

# Шпиндельные узлы станков

Воскобойников Б. С., Гречиков М. И., Гуськова Г. И.

Шпиндельный узел является одним из основных узлов станка, конструктивная форма и размеры которого влияют на компоновку и параметры других узлов. На предварительном этапе проектирования шпиндельного узла выбирают тип опор и схему их расположения; определяют основные конструктивные параметры шпинделя; выбирают тип проводной передачи, значение предварительного натяга, класс точности и серию подшипников; выполняют приближенную оценку радиальной жесткости узла.

В зависимости от условий обеспечения заданной точности обработки и быстроходности узла выбирают тип опор шпинделя. Параметр быстроходности влияет на выбор компоновочной схемы узла. Расчетную схему узла обычно представляют в виде балки с консолью на двух шарнирных опорах. Определяются основные размеры шпинделя: диаметры шеек – под переднюю и заднюю опоры, переднего конца шпинделя, шпинделя между опорами, сквозного отверстия; вылет шпинделя; расстояние между опорами. Минимальное значение диаметра шейки под передней опорой зависит от мощности привода главного движения и типа шпинделя. Выбор значения этого диаметра влияет на величины диаметров переднего конца шпинделя между опорами. Вылет шпинделя зависит от параметров переднего конца для крепления инструмента или приспособления, размеров уплотнений под подшипники, ширины первого подшипника. Его значение влияет на выбор величины расстояния между опорами. Определяются реакции в опорах в зависимости от значения силы резания на переднем торце узла. Рассчитывают моменты инерции передней и межопорной частей шпинделя, радиальную податливость опор и прогиб переднего торца. Полученное значение прогиба сравнивают с допустимым значением, и при его превышении необходим пересчет размеров вала [1].

Шпиндельные узлы современных станков являются наиболее ответственным элементом в общей цепочке обеспечения качества обрабатываемых поверхностей. Высокие скорости вращения шпинделей ведут к тому, что сравнительно небольшие дефекты в его подшипниковых узлах через короткое время приводят к деградации подшипника и потере точности станка в целом. На ранней стадии развития дефекты подшипника еще не сказываются на точности обработки, но они уже позволяют программировать будущий отказ. Методы виброакустической диагностики – наиболее эффективный инструмент для выявления зарождающихся дефектов подшипниковых узлов. Эти методы целесообразно применять и на стадии создания технологического оборудования, и на стадии эксплуатации для принятия своевременных мер по техническому обслуживанию или ремонту шпиндельного узла [2].

Фирма **NSK America Corp.** выпускает шпиндельные узлы для станков продольного точения марки **iSpeed 3**, максимальная длина узлов составляет 103 мм. Узел оснащен бесщеточным двигателем постоянного тока и гибридными керамическими подшипниками. Шпиндели имеют диаметры 19,05 мм, 20 мм, 22 мм и 25 мм. Биение у конуса – менее 1 мкм. В цанговом патроне крепятся прутки диаметрами от 0,5 мм до 4 мм. Максималь-

ная передаваемая мощность составляет 150 Вт. Частота вращения шпинделя регулируется в пределах от 1000 до 80 000 мин<sup>-1</sup> [3].



Шпиндельный узел iSpeed 3 фирмы NSK

На выставке IMTS в США фирма **IBAG North America** экспонировала высокоскоростные шпиндели серии **Micro Line** для станков продольного точения, Узлы оснащаются синхронными электродвигателями постоянного тока и вращаются на частотах до 120 000 мин<sup>-1</sup>; передаются большие крутящие моменты. Узлы эффективны при микрообработке, гравировке и тонком фрезеровании. Биение – менее 2 мкм. Шпиндели поставляются диаметров 20 мм, 22 мм и 25 мм. Выпускаются узлы правого и левого вращения [4].

Шлифовальный шпиндельный узел **Dynoground** поставляется американская фирма **Dynomax Inc.**, он предназначен для роботов, которые шлифуют абразивные материалы, как композиты, керамика, стекло и поковки. Максимальная частота вращения шпинделя составляет 18 000 мин<sup>-1</sup>. Система электропитания и внешние межсоединения защищены от попадания шлама, пыли, воды и другие загрязнителей. Система межсоединений является гибкой и позволяет роботу выполнять различные работы. Замкнутая система охлаждения обеспечивает долговечность шпинделя [5].

Фирма **Suhner Industrial Products Corp.** экспонировала на выставке IMTS 2010 сверлильные шпиндельные узлы **ECONOMaster**; шпиндель изготавливается из экструдированного цилиндра, а пиноль хромируется для предотвращения коррозии. В приводе устанавливаются трехфазные электродвигатели и клинорежимные передачи. Частоты вращения регулируются с помощью сменных шкивов [6].

Шпиндельный узел **MFW 320** экспонировала на выставке IMTS фирма **Fisher Precise USA**. Он имеет монтажный диаметр 320 мм и передает крутящий момент 750 Нм при частоте вращения 6000 мин<sup>-1</sup>. Конус HSK-A 100 позволяет подсоединять вращающиеся элементы с помощью соединения 1 KF. Возможно использование узла в сухой и влажной среде. Обеспечивается максимальная частота вращения 50 000 мин<sup>-1</sup> [7].

