

Никитина Л.Г.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: nikitina-nlg@yandex.ru*

Электрошпиндели для современных станков

Современные скорости резания требуют новых конструкций шпиндельного узла, который должен обеспечить следующие требования:

- высокая мощность в широком диапазоне частот вращения;
- высокая радиальная и осевая жёсткость;
- максимальная скорость вращения.

Одним из вариантов такой конструкции может быть электрошпиндель (ЭШ), в котором детали двигателя встроены в корпус шпиндельного узла. Электрошпиндель металлорежущего станка должен состоять из установленного на подшипниках шпиндельного вала, узлов электродвигателя и механизма зажима инструмента [1].

Шпиндель должен иметь высокие скорости вращения, передавать вращающий момент и мощность к инструменту, иметь хорошую нагрузочную способность и длительный срок службы.

При проектировании приходится учитывать тот факт, что высокоскоростной шпиндель не может иметь высокой жёсткости, а шпиндель имеющий высокую жёсткость не может вращаться на высоких частотах без резкого уменьшения срока службы подшипников. Таким образом, конструктор ЭШ обязан выбрать наилучшее компромиссное решение.

Одним из наиболее важных факторов высокоскоростного шпинделя является выбор подшипников [2].

Для высокоскоростной обработки в основном используются шариковые радиально-упорные подшипники, т.к. они обеспечивают высокую точность вращения, нагрузочную способность и скорость. В некоторых случаях используются роликоподшипники вследствие их более высокой нагрузочной способности и жёсткости. Однако они не обеспечивают необходимую скорость вращения.

Важным критерием выбора подшипников является максимальная скорость подшипника или достижимая скорость вращения шпинделя. Это определяется типом подшипника, методом смазки, преднатягом, нагрузкой.

Одним из основных параметров радиально-упорных подшипников является угол контакта. Осевая нагрузка радиально-упорных шарикоподшипников увеличивается с увеличением угла контакта. Угол 25° выбирают, если шпиндель предназначен в основном для сверления, 15° - для фрезерования.

Выходная жесткость шпиндельного узла существенно зависит от величины предварительного нагружения (преднатяг). В зависимости от условий работы в опорах может быть создан лёгкий, средний и тяжёлый преднатяг. Лёгкий преднатяг создается в подшипниках предназначенных для работы на очень высоких скоростях, они имеют меньшую жёсткость. При создании тяжелого преднатяга шпиндель работает на меньших скоростях, но имеет максимальную жёсткость.

С целью обеспечения требуемой нагрузочной способности шпинделя, подшипники в опоре комплектуются по следующим схемам: дуплекс (два подшипника в опоре) и триплекс (три подшипника в опоре). Это позволяет распределить нагрузку и увеличить общую жёсткость шпинделя.

Важным фактором быстроходности подшипников является метод смазывания. Наиболее простым методом смазки является консистентная смазка, при которой она закладывается на весь срок службы подшипников. При очевидных преимуществах (минимальная стоимость и минимальные затраты на техническое обслуживание), на высоких скоростях ее свойства ухудшаются.

Наиболее эффективной смазкой подшипников для высокоскоростных ЭШ является воздушно-масляная смазка. Точно рассчитанное количество масла и воздух подаются под давлением в специальный механический смеситель, откуда воздушно-масляная смесь по трубкам поступает к подшипникам шпинделя [3].

В качестве электродвигателей высокоскоростных ЭШ чаще всего используют асинхронные двигатели, ротор которого устанавливается на шпинделе, статор в корпусе ЭШ. Размеры и мощность двигателя жёстко ограничены размером шпинделя. Частота вращения ротора регулируется изменением частоты питающего напряжения. Для сохранения постоянного положения оси ротора при различных радиальных и осевых нагрузках, отклонения ротора контролируются радиальными и осевыми датчиками, установленными в корпусе.

При определении конструктивных размеров шпинделя следует прогнозировать виброустойчивость шпиндельного узла, которая проявляется на высоких скоростях вращения. Частота изгибных колебаний зависит от диаметра и длины шпиндельного вала. Конструкция с длинным шпинделем имеет ряд преимуществ – увеличение нагрузочной способности шпинделя и возможность установки ротора большей мощности. Однако увеличение длины шпинделя может привести к тому, что частота изгибных колебаний может приблизиться к рабочим частотам в зоне резания. В этом случае нужно или увеличить диаметр шпиндельного вала, или уменьшить его длину [4].

Литература

- 1 Анализ теплового состояния мотор-шпинделя. - Современные проблемы науки и образования №3, Академия естествознания, Электронный научный журнал, Москва 2013
2. Пуш А.В., Зверев И.А. - Проектирование шпиндельных узлов, на опорах качения с заданными показателями работоспособности. СТИН, 1999, № 9, с. 9.
3. Смирнов А.И. Оптимизация смазки быстроходных шпиндельных узлов. М.: НИИМАШ, 1979. - 44с.
4. Хомяков В.С., Никитин С.П., Лурье А.И. - Влияние структуры привода главного движения на его динамические характеристики. СТИН, 1997, № 2, с.16.