

УДК 621.9.06

## ЗАМЕЧАНИЯ К РАСЧЕТУ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЛОВ НА ОПОРАХ КАЧЕНИЯ.

Михаил Викторович Ломов

*Студент 6-го курса, гр.МТ1-Д2, кафедра “Металлорежущие станки”,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: П.М. Чернянский,  
д.т.н., профессор кафедры “Металлорежущие станки”  
МГТУ им. Н.Э. Баумана.*

Физически обоснованный, проектный расчет шпиндельных узлов стал возможен с одновременным учетом жесткости шпинделя и его опор. Впервые подобный подход был предложен инженером Поповичем Б.Г. в 1956 г. для двухопорного шпиндельного узла.

В 1969 г. проф. Чернянский П.М. предложил принципиально новый метод расчета шпиндельных узлов, в том числе прогиба  $y$  и угла наклона  $\theta$  оси шпинделя. В его основу положено дифференциальное уравнение упругой линии балки, лежащей на упругом основании.

$$EIy(z) = p(z), \quad (1)$$

где  $E$  – модуль упругости первого рода материала шпинделя;  $I$  – момент инерции сечения относительно оси  $x$ ;  $y$  – смещение оси шпинделя по длине  $z$ ,  $p(z)$  – функция, вид которой зависит от внешней нагрузки.

Предлагаемый метод не противоречит другим уже существующим методам расчета, впервые делает возможным расчет шпиндельных узлов (валов) с любым числом подшипников в опорах и позволяет определить: оптимальное расстояние между подшипниками шпинделя, оптимальное число подшипников в опорах, жесткость шпиндельных узлов, нагрузку на каждый подшипник в опорах, прогиб и угол наклона оси шпинделя в любом его сечении. Так же с помощью данного метода возможно оценить необходимость использования простановочных колец и уточнить расчетную схему при использовании двухрядных цилиндрических подшипников в опорах и жестком креплении шкивов на шпинделе для многоопорных шпиндельных узлов.

При этом другие существующие методы расчета шпиндельных узлов имеют ряд недостатков. Например, при использовании метода конечных элементов [1] не до конца ясна проблема ввода в расчет контактных деформаций в опорах качения. К тому же требуется составление новой расчетной модели при изменении конструктивных параметров шпиндельного узла.

Введение в расчет «защемляющего момента», которое предлагается в работе [2], предполагает использование экспериментальных данных, определяемых для конкретной конструкции. Следовательно, возникают сложности при его использовании на стадии проектирования.

Предлагаемый метод расчета прошел экспериментальную проверку. Если точно известна жесткость опор-подшипников, то расчетные и экспериментальные результаты исследования практически совпадают. При этом выполняется расчет с учетом нелинейной жесткости опор. Результаты расчетов, выполненных с помощью этого метода, практически совпадают с результатами аналогичных расчетов, приводимых фирмой SKF в своих публикациях [3].

### **Литература**

1. *Левина З.М., Зверев И.А.* Расчет статических и динамических характеристик шпиндельных узлов методом конечных элементов. Станки и инструмент., 1986г., №10
2. *Лизагуб В.А.* Повышение точности и производительности обработки на основе анализа проектных параметров шпиндельного узла на опорах качения металлорежущих станков. Дисс. д.т.н. М.: 2002 г.
3. *Левин, Халл* Шпиндельные узлы для станков с высокими эксплуатационными свойствами. Прецизионные подшипники SKF. Швеция, 1992г., 142 с.