Американская фирма **FadalCNC.com** модернизирует шпиндели для выпускаемых обрабатывающих центров, в том числе шпиндели с пластической смазкой, имеющие верхний предел частот вращения от 7500 до 15 000 мин<sup>-1</sup>, и шпиндели с воздушно-маслянной смазкой, имеющей пределы от 10 000 до 15 000 мин<sup>-1</sup>. По данным фирмы, модернизированные шпиндели имеют более высокие характеристики, чем пре-

жие. На шпиндели с частотами от 7500 до 10 000 мин<sup>-1</sup> дается 18-месячная гарантия. С помощью виброанализа шпиндели динамически балансируются. Узлы оснащаются новыми затяжными винтами при частотах вращения 7500 и 10 000 мин<sup>-1</sup> и лабиринтных уплотнениях, которые защищают передние подшипники. При шлифовальных конусах биение не превышает 0,005 мм на расстоянии 250 мм от торца шпинделя [8].



Высокоскоростные шпиндели фирмы Air Turbine Tools

Фирма **Air Turbine Tools** выпускает высокоскоростные шпиндели для резания при высоких скоростях подачи, которые обеспечивают получение чистых поверхностей. Шпиндели, передающие мощность 1,94 кВт, вращаются на частотах

от 25 000 до 90 000 мин<sup>-1</sup>; управляющее устройство запатентовано. Биения выдерживаются в пределах 0,005 мм. Турбинный двигатель узла не имеет лопаток, нет зубчатых колес и щеток, что минимизирует тепловыделение. Подвижными компонентами являются только рабочее колесо турбины и подшипники, трение является минимальным. Узел является долговечным. Смазка не используется, осуществляется обдувка чистым воздухом под давлением 6,2 бара. По заказу поставляется устройство автоматической смены шпинделей в CNC станках [9].

Тайваньская фирма **Royal Precision Tools Corp.** специализируется на изготовлении прецизионных станочных шпинделей. Изготавливаются мотор-шпиндели. Обработка компонентов выполняется в чистых (незапыленных) помещениях с контролируемой температурой. Для контроля изделий используются координатно-измерительная машина и тестер concentричности. Обработка выполняется на прецизионных шлифовальных станках с последующим контролем на балансировочном станке [10].

#### Список литературы

1. Соколова И. Д., Беккель Л. С. Программный метод проектного расчета шпиндельного узла//Научно-технические материалы в прибор- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Москва: МГТУ, 2010-8.
2. Козочкин М. П., Сабиров Ф. С. Выявления дефектов шпиндельных узлов виброакустическими методами//Гл. механик-2011-№ 5-55-61.
3. Spindle//Cutt. Tool Eng.-2010-62, № 8-116.
4. High-speed spindles//Cutt. Tool Eng.-2010-62, № 8-111.
5. Grinding spindles//Cutt. Tool Eng.-2010-63, № 4-16.
6. Drilling spindles//Cutt. Tool Eng.-2010-62, № 8-118.
7. Spindle//Cutt. Tool Eng.-2010-62, № 8-118.
8. Remanufactured spindles exceed original specs//Mod. Mach. Shop.-2011-84, № 2-151-152.
9. Spindles offer faster production//Mod. Mach. Shop.-2011-84, № 4-190, 192.
10. Spindle//Werkstatt und Bert.-2011-144, № 9-11-12.



## Уважаемые читатели!

Предлагаем Вам подписаться  
на «Комплект: ИТО»  
на первое полугодие 2013 года

Подписаться можно в любом почтовом отделении

по объединенному каталогу

## «ПРЕССА РОССИИ»

Цена на 6 месяцев – 2442 рублей!  
(см. каталог <http://www.pressa-rf.ru/cat/1/indx/42049/>)

Цена на 12 месяцев – \_\_\_\_\_ рублей! (см. каталог)

индекс **42049**

Для оформления подписки в почтовом отделении можно вырезать и заполнить данную форму

Ф. СП-1		<b>АБОНЕМЕНТ</b> на <del>газету</del> <b>42049</b> <small>журнал</small> (индекс издания)									
<b>«Комплект: ИТО»</b>		Количество комплектов:									
на 2013 год по		месяц а м:									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Куда		(почтовый индекс)		(адрес)							
Кому		(фамилия, инициалы)									
ПВ		место		ли-тер		<b>ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА</b>					
						на <del>газету</del> <b>42049</b> <small>журнал</small> (индекс издания)					
						<b>«Комплект: ИТО»</b>					
Стои-мость	подписки	руб.	коп.	Количество комплектов							
	переадресовки	руб.	коп.								
на 2013 год по		месяц а м									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Куда		(почтовый индекс)		(адрес)							
Кому		(фамилия, инициалы)									

ООО «Инструменты. Техно логия. Оборудование»  
107023, РФ, Москва, ул. Б. Семеновская, д. 49, оф. 334  
Тел./факс: +7 (095) 366-98-00, 369-57-08  
e-mail: exp@ito-baza.ru; www.ito-news.ru

