

Выводы

Механические свойства порошковых материалов, подвергнутых многокомпонентному насыщению Cr, Ni и Mo определяются глубиной диффузионного слоя и химическим составом насыщаемого материала, поэтому механические свойства ПМ, подвергнутых МДН из расплава солей, выше, чем подвергнутых МДН из порошковой засыпки. Наибольшей прочностью после МДН из расплава солей обладает сталь 60п – $\sigma_{и} = 1755$ МПа, ударной вязкостью – порошковое железо – КС = 1265 кДж/м².

Литература

1. Мельник П.И. Диффузионное насыщение железа и твердофазные превращения в сплавах. -М.: Металлургия, 1993. -128 с.
2. Заболоцкий В.К., Дьяченко Ю.Г. Износостойкие покрытия на поверхности углеродистой стали при насыщении В, Cr, Al.// Надежность инструмента и оптимизация технологических систем. Сб.науч. трудов. – Краматорск – Киев: ДГМА, вып. №16,-2004.-С.66-70.
3. Похмурский В.И., Далисов В. Б., Голубец В. М. Повышение долговечности деталей машин с помощью диффузионных покрытий. – Киев: Наукова думка, 1980. – 188 с.

Метод определения параметрической надежности шпиндельных узлов

к.т.н. доц. Иванников С.Н., Шандов М.М.
МГТУ «МАМИ»

(495)223-05-23 доб. 1451, ivannikov.51@mail.ru, dmt@mami.ru

Аннотация. В статье изложен метод определения параметрической надежности шпиндельных узлов, основанный на вероятностном подходе к исследованию выходных параметров, изменяющихся в процессе эксплуатации в широких пределах под воздействием множества различных факторов.

Ключевые слова: шпиндельный узел, параметрическая надежность, метод вероятностной оценки.

Непрерывный рост требований, предъявляемых к качеству изготавливаемых деталей в условиях современного высокоавтоматизированного производства и реализуемых малолюдных и безлюдных технологий, выдвигает на первый план параметрическую надежность технологического оборудования (ТО), т.е. способность ТО сохранять в заданных пределах и во времени значения выходных параметров, определяющих качество изготавливаемых деталей.

При этом важнейшими формообразующими узлами, оказывающими доминирующее влияние на параметрическую надежность ТО, являются шпиндельные узлы (ШУ), любые погрешности которых непосредственно переносятся на изготавливаемые детали.

Результатами многочисленных экспериментальных исследований, в том числе выполненных в МГТУ «МАМИ» [1], доказано, что в качестве основных выходных параметров ШУ целесообразно выбирать параметры траекторий движения оси шпинделя, которые, во-первых, имеют тесную количественную связь с показателями качества изготавливаемых деталей и, во-вторых, наиболее полно отражают реакцию ТО на весь спектр эксплуатационных нагрузок и действующих факторов, включая режимы резания.

Параметрическая надежность ШУ с вероятностных позиций оценивается методом сравнения области состояний выходных параметров X_i с областью их работоспособности. Область состояний образуется всей совокупностью значений, которые принимают выходные параметры X_i под воздействием множества различных факторов, имеющих случайную природу [2]. Для построения области состояний, которая характеризуется размахом распределения значений параметров $R = X_{i\max} - X_{i\min}$, статистическими характеристиками и законом распределения, применяется метод статистического моделирования [3] или проводятся экс-

периментальные исследования с последующей статистической обработкой полученных результатов. Границы области работоспособности выходных параметров X_i (допустимые значения $[X_i]$) устанавливаются исходя из требований, предъявляемых к качеству изготавливаемых деталей, с учетом доли погрешности обработки, приходящейся на ШУ. Показателями параметрической надежности ШУ являются вероятность безотказной работы $P(\tau)$ и запас надежности K_H .

Таким образом, определение параметрической надежности ШУ предусматривает формирование области состояний множества значений выходных параметров ШУ, подчиняющихся чаще всего закону нормального распределения, имеющего статистические характеристики \bar{X}_i – среднее значение и σ_{X_i} – среднее квадратическое отклонение и проверку вероятности нахождения области состояний внутри области работоспособности, ограниченной предельно допустимыми значениями $[X_i]$. На рисунке 1 две области состояний выходного параметра X_i , сформированные при различных условиях эксплуатации ШУ и действующих на него факторов, представлены кривыми распределения 1 и 2.

Вероятностная оценка параметрической надежности ШУ производится путем определения площади под кривой распределения значений параметра X_i до ее пересечения с предельно допустимым значением параметра $[X_i]$. Первая область параметра X_i (кривая распределения 1) выходит за границы области работоспособности $[X_i]$, так как X_{1max} превышает допустимое значение $[X_i]$. Вероятность выхода области состояний за границы области работоспособности характеризует параметрический отказ ШУ $F(\tau) = 1 - P(\tau)$. При этом

$$K_H = \frac{[X_i]}{X_{1max}} < 1.$$

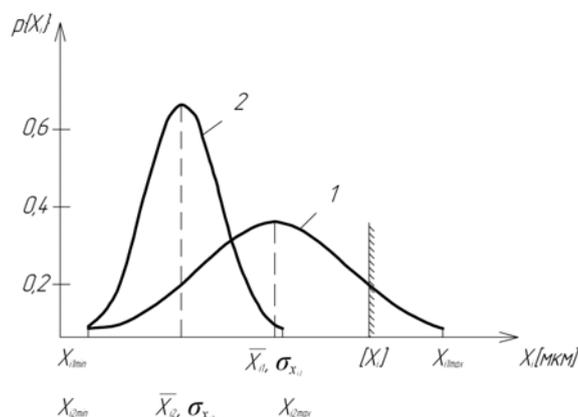


Рисунок 1 – Метод определения параметрической надежности ШУ

В результате проведения определенных мероприятий, в том числе, наложения ограничений на действующие факторы, образуется новая область состояний параметра X_i (кривая распределения 2, $\bar{X}_{i2} < \bar{X}_{i1}$, $\sigma_{X_{i2}} < \sigma_{X_{i1}}$), параметрическая надежность ШУ существенно повышается $P(\tau) \rightarrow 1$, а $K_H > 1$.

