию станка, в это время станок охлаждается. Чтобы приблизить исследования к реальным, после нагревания шпинделя выключаем станок и с периодичностью снимаем показания смещения оси шпинделя относительно стола станка при охлаждении на всех частотах вращения.

#### Обработка данных до результата.

После проведения исследования станка на данном режиме производят оценку параметров термического движения оси шпинделя относительно стола станка.

По полученным данным строятся графики изменения положения плоскости фланца шпинделя во времени исследования.

Для получения наиболее вероятной точки для пред искажения необходимо определить точку, в которой площадь под графиком делится пополам. Для этого сначала вычисляем площадь под каждым графиком при помощи интегрирования функции, и находим точку, в которой эта площадь делится пополам методом перебора.

Получаем пред искажения для каждой частоты вращения. Аналогично получаем данные, полученные при охлаждении шпинделя.

По этим данным строим графики в плоскостях XY, ZX, ZY для нахождения координат оптимальной точки пред искажения.

Аналогично находим точку, которая делит площадь под графиком пополам при помощи интегрирования. Полученные данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Координаты пред искажения, полученные для нагревания и охлаждения.

При нагревании	При охлаждении
X=4; Y=10; Z=-1	X=-1; Y= 2; Z=3

Далее в плоскостях строим графики изменения положения, начальным положением считаем пред искажение при нагревании (точка A), а конечным пред искажение при охлаждении точка (B) (рис. 2).

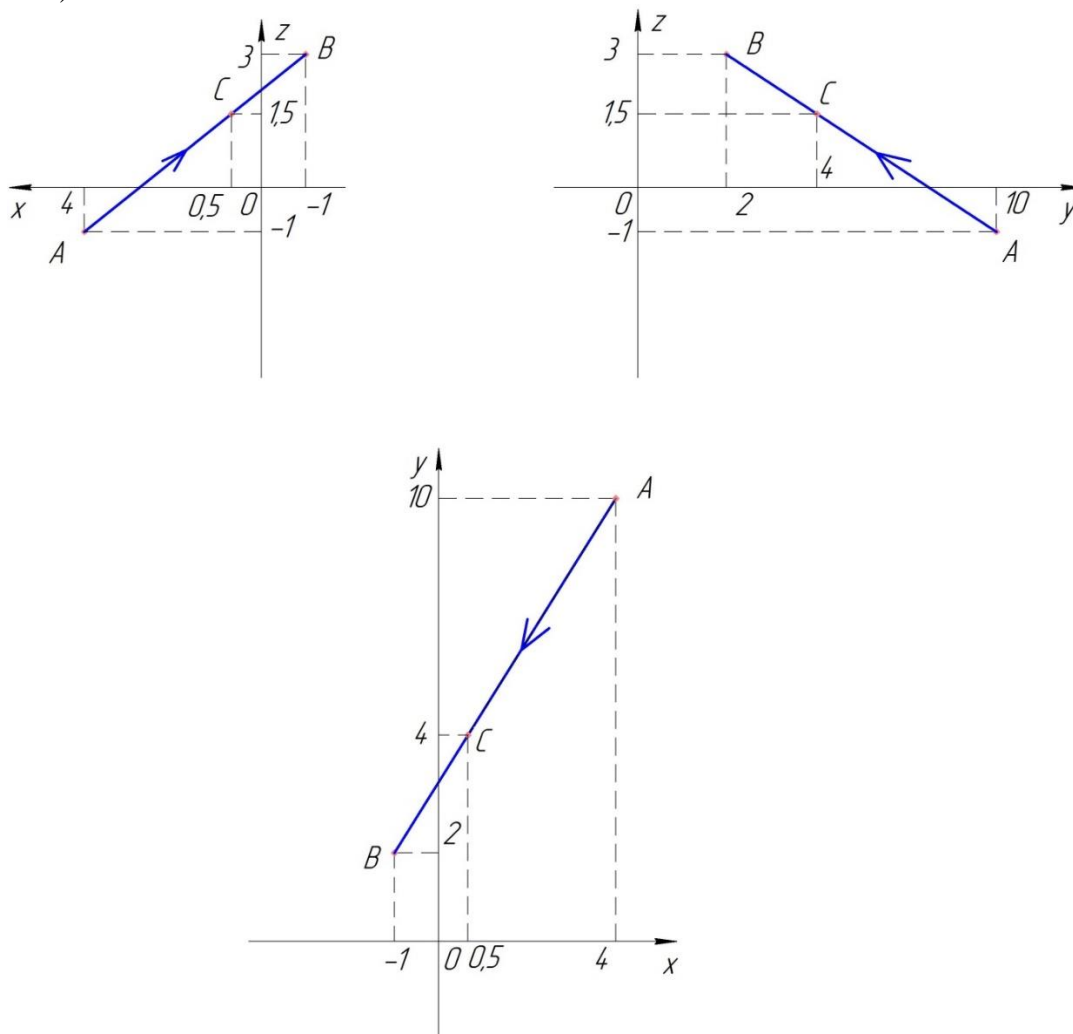


Рисунок 2. Графики пред искажений при охлаждении и нагревании.

Предположим, что время работы станка за смену составляет 2/3 времени смены, тогда на графике откладываем точку C на расстоянии 2/3 от длины графика считая от начальной точки A (нагревания) (рис. 2). Далее получаем конечную точку C с координатами X=0,5; Y=4; Z=1,5; на которую необходимо пред исказить положение шпинделя для получения более точной обработки поверхностей на всех частотах вращения.

Обсуждение результатов.

Полученные результаты характеризуют поведение конструкции, имея начало процесса изменения взаимного положения фланца шпинделя относительно стола. Величина отклонения характеризуется величинами отклонений по трём осям. Данная информация служит базой для принятия решения о величине пред искажения.

Сформирован подход для получения пред искажения станка. Учтены его нагревание и охлаждение.

**Выводы:**

1. Представленные результаты показывают возможность повысить точность станка.
2. Данный подход характеризуется меньшими затратами как временными, так и материальными, чем другие способы.
3. Данный способ имеет определённую область применения для металлорежущих станков среднего габарита.
4. Для получения более достоверных результатов необходимо измерять и угловые координаты смещения оси шпинделя относительно стола станка.

**Литература:**

1. *Соколовский А. П.* Расчет точности обработки на металлорежущих станках. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1952. – 289 с.
2. *Суслов А. Г.* Научные основы технологии машиностроения / *А. Г. Суслов, А. М. Дальский.* – М.: Машиностроение, - 2002. – 646 с.
3. *Поляков А. Н., Кравцов А. Г.* Прогнозирование тепловых характеристик станка в условиях непрерывной работы // Вестник машиностроения. – 2005. - №10. – С. 43-49. Библиогр.: с.49.
4. ГОСТ 18097-93. Станки токарно-винторезные и токарные. Основные размеры. Нормы точности.
5. ГОСТ 24643 – 81. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски и расположения поверхностей. Числовые значения. – Введен 2004 – 07 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 11 с.
6. Автоматизированная измерительная система для исследования термического состояния станка/ *Куц М. С.*/ Сборник трудов конференции «Будущее машиностроение России 2013». – 4 с.
7. *Chuan-Wei Chang, Yuan Kang, Yi-Wei Chen, Ming-Hui Chu and Yea-Ping Wan.* Thermal Deformation Prediction in Machine Tools By Using Neural Network. ICONIP 2006, Part II, LNCS 4233, pp. 850 – 859.