

УДК 621.9-18

## **РАЗРАБОТКА ТЕОРИИ ТЕПЛОВЫХ СМЕЩЕНИЙ, ПОЗВОЛЯЮЩУЮ СИСТЕМНО АНАЛИЗИРОВАТЬ ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ НА СТАНКЕ**

Светлана Валерьевна Лаврова, Константин Александрович Герасимов

*Студенты 5 курса,  
кафедра «Металлорежущие станки»,  
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.Г. Ширшов,  
аспирант 1 года обучения кафедры «Металлорежущие станки»,  
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

В настоящее время процесс проектирования конструкции не связан с точностью самого станка. Применяемые расчёты по большей части мало обоснованы. Как результат, создание конструкции станка и назначение требований к деталям и сборкам происходит в значительной степени или интуитивно, или на базе эмпирического опыта. Использование мощных пакетов конечно-элементного анализа типа Ansys по сути позволяет заменить физический эксперимент виртуальным. Станок для инженера по прежнему остаётся «чёрным ящиком», и повышение точности в таком случае остаётся интуитивным.

При расчёте точности на стадии проектирования и анализе влияния различных факторов и свойств конструкции на точность обработки крайне важен системный подход к конструкции. Необходима теория, которая представит станок как систему факторов, что позволит оценивать удельное влияние каждого фактора на точность станка и увязать процесс проектирования с обеспечением точности станка.

Согласно [1], статическую точность станков определяют три основные характеристики смещений: силовая, тепловая и размерная. Для силовой составляющей точности уже существует теория силовых смещений [1], в которой конструкция станка приводится к упруго-фрикционной системе — системе упругих и неупругих свойств конструкции, значения которых определяются шероховатостью стыков, усилиями затяжки, жёсткостью деталей и т.д.

В данной работе поставлена задача разработать теорию тепловых смещений в станке. В настоящее время существует множество работ, посвящённых расчёту тепловых смещений станков на стадии их проектирования. Работы последних лет преимущественно связаны с методом конечным элементов. С одной стороны, можно достаточно точно определить тепловую точность станка, построить поле температур, распределения тепловых смещений. Однако станок для инженера по прежнему остаётся «чёрным ящиком», потому что удельное влияние отдельных факторов практически не определяется. Разрабатываемая теория должна связать отдельные факторы, влияющие на тепловые смещения, в систему. Т.к. силовые и тепловые процессы в реальной конструкции работают вместе, необходимо связать теорию силовых и тепловых смещений в единое целое.

Разработка данной теории была начата с рассмотрения модели формирования тепловых смещений, представленных на рис 1.

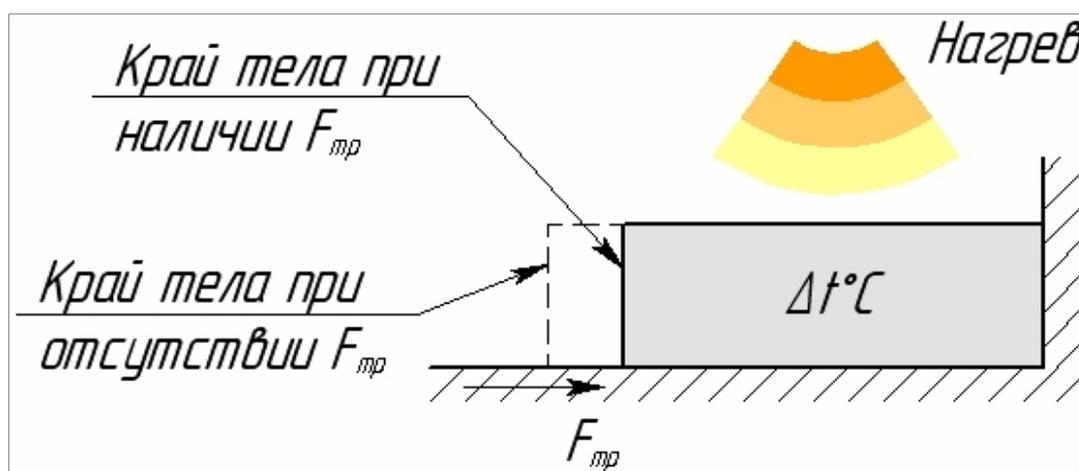


Рис. 1. Модель для анализа тепловых смещений.

#### **Выводы:**

1. При наличии стыков тепловые процессы сопровождаются как тепловыми, так и силовыми смещениями.
2. Теорию тепловых явлений нельзя рассматривать без теории силовых смещений.
3. Суммарное смещение при нагреве тела складывается из суммы силовых и тепловых смещений.
4. Поведение силы трения не зависит от природы смещения тела.
5. Сила трения будет влиять на суммарное смещение при тепловом нагружении.
6. Т.к. сила трения  $F_{тр} = \Delta l \cdot k$  жёсткость конструкции влияет на суммарное смещение при тепловом нагружении.
7. Так как вибрации влияют на  $F_{тр}$ , то наличие вибрации будет влиять на характер суммарного смещения: характеристика тепловых смещений с учётом силы трения будет приближаться к характеристике без силы трения.
8. При нагреве и последующем охлаждении до начальной температуры возникают остаточные тепловые смещения, не связанные с наличием зазоров в системе.
9. С течением времени остаточные тепловые смещения могут быть сняты двумя путями охлаждением или приложением вибрации.

#### **Литература**

1. Чернянский П.М. Основы проектирования точных станков. Теория и расчёт. - М.: КНОРУС, 2010. - 240 стр.