Реализацию приведенного метода вероятностной оценки параметрической надежности ШУ рассмотрим на примере ШУ с гидростатическими опорами (ГСО).

На высокоточном технологическом оборудовании широко применяются ШУ с ГСО, способы управления выходными параметрами которых с целью обеспечения параметрической надежности могут базироваться не только на варьировании режимов резания и ограничении эксплуатационных нагрузок, но и целенаправленном воздействии на характеристики (жесткость и демпфирование) опор в процессе эксплуатации ШУ.

Для экспериментальных исследований выбран ШУ с ГСО токарно-винторезного станка высокой точности. Применялся испытательно-измерительный комплекс [1], с помощью ко-

торого в процессе изготовления на станке деталей производились многократные измерения одного из параметров круговой траектории движения оси шпинделя - X_3 , определяющего волнистость ($X_{3\delta}$) обрабатываемых поверхностей деталей и изменяющего свои значения под воздействием различных внешних и внутренних факторов.

Действующие на ШУ факторы изменялись в пределах $t=0,5 \dots 2,0$ мм, $S=0,1 \dots 0,3$ мм/об, частота вращения шпинделя $n=630 \dots 800$ мин⁻¹, давление в ГСО $P_H=2$ МПа, кинематическая вязкость смазочной жидкости марки «Индустриальное 5А» $\nu=11,5 \cdot 10^{-6}$ м²/с и коэффициент демпфирования $\xi=0,09 \cdot 10^6$ (Н*с)/мм. На основе анализа требований, предъявляемых к качеству изготавливаемых деталей (минимальный допуск на волнистость $[X_{3\delta}]_{min}=2,1$ мкм), определена область работоспособности параметра X_3 (предельное значение параметра $[X_3]=[X_{3\delta}]_{min} \cdot K_{ШУ}=2,1 \cdot 0,75=1,6$ мкм). Экспериментально построена область состояний параметра X_3 ($\bar{X}_3=1,32$ мкм и $\sigma_{X_3}=0,36$ мкм). В соответствии с количеством обработанных заготовок выборка составила 45 значений параметра X_3 . Вероятность безотказной работы ШУ $P(\tau)=0,835$, запас надежности $K_H=0,81$. Причины параметрических отказов ШУ, которые происходят с вероятностью $F(\tau)=1-P(\tau)=0,165$, связаны с воздействием на ШУ сил резания, а также с разогревом смазочной жидкости до $t=52$ С. В результате понизилась ее вязкость до $\nu=5 \cdot 10^{-6}$ м²/с и, следовательно, уменьшилась демпфирующая способность ГСО - коэффициент демпфирования $\xi=0,05 \cdot 10^6$ (Н*с)/мм. Снижение давления при этом на 0,1 МПа не оказывает существенного влияния на изменение параметра X_3 .

Для повышения параметрической надежности ШУ с целью обеспечения требуемой волнистости деталей могут быть рекомендованы такие мероприятия, как интенсивное охлаждение смазочной жидкости или применение более вязкого масла, например «Индустриальное 12» с характеристиками $\nu=34 \cdot 10^{-6}$ м²/с при $t=20$ С; $\nu=12 \cdot 10^{-6}$ м²/с при $t=50$ С; снижение частоты вращения шпинделя до $n=400 \dots 630$ мин⁻¹; исключение из режимов резания $t > 1,75$ мм.

Литература

1. «Надежность и диагностика технологического оборудования. Учебное пособие // С.Н. Иванников, Д.Л. Кузьминский.- 1-е издание.- М.: МГТУ «МАМИ», 2010, 44с.
2. Пуш А.В., Иванников С.Н., Пхакадзе С.Д., Телегин Ю.А. Базы исходных данных для проектирования и исследования станков. // Станки и инструмент.- 1992.- № 11.- с. 3-8.
3. Пуш А.В. «Исследование шпиндельных узлов методом статистического моделирования»// Станки и инструмент.- 1981.- № 1.- с.9-12.

Создание перспективного инструмента для планетарного формообразования внутренней резьбы на основе метода визуализации 3D-моделирования

к.т.н. доц. Косарев В.А., Иванов В.Ф.
ФГБОУ ВПО МГТУ «Станкин»

(499) 972-94-57 yoko55@yandex.ru, 8 (963) 622-18-03 Ivanov-V-F-21@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена перспективному направлению разработки конструкции инструмента для повышения качества формообразования внутренних резьб при планетарной обработке на станках с ЧПУ.

Ключевые слова: резьба, формообразование, метод, САД, моделирование, инструмент.

Во многих отраслях промышленности, особенно в машиностроении, находят широкое применение резьбовые соединения. Анализ видов резьб и резьбовых деталей, применяемых в машиностроении, показал, что наиболее проблемные стороны, связанные с процессом формообразования резьб, – это обработка внутренних резьбовых поверхностей в корпусных деталях на станках с ЧПУ. Общей проблемой существующих методов формообразования внут-