

Л.Г. Никитина

*Муромский институт (филиал) ГОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д.23, тел: (49234) 77-1-01,
E-mail: nikitina-nlg@yandex.ru*

Снижение температурных деформаций шпинделя

В зависимости от конструктивного исполнения приводов главного движения современных станков, методы снижения температурных деформаций (ТД) можно разделить на следующие группы:

- снижение тепловыделения в подшипниках качения шпиндельного узла (ШУ);
- увеличения теплоотвода от подшипников и корпуса шпиндельной бабки;
- создание конструкций, в которых ТД не приводят к смещению шпинделя в направлении, влияющим на точность обработки;
- использование нетрадиционных материалов.

Для станков находящимся в эксплуатации, снижение влияния ТД на точность обработки достигается путем управления относительным положением заготовки и инструмента.

Снижение тепловыделений в подшипниках качения достигается правильным выбором метода смазывания, марки масла, количества смазки, усовершенствованием конструкции подшипников.

В [1] исследовалось влияние метода смазывания и количество смазочного материала для шпинделя с внутренним диаметром 60-90 мм. Сравнивались потери на трение при пластичной смазке, смазке масляным туманом (вязкость 12 сСт при 20 °С расход 2 г.) и принудительной прокачке жидкой смазки (вязкость 63 сСт при 20 °С расход 5 л/мин). Установлено, что на малых частотах вращения до 500 об/мин величина нагрева подшипников незначительно изменяется при различных методах смазывания. При частотах вращения 2000-3000 об/мин наименьшее тепловыделение характерно для смазывания масляным туманом, наибольшее – при прокачке жидкой смазки, имеющей в 3-6 раз больше температуры нагрева подшипников. Установлено существенное влияние количества смазочного материала на уровень тепловыделения в подшипниках. Показано, что наименьшее тепловыделение обеспечивают методы смазывания: масляный туман, капельное с импульсным дозатором, пластичная по сравнению с погружением в масляную ванну или циркуляционным смазыванием.

Увеличение теплоотвода от подшипников шпиндельного узла обеспечивается прокачкой охлажденного смазочного материала. Эффективный теплоотвод из зоны тепловыделения предложен фирмой Timken, в состав масла вводят легкоиспаряемую жидкость (фреон). Испарение происходит в зоне тепловыделения подшипника, затем фреон конденсируется в теплообменнике и самотеком поступает в систему смазки. Эффективна прокачка больших расходов масла малой вязкости. При прокачивании масла с вязкостью 25 сСт в объеме 30 л/мин температура внешнего кольца подшипника увеличивалась на 2 °С при изменении частоты вращения от 1000 до 5000 об/мин.

Увеличение теплоотвода от опор ШУ предлагается за счет охлаждения стенок корпуса при использовании пластичного смазочного материала подшипников. Эффективным способом увеличения теплоотвода от шпинделя является использование тепловых труб, принцип действия которых основан на поглощении тепла при испарении и его выделении при конденсации. Результат использования тепловой трубы в шпиндельном узле станка 1Б118 показал следующее – использование ацетона в качестве рабочей жидкости позволило снизить ТД в два раза.

Увеличение теплоотвода от шпиндельной бабки значительно снижает ТД. Внешнее и внутреннее оребрение шпиндельной бабки позволило снизить ТД на 70 %.

Существенно увеличивает теплоотдачу обдув стенок корпуса. Отсос нагретого воздуха из внутренних полостей коробки уменьшает ТД до 20%.

Для охлаждения ШУ станка модели 2А622 использовалась холодильная машина[2]. Охлаждающее масло подавалось на всю поверхность шпиндельной бабки, подшипниковые

Секция 7. Машиностроение и материаловедение

бобышки и поверхность полого шпинделя. Охлаждение стенок ШУ, путем разбрызгивания охлажденного масла снизило ТД в несколько раз.

В гильзовых конструкциях ШУ находят широкое применение водяные рубашки, выполненные в виде винтового канала. Интенсивное охлаждение цилиндрического корпуса обеспечивает существенное повышение быстроходности ШУ, снижение ТД, стабильность теплового состояния шпиндельного узла.

В последние годы в качестве материала корпусов шпиндельных бабок, шпинделей находят применение нетрадиционные материалы. В работе [3] приведены результаты изменения температурного поля и смещений шпинделя, обусловленных температурными деформациями стенок шпиндельных бабок, в зависимости от времени работы узла. Сравниваются две конструкции узла: в первой в качестве материала корпуса используется чугун, во второй – полимербетон. Несмотря на более высокие температуры подшипников, размещенных в полимербетонном корпусе (вследствие низкого коэффициента теплопроводности) и меньший коэффициент линейного расширения (на 50% ниже, чем у чугуна), линейные смещения шпинделя меньше на 30-40% по сравнению с корпусом из чугуна. Низкая теплопроводность полимербетона уменьшает теплоотвод от подшипников в корпус шпиндельной бабки, что и обеспечивает снижение температурных деформаций. Изготовление шпинделя из керамики (нитрида кремния), обладающей низкой теплопроводностью и малым коэффициентом линейного расширения, обеспечивает существенное снижение осевых смещений шпинделя

При проектировании приводов главного движения необходимо создавать такие конструкции, ТД которых не приводили бы к смещению шпинделя, влияющим на точность обработки. Создание теплосимметричных корпусов ШБ (относительно вертикальной плоскости) в токарных станках обеспечит постоянство положения шпинделя в вертикальной плоскости, тем самым ограничит погрешность размера обрабатываемой детали.

Литература

1. Смирнов А.И. Оптимизация смазки быстроходных шпиндельных узлов. М.: НИИМАШ, 1979. - 44с.
2. Соколов Ю.Н. Тепловые деформации металлорежущих станков. СТИН, 2003, №10.
3. Spur G., Hoffmann E. Optimierung des spindellagersysteme. Thermisches verhalten nichtmetallischer werkstoffe/ XI Szerszamger Kollokvium. – Budapest - 1998.