

УДК 62-932.2

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СИЛОВЫХ СМЕЩЕНИЙ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН ПО УПРУГО-ФРИКЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Андрей Геннадьевич Ширшов

*Студент 6 курса,*

*кафедра «Металлорежущие станки»,*

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

*Научный руководитель: П.М. Чернянский,*

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

Смещения, происходящие в механизмах и машинах вследствие действия различных сил (внешних, упругости, трения), называются силовыми смещениями. Силовые смещения, происходящие во время работы точных машин, в частности, станков, как правило, приводят к ухудшению качества работы самих машин. Например, у станков мы наблюдаем взаимные смещения инструмента и заготовки, от чего страдает точность и качество обработанной детали.

На сегодняшний день силовые смещения рассчитывают методом конечных элементов (МКЭ). Однако с помощью МКЭ можно рассчитывать только деформации деталей. При этом «за бортом» остаются смещения в стыках и процессы трения. Между тем, стыки вносят основной вклад в силовое смещение. Учет только стыков позволяет, например, объяснить преимущества компоновки принципиально новых станков — станков с линейной наладкой.

Процессы трения сопровождают процессы деформации и влияют на их величину. Нет движения без трения. Деформация и трение проявляются одновременно, и их работу в механической конструкции необходимо рассматривать совместно.

В последние годы удалось оценить удельное влияние каждой детали, стыка, шероховатости, вида обработки, компоновки, размера деталей на силовое смещение конечного звена рабочего органа машины (например, инструмента и заготовки). Это стало возможным благодаря теории силовых смещений, разработанной Чернянским П.М.

К сожалению, создание теории зачастую не означает ее широкого применения на практике. Необходимо создать программный инструмент, с помощью которого проектировщик смог бы исследовать силовые смещения в проектируемой им механической конструкции, не вникая в глубины теории.

Первым шагом в создании данного программного инструмента является программное расширение для «МВТУ 3.7», которое получило название «Динара» (разработчик «МВТУ 3.7» - кафедра Э7 «Ядерные реакторы и установки» МГТУ им. Н.Э. Баумана). «Динара» расширяет возможности «МВТУ 3.7», позволяя моделировать упруго-фрикционные системы для различных механических систем.

Результатом работы «Динары» являются характеристики силовых смещений (ХСС), т.е. графическое отображение силовых смещений в функции внешних усилий. Сложным местом при построении является понимание физической картины происходящего. Попытки формализации рассуждений, применяемых при построении ХСС, приводили к громоздким алгоритмам, надежность которых вызывала сомнения.

Благодаря длительным исследованиям, автором «Динары» был обнаружено, что принцип, формулируемый как «в пределах 2Г смещения нет» позволяет вычислять силовые смещения, не вдаваясь в физическую картину происходящего. Данный принцип был заложен в программный код «Динары», что позволило получить

удивительно краткий (три строки кода), универсальный и надежный алгоритм, с помощью которого удалось охватить все тонкости и нюансы функционирования упруго-фрикционных систем.

#### **Литература**

1. *Чернянский П.М.* Основы проектирования точных станков. Теория и расчет. - М.:КНОРУС, 2010. - 240 с.